



U4X SISTEMA IBRIDO

Il sistema di soffitti radianti multifunzionali
con integrazione della massa dell'edificio

"Feel good inside" è la nostra promessa

Affianchiamo i nostri partner lungo tutto il processo realizzativo, offrendo loro una consulenza completa, dalla prima stesura del progetto alla messa in opera. Nella fase di stesura del progetto, vi forniamo i documenti necessari per la progettazione sostenibile dell'edificio, vi consigliamo sistemi a basso consumo energetico e formuliamo i preventivi per le diverse soluzioni possibili.

Nella fase di elaborazione della vostra idea progettuale, vi aiutiamo a definire il clima interno ideale a partire dalle esigenze degli utenti per quanto riguarda il comfort ambientale interno.

I nostri soffitti radianti sono apprezzati per l'elevata efficienza energetica grazie alla quale è possibile settare temperature d'impianto (acqua, aria) più alte in modalità raffrescamento rispetto ai sistemi convenzionali e temperature d'impianto più basse in modalità riscaldamento. Questi vantaggi determinano un elevato risparmio energetico in tutta la fase di funzionamento dell'impianto.

Un altro vantaggio è il comfort ambientale interno. Negli ambienti climatizzati con i soffitti radianti, il benessere degli utenti è garantito, in quanto non si generano correnti d'aria e il calore o il fresco irradiato risulta molto naturale e piacevole.

■ **Supporto competente in tutte le fasi del progetto** La nostra competenza è il vostro vantaggio

■ **Sistemi flessibili**, personalizzabili in base alle esigenze specifiche di ogni progetto

■ **Messa in opera efficiente**, a tutto vostro vantaggio, perché il fattore tempo è un elemento chiave dal punto di vista economico

Saremo felici di poter iniziare con voi una lunga e proficua collaborazione!

U4X Sistema ibrido

Efficientemente integrato

Novembre 2025

INDICE

Funzioni del sistema ibrido U4X	6
Aspetti estetici	8
Struttura e dimensioni	10
Raffrescamento	12
Attivazione termica della massa dell'edificio	14
Riscaldamento	16
Compensazione della caduta d'aria fredda	17
Immissione ed estrazione dell'aria	18
Acustica	20
Integrazioni impianti	21
Collegamenti idraulici	22
Regolazione	23
Impiego funzionale del prodotto	24
Parametri di pianificazione	25

Simboli

Acqua



Raffrescamento/riscaldamento



Acustica



Componenti integrati



Collegamento alla massa dell'edificio



Assenza di correnti d'aria



Comfort ambientale ottimale con il sistema ibrido U4X

Un clima interno ottimale, ovvero una temperatura piacevole senza rumori né correnti d'aria. Ci si sente semplicemente bene nella stanza e ci si può concentrare sul proprio lavoro, sia in ufficio, in sala conferenze o rilassandosi nella camera d'albergo.

I nostri sistemi di climatizzazione a soffitto utilizzano l'acqua come vettore di energia. L'acqua è la nostra fonte di vita naturale e le sue proprietà come fluido di riscaldamento e raffreddamento offrono la possibilità di riscaldare o raffreddare ogni spazio in modo efficiente a seconda delle esigenze.

Grazie al principio della radiazione, i sistemi a soffitto temperano le superfici della stanza senza creare correnti d'aria. Questo principio consente di mantenere le temperature dell'acqua e dell'aria leggermente più basse in modalità riscaldamento e leggermente più alte in modalità raffreddamento rispetto ai sistemi convenzionali, riducendo significativamente il consumo energetico. La temperatura percepita nella stanza è molto confortevole.

Il sistema ibrido U4X è un sistema climatizzante multifunzionale, ideale per soddisfare i crescenti requisiti degli edifici moderni. La particolarità di U4X è il coinvolgimento della massa dell'edificio attraverso lo sfruttamento diretto del soffitto in calcestruzzo. Il risultato è una capacità supplementare di accumulo della massa, oltre alla classica capacità di raffreddamento dell'acqua e dell'aria. Ne consegue una notevole diminuzione dei costi di esercizio e delle emissioni di CO₂.

**« Il clima interno migliore
per l'uomo e per l'ambiente »**



Funzioni del sistema ibrido U4X

Efficientemente integrato

Grazie alla sua multifunzionalità, il sistema ibrido U4X garantisce il comfort ottimale in ogni condizione ambientale. Grazie alla propria versatilità può essere integrato in qualsiasi ambiente e si può dotare in via opzionale di svariate funzioni supplementari.



Raffrescamento/Riscaldamento

Una fruizione intensa degli ambienti rappresenta per il raffrescamento una sfida complessa. Con il modulo radiante ibrido si abbattano efficacemente sia gli elevati carichi endogeni che quelli esterni, garantendo un comfort termico ottimale. Un sistema di riscaldamento regolabile con precisione e a bassa inerzia garantisce il comfort ambientale in uffici singoli, in grandi ambienti open space e anche in sale riunioni. Il mantenimento della temperatura interna desiderata aumenta l'efficienza delle persone che lavorano negli ambienti climatizzati.



Attivazione termica della massa dell'edificio

Il sistema ibrido integra nel concetto termico generale dell'ambiente la massa del solaio sfruttandola come accumulo per la dissipazione dei carichi termici secondo il principio dell'attivazione termica della massa. Ne consegue una notevole diminuzione dei costi di gestione e delle emissioni di CO₂.



Compensazione della caduta d'aria fredda

Finestre di grandi dimensioni e il sempre maggior utilizzo di facciate strutturali vetrate generano il problema della caduta d'aria fredda nell'area della facciata. Questo fenomeno diventa evidente con l'apparire di fastidiose correnti d'aria che influiscono negativamente sulle condizioni di lavoro. Grazie all'effetto d'irraggiamento dei moduli a soffitto radianti ibridi tale fenomeno può essere compensato in modo semplice.



Immissione ed estrazione dell'aria

Il sistema ibrido può svolgere efficacemente la funzione d'immissione ed estrazione dell'aria, soddisfacendo pienamente criteri estetici e di comfort termico. La diffusione di aria fresca nell'ambiente è realizzata in modo da non essere visibile e in maniera tale da eliminare completamente correnti d'aria secondo i limiti dettati dalle normative e assicurando in ogni istante una ventilazione altamente efficiente.



Acustica

L'ampia superficie fonoassorbente disposta orizzontalmente permette di ottenere una buona acustica ambientale per le diverse condizioni di utilizzazione.



Integrazioni impianti

Nei moduli radianti ibridi si possono integrare in modo semplice e flessibile corpi illuminanti nelle più diverse varianti, rilevatori di fumo o sprinkler.



Aspetti estetici

Microforatura

La microforatura, oltre a fornire un effetto estetico, ha anche importanti proprietà acustiche. Le tipologie di microforatura standard sono le seguenti:

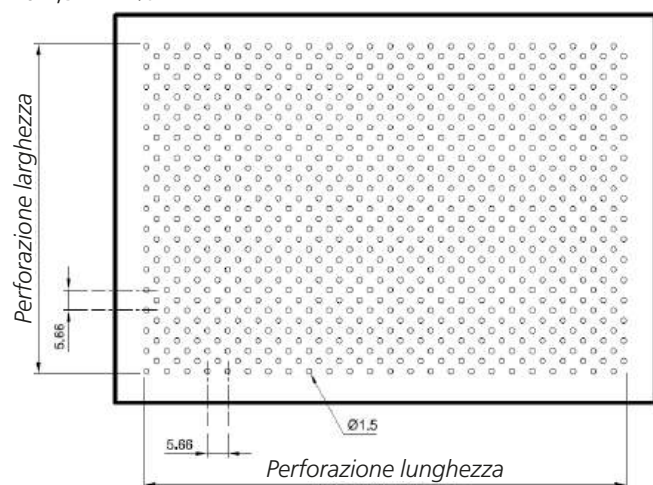
- Rg 1,5-11%, fori rotondi in linea retta
- Rd 1,5-11%, fori rotondi in diagonale
- Rd 1,5-22%, fori rotondi in diagonale

Tipi di microforatura differenti su richiesta.

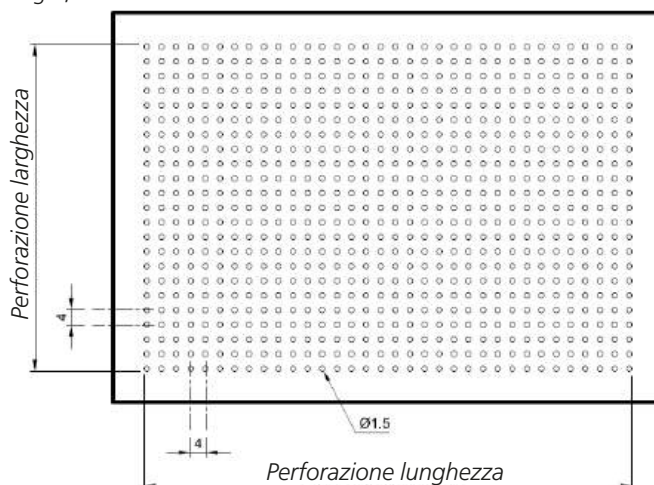
Colore

Per quanto riguarda la colorazione non è posto quasi alcun limite. Come colore standard viene utilizzato il RAL 9010, ma sono comunque disponibili tutti i colori della scala RAL. Su richiesta è possibile scegliere anche tra i colori NCS. In caso di utilizzo di vernici metallizzate, è necessario tenere conto di una riduzione di efficienza a causa del grado di riflessione.

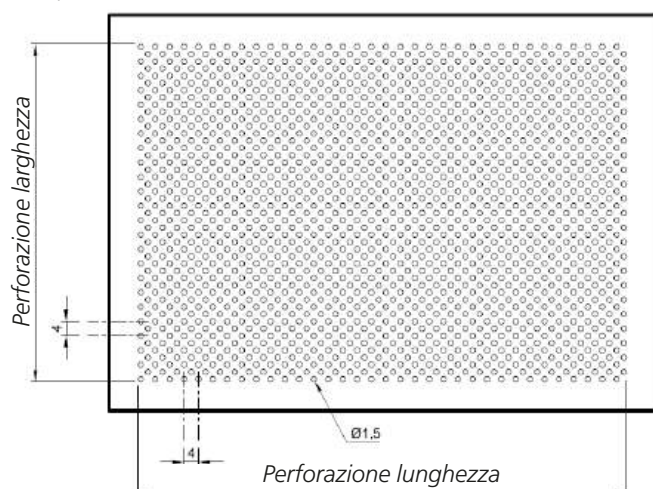
Rd 1,5 – 11 %

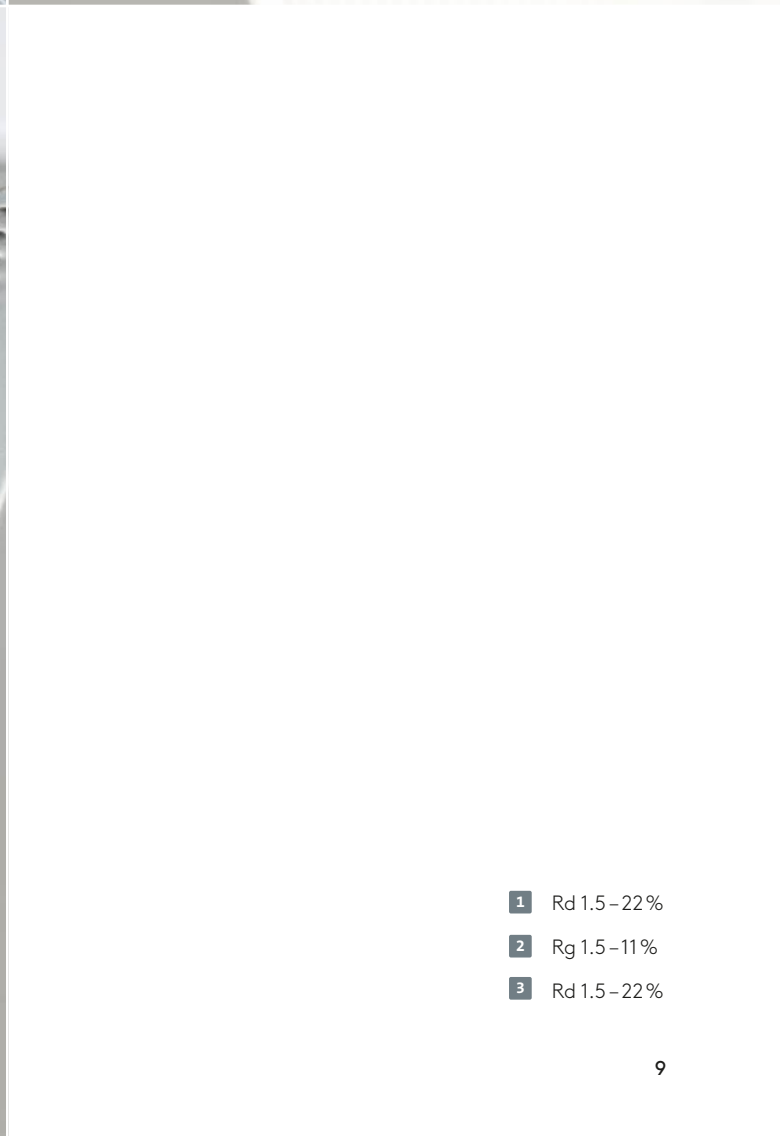


Rg 1,5 – 11 %



Rd 1,5 – 22 %





- 1 Rd 1.5–22%
- 2 Rg 1.5–11%
- 3 Rd 1.5–22%

Struttura e dimensioni

Struttura

Struttura

La struttura dei moduli radianti ibridi è composta da quattro elementi principali:

- L'attivazione termica della massa permette prestazioni elevate.
- Il telaio rende il modulo facile da montare.
- Gli allacciamenti integrati consentono una connessione discreta e agevole.
- Un materassino acustico integrato fornisce il massimo comfort in termini di tempo di riverbero.
- L'interazione fra scambiatori di calore e pannelli metallici microforati garantisce le massime prestazioni.

La struttura si contraddistingue per uno spessore molto basso, il che rappresenta un importante vantaggio soprattutto in caso di ristrutturazioni.

Altezza

L'altezza standard di un modulo è 75 mm. Per applicazioni particolari (ad esempio con impiantistica integrata come sprinkler e luci) i moduli possono avere un'altezza fino a un'altezza di 125 mm.

Lunghezza

La lunghezza del modulo è in relazione al numero e alla lunghezza dei pannelli. La lunghezza massima di un pannello è 2500 mm. Per ogni modulo si possono utilizzare al massimo 5 pannelli, da cui risulta quindi una lunghezza massima di 12,5 m per modulo radiante ibrido. Strutture superiori a 12,5 m sono comunque realizzabili su richiesta.

Larghezza

Le larghezze dei moduli sono standardizzate con una griglia di 10 mm e variano da 400 a 1200 mm. Moduli più larghi su richiesta.

Classificazione

Il nostro modulo radiante ibrido è conforme alla classe B in conformità alla norma DIN EN 13964 – tabella 7/8 (corrosione).

I pannelli metallici di finitura e le strutture portanti sono conformi ai requisiti di qualità TAIM®.

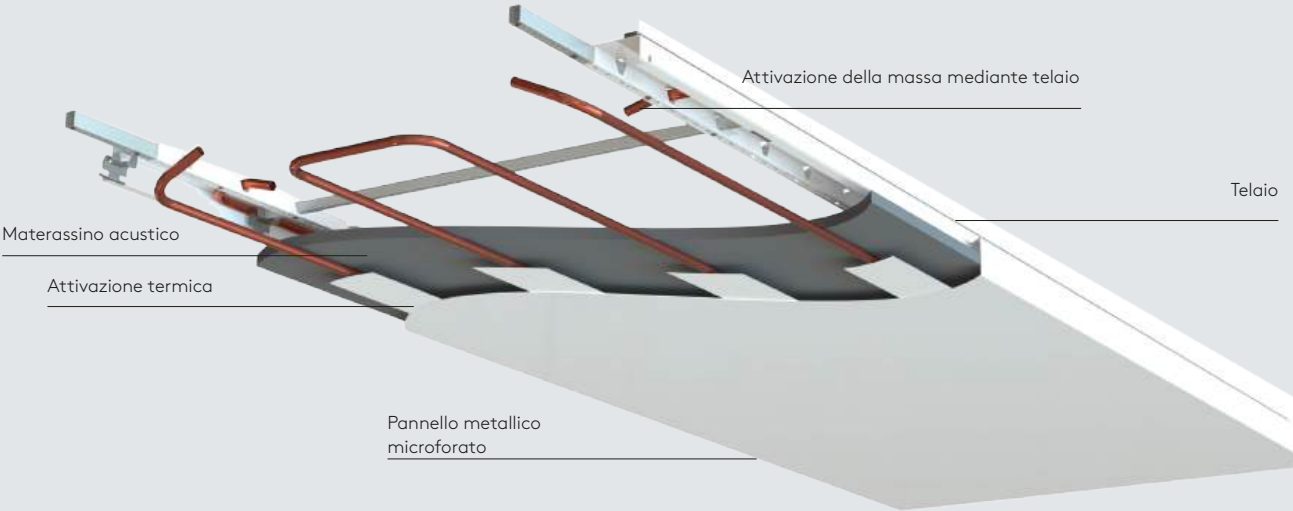
La struttura di diffusione dell'aria è conforme alle norme igieniche secondo VDI 6022, SWKI VA104-01 e DIN EN 16789.

Dimensioni

Altezza del modulo	Larghezza del modulo	Lunghezza del pannello	Pannelli per modulo	Lunghezza del modulo
min. 800 mm	min. 400 mm	min. 75 mm	min. 1	min. 1000 mm
max. 3000 mm	max. 1200 mm	max. 125 mm	max. 5	max. 12500 mm

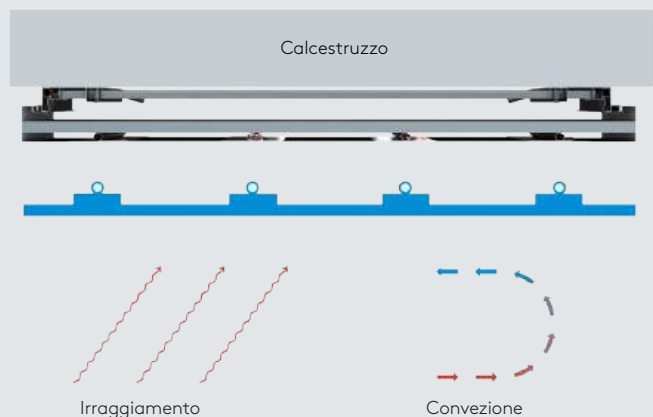
Dimensioni speciali su richiesta.

Sistema ibrido U4X



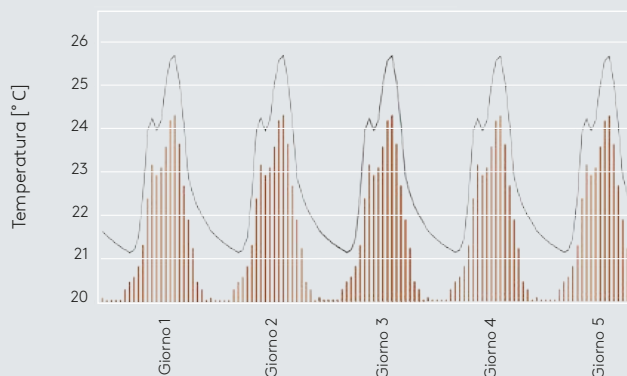
Raffrescamento

Raffrescamento (fig. 1)



Andamento della temperatura in ambiente con funzionamento a pieno carico (fig. 2)

nel rispetto dei criteri di comfort secondo SIA 382/1:2014



Intervallo di misurazione da 1 min.

Funzionamento diurno

La capacità di raffreddamento dei moduli radianti ibridi rilevante per il dimensionamento è costituita da tre rese parziali:

Capacità di raffreddamento radiante dei pannelli metallici microforati

La superficie del modulo (SM) attivata assorbe il calore direttamente dall'ambiente per irraggiamento e convezione ed è altamente efficiente già con ridotte differenze di temperatura (ambiente/acqua circolante nell'impianto). Ciò è garantito dalla scelta dell'alluminio per i pannelli metallici e dei profili conduttori e del rame per le serpentine in cui circola l'acqua. Ciò si traduce in una temperatura uniforme della superficie del modulo radiante ibrido a controsoffitto.

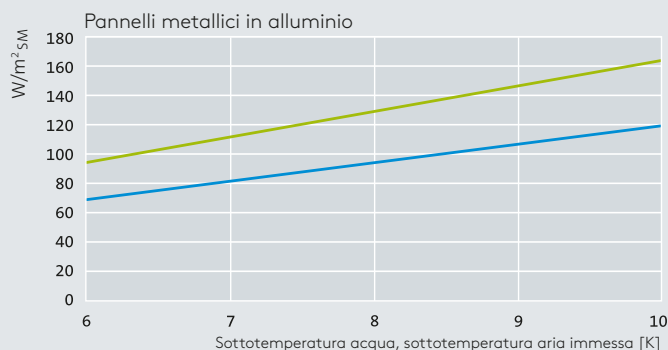
Capacità di raffreddamento dell'aria

Oltre alla capacità di raffreddamento dei pannelli metallici, è necessario considerare anche la capacità di raffreddamento dell'aria, determinata dalla quantità di aria e dalla differenza di temperatura tra l'aria immessa e l'aria estrazione.

Capacità di accumulo della massa

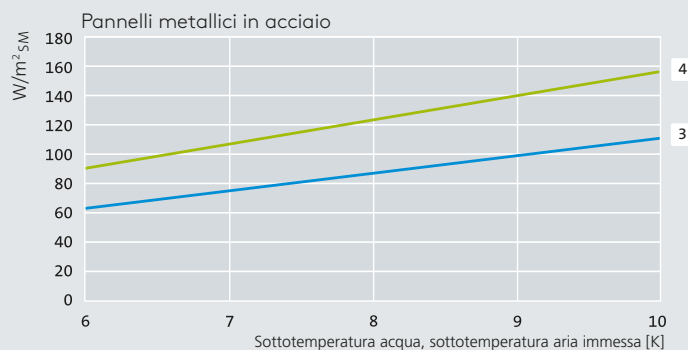
Oltre alla capacità di raffreddamento dei pannelli metallici e dell'aria, dall'attivazione termica della massa dell'edificio deriva una capacità aggiuntiva, la cosiddetta capacità di accumulo della massa che viene accumulata di giorno nel calcestruzzo e scaricata nuovamente durante la notte. Questa capacità dipende dal tipo di ufficio (grande ambiente open space o ufficio singolo).

Capacità raffreddamento ibrida (fig. 3)



Pannelli metallici in alluminio:

- 1 Capacità raffreddamento pannello metallico/attivazione termica della massa [W/m² SM]
- 2 Capacità raffreddamento pannello metallico/attivazione termica della massa/aria [W/m² SM] (portata specifica dell'aria = 6 m³/h m² SP)



Pannelli metallici in acciaio:

- 3 Capacità raffreddamento lastre isolanti per soffitto/accumulatore di massa [W/m² SM]
- 4 Capacità raffreddamento lastre isolanti per soffitto/accumulatore di massa/aria [W/m² SM] (portata specifica dell'aria = 6 m³/h m² SP)

Andamento della temperatura in conformità a SIA 382/1: 2014 (21-26,5 °C)

Dimensionamento raffreddamento

Nel funzionamento diurno la capacità raffreddamento totale di un soffitto raffreddante ibrido dipende dalla capacità dei pannelli metallici per controsoffitto, dalla capacità dell'aria e dalla capacità di accumulo della massa. Tale capacità totale rappresenta il parametro per la dissipazione del carico frigorifero ambiente da tenere in considerazione per il dimensionamento dell'impianto secondo SIA 382/2.

Per il dimensionamento dei sistemi di climatizzazione a soffitto ci affidiamo al nostro software appositamente programmato "Clim@Tool", sviluppato in collaborazione con l'Università di Scienze Applicate (Rapperswil, Svizzera) e con il supporto di Innosuisse, l'Agenzia svizzera per la promozione dell'innovazione.

Con i tradizionali controsoffitti radianti solo sospesi, i carichi termici vengono dissipati direttamente attraverso la capacità raffreddamento del soffitto raffreddante. Ciò significa che i circuiti dell'acqua e il soffitto raffreddante devono essere dimensionati considerando il 100% dei carichi termici più elevati.

I moduli radianti ibridi hanno il grande vantaggio di poter raffreddare la massa del solaio al di fuori delle ore d'ufficio (di notte). Di conseguenza, il soffitto in calcestruzzo può assorbire il calore in eccesso durante il giorno. Oltre al grande vantaggio del risparmio energetico dovuto al possibile funzionamento free-cooling, il secondo grande vantaggio dei moduli radianti ibridi è rappresentato dal dimensionamento ridotto per la generazione di energia e la distribuzione dell'aria fredda. Questi devono essere dimensionati solo al 70 % circa del carico termico più elevato. Lo

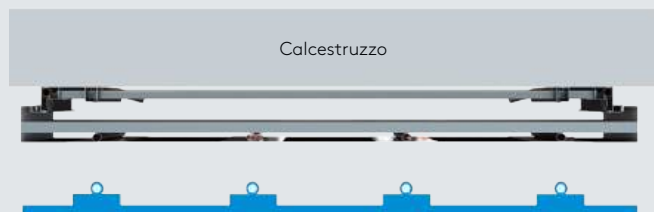
scambiatore di raffreddamento è dimensionato a circa l'80% della curva caratteristica 1 (fig. 3).

A causa della dissipazione ritardata dei carichi termici, il dimensionamento esatto di questi sistemi è possibile solo sulla base di ampie prove di laboratorio e simulazioni. Il dimensionamento si basa sui bilanci energetici. La somma dell'energia termica fornita nell'arco di 24 ore in un ambiente è identica alla somma dell'energia dissipata nello stesso periodo. La capacità raffreddamento dinamica del sistema risulta dalla somma totale dell'energia dissipata nell'arco di 24 ore divisa per il tempo di utilizzo dell'ufficio, ad esempio 10 ore. Questo tipo di calcolo è molto accurato per un tempo di utilizzo dell'ufficio da 10 a 14 ore. Se il tempo di utilizzo dell'ufficio è maggiore, l'inerzia del calcestruzzo ha un effetto negativo (processo di carico/scarico). In questo caso è utile un dimensionamento statico.

La figura 3 mostra la capacità raffreddamento dinamica per un tempo di utilizzo in ufficio di 10 ore. Per moduli ibridi con lastre metalliche in alluminio, la capacità di raffreddamento delle lastre e la capacità raffreddamento accumulata nella massa a 8,5 K è di 101 W/m² SM (MAN 16 °C). La capacità raffreddamento totale lato acqua e aria è di 139 W/m² SM (MAN 16 °C, IMM 18 °C e 6 m³/h m² SM). Per pannelli metallici in acciaio, i valori sono leggermente inferiori con 92 W/m² SM e 130 W/m² SM. Le indicazioni valgono per una larghezza di modulo di 700 mm. Con moduli più larghi la capacità di accumulo della massa si riduce.

Attivazione termica della massa

Attivazione termica della massa – sistema ibrido U4X (fig. 4)



Andamento della temperatura nel calcestruzzo in fase notturna
blu = effetto del raffreddamento sull'attivazione termica (fig. 5)



Andamento della temperatura nel calcestruzzo in
fase diurna (fig. 6)



I sistemi ibridi U4X possono essere utilizzati per accumulare energia grazie alla combinazione dell'attivazione termica della massa del solaio e all'energia immessa in ambiente tramite i pannelli del controsoffitto metallico.

Ne conseguono due vantaggi:

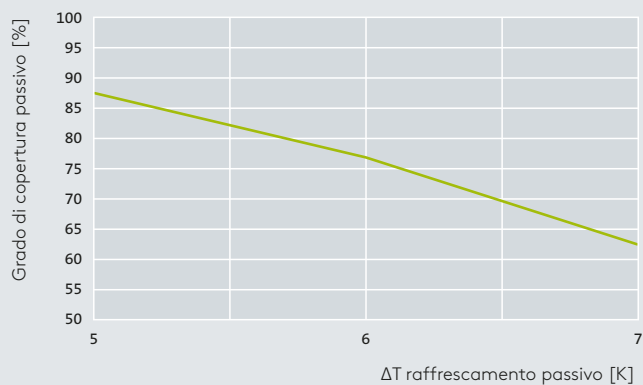
Permettono l'accumulo di energia generata in modo rigenerativo, riducendo al contempo i picchi di carico durante il giorno. Anche la norma SIA 180 raccomanda una capacità di accumulo termico in ambienti chiusi di almeno $45 \text{ Wh/m}^2 \text{ K}$. Generalmente con i soffitti radianti tradizionali non è possibile raggiungere questo valore. In combinazione con l'accumulo di energia nella massa del solaio, il modulo radiante ibrido garantisce la capacità di accumulo termico richiesta.

Il consumo di energia in raffreddamento può essere così coperto fino a circa l'80 % durante la notte e per il 65 % durante il giorno con funzionamento in free cooling (energia rinnovabile), soddisfacendo i requisiti della legge svizzera sull'energia senza elevati investimenti.

A pagina 13 è riportato un esempio che illustra una condizione di carico tipica (SIA 2024, ufficio singolo).

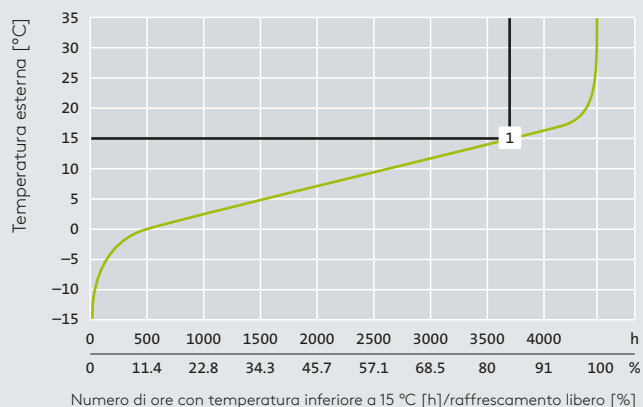
Grado di copertura in percentuale con free cooling (fig. 7)

Fonte: IET Institut für Energietechnik (Istituto per la Tecnologia Energetica), HSR Hochschule für Technik Rapperswil (Politecnico di Rapperswil)



Condizione di carico SIA ufficio singolo per una temperatura di raffreddamento fino a 23 °C

Ore notturne di temperatura all'anno, Zurigo (fig. 8)



Ore annuali della temperatura esterna notturna media (18:00 – 06:00)

1 Valore medio Zurigo Kloten 83 %

La massa del solaio viene raffreddata a 21 °C in fase notturna o con l'acqua di raffreddamento da free cooling o con la macchina frigorifera.

Generalmente, per una convezione termica naturale efficace la differenza di temperatura tra l'aria interna e il soffitto refrigerante da una parte e tra la superficie di raffreddamento e la temperatura esterna (torre di raffreddamento) dall'altra deve essere pari a 3 K.

Esempio:

a una temperatura di mandata di 18 °C è necessaria una temperatura dell'aria esterna di 15 °C. Nella figura 8 si vede che durante l'83 % delle ore notturne annuali la temperatura di mandata di 18 °C può essere erogata con free cooling.

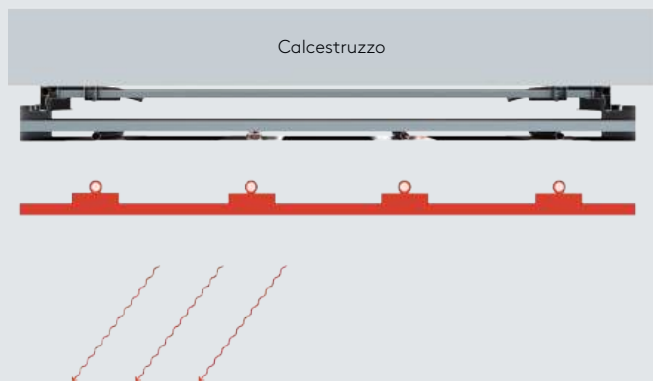
La figura 7 mostra il grado di copertura passivo per un raffreddamento a 23 °C nel caso di ufficio singolo con carichi secondo SIA 2024 (2006). In questa condizione di carico queste temperature di raffreddamento bastano per raggiungere temperature confortevoli all'interno dell'ambiente. In caso di temperature di raffreddamento più elevate il potenziale per il funzionamento free cooling aumenta.

La figura 7 mostra, inoltre, in che percentuale l'aria esterna contribuisce mediamente al raffreddamento dell'edificio in un anno. Questa copertura percentuale dipende dalle dimensioni dei moduli radianti ibridi a soffitto e dalla macchina frigorifera.

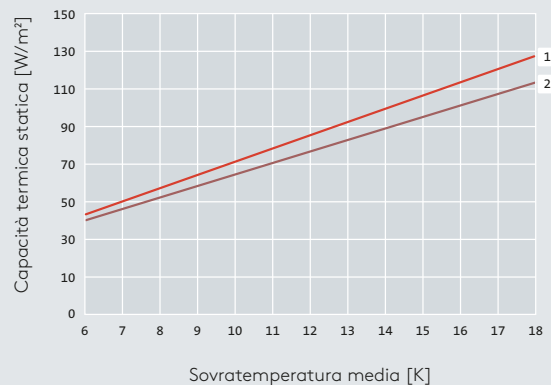


Riscaldamento

Riscaldamento (fig. 9)



Capacità termica statica* (fig. 10)



- 1 Alluminio
- 2 Acciaio

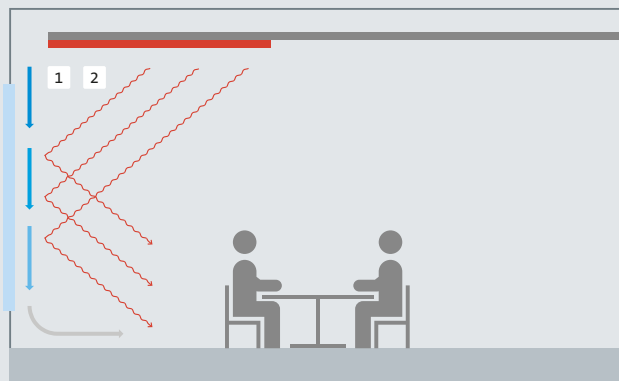
*Le capacità dipendono dal materiale del pannello e dall'attivazione e vengono dimensionate in modo specifico per l'edificio. Misurazione in conformità a DIN EN 14037.

Dimensionamento riscaldamento

La velocità di reazione della superficie metallica dei moduli e l'estensione della superficie attiva assicurano una notevole potenza riscaldante anche con modeste differenze di temperatura. Generalmente non è richiesto un sistema di riscaldamento statico in prossimità della finestra (fig. 12, pag. 15).

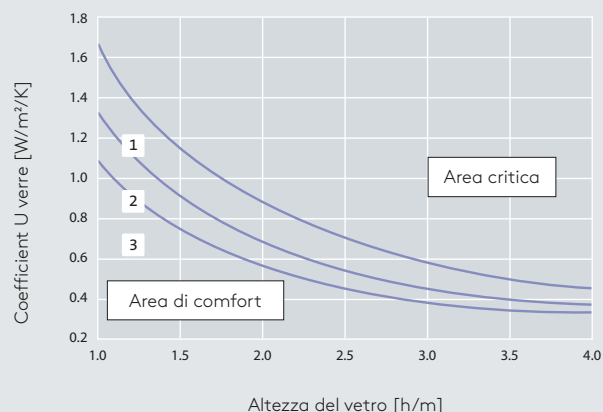
Compensazione della caduta d'aria fredda

Compensazione della caduta d'aria fredda nell'area della facciata (fig. 11)



- 1 Caduta d'aria fredda
- 2 Irraggiamento termico

Valore U della vetrata*/altezza della finestra (fig. 12)



*SIA 180-2014 p. 57

Il valore U massimo consentito di un ambiente a seconda dell'altezza del locale a temperature esterne di 0 °C 1, -5 °C 2 e -10 °C 3

Compensazione della caduta d'aria fredda

La facciata fredda viene riscaldata tramite irraggiamento dal pannello metallico del modulo radiante ibrido in questo modo la caduta d'aria fredda viene ridotta notevolmente già nel punto in cui si crea.

La caduta d'aria fredda si verifica se, in condizione di basse temperature esterne, sulla parte interna di vetrate con cattive proprietà isolanti (valori U) si presentano temperature basse. L'aria interna si raffredda notevolmente sulla vetrata e si diffonde molto velocemente lungo il vetro fino a raggiungere il pavimento. Qui l'aria fredda viene deviata con velocità sempre maggiore, si espande sul pavimento e crea correnti d'aria avvertibili dalle persone sedute nei pressi della finestra. La caduta d'aria influisce dunque negativamente sul comfort termico.

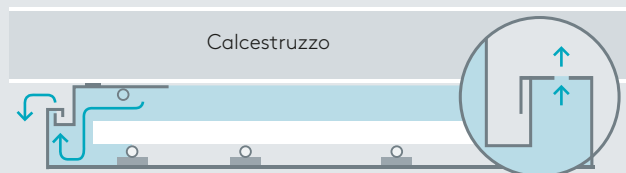
La soluzione consiste nell'utilizzo di soffitti radianti combinati per riscaldamento e raffrescamento. Il flusso di calore del soffitto radiante nell'area della facciata riscalda la parte interna della vetrata, mentre tra il pavimento e il soffitto radiante avviene uno scambio d'irraggiamento diretto. Grazie a entrambi gli effetti, la caduta d'aria fredda viene ridotta in modo efficace (fig. 11).

Ricreiamo spazi critici nella simulazione ed esaminiamo tutti i flussi rilevanti per il comfort. La verifica dei risultati avviene tramite prove di laboratorio, durante le quali vengono misurati i parametri climatici e di comfort. I risultati delle misurazioni vengono confrontati con le specifiche delle norme SIA 382-1, SN EN 15251 e SN ISO 7730, nonché con i requisiti specifici dell'utente.

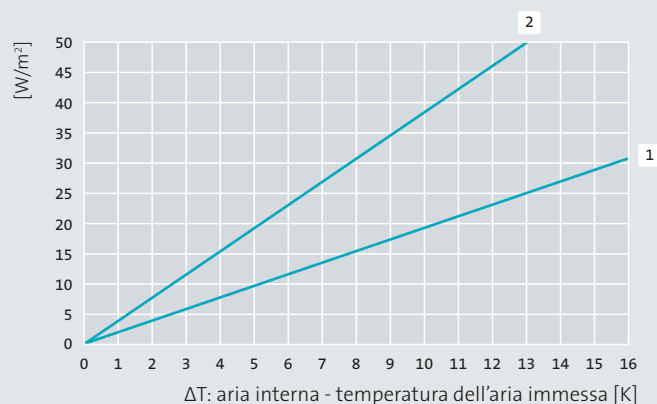
La curva mostra che più alta è la vetrata, più elevati saranno i requisiti di isolamento termico del vetro e tanto più ridotto dovrà essere il valore U (fig. 12).

Immissione ed estrazione dell'aria

Immissione dell'aria verso l'alto tramite fori perimetrali lungo il bordo dei pannelli metallici (fig. 13)



Potenza termica dell'aria (fig. 14)



1 $6 \text{ m}^3/\text{h m}^2_{\text{BF}}$ $15.4 \text{ W/m}^2_{\text{BF}}$ con $\Delta T = 8 \text{ K}$

2 $12 \text{ m}^3/\text{h m}^2_{\text{BF}}$ $30.8 \text{ W/m}^2_{\text{BF}}$ con $\Delta T = 8 \text{ K}$

Ventilazione invisibile

Oltre al comfort termico, la qualità dell'aria dell'ambiente, indicata anche con l'espressione "comfort olfattivo", rappresenta un fattore significativo che influisce fortemente sulla salute, sul buon umore e sull'efficienza lavorativa delle persone all'interno degli ambienti.

Come dimostrano le analisi di molti ricercatori, in caso di qualità insufficiente dell'aria si assiste a una riduzione dell'efficienza relativa (fig. 15, pagina 17). Perciò sarebbe necessario prevedere una ventilazione meccanica.

Nel modulo radiante ibrido l'uscita dell'aria immessa verso l'ambiente può essere realizzata senza l'ausilio di bocchette di ventilazione visibili. Ciò consente un'immissione dell'aria nell'ambiente senza correnti e un'efficienza di ventilazione da 1,2 a 1,7. In questo modo è possibile ottenere un ricambio igienico dell'aria in conformità alle norme nazionali e internazionali.

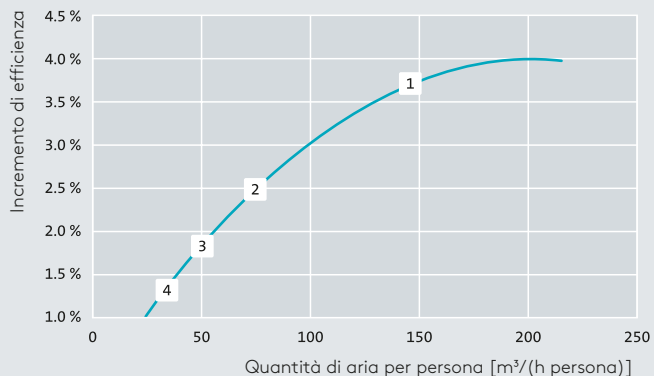
Immissione dell'aria

L'aria immessa viene condotta al modulo radiante ibrido tramite un canale piatto. Nel caso di nuove costruzioni vi è la possibilità di distribuire l'aria attraverso canali annegati nel solaio e quindi in maniera completamente invisibile.

Uscita dell'aria immessa tramite il bordo superiore del pannello radiante metallico

L'aria viene distribuita nell'ambiente per tutta la lunghezza del modulo lungo il telaio tramite la microforatura nel bordo superiore del pannello metallico (fig. 13). Ciò è possibile senza integrare un plenum per l'aria all'interno del modulo, poiché il plenum è già formato dallo spazio delimitato dal solaio in calcestruzzo in alto, dal materassino acustico in basso e dal telaio del modulo ai lati. La resistenza dell'aria è di ca. 15 Pa.

Efficienza relativa (fig. 15)



- | | |
|-----------------------------|---------------------------|
| 1 144 m³/h persona : IDA 1+ | 3 49 m³/h persona : IDA 2 |
| 2 72 m³/h persona : IDA 1 | 4 29 m³/h persona : IDA 3 |

Quantità di aria per altezza standard di 75 mm (fig. 16)

Larghezza del modulo [mm]	Quantità max. di aria immessa nella scatola di collegamento dell'aria [m³/h]*	Quantità max. di aria immessa per metro lineare del modulo [m³/h]	
600	95	35 m³/h m (ΔT = 8 K)	30 m³/h m (ΔT = 12 K)
800	145		
1000	195		
1200	245		

*Le quantità massime di aria immessa nella scatola di collegamento dell'aria aumentano in caso di moduli più alti, poiché in questo modo diventa possibile aumentare l'altezza del canale.

Incremento di efficienza di una persona in relazione alla portata di aria esterna e alla qualità dell'aria interna da IDA 3 a IDA 1+ (IDA = Indoor Air Quality = qualità dell'aria interna) (Fonte: Fanger)

Classi di filtro necessarie

Per garantire un'immissione dell'aria pulita, l'aria immessa deve essere depurata con le seguenti classi di filtro in conformità a DIN EN ISO 16890: Uscita dell'aria immessa tramite il bordo superiore del pannello radiante metallico (fig. 13): ISO ePM1

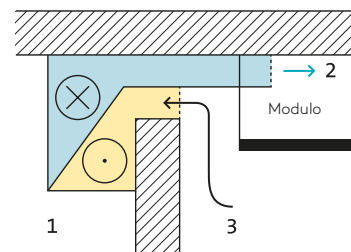
Quantità di aria

Il volume massimo di aria immessa dipende dalle dimensioni del canale di raccordo dell'aria e dalle dimensioni di ogni singolo modulo. Per le quantità d'aria per l'altezza del modulo standard di 75 mm consultare la figura 16 in alto.

Con la diffusione tramite il pannello microforato è possibile immettere max. 35 m³/h per ogni metro lineare del modulo (ΔT 8 K). Se sono necessarie quantità di aria maggiori, è possibile, laddove non sia desiderata al contempo la funzione di estrazione dell'aria, ingrandire l'altezza del canale insieme all'altezza del pannello metallico radiante.

Estrazione dell'aria

Oltre alla funzione d'immissione dell'aria, con i moduli radianti ibridi a soffitto vi è la possibilità di realizzare anche la funzione di estrazione dell'aria. A tal fine viene utilizzata uno speciale plenum per l'immissione/l'estrazione dell'aria composta da due settori separati (fig. 17).



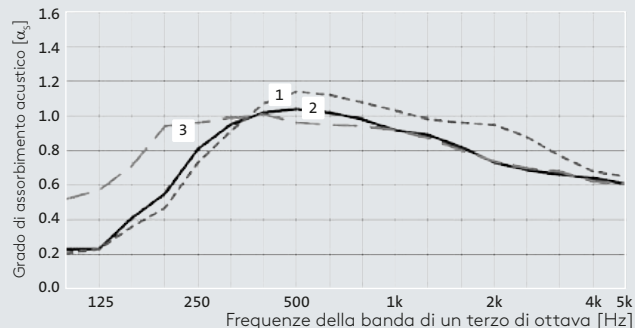
- 1 Plenum per immissione/estrazione dell'aria con flussi separati
 - 2 Aria d'immissione tramite il canale di raccordo
 - 3 Estrazione dell'aria tramite la griglia di ripresa
- (fig. 17)

Materiale isolante (fig. 18)



Frequenza della banda di un terzo di ottava [Hz]		250	500	1000	2000	4000	α_w	*Classe	
1	con assorbitore acustico Barcol-Air	α_p	0.70	1.00	1.00	0.95	0.70	0.90	A
2	con lana minerale in PE	α_p	0.75	1.00	0.95	0.75	0.65	0.80	B
3	con lana minerale in PE + aggiunta	α_p	0.95	0.95	0.90	0.75	0.65	0.80 (L)	B

Superficie di assorbimento acustico (fig. 19)



*Classe di assorbimento acustico in conformità a EN ISO 11654

Assorbimento acustico

Gli aspetti acustici rappresentano un'importante funzione, spesso sottovalutata di un controsoffitto. Un assorbimento acustico elevato è richiesto soprattutto in ambienti open space o in sale riunioni.

Dato che generalmente i moduli radianti ibridi occupano solo il 40-60 % della superficie del soffitto e il resto della superficie del soffitto non è isolante da un punto di vista acustico, i moduli ibridi devono soddisfare requisiti acustici elevati. Le soluzioni di sistema sviluppate soddisfano esattamente queste esigenze.

Differenza del livello sonoro normalizzato

Per evitare la diffusione acustica da un ambiente all'altro, è possibile impiegare un isolante interno nei plenum di collegamento dell'aria dei moduli ibridi. La tabella seguente riporta con queste misure le differenze del livello acustico normale $D_{n,w}$. L'indice di attenuazione acustica R rappresenta un'unità di misura utile per definire la caratteristica fonoisolante di un elemento costruttivo.

La differenza del livello sonoro normalizzato $D_{n,w}$ è un'unità di misura che si applica al posto del valore di attenuazione acustica R se non è possibile fare riferimento a una superficie di prova S (soffitto o parete) o se fosse possibile solo con errori, ad esempio in caso di trasmissione tra ambienti non direttamente adiacenti (trasmissione diagonale) o nel caso di una superficie di misurazione troppo piccola.

Differenza del livello sonoro normalizzato (Attenuazione acustica)	solo aria immessa (fig. 20)	combinazione aria immessa ed estrazione (fig. 21)
con isolamento interno	$D_{n,e,w} = 62 \text{ dB}$	$D_{n,e,w} = 55 \text{ dB}$

Integrazioni impianti

Integrazione componenti e ingombri in altezza (fig. 22)



Altezza del modulo x	Ingombro massimo in altezza y
75-125 mm	60-110 mm

L'ingombro massimo in altezza dei componenti è di 15 mm inferiore all'altezza del modulo scelto

Nei moduli a radianti ibridi a soffitto è possibile integrare tutti i più diffusi componenti per soffitto. In particolare:

- luci
- sprinkler
- sensori (sensori di luminosità, sensori di movimento e di fumo)
- trasmettitori (WiFi)

Nel modulo standard di 75 mm è possibile utilizzare 60 mm per i componenti integrati. Se necessario, è possibile aumentare l'altezza dei pannelli metallici radianti da 50 a 100 mm, creando così spazio per componenti integrati con un'altezza massima di 110 mm.

I componenti con un'ampia superficie riducono la superficie di raffreddamento attiva. Ciò va considerato nella definizione delle dimensioni dei moduli.

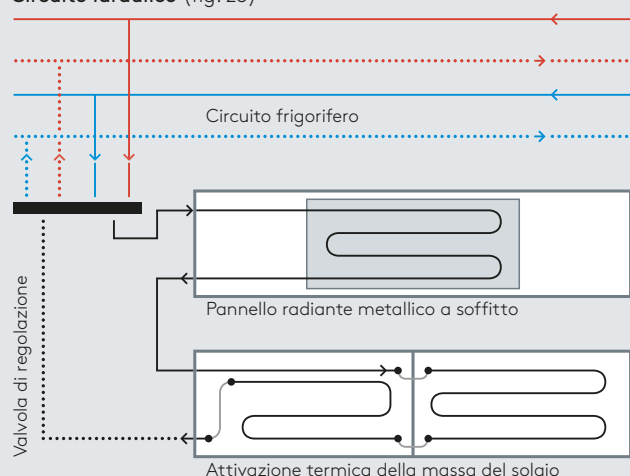


Esempi di componenti:

luci con telaio
sprinkler
sensori di movimento

Collegamenti idraulici

Circuito idraulico (fig. 23)



Con questa soluzione l'attivazione della massa di calcestruzzo viene collegata in serie con i pannelli radianti metallici a soffitto per raffreddare il soffitto in calcestruzzo il più a lungo possibile senza raffreddare eccessivamente la stanza in caso di freddo.

Impianto idraulico

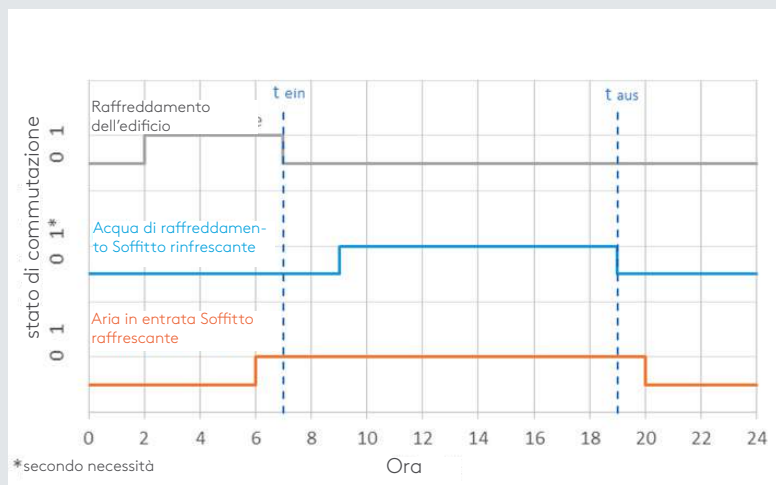
In una zona di regolazione idraulica ci possono essere uno o più moduli radianti ibridi. Tutti i moduli a soffitto radianti ibridi nella zona di regolazione si trovano nelle stesse condizioni di funzionamento. Si consiglia di separare ogni circuito dell'acqua con un rubinetto a sfera dalla rete idraulica principale. Ciò favorisce la messa in funzione, il funzionamento e la sostituzione.

Attivazione termica della massa nel sistema ibrido U4X

Il telaio per l'attivazione termica della massa ed i pannelli metallici radianti vengono collegati in serie (fig. 23).

A causa della riduzione notturna spesso programmata e della divaricazione leggermente maggiore tra la temperatura di mandata e quella di ritorno rispetto alla caduta di aria, nella modalità di riscaldamento avviene un leggero riscaldamento del soffitto in calcestruzzo. La maggior parte del carico termico viene rilasciata nell'ambiente attraverso la lastra isolante per soffitto.

Regolazione



Parametri di base per il dimensionamento

La temperatura ambiente operativa è regolata mediante il flusso di massa dell'acqua di raffreddamento/riscaldamento nel soffitto refrigerante e la temperatura dell'aria immessa.

Per prevenire la condensazione in modalità di raffreddamento sono disponibili tre strategie:

- contatto finestra: i moduli radianti ibridi a soffitto vengono spenti non appena si apre una finestra.
- sensore del punto di rugiada nell'ambiente: l'umidità dell'ambiente è costantemente monitorata. I moduli radianti ibridi a soffitto vengono spenti non appena si raggiunge un'umidità critica nell'ambiente.
- temperatura di mandata spostata: la temperatura di mandata dell'acqua di raffreddamento è $\geq 16^\circ\text{C}$ durante il giorno e viene regolata in modo che non scenda di $+1\text{ K}$ al di sotto della temperatura prevista del punto di rugiada dell'aria ambiente. Ciò è determinato dalla temperatura esterna e dall'umidità dell'aria nell'ambiente. Questa strategia è più efficace dal punto di vista dei costi. Inoltre, il comfort è notevolmente maggiore, soprattutto nelle giornate afose.

Regolazione della temperatura ambiente

Per la regolazione della temperatura ambiente operativa viene utilizzato un regolatore PI che adatta gli attuatori alla rispettiva situazione ambientale. Se le valvole sono controllate mediante modulazione di larghezza d'impulso (PWM), il ciclo di funzionamento è determinato dalla capacità raffreddamento da rilasciare.

Sistema di regolazione per un'inclusione ottimale dell'attivazione termica della massa

Per sfruttare al meglio il solaio in calcestruzzo, ovvero l'attivazione termica della massa dei moduli radianti ibridi a soffitto, si consiglia un sistema di regolazione in cui i moduli radianti siano in funzione di notte fino al raggiungimento della temperatura di partenza desiderata per il mattino. Di solito si tratta di 21°C (fig. 2).

In questo modo è possibile mantenere una temperatura ambiente confortevole per la maggior parte della giornata senza dover accendere i moduli a soffitto radianti ibridi. Raffreddando il calcestruzzo di notte (fig. 5/6), è possibile immagazzinare temporaneamente una parte considerevole dei carichi termici che si verificano durante il giorno. In questo modo si può fare a meno di elettricità costosa per gran parte del giorno. Di notte non solo l'elettricità è più economica, ma è solitamente possibile perfino raffreddare per gran parte dell'anno in modalità free cooling senza l'ausilio di una macchina raffreddamento.

Regolazione della quantità d'aria

La quantità d'aria all'interno dei moduli è costante, tranne che nelle sale riunioni, dove è regolata da un rilevatore di presenza COV e/o CO_2 tramite un impianto VAV. La temperatura dell'aria immessa viene di solito mantenuta costante a seconda della stagione (inverno, stagione intermedia, estate).

Impiego funzionale del prodotto



	Raffresca-mento	Riscalda-mento	Compen-sazione della caduta d'aria fredda	Immissione ed estrazione aria		Attivazione termica della massa	Acustica	Integrazioni
				Aria immessa	Aria di estrazione			
Moduli a soffitto passivi							■	■
Moduli a soffitto passivi				■	□		■	■
Moduli a soffitto attivi	■	■	■				■	■
Moduli a soffitto attivi	■	■	■			■	■	■
Moduli a soffitto attivi	■	■	■	■	□		■	■
Moduli a soffitto attivi	■	■	■	■	□	■	■	■

□ Opzionale

Moduli a soffitto passivi

- Funzione d'immissione ed estrazione dell'aria nell'ambiente
- Attenuazione acustica efficiente
- Aumento dell'attenuazione acustica combinando moduli a soffitto attivi e passivi
- Integrazione con il montaggio di diversi componenti

Moduli a soffitto attivi

- Moduli a soffitto classico con raffrescamento ad acqua
- Raffrescamento e riscaldamento degli ambienti
- Efficace nella soluzione con la caduta di aria fredda
- Funzione d'immissione ed estrazione dell'aria nell'ambiente
- Buone proprietà acustiche
- Aumento dell'efficienza energetica grazie alla funzione ibrida
- Integrazione con il montaggio di diversi componenti

Parametri di pianificazione

Servizi

Vi assistiamo in tutte le fasi del vostro progetto di costruzione con vari servizi.

Studi di fattibilità e concept

Durante questo processo decisionale preliminare vi aiutiamo a trovare la soluzione ottimale per le vostre esigenze. Gli aspetti più importanti, oltre a quello estetico, sono la sostenibilità, l'efficienza energetica, il comfort e il rapporto costi-benefici. Se necessario, replichiamo in scala le condizioni climatiche del vostro edificio nell'ambito di una simulazione o nel nostro laboratorio.

Progettazione e preventivazione

Mediante un'ampia documentazione sul prodotto vi mostriamo diverse soluzioni di sistema e varianti di realizzazione. Elaboriamo per voi offerte complete che vanno dalla progettazione alla messa in funzione.

Realizzazione e messa in funzione

I nostri esperti responsabili di progetto coordinano le attività, ottimizzano il dimensionamento e redigono progetti esecutivi, di lavoro e di montaggio. Monitorano e controllano la produzione, la fornitura e il montaggio in loco. Insieme ai documenti di revisione riceverete i risultati dei controlli di qualità e dei test (ad es. riprese a infrarossi).

Gestione e riqualificazioni

Con i nostri servizi speciali, come ad esempio un contratto di assistenza, beneficate di costi di esercizio e di una sicurezza operativa ottimali e, di conseguenza, di un'elevata soddisfazione di utenti e gestori. Nel caso di riqualificazioni e ristrutturazioni, adattiamo il vostro impianto esistente alle vostre nuove esigenze in modo efficiente.

Internazionale

Barcol-Air Group AG

Wiesenstrasse 5
8603 Schwerzenbach
T +41 58 219 40 00
F +41 58 218 40 01
info@barcolair.com

Svizzera



Barcol-Air AG

Wiesenstrasse 5
8603 Schwerzenbach
T +41 58 219 40 00
F +41 58 218 40 01
info@barcolair.com

Barcol-Air AG

Via Bagutti 14
6900 Lugano
T +41 58 219 45 00
F +41 58 219 45 01
ticino@barcolair.com

Germania

Swegon Klimadecken GmbH

Schwarzwaldstrasse 2
64646 Heppenheim
T: +49 6252 7907-0
F: +49 6252 7907-31
vertrieb.klimadecken@swegon.de
swegon.de/klimadeckensysteme

Francia

Barcol-Air France SAS

Parc Saint Christophe
10, avenue de l'Entreprise
95861 Cergy-Pontoise Cedex
T +33 134 24 35 26
F +33 134 24 35 21
france@barcolair.com

Italia

Barcol-Air Italia S.r.l.

Via Leone XIII n. 14
20145 Milano
T +41 58 219 45 40
F +41 58 219 45 01
italia@barcolair.com



Feel good **inside**

