# Potenza e raffreddamento per blade server e rack ad altissima densità

## White Paper 46

Revisione 7

di Neil Rasmussen

## > In sintesi

L'utilizzo di apparecchiature informatiche ad alta densità, come i blade server, può determinare la costruzione di rack con potenza superiore a 10 kW ognuno. Considerato che il consumo energetico medio dei rack per il settore è inferiore a 2 kW, rack di questo tipo creano difficoltà di raffreddamento nell'ambiente dei Data Center. In questo white-paper sono descritte cinque strategie per l'allestimento di rack ad altissima potenza: soluzioni pratiche da adottare sia per Data Center esistenti che nuovi.

### **Contenuti** Cliccate su una sezione per

Introduzione	2
Definizione di densità di alimentazione nei Data Center	2
Requisiti di alimentazione e raffreddamento per gli armadi ad alta densità	6
Cinque strategie per l'utilizzo di blade server e armadi ad alta densità	10
L'importanza del ridimensionamento	15
Conclusioni	19

Risorse



20

### Introduzione

Il consumo di potenza delle apparecchiature alloggiate in un singolo armadio a rack può variare sensibilmente. Il consumo energetico medio di un armadio in un Data Center è di circa 1,7 kW, ma la potenza massima che si può ottenere inserendo in un rack i server ad alta densità oggi disponibili, ad esempio i blade server, supera i 20 kW. Carichi di questo livello superano di molto le capacità di raffreddamento e alimentazione di un Data Center tipico.

Gli operatori di Data Center hanno scarsa esperienza di armadi con consumo superiore a 10 kW, ma le tendenze recenti fanno presupporre che saranno in molti a dover affrontare la necessità di installare, alimentare e raffreddare i rack ad alta densità, sia usati singolarmente che in serie.

La risposta più semplice a questo problema sarebbe allestire Data Center in grado di fornire 20 kW di energia ridondante e raffreddamento per ogni armadio. *Purtroppo, nella maggior parte dei casi questa soluzione non è tecnicamente realizzabile né conveniente dal punto di vista dei costi*. Se nella preparazione di un Data Center per l'alta densità si adottano scelte sbagliate, si rischia di moltiplicare inutilmente il costo dell'infrastruttura fisica. Obiettivo di questo documento è descrivere strategie pratiche ed efficaci per l'utilizzo di blade server e armadi ad alta densità.

Prima di tutto viene rivisitato il concetto di densità di alimentazione. Poi si passerà ad esaminare i valori di densità di alimentazione effettivi dei Data Center attuali e futuri. Vengono presentate le strategie pratiche per ottenere l'alta densità, insieme ai loro limiti e vantaggi. Infine, verranno illustrate le strategie per allestire i computer ad alta densità.

## Definizione di densità di alimentazione nei Data Center

Quando si descrive la densità di alimentazione possono verificarsi notevoli fraintendimenti dovuti all'ambiguità del termine. Spesso la densità di alimentazione viene espressa in watt a metro quadro oppure in watt per armadio. Questa semplice descrizione è sufficiente quando il consumo di potenza è uguale per tutti gli armadi. In un Data Center reale, però, la potenza varia drasticamente da un armadio all'altro. In questi casi reali, la densità di alimentazione misurata a livello di rack, a livello di fila e a livello di stanza può cambiare considerevolmente. Detta variazione della densità di alimentazione, misurata presso l'armadio, la fila e la sala ha un impatto significativo sul design del sistema di supporto dell'infrastruttura di potenza e un impatto ancora maggiore sul design del sistema di raffreddamento.

La **Figura 1**<sup>1</sup> mostra la differenza di densità di alimentazione misurata su rack, fila e sala. Nella figura, gli armadi da 12 kW sono installati in una sala tipica. Nel primo caso, il 15% degli armadi della stanza consuma 12 kW e i restanti 1 kW. Nel secondo caso, la stessa percentuale di armadi consuma 12 kW, ma tutti sono uniti a formare un'unica fila. Nel terzo caso, tutti gli armadi della stanza consumano 12 kW. In ognuno di questi casi, il picco della densità di alimentazione è sempre pari a 12 kW per rack, ovvero 5,2 kW/m² (480 W/ft²). In ogni caso, le densità di alimentazione per fila e per sala variano notevolmente da un caso all'altro.

2

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Le densità per rack e fila indicate nella **Figura 1** utilizzano una superficie equivalente di pavimento per rack di 25 ft². Di solito le superfici equivalenti di pavimento per rack variano da 2,3 a 2,8 m² (25-30 ft²). Per ulteriori informazioni sulla rappresentazione della densità di alimentazione, consultare il White Paper 120, *Linee guida per calcolare la densità di potenza dei Data Center.* 

**Figura 1**Densità di alimentazione in watt per area di unità, per rack, per fila e per stanza per tre configurazioni di stanza

Alterna	tiva n. 1	Alternativa n. 2		Alternativa n. 2 Alternativa n. 3	
Rack massimo:	5,2 kW/m <sup>2</sup>	Rack massimo:	5,2 kW/m <sup>2</sup>	Rack massimo:	5,2 kW/m <sup>2</sup>
Fila massima	1,6 kW/m <sup>2</sup>	Fila massima	3,4 kW/m <sup>2</sup>	Fila massima	5,2 kW/m <sup>2</sup>
Sala:	1,2 kW/m <sup>2</sup>	Sala:	1,2 kW/m <sup>2</sup>	Sala:	5,2 kW/m <sup>2</sup>
	Rack	da 12	Rack da 1		

La differenza tra densità di alimentazione di rack, fila e stanza illustrata nella **Figura 1** è rappresentativa delle varie possibili installazioni reali. Queste differenze modificano in modo significativo il progetto dell'infrastruttura di alimentazione e raffreddamento. Il valore nominale totale dell'impianto di alimentazione e del sistema di raffreddamento è dato, semplicemente, dalla somma della potenza consumata dai carichi. In questo modo è possibile determinare rapidamente la dimensione totale degli UPS e dei condizionatori d'aria per le sale computer (Computer Room Air Conditioners, CRACS). Il problema principale correlato alla variazione e ai valori di picco della densità di alimentazione riguarda la distribuzione di aria e alimentazione all'interno del Data Center.

Si noti che le descrizioni della densità date in precedenza sono espresse in termini di area di calpestio totale, che include spazi come le corsie, necessarie ma che vanno ad aggiungersi all'area d'ingombro dell'armadio. Questo è il metodo più diffuso per descrivere la densità ed è questa la definizione utilizzata nel presente documento. Esiste, comunque, una documentazione, in particolare quella degli OEM di computer, che esprime la densità sotto forma di watt per area unitaria, in cui l'area è limitata al solo ingombro dell'armadio. Questi valori, che indicano la densità in base all'ingombro dell'apparecchiatura, devono essere ridotti di circa 75%.

#### Capacità effettiva di densità di alimentazione dei Data Center attuali

Schneider Electric e altre organizzazioni hanno condotto delle indagini presso i progettisti e gli operatori di Data Center per determinare le densità di alimentazione di esercizio correnti e i limiti di progetto per Data Center nuovi ed esistenti, nonché per le grandi sale di rete. I dati riportati nella **Tabella 1** rappresentano un riepilogo dei dati 2002-2003 raccolti da varie fonti, inclusi clienti aziendali, personale addetto all'assistenza e tecnici consulenti.

Il valore generale effettivo di densità di alimentazione rilevato per ogni armadio si avvicina sensibilmente ai valori riscontrati nel corso di recenti indagini condotte presso la University of California di Berkeley.

**Tabella 1**Dati dell'indagine su progetti e densità

di alimentazione effettiva nei Data Center

Caratteristica	Media tra i Data Center	90% dei Data Center inferiori a	Esempio massimo rilevato
Densità di alimentazione di progetto	0,38 kW/m <sup>2</sup>	0,65 kW/m <sup>2</sup>	<b>2,15</b> kW/m <sup>2</sup>
Densità di alimentazione di funzionamento effettiva	0,27 kW/m <sup>2</sup>	0,43 kW/m <sup>2</sup>	1,61 kW/m <sup>2</sup>
Densità di alimentazione di progetto per armadio	1,1 kW/armadio	1,8 kW/armadio	6 kW/armadio
Densità di alimentazione generale effettiva per armadio	1,7 kW/armadio	2 kW/armadio	4 kW/armadio
Potenza media effettiva per armadio presso la fila di armadi a massima densità del Data Center	2 kW/armadio	3 kW/armadio	7 kW/armadio
Armadio di potenza massima effettiva nel Data Center	3 kW	6 kW	12 kW

Nota: gli armadi includono l'armadio del rack e gli armadi delle attrezzature come computer mainframe e DASD. Le attrezzature più grandi di un armadio di rack sono calcolate sotto forma del numero di armadi di rack necessari a ottenere lo stesso ingombro

I dati indicano che la densità di alimentazione del progetto per i Data Center è in media di 0,377 kW/m² (35 W/ft²) corrispondenti a 1,1 kW per armadio, se si presumono 2,79 m² (30 ft²) per armadio. Il risultato secondo cui la potenza media effettiva per armadio è maggiore del valore di progetto è possibile in quanto, mediamente, la densità di progetto di 0,38 kW/m² (35 W/ft²) per armadio non viene raggiunta. Ciò si verifica soprattutto perché il numero di armadi non raggiunge la capacità massima dei Data Center. Ad esempio, un Data Center che prevede una densità di alimentazione per armadio pari a 1,1 kW/armadio a 2,79 m² (30 ft²)² per armadio è in grado di produrre una densità di alimentazione per rack di 2,2 kW/armadio, se gli armadi usano solo metà della superficie di calpestio disponibile.

Si noti che questi dati riguardano solo gli ambienti di produzione. Negli ambienti di prova e sviluppo si sono riscontrate una densità di alimentazione massima e una media generalmente più elevate.

La **Figura 2**, mostra la distribuzione della frequenza del consumo di potenza per rack, in base ai dati dell'indagine.<sup>3</sup> Questi dati consentono di approfondire la conoscenza delle

.

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> Mitchell-Jackson, J.D., Koomey, J.G., Nordman, B., Blazek, M., *Data Center Power Requirements: Measurements From Silicon Valley*, 16 maggio 2001. Master's Thesis, Energy and Resources Group, University of California. Berkeley, California.

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> Questi dati sono più complicati da ottenere rispetto a quelli della Tabella 1 in quanto la maggior parte dei Data Center non dispone della strumentazione per la misura della potenza per rack. In molti casi

cause di aumento della densità di alimentazione. Ogni barra o casella rappresenta la percentuale di rack con un consumo di potenza nella gamma di 500 watt fino al valore in kW indicato in fondo alla barra. Ad esempio la barra da 1,5 kW include gli armadi con un consumo di potenza compreso tra 1 kW e 1,5 kW.

Si noti, nella **Figura 2**, la presenza in un Data Center tipico di un numero sostanziale di armadi che consuma meno di 500 W. Questi armadi includono quadri a spine e rack con switch a bassa densità e server a bassa densità. Molti di questi rack includono anche uno spazio verticale aperto, sostanzialmente inutilizzato.

Si noti, più avanti nella **Figura 2**, che il numero di armadi che consumano oltre 2 kW diminuisce drasticamente e che il numero di armadi con un consumo maggiore di 8 kW non è significativo.

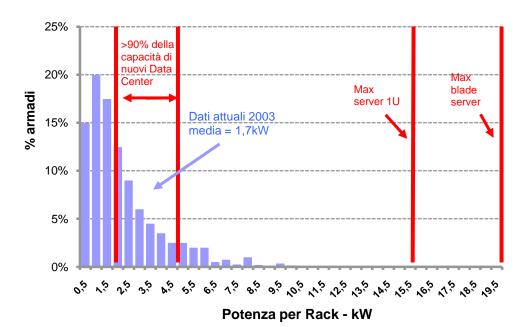


Figura 2

Distribuzione di frequenza del consumo energetico reale degli armadi nei rack che mostra la relazione con la possibile configurazione massima dei rack

Nella **Figura 2**, in sovrapposizione con i valori reali di consumo energetico per armadio, sono visibili delle righe di riferimento. La prima coppia di righe indica la gamma di densità di alimentazione media per cui sono progettati i nuovi Data Center, in base a un'indagine condotta da consulenti progettisti.

Le due righe successive rappresentano le densità di alimentazione ottenibili riempiendo gli armadi di rack con server della massima densità oggi disponibili, ovvero i server da 1U e i blade server. Questi valori superano decisamente i valori di progetto per i nuovi Data Center e i valori effettivi dei Data Center esistenti. Sebbene i blade server possano arrivare a una potenza per rack superiore rispetto ai server da 1U, è il caso di osservare che, a queste densità di alimentazione, i blade server sono in grado di fornire un numero di server approssimativamente doppio rispetto ai server da 1U, il che fa capire come i blade server consumino per ogni server circa il 40% di potenza in meno rispetto ai server da 1U convenzionali.

Da questi dati è possibile desumere quanto segue:

 Per la maggior parte, gli armadi nei Data Center funzionano a una potenza inferiore al valore progettato per il Data Center

i dati andavano stimati in base alla potenza effettiva di un gruppo di rack e poi ripartendo la potenza tra gli armadi, usando i dati sul consumo energetico per vari venditori gestiti da Schneider Electric.

- Le attrezzature di calcolo ad alta densità non sono, di fatto, installate alla massima densità che sono in grado di raggiungere
- I valori della densità di alimentazione spesso citati dalla stampa divulgativa non sono realizzati da un numero significativo di Data Center esistenti né in via di sviluppo.

Nel presente documento, il termine "alta densità" viene utilizzato in riferimento ad armadi di oltre 3 kW, in cui il valore di 3 kW corrisponde al limite superiore della gamma di capacità di raffreddamento medio dei Data Center odierni.

## Requisiti di alimentazione e raffreddamento per gli armadi ad alta densità

Un esempio di armadio ad altissima densità è un impianto di blade server formato da sei frame di blade server 7U in un rack 42U, in cui il telaio di ogni blade consuma 3 kW per un fabbisogno totale di 18 kW. Questo significa che l'armadio deve essere alimentato con una potenza di 18 kW e con un raffreddamento di 18 kW. Un sistema di questo tipo verrebbe comunemente considerato un impianto mission-critical, con la necessità di un'installazione ridondante sia per l'alimentazione che per il raffreddamento.

#### Fabbisogno di potenza

Per quanto riguarda l'alimentazione, il sistema blade a sei telai probabilmente richiederebbe (24) circuiti di alimentazione da 20 A a 208 V o 230 V (presumendo una configurazione tipica a quattro cavi per ogni telaio a doppio percorso). Il cablaggio associato a questi circuiti è voluminoso e, di norma, andrebbe disposto in alto per impedire la creazione di blocchi nel flusso d'aria sotto il pavimento flottante (se viene utilizzato). Questo rischio diventa particolarmente alto in presenza di svariati armadi di questo genere collocati vicini. In alternativa, se si utilizza un pavimento flottante, è possibile aumentare la profondità del pavimento per alloggiarvi i cavi. In ogni caso, è necessario utilizzare una maggiore lunghezza di cavi il che, se il Data Center è operativo, può determinare complicazioni e costi elevati. Con questi metodi è possibile dotare un rack ad altissima densità di alimentazione ridondante.

#### Fabbisogno di raffreddamento

Il raffreddamento di un armadio ad altissima densità costituisce una difficoltà molto più complessa di quanto non sia l'alimentazione. Il sistema di blade server descritto sopra richiederebbe circa 1.180 L/s (2.500 cfm) di aria fredda presso la presa di aspirazione (dato un valore comune di 11° C di aumento di temperatura dell'aria in uscita) e consumerebbe un pari volume di aria riscaldata proveniente dal lato posteriore dell'armadio. Che il sistema di raffreddamento sia in grado o meno di provvedervi, l'attrezzatura consumerebbe comunque questo volume d'aria. Se la stanza non è in grado di fornire all'armadio una tale quantità di aria fredda, l'armadio finirebbe per aspirare la sua stessa aria calda di scarico (oppure quella delle attrezzature vicine), finendo con il surriscaldarsi. Per raggiungere le condizioni di raffreddamento necessarie, sono richiesti quattro elementi chiave:

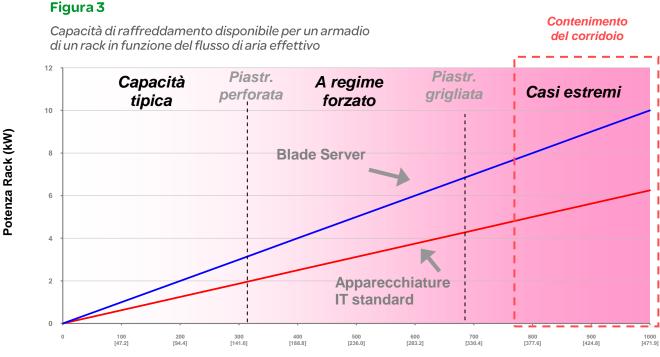
- Fornire 1.180 L/s di aria fredda all'armadio
- Rimuovere 1.180 L/s di aria di scarico calda dall'armadio
- Mantenere l'aria di scarico calda lontana dalla presa di aspirazione dell'aria
- Assolvere a tutte queste funzioni in modo ridondante e senza interruzioni

Ognuna di queste funzioni è molto difficile da realizzare. Nelle sezioni successive vengono descritte le singole difficoltà.

#### Fornire 1.180 L/s di aria fredda all'armadio

Un Data Center tipico è provvisto di pavimento flottante per gli armadi installati. La normale piastrella ventilata è in grado di raffreddare l'armadio con circa 142 L/s di aria fredda. In pratica per un armadio da 18 kW sono necessarie otto piastrelle grigliate ventilate, ovvero una quantità di otto volte superiore al normale. Per poter disporre delle otto piastrelle necessarie per ogni armadio, sarebbe necessario ampliare significativamente la larghezza dei corridoi e lo spazio tra i rack. Questa soluzione non è praticabile per un Data Center tipico.

La **Figura 3** mostra la capacità di raffreddamento di un armadio di un rack in funzione del flusso di aria effettivo. Il flusso d'aria fredda effettivo tiene in considerazione il passaggio d'aria dal pavimento flottante, che in media si attesta intorno al 25% dell'aria totale fornita dalle unità di raffreddamento. Con la capacità di raffreddamento del rack che aumenta di pari passo con l'aumento del flusso d'aria, la figura mostra come diventi difficile raggiungere capacità di raffreddamento del rack più elevate. Il contenimento del corridoio di aria fredda può aumentare la capacità di raffreddamento fino a 10 kw/rack. Si noti che la capacità di raffreddamento del pavimento flottante è più elevata per i blade server che per le apparecchiature IT tipiche. Ciò è dovuto al fatto che, in media, a parità di potenza i blade server richiedono il 40% di flusso d'aria in meno rispetto alle apparecchiature IT tipiche.



Flusso di aria fredda effettivo per singolo Rack (cfm) [L/s]

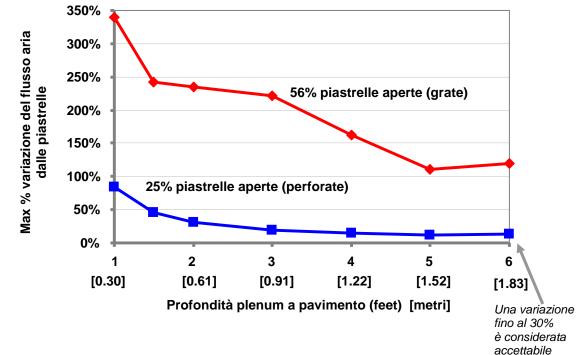
La **Figura 3** indica che, per ottenere un flusso d'aria per singolo rack superiore a 142 L/s, è necessario pianificare con estrema precisione il rialzo del pavimento, la posizione dei CRAC, le perdite d'aria e il controllo degli ostacoli al flusso d'aria presenti sotto il pavimento, quali tubature, condutture e cavi. Per raggiungere un flusso d'aria superiore a 236 L/S, è necessario utilizzare piastrelle speciali progettate come grate metalliche aperte. In questo modo, in un Data Center tipico si possono ottenere fino a 330 L/s per piastrella. L'uso di queste griglie, comunque, altera drasticamente i gradienti di pressione sotto il pavimento e modifica il flusso d'aria nelle aree circostanti. Tali effetti possono influenzare l'uniformità e la prevedibilità della capacità di raffreddamento, creando limiti indesiderati e imprevedibili a tale capacità.

Spesso si pensa che, aumentando la profondità del pavimento flottante, sia possibile risolvere diversi problemi, compresa l'uniformità della capacità di raffreddamento. Per studiare questo problema, Schneider Electric si è avvalsa della fluidodinamica computazionale (Computational Fluid Dynamics, CFD) per simulare gli effetti della modifica alla profondità del pavimento flottante nei progetti tipici. La **Figura 4** mostra alcuni importanti risultati di questa ricerca. Dai dati emerge che la capacità di raffreddamento subisce una variazione correlata alla profondità del pavimento flottante. Come previsto, la variazione della capacità di raffreddamento per piastrella diminuisce all'aumentare della profondità del pavimento flottante.

Tuttavia, sono emersi due risultati sorprendenti. Primo, i dati non subiscono alterazioni significative dovute all'entità del flusso d'aria. Ovvero, la variazione della capacità di raffreddamento della piastrella è controllata dalla geometria di progetto del pavimento e non subisce alterazioni significative dovute all'entità del flusso d'aria. Il secondo sorprendente risultato è che la variazione del flusso d'aria aumenta in modo consistente con l'utilizzo di piastrelle a grata aperta. Ad esempio, con un pavimento flottante da 61 cm, la variazione può attestarsi nell'ordine del 30% per una piastrella perforata standard, ma si raggiunge il 230% con una piastrella a grata. In effetti, nel caso di quest'ultima piastrella, il flusso d'aria a volte si inverte e dalle piastrelle l'aria viene convogliata verso il basso, invece di essere diretta alle apparecchiature IT.

Le variazioni nel flusso d'aria dalle piastrelle non sono desiderabili, tuttavia, di fatto, all'interno del Data Center avviene un certo livellamento e condivisione del flusso d'aria: per questo motivo, variazioni del 30% nel flusso d'aria di piastrelle individuali sono da considerarsi accettabili. Tuttavia, le enormi variazioni per le piastrelle a grata illustrate nella **Figura 4** non sono accettabili, poiché una parte delle posizioni di rack non riceve rebbe capacità di raffreddamento a sufficienza. Si noti inoltre che, benché l'aumento della profondità del pavimento flottante apporti dei benefici, nessuna profondità di pavimento praticabile risolve il problema. Di conseguenza, anche se l'uso occasionale di una piastrella a grata può rivelarsi utile, dai dati emerge che l'utilizzo di tali piastrelle non costituisce un modo efficace di aumentare la capacità di densità di alimentazione di un Data Center.







Impatto del contenimento dei corridoi di aria calda e fredda sulla temperatura e sull'efficienza del Data Center Anche quando si realizza un progetto di raffreddamento estremo, la **Figura 3** indica che per raffreddare un ipotetico armadio di rack da 18 kW sarebbero necessarie da 3 a 4 piastrelle a grata. In ogni caso, la planimetria tipica di un Data Center prevede una sola piastrella per ogni armadio rack. Combinando tali dati con i dati di variazione del flusso d'aria indicati nella **Figura 4**, emerge che la disposizione convenzionale per Data Center con una sola piastrella per rack semplicemente non è in grado di raffreddare rack da oltre 6 kW circa per rack in un'area vasta. Se usato con un sistema di contenimento del corridoio di aria calda o fredda, tale valore può salire fino a 10 kW per rack in un'area vasta. Per ulteriori informazioni sul contenimento, vedere il White Paper 135, *Impatto del contenimento dei corridoi di aria calda e fredda sulla temperatura e sull'efficienza del Data Center*.

#### Rimuovere 1.180 L/s di aria di scarico calda dall'armadio

Per reintrodurre l'aria nel sistema di raffreddamento si può ricorrere a tre metodi: attraverso la stanza, attraverso un condotto oppure attraverso il plenum di aspirazione a soffitto. Idealmente l'aria calda di scarico proveniente dall'apparecchiatura dovrebbe essere aspirata direttamente nell'impianto di raffreddamento, senza possibilità di combinarsi all'aria circostante o di essere introdotta nelle prese di aspirazione dell'apparecchiatura. Per realizzare questo schema è necessario un percorso di ritorno diretto e privo di ostruzioni. A titolo di riferimento, per il passaggio di 1.180 L/s in un condotto circolare di 30 cm è necessaria una velocità dell'aria di 56 km/h. Un soffitto alto con un ritorno massiccio dell'aria posizionato centralmente in un punto elevato è uno dei metodi per assolvere a questa funzione. In molti Data Center, comunque, il ritorno dell'aria è affidato a un condotto di ritorno o a un plenum a soffitto sospeso e molti si affidano al ritorno massiccio dell'aria attraverso la stanza, sotto un soffitto che è di pochi centimetri più alto degli armadi. Questi casi rappresentano le problematiche tecniche del progetto.

La disponibilità della capacità dell'aria di ritorno presso uno specifico armadio di rack è limitata proprio come l'alimentazione. Come avviene per il lato alimentazione, i tentativi di fornire una capacità di ritorno dell'aria superiore a 189 L/s per ogni rack su un'area vasta richiedono una progettazione specializzata per garantire che il sistema abbia la ridondanza e offra le prestazioni necessarie.

## Mantenere l'aria di scarico calda lontana dalla presa di aspirazione dell'aria

Il percorso di alimentazione più breve che l'aria può seguire per raggiungere la presa di aspirazione dell'apparecchio IP è il percorso di ricircolo che parte dallo scarico dell'apparecchiatura. Un elemento essenziale nella progettazione di un Data Center è che i percorsi della sorgente di aria fredda e di ritorno dell'aria di scarico calda prevalgano rispetto a questo percorso di ricircolo indesiderato. Questa difficoltà diventa particolarmente ardua in caso di ambienti ad alta densità, in quanto l'alta velocità dei flussi di aria deve vincere la resistenza dei sistemi di ritorno e distribuzione dell'aria. I pannelli ciechi, descritti più avanti nel presente documento, rappresentano una soluzione efficace per il ricircolo all'interno del rack. Questo e altri tipi di ricircolo sono descritti più in dettaglio nel White Paper 49, Avoidable Mistakes that Compromise Cooling Performance in Data Centers and Network Rooms.

## Assolvere a tutte queste funzioni in modo ridondante e senza interruzioni

In un Data Center ad alta disponibilità, i carichi devono continuare a funzionare durante i periodi di inattività, programmati o meno, delle unità CRAC (Computer Room Air Conditioning, condizionamento per sale computer). Questo significa che il raffreddamento deve essere ridondante, ovvero disponibile anche se una singola unità CRAC è spenta.



Avoidable Mistakes that Compromise Cooling Performance in Data Centers and Network Rooms In un Data Center tradizionale, più unità CRAC alimentano un pavimento flottante condiviso oppure un plenum di aspirazione che, presumibilmente, riunisce le uscite di tutte le unità CRAC e provvede a mantenere equilibrata la pressione in tutto il plenum per la distribuzione dell'aria. Il sistema è progettato per soddisfare i requisiti di flusso d'aria e raffreddamento quando una delle unità CRAC è spenta.

Quando si aumenta la densità di alimentazione operativa dei Data Center convenzionali, il flusso di aria nelle aree del plenum di aspirazione aumenta e i principi fondamentali di funzionamento del sistema a plenum di aspirazione condiviso cominciano a venire meno. Lo spegnimento di una singola unità CRAC può alterare radicalmente la velocità dei flussi di aria locali all'interno del plenum di aspirazione. Il flusso di aria presso una singola piastrella può persino invertirsi, sospingendo l'aria verso il pavimento a causa dell'effetto Venturi. Il funzionamento del sistema di raffreddamento in condizioni di guasto diventa meno prevedibile al crescere della densità di alimentazione. Per questo motivo, gli impianti ad alta densità spesso vengono simulati utilizzando dei metodi numerici (fluidodinamica computazionale, CFD) per stabilire la presenza della ridondanza.

In un ambiente ad alta densità, anche il concetto di continuità nel raffreddamento è a rischio. Il sistema di raffreddamento di un Data Center convenzionale riceve l'alimentazione di riserva da un generatore in standby e non dal gruppo di continuità (UPS). Il ritardo di avvio del generatore è accettabile, in quanto la perdita di raffreddamento e di aria nei 5-20 secondi necessari per garantire l'avvio del generatore provoca un aumento di temperatura nell'ordine di 1° C. Tuttavia, in presenza di carichi ad alta densità con armadi da 18 kW ognuno, durante il ritardo di avvio del generatore l'aumento approssimativo della temperatura dell'aria sarebb e di 8-30°C, ovvero un valore inaccettabile. Pertanto, in un impianto ad alta densità, diventa necessario mantenere sempre in funzione pompe e ventole del CRAC (e, in alcuni casi, anche le stesse unità CRAC) per garantire un raffreddamento continuo. La necessità di collegare il sistema di raffreddamento all'UPS è uno degli aspetti più costosi e uno dei maggiori ostacoli all'impiego dell'alta densità.

Cinque strategie per l'utilizzo di blade server e armadi ad alta densità

Sono possibili cinque strategie di base per l'utilizzo di armadi ad alta densità e blade server:

- 1. Distribuzione del carico: dare alla stanza una capacità di alimentazione e raffreddamento tale da raggiungere un valore medio al di sotto del valore di picco dell'armadio e distribuire il carico di eventuali armadi che superano il valore medio del progetto, dividendo le attrezzature tra più armadi di rack.
- 2. Prestito di raffreddamento regolato: dare alla stanza una capacità di alimentazione e raffreddamento tale da raggiungere un valore medio al di sotto del valore di picco dell'armadio e modificare i layout per consentire ai rack ad alta densità di sfruttare la capacità di raffreddamento inutilizzata adiacente
- 3. Raffreddamento integrativo: dare alla stanza una capacità di alimentazione e raffreddamento tale da raggiungere un valore medio al di sotto del valore di picco dell'armadio e utilizzare le attrezzature di raffreddamento supplementari necessarie per raffreddare i rack con una densità superiore al valore medio del progetto
- 4. Aree ad alta densità dedicate: dare alla stanza una capacità di alimentazione e raffreddamento tali da raggiungere un valore medio al di sotto del valore di picco dell'armadio e, nella stanza, allestire una speciale area ristretta con elevata capacità di raffreddamento e concentrare gli armadi ad alta densità solo in tale area
- Raffreddamento dell'intera stanza: dare alla stanza la capacità di alimentare e raffreddare ogni rack alla densità di picco prevista dell'armadio

Ognuna delle suddette strategie viene discussa insieme ai relativi vantaggi e svantaggi.

#### Metodo 1: distribuzione del carico

Dare alla stanza una capacità di alimentazione e raffreddamento tale da raggiungere un valore medio al di sotto del valore di picco potenziale dell'armadio e diffondere il carico di eventuali armadi che superano il valore medio del progetto, dividendo le attrezzature tra più armadi di rack.

Questa è la soluzione più diffusa per incorporare delle attrezzature ad alta densità nei Data Center esistenti. Fortunatamente tutti i blade server e i server 1U venduti non devono essere necessariamente installati vicini nello stesso armadio e possono essere distribuiti tra più rack. Distribuendo le attrezzature tra i rack, si ottiene che nessun rack avrà mai bisogno di superare la densità di alimentazione prevista dal progetto, ottenendo così delle performance di raffreddamento prevedibili.

Si noti che la distribuzione delle apparecchiature tra più armadi lascia una considerevole quantità di spazio verticale inutilizzato. Tale spazio deve essere colmato con pannelli ciechi per impedire l'alterazione delle prestazioni di raffreddamento, come descritto nel White Paper 44, *Miglioramento del raffreddamento dei rack mediante l'uso di pannelli fittizi*. Nella **Figura 5** è illustrato un esempio di pannello cieco modulare a incastro progettato per la chiusura dei rack.



Miglioramento del raffreddamento dei rack mediante l'uso di pannelli fittizi

#### Figura 5

Esempio di pannello cieco modulare a incastro per rack progettato per l'impiego di massa nei Data Center per il controllo del flusso d'aria (APC n. AR8136BLK)



Spesso la necessità di distribuire l'attrezzatura ad alta densità su più rack è il risultato anche di altri fattori, non solo delle esigenze di raffreddamento. L'erogazione del numero necessario di dati o di alimentazione al rack può rivelarsi non realizzabile o poco pratica e, nel caso dei server 1U, la massa dei cavi sul lato posteriore dell'armadio può costituire una significativa ostruzione alla circolazione dell'aria e persino impedire la chiusura degli sportelli posteriori.

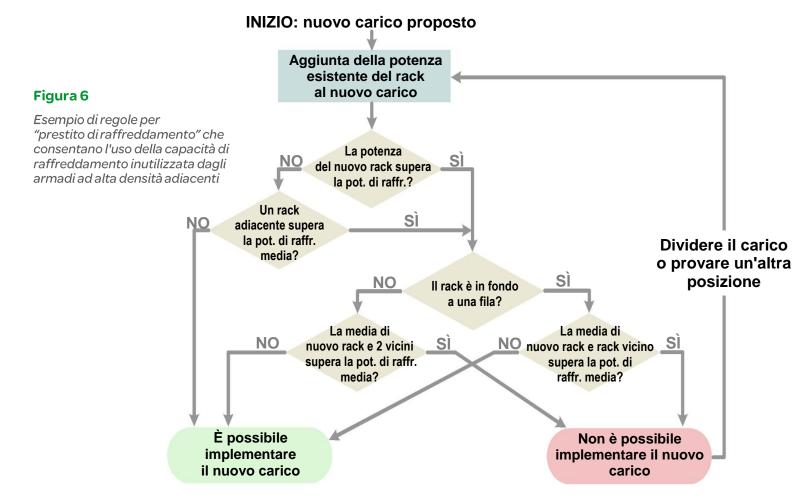
#### Metodo 2: prestito di raffreddamento regolato

Dare alla stanza una capacità di alimentazione e raffreddamento tale da raggiungere un valore medio al di sotto del valore di picco dell'armadio e utilizzare i valori di norma per consentire ai rack ad alta densità di sfruttare la capacità di raffreddamento inutilizzata adiacente.

Questa soluzione viene utilizzata spesso, ma è raramente documentata. Si tratta di una strategia che sfrutta il fatto che alcuni rack consumano meno potenza rispetto al valore medio previsto. La capacità di ritorno e di erogazione del raffreddamento disponibile per gli armadi sottoutilizzati è disponibile anche per altri armadi posti nelle vicinanze. Una regola semplice

come "non posizionare vicini i rack ad alta densità" ha un certo effetto positivo, ma è possibile adottare delle misure più sofisticate che consentono, in modo affidabile e prevedibile, di ottenere un raffreddamento degli armadi doppio rispetto a quello medio previsto dal progetto. Queste accortezze possono essere stabilite in base a dei criteri e la loro compatibilità va verificata tramite il monitoraggio del consumo energetico a livello di rack. Tale funzione può essere svolta automaticamente da un sistema di gestione, ad esempio ISX Manager di Schneider Electric. L'automazione di questa funzione diventa essenziale con l'introduzione di apparecchiature IT più recenti caratterizzate da un consumo di potenza che varia nel tempo.

Un esempio di regola efficace, che potrebbe essere adottata secondo questo metodo, è illustrato nella **Figura 6**. Questa regola verrebbe applicata nell'allestimento di nuove apparecchiature, per stabilire che queste ultime possano essere impiegate rientrando nella capacità del sistema di raffreddamento. Secondo questa regola, la capacità di raffreddamento non utilizzata dagli armadi immediatamente adiacenti è disponibile per raffreddare il rack di un'apparecchiatura, il che consente alla densità di alimentazione di picco di superare la potenza di raffreddamento media della stanza fino a un fattore pari a tre, se la capacità di raffreddamento degli armadi adiacenti non è utilizzata. Nei Data Center tipici, questo metodo può rivelarsi molto efficace per utilizzare gli armadi ad alta densità, in quanto spesso nelle vicinanze ci sono degli armadi che non sfruttano la capacità di raffreddamento disponibile.



#### Metodo 3: raffreddamento integrativo

Dare alla stanza una capacità di alimentazione e raffreddamento tale da raggiungere un valore medio al di sotto del valore di picco dell'armadio e utilizzare le attrezzature di raffreddamento supplementari per raffreddare i rack con una densità superiore al valore medio del progetto.

Di solito questa soluzione impone che l'installazione sia pianificata in anticipo per poter utilizzare le attrezzature di raffreddamento supplementari come e quando necessario. Se una stanza viene progettata in questo modo, per intensificare il raffreddamento dei rack sono disponibili diverse tecniche. Queste includono:

- Installazione di speciali piastrelle (a grata) o ventole per incrementare l'alimentazione di aria fredda dal CRAC a un armadio
- Installazione di speciali ventole o condotti di ritorno per recuperare l'aria calda di scarico da un armadio e ricondurla al CRAC
- Installazione di rack speciali o dispositivi di raffreddamento montati su rack in grado di provvedere a raffreddare direttamente il rack a seconda delle necessità

Tali metodi sono oggetto di trattazione nel White Paper 55, Rack Air Distribution Architecture for Mission Critical Facilities. È solo da poco tempo che questi metodi sono effettivamente disponibili e, ad oggi, non sono ancora stati adottati presso un numero significativo di Data Center. Offrono, comunque, una certa flessibilità e, se la pianificazione è corretta, possono essere acquistati e installati solo quando diventa necessario.

#### Metodo 4: area ad alta densità dedicata

Dare alla stanza una capacità di alimentazione e raffreddamento tali da raggiungere un valore medio al di sotto del valore di picco dell'armadio e, nella stanza, allestire una speciale area ristretta con elevata capacità di raffreddamento e concentrare gli armadi ad alta densità solo in tale area.

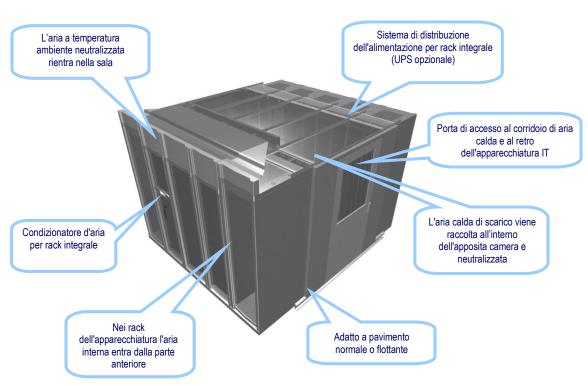
Questa strategia presume la conoscenza della frazione di armadi ad alta densità e la capacità di isolare detti armadi in un'area speciale e, nel rispetto di questi limiti, lo sfruttamento ottimale dello spazio disponibile. Sfortunatamente, di solito non si conosce in anticipo la frazione degli armadi ad alta densità. Di conseguenza, questa opzione non è disponibile permolti utenti.

Quando è possibile identificare un'area speciale per l'alta densità, è possibile installare apposite tecnologie specifiche per ottenere una densità di alimentazione e raffreddamento prevedibile per tale area. Quando la densità di alimentazione supera i 10 kW per rack, il problema principale è rappresentato dall'imprevedibilità del flusso d'aria. Le tecnologie in grado di risolvere questo problema si basano sul principio della riduzione del percorso del flusso d'aria tra il sistema di raffreddamento e il rack.

Un esempio di sistema di alimentazione e raffreddamento ad alta densità per un cluster di rack ad alta densità è l'InfraStruXure High Density illustrato in **Figura 7**. Tale sistema integra un cluster di rack IT con un sistema di condizionamento d'aria e un sistema di distribuzione dell'alimentazione ad alta densità in un'unità prefabbricata e precollaudata.



Rack Air Distribution Architecture for Mission Critical Facilities



#### Figura 7

Esempio di sistema di alimentazione e raffreddamento ad alta densità per un'area ad alta densità dedicata all'interno di un Data Center. Moduli di 2-12 rack it, con potenza nominale di 20 kW per rack.

Il sistema illustrato nella **Figura 7** consiste in una disposizione di rack IT a corridoio di aria calda/fredda. Il principio operativo essenziale di questo sistema è rappresentato dalla cattura dell'aria calda di scarico delle apparecchiature IT tramite la chiusura del corridoio caldo e l'immediato raffreddamento dell'aria mediante condizionatore installato su rack. La cattura dell'aria calda, insieme al breve percorso dell'aria, consente un raffreddamento ad altissima intensità e ha come risultato l'elevata efficienza del sistema. Il sistema presenta prestazioni completamente indipendenti dal sito (anche in posizioni in cui è disponibile solo un sistema di raffreddamento di comfort) e può essere installato in assenza di pavimenti flottanti.

Le soluzioni basate sulla co-locazione di rack ad alta densità e sull'utilizzo di speciali tecnologie ad alta densità sono preferibili quando è necessario mantenere vicini i rack ad alta densità. *Tutte le altre soluzioni praticabili richiedono una certa distribuzione dell'apparecchiatura ad alta densità*.

#### Metodo 5: raffreddamento dell'intera stanza

Dare alla stanza la capacità di alimentare e raffreddare ogni rack alla densità di picco prevista dell'armadio.

Concettualmente questa è la soluzione più semplice, ma che non viene mai adottata in quanto nei Data Center c'è sempre una variazione sostanziale della potenza dei singoli rack e una soluzione progettata per il caso più grave è, di conseguenza, poco conveniente anche dal punto di vista dei costi. Inoltre, progettare una densità di alimentazione rack generale di oltre 6 kW per rack richiede un'analisi e uno studio tecnico estremamente complessi. Questo metodo è utilizzabile in situazioni estreme.

#### Riepilogo

Nella **Tabella 2** sono riportati i vantaggi e gli svantaggi delle cinque strategie per provvedere al raffreddamento degli armadi ad alta densità.

**Tabella 2**Applicazione delle cinque strategie per il raffreddamento degli armadi ad alta densità

Strategia	Vantaggi	Svantaggi	Applicazione
1. Ripartizione del carico Distribuzione degli apparati su più armadi per mantenere un carico di picco basso	Funziona ovunque, nessuna pianificazione necessaria Nella maggior parte dei casi non prevede costi aggiuntivi	Le apparecchiature ad alta densità devono essere ripartite ulteriormente rispetto all'approccio 2 Richiede una maggiore superficie Può provocare problemi nel cablaggio dati	Nei Data Center esistenti, quando le apparecchiature ad alta densità rappresentano una parte minima del carico totale
2. Prestito di raffreddamento  Fornitura di una capacità di raffreddamento media con regole per consentire il prestito della capacità sottoutilizzata	Non sono necessarie nuove apparecchiature Nella maggior parte dei casi non prevede costi aggiuntivi	Limite pari a 2 volte la densità di alimentazione di progettazione Richiede una maggiore superficie Richiede l'implementazione di regole complesse	Nei Data Center esistenti, quando le apparecchiature ad alta densità rappresentano una parte minima del carico totale
3. Raffreddamento integrativo Fornitura di una capacità di raffreddamento media con la predisposizione di apparecchiature per il raffreddamento integrativo	Alta densità dove e quando necessaria Costi di capitale differiti Alta efficienza Utilizzo ottimale dello spazio su pavimento	Limite pari a circa 10 kW per armadio I rack e la sala devono essere progettati in anticipo per supportare questo tipo di approccio	Nuova costruzione o rinnovo delle strutture esistenti Ambiente misto La posizione degli apparati ad alta densità non è nota in anticipo
4. Area ad alta densità  Creazione di una particolare fila o area ad alta densità all'interno del Data Center	Massima densità Utilizzo ottimale dello spazio su pavimento Le apparecchiature ad alta densità non devono essere ripartite Alta efficienza	È necessario pianificare in anticipo un'area ad alta densità, o riservare lo spazio necessario È necessario segregare gli apparati ad alta densità	Densità 10-25 kW per rack Quando esiste la necessità di co-locazione dei dispositivi ad alta densità Nuova costruzione o rinnovo delle strutture esistenti
5. Intera sala Fornitura di una capacità di raffreddamento ad alta densità a ogni rack	Gestione di tutti gli scenari futuri	Costi di capitale e operativi elevati 4 volte superiori rispetto ai metodi alternativi Possibile sottoutilizzo di infrastrutture estremamente costose	Casi rari ed estremi di farm di grandi dimensioni contenenti apparati ad alta densità con disponibilità di spazio molto limitate

## L'importanza del ridimensionamento

Nelle sezioni precedenti sono stati identificati diversi ostacoli correlati a costi, complessità e limiti di affidabilità delle installazioni ad alta densità. Per potere utilizzare l'alta densità nei Data Center, è necessario risolvere questi problemi. Tendenzialmente, però, le pubblicazioni del settore vedono il ridimensionamento dei Data Center come inevitabile e già in corso, per i vantaggi che comporta dal punto di vista dei costi e dei risparmi. I dati suggeriscono che il ridimensionamento progressivo ottenibile tramite l'accresciuta densità e senza alcuna riduzione significativa nel consumo di potenza non è conveniente.

Nella **Figura 8** viene illustrata l'area di un Data Center per kW in funzione della densità di alimentazione dell'apparecchiatura IT. Quando si aumenta la densità dell'apparecchiatura IT, l'area edificata dedicata alle apparecchiature si trova nella curva inferiore del grafico.

Non si nota, invece, una diminuzione analoga nell'area edificata dedicata alle infrastrutture di raffreddamento e alimentazione. Quando la densità di alimentazione supera circa 2,5 kW per rack, lo spazio dedicato alle attrezzature di raffreddamento e alimentazione supera, di fatto, quello occupato dalle apparecchiature IT. *Il risultato* è che un ridimensionamento superiore a circa 4-5 kW per rack non si traduce, di fatto, in alcuna riduzione dell'area totale.

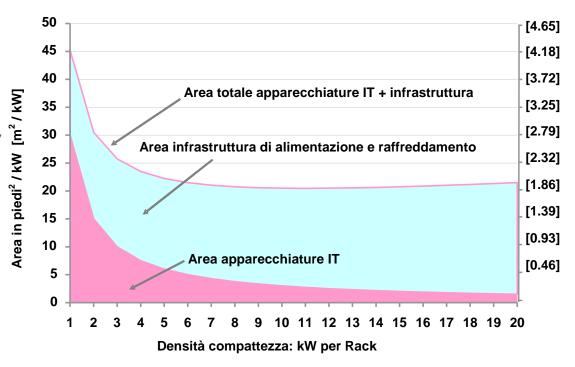


Figura 8

Area di un Data Center per kW di capacità in funzione della densità di alimentazione del rack

Un'opinione non dichiarata apertamente, ma molto diffusa e che costituisce una premessa fondamentale per il ridimensionamento, è che i costi dei Data Center siano determinati dalla grandezza della superficie dedicata, per cui la riduzione dello spazio ottenibile tramite il ridimensionamento sfocerebbe in una riduzione dei costi. Nella **Figura 9** viene illustrato il costo totale di esercizio (TCO) per la vita media di un Data Center in funzione della densità di alimentazione delle apparecchiature IT. Quando si aumenta la densità delle apparecchiature IT, un risultato generalmente previsto è la proporzionale diminuzione del TCO, come mostra la curva inferiore rappresentata in figura. La verità, però, è che il 75% dei costi TCO dei Data Center è determinato dalla potenza, mentre solo il 25% è determinato dalla superficie. Inoltre il costo per watt aumenta all'aumentare della densità di alimentazione, in ragione dei fattori descritti in precedenza. *La conseguenza* è che i costi di TCO non si abbattono significativamente all'aumentare della densità di alimentazione, anzi di fatto aumentano dopo una densità di alimentazione ottimale che è nell'ordine di 6 kW per armadio.

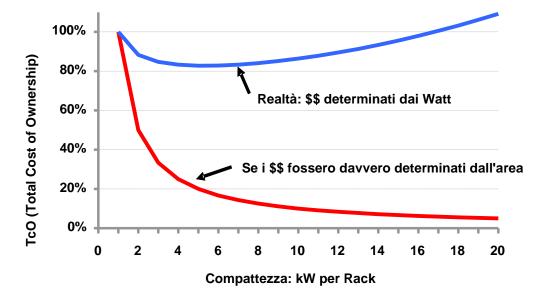


Figura 9

Variazione del TCO per la durata media di un Data Center in funzione della densità di alimentazione del rack

I vantaggi di una densità di alimentazione crescente per le attrezzature IT sono scarsi. Sono, invece, sostanziali i benefici che derivano dal ridurre il consumo energetico delle apparecchiature IT, in quanto, come dimostrano le sezioni precedenti, sia l'area del Data Center che il TCO ne sono fortemente influenzati. La **Tabella 3** mostra come ulteriori riduzioni di consumo energetico e di dimensioni nelle apparecchiature IT possano influenzare la superficie del Data Center e il TCO. In confronto al caso base tipico, le riduzioni nel consumo energetico comportano un beneficio molto maggiore rispetto a una riduzione dell'ingombro di pari proporzioni.

Tabella 3

Risparmi su TCO e area del Data Center derivanti da riduzioni di consumo energetico e di dimensioni nelle apparecchiature IT

Miglioramento apparecchiature IT	Risparmio in spazio	Risparmio sul TCO	Analisi
Riduzione del 50% della superficie, a parità di	14%	4%	Non si realizzano i risparmi previsti perché prevale la superficie dedicata al sistema di raffreddamento e a quello di alimentazione
consumo energetico			Non si realizza il previsto abbattimento del TCO perché questo è dominato dai costi correlati al consumo energetico
Riduzione del 50% del consumo energetico, 26 a parità di superficie	26%	35%	La riduzione di energia e di spazio per il raffreddamento determina sensibili risparmi sulla superficie
	20%		I risparmi sul TCO sono notevoli perché il TCO è determinato in gran parte dai costi correlati al consumo energetico

In virtù della loro infrastruttura a telaio condiviso per alimentazioni e ventole di raffreddamento, i blade server raggiungono una riduzione del consumo energetico del 20-40% rispetto a server convenzionali con la stessa potenza di calcolo. Si tratta di risparmi significativi per il TCO, perché in quest'ultimo a prevalere sono i costi relativi all'alimentazione, non quelli correlati allo spazio dedicato all'IT.

Contrariamente a quanto si crede, il principale vantaggio di TCO correlato all'infrastruttura fisica del Data Center per i blade server deriva dal loro ridotto consumo energetico, non dal ridotto consumo di spazio. Per ottenere tali vantaggi relativi al TCO, non è necessario installare i blade server ad alta densità.

#### Strategia di raffreddamento ottimale

In base alle informazioni presentate nel presente documento, è possibile identificare una strategia coerente, ottimale per la maggior parte degli impianti. Tale strategia utilizza una combinazione dei metodi descritti sopra ed è riepilogata nella **Tabella 4**.

**Tabella 4**Strategia pratica per ottimizzare il raffreddamento quando si utilizzano apparecchiature di calcolo ad alta densità

Miglioramento apparecchiature IT	Analisi
1) Ignorare le dimensioni fisiche delle apparecchiature IT e concentrarsi sulla funzionalità per ogni watt consumato	Questo è un metodo efficace per ridurre l'area e il TCO.
2) Progettare un sistema che consenta d'installare in un secondo momento dei dispositivi di raffreddamento supplementari	Ciò consente la successiva installazione di unità di raffreddamento supplementari, dove e quando necessario, in un Data Center in funzione, vista l'incertezza circa il fabbisogno futuro.
3) Scegliere, per i nuovi progetti, una densità di alimentazione di base compresa tra 0,4 - 1,1 kW/m², con 0,9 kW/m² (2800 W/media armadio) come valore pratico per la maggior parte dei nuovi progetti	La densità di alimentazione di base va selezionata in modo da evitare perdite significative dovute al sovradimensionamento e, se mantenuta al di sotto di 1,1 kW/m², consente di prevedere le capacità di ridondanza e le prestazioni.
4) Quando la frazione dei carichi ad alta densità è elevata e prevedibile, stabilire e allestire delle speciali aree ad alta densità comprese tra 1,1-4,3 kW/m² (3-12 kW per armadio) all'interno del Data Center	Quando si prevede la necessità di disporre di un'area ad alta densità e non è possibile distribuire il carico. Questo accorgimento può aumentare costi, tempo e complessità del Data Center. In tali aree verranno utilizzate speciali attrezzature di raffreddamento e non la tipica progettazione a pavimento flottante.
5) Stabilire criteri e regole che determinino la potenza consentita per qualsiasi armadio in base alla sua posizione e i carichi adiacenti	Quando lo studio delle capacità di progettazione è combinato al monitoraggio della potenza, l'implementazione delle regole per le nuove attrezzature installate può ridurre le aree sensibili, agevolare la ridondanza del raffreddamento, aumentare l'efficacia di raffreddamento del sistema e ridurre il consumo elettrico. Applicare regole e monitoraggi più sofisticati può consentire una densità di alimentazione più elevata.
6) Utilizzare dei dispositivi di raffreddamento supplementari quando indicato	L'installazione di dispositivi di raffreddamento supplementari quando e dove necessario può incrementare la capacità di raffreddamento di un'area di un Data Center fino a tre volte il valore di progetto, per alloggiarvi le apparecchiature ad alta densità.
7) Distribuire le apparecchiature che non possono essere installate per soddisfare le regole	L'opzione a più basso rischio e a più basso costo, ma può consumare molto spazio quando i carichi ad alta densità superano una frazione minima. Molti utenti che non hanno grandi problemi di spazio scelgono questa come strategia principale.

### Conclusioni

La densità di alimentazione massima per rack per le apparecchiature IT ad alta densità di ultima generazione è di circa dieci volte superiore alla densità di alimentazione media per rack dei Data Center esistenti. Nei Data Center odierni, c'è un numero poco significativo di armadi di rack che funzionano anche solo al 50% della densità di alimentazione massima.

I metodi e i layout attuali dei Data Center non sono, di fatto, in grado di provvedere al raffreddamento necessario a queste attrezzature ad alta densità, in ragione delle limitazioni degli impianti di ritorno ed erogazione dell'aria e per la difficoltà di provvedere alla ridondanza e ad un raffreddamento ininterrotto durante la commutazione dei generatori.

Quando l'obiettivo è ridurre l'area del Data Center e abbattere il costo totale di esercizio, i clienti dovrebbero concentrare l'attenzione sull'acquisto di attrezzature IT basate sulle funzionalità per watt, senza considerarne l'ingombro fisico. Questa conclusione inaspettata è basata sul fatto che quando si superano 0,6 kW / m², l'impatto del consumo energetico sia sul TCO che sull'area è superiore rispetto a quello delle dimensioni delle apparecchiature IT.

Sono molteplici le soluzioni che consentono l'utilizzo delle apparecchiature di calcolo ad alta densità negli ambienti convenzionali. Se l'alta densità rimane impraticabile al livello di interi Data Center, è invece possibile realizzare all'interno dei Data Center delle installazioni limitate di apparecchiature ad alta densità utilizzando sistemi di raffreddamento supplementari e osservando delle regole che consentano di sfruttare la capacità inutilizzata delle apparecchiature vicine e, infine, distribuendo il carico su più armadi.

Quando si pianifica un'installazione con un'alta percentuale di armadi ad alta densità e non è pratico distribuire le apparecchiature, l'unica alternativa è dotare tutti gli armadi di questa capacità. L'altezza verticale e l'area utilizzate presso dei Data Center di questo tipo, comunque, è decisamente maggiore rispetto ai progetti tipici, e questo per consentire il flusso d'aria necessario.

Nonostante le discussioni comparse sulle riviste specializzate relative alle densità di 3,2-6,5 kW/m², la realizzazione di densità di questo ordine rimane impraticabile per gli elevati costi e la difficoltà di ottenere un'alta disponibilità. Oggi i Data Center ad elevata disponibilità ed elevate prestazioni costituiscono una soluzione prevedibile e pratica in un intervallo di 0,4-1,1 kW/m² (da 1,2 a 3 kW di media per rack), con la capacità di accumulare dei carichi occasionali pari fino a tre volte il valore previsto, sfruttando la diversità dei carichi e facendo uso di dispositivi di raffreddamento supplementari.



## Note sull'autore

**Neil Rasmussen** è Senior Vice President dell'unità Innovation, all'interno della Divisione IT di Schneider Electric. Ha stabilito le linee guida tecnologiche del budget di R&S destinato all'infrastruttura di alimentazione, raffreddamento e rack per reti critiche a livello mondiale.

Neil è titolare di 19 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 miglioramento dell'efficienza energetica. È un oratore di fama internazionale, esperto di Data Center ad alta efficienza, e attualmente si occupa dello sviluppo della scienza delle infrastrutture scalari e modulari ad elevata efficienza e ad alta densità per i Data Center. Inoltre è uno dei principali ideatori del sistema InfraStruXure di APC.

Prima di fondare APC, nel 1981, Neil Rasmussen ha conseguito la laurea e il master in Ingegneria elettrica presso il MIT, presentando una tesi sull'analisi di un'alimentazione a 200 MW per un reattore a fusione Tokamak. Dal 1979 al 1981 ha lavorato presso i MIT Lincoln Laboratories studiando i sistemi di accumulo energetico nei volani e i sistemi a energia solare.



Impatto del contenimento dei corridoi di aria calda e fredda sulla temperatura e sull'efficienza del Data Center White Paper 135

Avoidable Mistakes that Compromise Cooling Performance in Data Centers and Network Rooms White Paper 49

Miglioramento del raffreddamento dei rack mediante l'uso di pannelli fittizi White Paper 44

Rack Air Distribution Architecture for Mission Critical Facilities White Paper 55



whitepapers.apc.com

Visualizza tutti i White Paper



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**