

Come e perché gli impianti di condizionamento mission-critical differiscono dai condizionatori comuni

White paper 56

Revisione 3

Di Tony Evans

In sintesi

Per sfruttare al massimo le apparecchiature elettroniche sensibili dei moderni spazi tecnologici, le condizioni ambientali devono essere estremamente stabili. I condizionatori standard per il comfort non sono adatti agli ambienti tecnologici e possono causare guasti dei componenti e interruzioni del servizio. Dal momento che il condizionamento di precisione garantisce livelli di temperatura e umidità molto precisi, è la soluzione ideale per la stabilità dell'ambiente richiesta dall'estrema sensibilità delle apparecchiature elettroniche, allo scopo di evitare costi notevoli per i tempi di fermo.

Introduzione

I requisiti di precisione nel controllo dell'ambiente non riguardano più solo Data Center e sale computer tradizionali, ma una notevole varietà di applicazioni, definibili con un'accezione più ampia "sale tecnologiche". Sale tecnologiche tipiche possono essere le seguenti:

1. Ambienti con apparecchiature mediche (ad. es. RMI, TAC ecc.)
2. Ambienti puliti
3. Laboratori
4. Centri CAD, di copia e di stampa
5. Sale server
6. Strutture ospedaliere (sale operatorie e di isolamento)
7. Telecomunicazioni (sale quadri, sale batterie)

L'importanza del condizionamento di precisione

L'elaborazione informatica è vitale per tutte le attività critiche. Per tale motivo, il benessere di un'azienda dipende dall'affidabilità della sala tecnologica. L'hardware informatico genera un carico termico insolito ed estremamente concentrato, ma anche particolarmente sensibile alle variazioni di temperatura o umidità. Le oscillazioni della temperatura e dell'umidità possono causare problemi di elaborazione dei dati fino all'arresto totale del sistema. A seconda della durata dell'interruzione e dal valore dei dati persi, queste situazioni possono rivelarsi particolarmente onerose per un'azienda. Il condizionamento per il comfort non è concepito per gestire la concentrazione e il profilo dei carichi termici delle sale tecnologiche, e non è progettato per garantire livelli precisi di temperatura e umidità per queste applicazioni. Gli impianti di precisione sono progettati per un controllo rigido della temperatura e dell'umidità. Rimangono in funzione tutto l'anno garantendo un'elevata disponibilità, semplicità di manutenzione, flessibilità e ridondanza: caratteristiche fondamentali per garantire la continuità operativa delle sale tecnologiche.

Condizioni di progetto relative alla temperatura e all'umidità

Il mantenimento delle condizioni progettuali di temperatura e umidità è fondamentale per il corretto funzionamento di una sala tecnologica. Le temperature di progetto dovrebbero essere comprese tra 22 e 24 °C, con umidità relativa tra il 35 e il 50%. Le repentine oscillazioni della temperatura, pericolose come le inadeguate condizioni ambientali, possono ripercuotersi negativamente sul funzionamento delle apparecchiature hardware. È questo uno dei motivi per cui le apparecchiature hardware non vengono spente neppure quando non sono attive. Il condizionamento di precisione è concepito per mantenere la temperatura a 0,56 °C e l'umidità relativa a $\pm 3-5\%$, 24 ore al giorno, 8.760 ore all'anno. Gli impianti di condizionamento per il comfort, invece, sono concepiti per mantenere la temperatura a 27 °C e l'umidità relativa al 50% durante la stagione estiva con temperature di 35 °C e umidità relativa al 48%. Generalmente non è previsto un controllo dedicato dell'umidità, e le unità di controllo semplici non sono in grado di gestire la necessaria tolleranza del setpoint della temperatura, che assieme all'umidità potrebbe oscillare con gravi rischi per le apparecchiature.

Problemi causati da ambienti inadatti

Un'inadeguata manutenzione della sala tecnologica si ripercuote negativamente sull'elaborazione e sull'archiviazione dei dati. I dati, quindi, potrebbero subire danni a seguito di guasti e arresti del sistema.

1) Temperatura alta e bassa

Una temperatura ambiente troppo bassa o troppo alta o rapide oscillazioni della temperatura possono ripercuotersi negativamente sull'elaborazione dei dati e causare il blocco di un intero sistema. Le variazioni di temperatura possono alterare le caratteristiche elettriche e fisiche dei chip elettronici e di altri componenti delle schede, provocando errori o guasti. Questi problemi possono essere transitori ma possono anche durare vari giorni. La diagnosi e l'eliminazione dei problemi potrebbero essere difficoltose anche per i problemi transitori.

2) Umidità eccessiva

L'eccesso di umidità può danneggiare i nastri e distruggere le testine, generare condensa, corrosione, problemi di gestione della carta e migrazione di oro e argento, causando guasti alle schede e ai componenti.

3) Umidità insufficiente

L'umidità insufficiente aumenta il rischio di scariche elettrostatiche, che possono danneggiare i dati e l'hardware.

Differenze tra condizionamento di precisione e condizionamento per il comfort

1) Rapporto di calore sensibile

I carichi termici possono essere suddivisi in due componenti distinti: calore sensibile e calore latente. Rimozione del calore sensibile o altre cause di variazione della temperatura di bulbo secco. Il calore latente è associato a un aumento o una diminuzione del contenuto di umidità dell'aria. La capacità di raffreddamento totale di un condizionatore dipende dall'eliminazione del calore sensibile e del calore latente.

Capacità di raffreddamento totale = Raffreddamento sensibile + Raffreddamento latente

Il rapporto di calore sensibile è una frazione del raffreddamento sensibile totale.

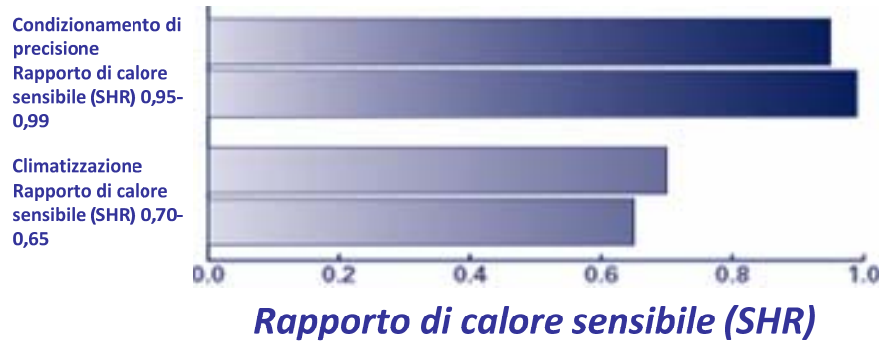
$$\text{Raffreddamento di calore sensibile (SHR)} = \frac{\text{Raffreddamento sensibile}}{\text{Raffreddamento totale}}$$

In una sala tecnologica il carico del raffreddamento è costituito quasi interamente dal calore sensibile proveniente dalle apparecchiature informatiche hardware, dall'illuminazione, dalle apparecchiature ausiliarie e dai motori. Il carico latente è molto limitato, in quanto il personale è esiguo, l'aria esterna è limitata e generalmente è presente una barriera di vapore. Il rapporto di calore sensibile (SHR) di un condizionatore corrispondente a questo profilo di carico termico deve essere molto elevato: 0,95-0,99. Il condizionamento di precisione è concepito appositamente per questi rapporti termici estremamente sensibili.

Il rapporto di calore sensibile di un condizionatore per il comfort, invece, è pari a 0,65-0,70, per cui il raffreddamento è poco sensibile e il raffreddamento latente è eccessivo. L'eccesso di raffreddamento latente equivale a un eccesso di umidità eliminata continuamente dall'aria. Per garantire una percentuale di umidità idonea (35-50%) occorre un'umidificazione continua, che per definizione consuma molta energia.

Figura 1

Rapporto di calore sensibile (SHR)



2) Regolazione di precisione della temperatura e dell'umidità

I condizionatori di precisione sono dotati di sofisticati controlli ad azionamento rapido basati su microprocessore, indispensabili per ovviare rapidamente alle variazioni delle condizioni e per mantenere elevate tolleranze garantendo la stabilità dell'ambiente. Gli impianti di condizionamento di precisione generalmente prevedono più fasi di raffreddamento e riscaldamento, un umidificatore e un ciclo di deumidificazione dedicato per garantire un livello di controllo totale della temperatura e dell'umidità.

I condizionatori per il comfort generalmente prevedono controlli limitati che sono inadeguati a garantire la tolleranza necessaria. Gli impianti concepiti per il comfort in generale non prevedono il riscaldamento o i cicli di umidificazione e deumidificazione necessari per garantire condizioni stabili negli ambienti tecnologici. I componenti, se disponibili, sono per lo più "opzionali" e non fanno parte di un sistema integrato.

3) Qualità dell'aria

I condizionatori di precisione funzionano con elevate portate d'aria per l'eliminazione del calore dalle unità, generalmente 76 l/s per kW o anche di più. Questa elevata portata volumetrica consente lo spostamento di una maggiore quantità d'aria, per cui la distribuzione dell'aria migliora e si riduce il rischio di generazione di punti caldi localizzati. Le apparecchiature tecnologicamente evolute generalmente consumano circa 160 CFM per kW di energia elettrica assorbita, per cui è importante che questa quantità di aria fresca sia disponibile all'ingresso di tali apparecchiature. In caso contrario, l'aria che giunge alle apparecchiature proviene da altre zone dell'ambiente, per cui le temperature di ingresso spesso sono elevate. Le apparecchiature di raffreddamento di precisione (elevato rapporto CFM/kW) spostano più aria nei filtri, garantendo un ambiente più pulito. Nei condizionatori di precisione generalmente si utilizzano filtri molto pieghettati a medio-alta efficienza per ridurre le particelle in sospensione nell'aria.

L'efficienza dei condizionatori per il comfort è molto inferiore (85-115 CFM/kW, ossia 40-54 l/s/kW). Con un valore CFM limitato, la distribuzione dell'aria è scarsa e le particelle in sospensione nell'aria sono nettamente superiori. I filtri per i condizionatori concepiti per il comfort generalmente sono piatti e non sono molto efficienti, per cui non rimuovono una percentuale sufficiente di particelle sospese nell'aria.

4) Ore di funzionamento

I condizionatori di precisione sono progettati e costruiti per funzionare ininterrottamente 8.760 ore all'anno. Gli impianti sono progettati in modo da ridurre al minimo i tempi di fermo grazie all'adozione di componenti selezionati e alla ridondanza incorporata. I controlli del sistema garantiscono condizioni ambientali stabili anche nei climi molto caldi o molto freddi.

I condizionatori per il comfort sono progettati per funzionare durante l'estate (max 1.200 ore all'anno). Gli impianti non sono progettati per il funzionamento ininterrotto. I controlli e gli impianti di raffreddamento non sono progettati per azzerare i tempi di fermo o per funzionare nella stagione invernale.

Criteri di progettazione

1) Densità del carico

A causa dell'elevata concentrazione di apparecchiature, la densità del carico in una sala tecnologica può essere cinque volte superiore a quello di un comune ufficio. Gli impianti devono essere progettati per gestire questo carico di densità estremamente elevata. La capacità sensibile e la distribuzione dell'aria sono particolarmente importanti.

Densità del carico
Ufficio: 54-161 Watt/mq
Sala tecnologica: 538-2.153 Watt/mq

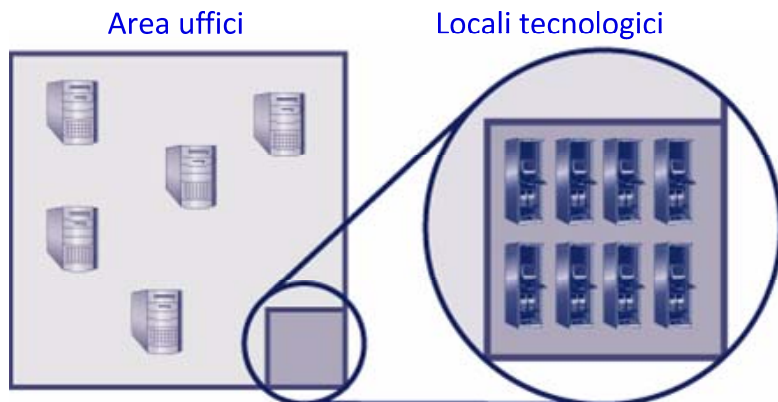


Figura 2
Densità del carico

2) Temperatura e umidità

Condizioni di progetto ideali: 22-24 °C, U.R. 35-50%.

3) Quantità d'aria

L'elevato valore di CFM/kW (l/s/kW) degli impianti di precisione contribuisce a innalzare il rapporto di calore sensibile, a migliorare la distribuzione dell'aria e a incrementare le percentuali di filtrazione. Un elevato valore di CFM non provoca disagi al personale, grazie alla distribuzione sotto il pavimento rialzato, e viene utilizzato dalle apparecchiature e negli spazi circostanti.

4) Pulizia dell'aria

In assenza di filtri, la polvere sospesa nell'aria può danneggiare le apparecchiature. I filtri devono essere molto pieghettati per garantire un'efficienza medio-alta. Anche il dimensionamento dei filtri è importante, in quanto la velocità dell'aria che investe il filtro deve essere sufficientemente limitata. I filtri, infine, richiedono una sostituzione regolare.

5) Barriera di vapore

Dal momento che quasi tutti i materiali costruttivi sono permeabili all'umidità, una sala tecnologica ben progettata deve includere una barriera di vapore. In mancanza di una barriera di vapore, la sala tecnologica cede umidità nella stagione invernale e attira umidità nella stagione estiva. In questo caso è molto difficile controllare il setpoint dell'umidità, e i tempi di funzionamento degli umidificatori e dei compressori aumentano notevolmente consumando molta energia.

Per creare una barriera di vapore efficace, i soffitti devono essere sigillati con una pellicola polietilenica, le pareti in calcestruzzo devono essere ricoperte con una vernice a base di gomma o plastica, le porte devono essere ermetiche e tutte le vie di passaggio di tubi e cavi devono essere sigillate.

6) Requisiti dell'aria esterna

Le sale tecnologiche generalmente sono scarsamente occupate per cui non richiedono molta aria esterna per il personale. L'aria esterna deve essere ridotta al minimo per limitare il carico latente introdotto nell'ambiente. Negli Stati Uniti, 20 CFM (9,4 l/s) a persona sono sufficienti per soddisfare gli standard di qualità dell'aria interna.

7) Ridondanza

La ridondanza si ottiene con altre apparecchiature ed è finalizzata a garantire il 100% della capacità di raffreddamento richiesta anche in caso di guasti di una o più unità. Il costo della ridondanza deve essere valutato opportunamente nei costi previsti per i tempi di fermo della sala tecnologica.



Figura 3

Ridondanza

È opportuno sottolineare la differenza tra ridondanza e sovracapacità. Un carico di 70 kW con 3 impianti da 52 kW o 4 impianti da 35 kW fornisce ridondanza. La rotazione del funzionamento delle apparecchiature e un'interfaccia di controllo che provvede all'avvio automatico sono indispensabili per considerare ridondanti le apparecchiature in standby.

9) Sicurezza

La sicurezza dei condizionatori è importante quanto l'hardware della sala tecnologica, in quanto l'hardware non può funzionare senza condizionatori. Le unità interne devono essere collocate nella sala tecnologica e devono essere soggette alle stesse limitazioni di accesso di quelle a cui è soggetto l'hardware informatico. Le apparecchiature di espulsione del calore all'esterno devono essere collocate in copertura o in zone sicure nella struttura.

Fattori per la scelta del sistema

1) Calcolo del carico

Il calore nelle sale tecnologiche è generato dall'hardware, dall'illuminazione, dalla presenza di persone, dall'aria esterna, dai carichi trasmissivi, dal sole e dalle apparecchiature ausiliarie (PDU, UPS ecc.).

- Come regola empirica, per il calcolo dei carichi si può utilizzare il valore di 1,39 mq/kW. Per un calcolo più dettagliato dei carichi, consultare il white paper n. 25, *Calcolo dei requisiti di raffreddamento totali per i Data Center*.

2) Sistemi unitari

a) Raffreddamento ad aria



Figura 4

Impianto raffreddato ad aria

Configurazione del sistema

- L'impianto di raffreddamento è suddiviso tra condizionatore interno e unità esterna di espulsione del calore raffreddata ad aria.
- I compressori possono essere collocati nelle apparecchiature interne o esterne. Per motivi di sicurezza e manutenzione, i compressori generalmente sono collocati nell'unità interna.
- Le tubazioni del refrigerante (due per compressore) collegano le due metà dell'impianto.
- Il progetto delle tubazioni del refrigerante è fondamentale. Il progetto deve tenere conto delle perdite di pressione, delle velocità del refrigerante, del ritorno dell'olio e di eventuali colli di bottiglia.
- L'unità di servizio deve essere installata da personale esperto e qualificato.
- La soluzione è eccellente nel caso di più unità e impianti ad espansione. Ogni sistema è costituito da un modulo autonomo.

b) Raffreddamento ad acqua

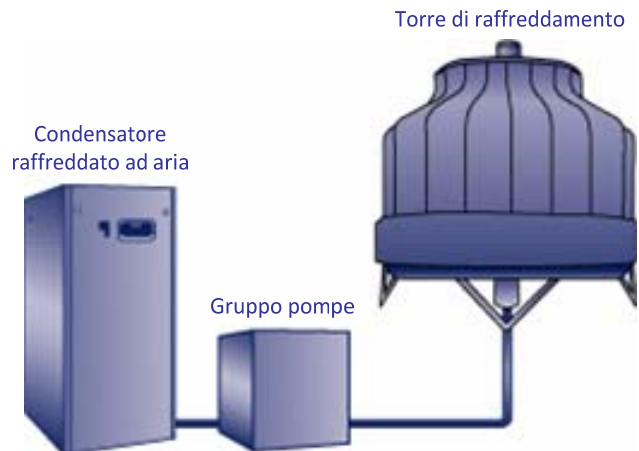


Figura 5

Impianto raffreddato ad acqua

Configurazione del sistema

- Il condizionatore interno è un impianto di refrigerazione autonomo.
- Il calore viene espulso in una mandata d'acqua refrigerante tramite uno scambiatore di calore nell'unità interna. L'acqua refrigerante generalmente viene pompata in una torre di raffreddamento e quindi rimessa in circolo. È possibile utilizzare anche altre fonti d'acqua, ad esempio pozzi.
- La torre di refrigerazione deve essere preparata per l'inverno nei climi freddi e temperati.
- La torre deve essere progettata con ridondanza; in alternativa, deve essere disponibile una fonte d'acqua di riserva per i casi di emergenza.
- Quando si utilizza una torre di raffreddamento, l'acqua deve essere trattata.
- Il progetto delle tubazioni idriche è molto meno critico e l'installazione è più semplice rispetto a quella delle tubazioni del refrigerante.
- L'impianto di refrigerazione viene spedito già caricato e collaudato in fabbrica.

c) Raffreddamento a glicole

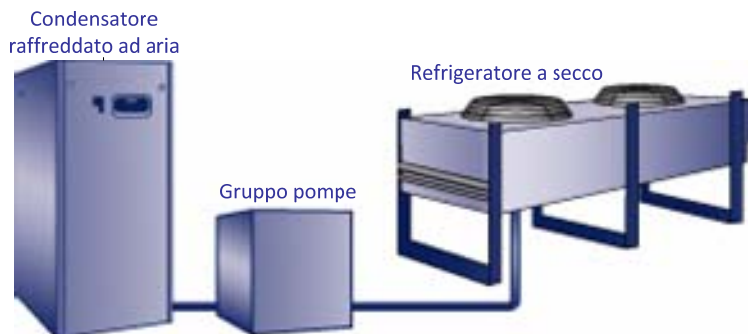


Figura 6

Impianto raffreddato a glicole

Configurazione del sistema

- L'unità interna è simile a quella degli impianti raffreddati ad acqua.
- Al posto dell'acqua circola una soluzione di glicole e l'espulsione del calore avviene in un liquido esterno allo scambiatore di calore o refrigeratore a secco.

- La manutenzione richiesta dai refrigeratori a secco è inferiore rispetto a quella richiesta dalle torri di raffreddamento.
- La soluzione è particolarmente adatta per il recupero del calore.
- Il rapporto di efficienza energetica è il più basso dei tre tipi di unità.
- Più unità possono essere collegate a un gruppo di pompe o un singolo refrigeratore a secco di grosse dimensioni. È opportuno valutare adeguatamente i requisiti di ridondanza.

d) Raffreddamento a glicole free-cooling

Configurazione del sistema

- Le apparecchiature sono identiche a quelle del raffreddamento a glicole, ma includono anche una serpentina di free-cooling aggiuntiva per risparmiare energia.
- Quando la temperatura esterna scende, la soluzione di glicole fredda percorre una serpentina di free-cooling supplementare e il raffreddamento si ottiene senza l'azionamento dei compressori.
- La soluzione è particolarmente adatta per ridurre i costi di esercizio in climi particolari.
- La serpentina supplementare richiede un motore soffiante più potente.
- Per ottimizzare il risparmio è opportuno scegliere impianti con serpentine di free-cooling di maggiori dimensioni. Le serpentine di free-cooling devono essere installate prima della serpentina dell'impianto ad espansione diretta per migliorare la capacità quando la temperatura ambiente è mite.

e) Serpentina dell'acqua refrigerata supplementare

Configurazione del sistema

- Un impianto ad espansione diretta può includere una serpentina dell'acqua refrigerata supplementare per ottenere una totale ridondanza in una singola unità.
- L'unità può funzionare come impianto ad acqua refrigerata e in caso di emergenza può funzionare come impianto ad espansione diretta modulare al 100%.
- L'unità può fungere da impianto ad espansione diretta con una riserva di acqua refrigerata dell'impianto centrale di emergenza.
- Quando è disponibile, l'unità può utilizzare acqua refrigerata. Ad esempio, se il chiller viene azionato principalmente durante un processo di produzione in fabbrica o come supporto per impianti di condizionamento per il comfort nella stagione estiva, si può commutare in aspirazione diretta quando l'acqua refrigerata diventa sistematicamente non disponibile.

f) Acqua refrigerata

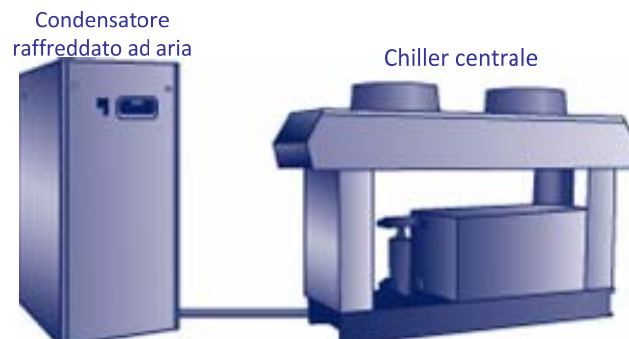


Figura 7

Impianto ad acqua refrigerata

Configurazione del sistema

- L'acqua refrigerata viene fornita da un chiller centrale alle unità presenti nella sala tecnologica. L'impianto di refrigerazione è contenuto nel chiller.
- I condizionatori interni includono controlli, serpentina dell'acqua refrigerata, valvola di controllo dell'acqua refrigerata, soffianti, filtri, umidificatori e post-riscaldamento.
- La temperatura dell'acqua refrigerata deve essere sufficientemente alta per mantenere un elevato rapporto di calore sensibile (almeno 8,33 °C).
- È opportuno estendere la ridondanza ai gruppi pompe e all'impianto refrigerato centrale.
- L'impianto centrale deve essere preparato nell'inverno per il funzionamento ininterrotto per tutto l'anno.
- In alcune città può richiedere personale operativo.
- Non deve essere utilizzato assieme ai chiller per raffreddamento per il comfort, dal momento che le temperature di mandata dell'acqua refrigerata devono essere diverse (5,6 °C per il comfort, 8,3 °C per le sale tecnologiche).

Costi di possesso

1) Costi di esercizio

I costi al metro quadro per il condizionamento della sala tecnologica generalmente sono dieci volte superiori a quelli richiesti per il condizionamento per il comfort o per uffici. Il motivo è il funzionamento ininterrotto (tutto l'anno e non stagionale) e la densità del carico termico notevolmente superiore. Se in una sala tecnologica si adottano entrambi i sistemi, tuttavia, i costi di esercizio del condizionamento di precisione sono nettamente inferiori rispetto al condizionamento per il comfort.

I costi del condizionamento di precisione sono inferiori a quelli del condizionamento per il comfort per usi simili, per i seguenti motivi:

- Impianto sottopavimento: l'elevato rapporto di calore sensibile elimina gli eccessi di deumidificazione, per cui riduce gli azionamenti dell'umidificatore.
- Rapporto di efficienza energetica. Quando le serpentine sono sovradimensionate, il valore di CFM è elevato e i compressori delle pompe di calore sono adeguatamente resistenti, i rapporti di efficienza energetica di raffreddamento dei sistemi informatici sono più sensibili rispetto al raffreddamento convenzionale per il comfort.
- Le apparecchiature di precisione sono progettate con componenti di elevata efficienza per il funzionamento ininterrotto per tutto l'anno.
- Elementi importanti:
 - Serpentina di raffreddamento bassa e sovradimensionata
 - Motori soffianti ad elevata efficienza
 - Umidificatori a vaschetta di vapore
 - Compressori resistenti per la pompa di calore
 - Elevati rapporti di calore sensibile
 - Ciclo di deumidificazione dedicato
 - Basso amperaggio a pieno carico
 - Cuscinetti ad elevata resistenza (100.000 ore)
 - Estensioni di garanzia

2) Costi di manutenzione

I costi maggiori dovuti alla manutenzione o alle riparazioni generalmente sono imputabili ai tempi di fermo della sala tecnologica. Per tale motivo, in fase di progettazione occorre tenere conto innanzitutto della ridondanza. Per ridurre ulteriormente questo rischio, tuttavia, è possibile scegliere apparecchiature dotate di caratteristiche tali da ridurre drasticamente la manutenzione e i tempi di riparazione. Elementi importanti:

- Componenti di refrigerazione chiusi. Filtro essiccatore e compressore rimovibili senza torce a gas.
- Vasche di drenaggio primaria e secondaria.
- Cilindro umidificatore rapidamente sostituibile.
- I componenti non dovrebbero essere esposti al flusso d'aria e dovrebbero essere inclusi in una sezione meccanica separata.
- Coperchio ventilatori rimovibile.
- Cablaggio elettrico numerato e codificato a colori.
- Sistemi di protezione all'avvio del motore invece dei fusibili.
- Pannelli di accesso incernierati e/o facilmente rimovibili.
- Chiamate per manutenzione basate sui tempi di intervento.

Conclusioni

Le sale tecnologiche contengono apparecchiature elettroniche sensibili il cui funzionamento richiede condizioni ambientali ben precise. Il condizionamento di precisione garantisce la stabilità dell'ambiente richiesta dal tipo di apparecchiature elettroniche e consente di ridurre guasti dei componenti e costose interruzioni del servizio.



Note sull'autore

Tony Evans è un ingegnere della sede di West Kingston (Rhode Island) di APC by Schneider Electric. Conta 14 anni di esperienza nella progettazione di impianti di alimentazione e raffreddamento ed è membro dell'ASHRAE Technical Committee 9.9 (Mission Critical Facilities, Technology Spaces, Electronic Equipment).



Calcolo dei requisiti di raffreddamento totali per i Data Center

White paper 25



Visualizza tutti i

White Paper

whitepapers.apc.com



Ricerca con tutte le

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