

compendium



Umidificazione dell'aria negli ospedali
e nelle strutture sanitarie con obiettivo
"risparmio energetico"

Introduzione

p. 5

Benessere delle persone

p. 9

Energy saving e sostenibilità

p. 11

Raffreddamento evaporativo

p. 13

Success story

p. 15

Legislazioni vigenti in ambito ospedaliero

p. 17

Normative internazionali di riferimento e referenze

p. 21

Il presente documento si basa sulle normative descritte. Per tutte le indicazioni qui trattate, si raccomanda di visionare e attenersi alle normative vigenti nel paese di installazione dell'impianto.

Introduzione

Il controllo e la gestione dell'umidificazione dell'aria nelle strutture sanitarie si rendono necessari per limitare il rischio di contagio e per garantire il comfort degli operatori, dei pazienti e dei visitatori. Inoltre, un valore troppo basso di umidità relativa può favorire le scariche elettrostatiche che costituiscono un rischio per i pazienti e potrebbero danneggiare costose apparecchiature elettromedicali.

La salute prima di tutto

Un basso livello di umidità dell'aria influisce sia sulla salute che sul benessere delle persone. Durante il periodo invernale, quando nei luoghi chiusi e riscaldati l'umidità relativa dell'aria scende, l'aria secca aumenta i problemi all'apparato respiratorio, ma anche a occhi, pelle, naso e bocca. Per questo nei reparti vengono utilizzati sistemi di condizionamento che regolano sia la temperatura sia l'umidità dell'aria. Un accurato controllo dell'umidità contribuisce anche a proteggere le attrezzature elettroniche dalle scariche elettrostatiche, fornendo un luogo più sicuro per il personale e per i visitatori e, allo stesso tempo, per salvaguardare la salute del paziente.

Le normative

Nelle sale operatorie, secondo la Direttiva Europea 2002/91/CE e le norme UNI EN ISO 13790:2008, EN 13779:2008 VDI 6022, DIN 1946-4, UNI 11425, ASHRAE 170, solo per citarne alcune, gli impianti di ventilazione e condizionamento devono assicurare condizioni termoigrometriche ideali per le attività dei medici, conciliando anche le esigenze dei pazienti. I sistemi di umidificazione devono quindi essere progettati in modo da prevenire la produzione e la diffusione di contaminanti, essere facilmente accessibili, pulibili e controllabili. Enfasi va posta sulla continuità di servizio, in particolare nelle sale operatorie: si devono utilizzare umidificatori che garantiscano la continuità di funzionamento e "non si debbano fermare" per manutenzione.

Igiene

Cicli di lavaggio e scarichi automatici, certificazioni e accortezza nella scelta dei materiali costruttivi sono solo alcune delle caratteristiche che contraddistinguono i prodotti CAREL in termini di igiene.

Umidità ottimale

Un range di umidità relativa tra 40 e 60% minimizza l'impatto dei batteri e le infezioni respiratorie. L'aumento dell'umidità relativa comporta una proliferazione di batteri e altri contaminanti biologici (virus, funghi, muffe, acari).

Energy Saving

Obiettivo di CAREL è eliminare gli sprechi, minimizzare il consumo di acqua, ridurre al minimo la quantità di energia utilizzata ed evitare l'inquinamento ambientale. Questi principi accompagnano tutti i nostri prodotti dalla fase di progettazione, alle fasi di sviluppo e produzione.



Risparmio d'acqua

L'esperienza maturata nel campo dell'umidificazione ha permesso lo sviluppo di accurate procedure software che minimizzano lo spreco d'acqua negli umidificatori. Il controllo preciso delle caratteristiche dell'acqua, della richiesta vapore e dei cicli di riempimento e diluizione, permettono infatti di minimizzare il consumo d'acqua.

Il benessere delle persone

Un'umidità relativa tra 40 e 60% corrisponde alla zona di benessere delle persone. Un'umidità superiore provoca una sensazione di malessere mentre un'umidità inferiore comporta secchezza, infiammazioni delle mucose e screpolature della pelle.

Salute e comfort

Il controllo dell'umidità è essenziale per ottenere il corretto livello di comfort che può garantire efficienza e qualità della vita lavorativa negli ospedali. Lo studio della struttura degli edifici e degli uffici si basa anche sul comfort delle persone: questo ricopre un'importanza ancora maggiore negli ospedali in cui ci sono pazienti, visitatori e operatori che sono a rischio di infezioni dovute a germi, batteri e virus. Un corretto valore di umidità riduce la proliferazione e propagazione nell'aria di agenti patogeni rendendo più sicuro l'ambiente.

Sick Building Syndrome, SBS

L'umidità relativa dei locali, inoltre, può essere la causa di irritazione degli occhi, delle vie aeree e della cute, nonché di tosse, nausea, sonnolenza e cefalea; tali sintomi derivano dai contaminanti degli edifici, tanto che si parla di "sindrome dell'edificio malato" (Sick Building Syndrome, SBS).

Studi eseguiti sull'influenza dell'umidità sulla crescita dei contaminanti negli edifici, dimostrano che si ha minore incidenza di patologie all'apparato respiratorio in ambienti con livello di umidità controllato. Nel grafico sotto riportato si vede l'andamento della proliferazione di alcune specie biologiche e alcune patologie in funzione dell'umidità relativa. Si ha, per esempio, un incremento (indiretto) di batteri e virus sia a valori bassi sia a valori alti di umidità relativa, o ancora un indebolimento delle vie aeree dovute all'essiccazione delle mucose a valori bassi di umidità relativa che provocano l'aumento delle probabilità di infezioni respiratorie, riniti allergiche e asma

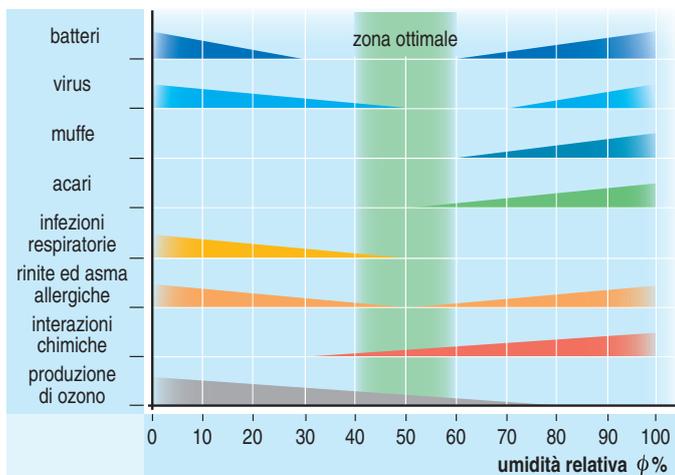


Grafico di Sterling tratto da "Criteria for human exposure to humidity in occupied buildings"

Il controllo dell'umidità come requisito normativo

Si può osservare che la zona ottimale di umidità relativa (area verde) è compresa tra 40 e 60%.

Il sistema HVAC (Heating, Ventilation and Air Conditioning, ovvero "riscaldamento, ventilazione e condizionamento dell'aria") dell'ospedale dovrebbe quindi mantenere l'umidità relativa dell'aria entro questi valori.

L'umidità negli ospedali riveste, quindi, una notevole importanza, la sua qualità e quantità (umidità relativa) devono essere costantemente controllate e sono assoggettate a regole e normative restrittive, dipendenti dal particolare paese di installazione.

Un accurato controllo dell'umidità non è dunque solo un attributo accessorio, ma un requisito normativo.

L'Agente Batterico e l'Igiene dei sistemi di umidificazione

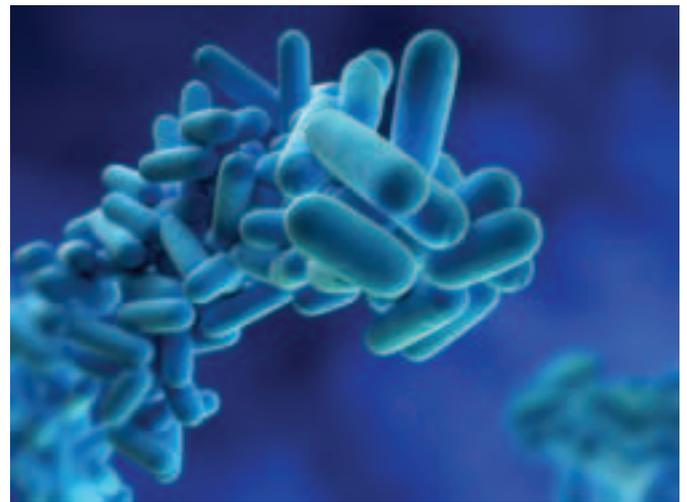
Igiene e sicurezza

La crescita dei batteri è legata alla temperatura e alla presenza di sostanze nutrienti che ne permettono la proliferazione.

Il batterio della Legionella (*Legionella pneumophila*) vive tra i 25 e 42 °C (77 e 108 °F), temperature che si incontrano negli impianti idrosanitari e di climatizzazione. La Legionella si può trovare in ambienti naturali come specchi d'acqua e fiumi, nei quali si alimenta di materia organica. Quindi, sedimenti organici, ruggini, depositi di materiali su superfici ruvide e distribuzione delle acque facilitano l'insediamento della Legionella. Proprio per questi motivi la legionellosi costituisce un serio problema di salute pubblica, soprattutto nelle situazioni in cui le persone sono riunite in uno stesso ambiente.

Le colonie di batteri della Legionella hanno dimensioni tali per cui possono essere trasportate anche a grande distanza per mezzo di un aerosol d'acqua. Ecco perché le apparecchiature che nebulizzano l'acqua (come docce, idromassaggi e nebulizzazioni di ogni genere), possono costituire mezzi per la diffusione dei batteri, qualora l'acqua da essi polverizzata ne contenga.

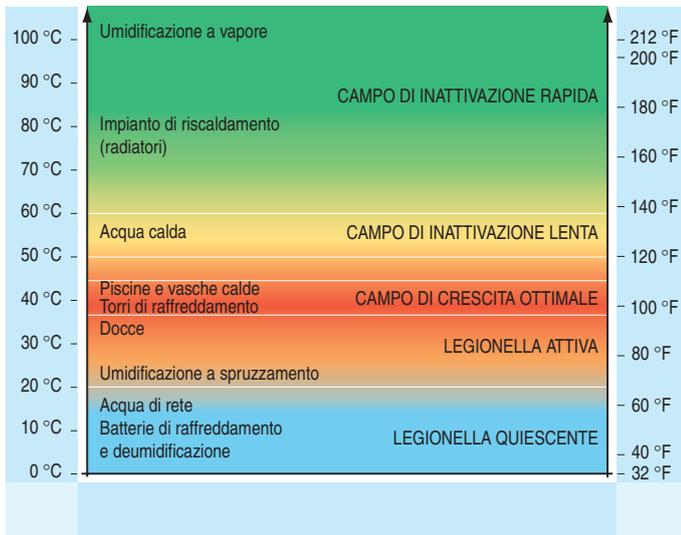
La fonte di contaminazione di Legionella più importante è comunque esterna all'impianto di condizionamento, in quanto i batteri vengono molto spesso trasportati dall'aria di rinnovo.



Batterio della legionella

Prevenire la legionella

L'accorgimento primario che si deve attuare quando si parla di legionella, o comunque di contaminazione batterica, è quello di utilizzare nell'impianto di umidificazione solamente acqua proveniente dall'impianto idrico potabile, quindi batteriologicamente pura. Va precisato, inoltre, che a partire dai 70 °C (158 °F) la legionella risulta essere nel suo campo di rapida inattività: poiché l'utilizzo di umidificatori a vapore annulla la proliferazione del batterio, tali umidificatori (detti anche isotermitici) sono universalmente riconosciuti come esenti da diffusione batterica.



Attività delle Legionelle: effetti della temperatura e campi tipici di funzionamento

Inoltre l'utilizzo di materiali di finitura superficiale tale da non consentire il rilascio di fibre e da limitare l'accumulo di sporco, come per esempio l'acciaio AISI304 (o superiori), garantisce la ridotta proliferazione delle colonie batteriche.

Ancora, l'utilizzo di lampade UV (luce ultravioletta) come ultimo sanificante dell'acqua di alimento degli umidificatori, indebolisce l'attività riproduttiva dei batteri.

In generale, altre importanti contromisure da adottare per minimizzare il rischio di diffusione batterica sono:

- l'eliminazione, per mezzo di separatori, delle gocce rilasciate in aria e non evaporate (possono essere necessari anche per gli umidificatori evaporativi e non solo per gli apparecchi a nebulizzazione);
- lo scarico dell'acqua dall'apparecchio allo stop. Al termine di ogni fase di umidificazione il sistema deve attivare un ciclo di svuotamento;
- il lavaggio periodico delle parti interne con acqua a perdere per mantenerle pulite. È facilmente comprensibile che residui d'acqua potrebbero rimanere in interstizi anche dopo lo scarico di cui al punto precedente e che, in condizioni favorevoli, tali residui potrebbero trasformarsi in acqua stagnante: i lavaggi periodici eliminano tali residui;
- l'esclusione di acqua ricircolata.

Prevenire le scariche elettrostatiche

La scarica elettrostatica si genera per contatto e successiva separazione dei materiali, ad esempio per sfregamento di due materiali isolanti si potrebbe avere un trasferimento di carica elettrica da un corpo ad un altro. Se il campo elettrico generato dalla loro separazione supera la rigidità dielettrica del mezzo che li separa (per esempio, l'aria), avrà luogo la scarica elettrostatica.

Il campo elettrico che si genera è legato alla tipologia di materiali e all'umidità relativa presente nell'ambiente. Il campo elettrico aumenta al diminuire dell'umidità relativa, con U.R. <20% la scarica

elettrostatica può raggiungere decine di kVolt. Le soglie di sensibilità dei componenti delle schede elettroniche (come per esempio CMOS, MOSFET, EPROM, JFE, ...) presenti negli strumenti e apparecchi elettromedicali vanno da qualche centinaio a qualche migliaio di Volt. Questo significa che le scariche elettrostatiche possono provocare anomalie di funzionamento delle apparecchiature e danni notevoli, quali per esempio:

- danni o distruzione di componenti ed equipaggiamenti elettromedicali;
- interruzione del funzionamento di apparecchiature elettromedicali;
- indicazioni errate degli strumenti di misura o strumenti utilizzati nei reparti operatori;
- cancellazione delle memorie degli strumenti;
- accumulo di elettricità statica nelle pellicole per radiografia.

Onde evitare questi rischi, con conseguenti costi o problematiche relative ai pazienti, sono adottate misure atte alla protezione dalle scariche elettrostatiche delle apparecchiature elettromedicali.

Il controllo dell'umidità dell'aria negli ambienti ospedalieri permette di ridurre il rischio di accumulo di elettricità statica. L'umidità relativa dell'ambiente deve essere mantenuta superiore al 35%, che è il valore minimo richiesto per evitare le scariche elettrostatiche.

Benessere delle persone

Per una struttura sanitaria di "Eccellenza" il comfort del paziente è al centro nell'attività ospedaliera sin dalla fase di progettazione dell'edificio. Si evidenzia sempre più, in particolar modo nelle nuove strutture, l'accentramento verso il paziente, attorno al quale ruota tutto l'ospedale.

Definizione di comfort in ambiente ospedaliero

Il comfort viene definito in modi diversi, tutti riconducibili alla sensazione di benessere fisico e mentale che un individuo prova in un certo ambiente. Potremmo provare a riassumere la definizione di comfort di un ambiente in tre punti:

- comfort termico:
 - temperatura;
 - umidità;
 - velocità dell'aria;
- qualità dell'aria interna all'edificio:
 - percentuale di aria di rinnovo (volumi/ora, l/s per persona);
 - CO₂, concentrazione VOC (Volatile Organic Compounds);
 - microorganismi;
- livello acustico

Il confort termico è la sensazione di benessere di una persona in relazione alla percezione di caldo o di freddo. Un ambiente con un buon livello di comfort termico è un ambiente in cui almeno il 90% delle persone presenti al suo interno sono in condizioni di comfort. In pratica l'indice PPD (Percentage of Persons Dissatisfied) per gli ambienti ospedalieri deve essere minore del 10% (ambiente in categoria II secondo EN 15251).

Un corretto livello di umidità relativa all'interno di una stanza contribuisce al comfort termico in quanto incide sulla sudorazione del corpo e sul suo bilancio energetico interno.

Il controllo dell'umidità dell'aria permette ai pazienti e agli operatori sanitari di respirare bene evitando la secchezza delle vie respiratorie, inoltre riduce la polvere in sospensione presente negli ambienti chiusi. Il range di umidità relativa suggerito per l'ambiente ospedaliero è tra 40 e 60% (fare riferimento alle locali normative vigenti). Gli impianti di ventilazione e condizionamento devono quindi assicurare condizioni termoigrometriche ideali per la permanenza dei pazienti nella struttura, per migliorare le attività dei medici e degli operatori oltre a garantire il buon funzionamento dei dispositivi e macchinari elettromedicali.

Al controllo del comfort termico si dovrà aggiungere anche il controllo della qualità dell'aria: normalmente questa è dovuta alle attività umane svolte nell'ambiente e quindi è necessario introdurre aria di rinnovo per ridurre il livello di CO₂ o il livello dei composti organici. La misurazione della qualità dell'aria non è di facile realizzazione quindi normalmente si controllano il numero di ricambi d'aria per ogni ora o il numero di litri di aria di rinnovo per persona.

Tutto questo deve essere realizzato riducendo al minimo il livello sonoro creato, per ottenere un ambiente acusticamente confortevole.





Energy saving e sostenibilità

A partire dal risparmio dell'acqua del processo di umidificazione fino alle soluzioni più performanti in termini di risparmio energetico, CAREL garantisce la miglior soluzione impiantistica grazie alla notevole esperienza maturata sul campo.

Risparmio negli umidificatori isotermitici

L'esperienza maturata da CAREL nel campo dell'umidificazione a vapore ha permesso lo sviluppo di accurate procedure software che minimizzano lo spreco d'acqua negli umidificatori. Il controllo preciso delle caratteristiche dell'acqua, della richiesta vapore e dei cicli di riempimento e diluizione, permettono infatti di minimizzare gli sprechi d'acqua negli umidificatori ad elettrodi immersi (humiSteam), a resistenze (heaterSteam) e a gas (gaSteam).

Qualora fosse disponibile una rete gas (gas naturale, propano, butano), un ulteriore risparmio di costi di esercizio può essere realizzato utilizzando l'umidificatore gaSteam. La differenza di costo fra gas ed energia elettrica rende gaSteam la scelta ideale per le applicazioni più pesanti, dove il vapore è richiesto per molte ore al giorno, consentendo un risparmio di migliaia di euro l'anno. La modulazione continua della portata di vapore lo rende inoltre adatto anche ad applicazioni di precisione.

La tecnologia a gas (gaSteam) e a resistenze elettriche (heaterSteam) abbinate all'utilizzo di acqua demineralizzata riduce notevolmente gli interventi di manutenzione e pulizia delle parti idrauliche soggette ad incrostazioni dovute ai sali presenti nelle acque di alimentazione. Ne consegue, quindi, un abbattimento dei costi di esercizio delle macchine e dei fermi macchina per manutenzione.

I distributori di vapore a breve distanza di assorbimento della serie ultimateSAM sono in grado di ridurre la formazione di condensa grazie al sistema a cuscino d'aria, struttura in acciaio AISI 304 che isola il tubo vapore dal contatto diretto con l'aria della CTA/condotta, ottenendo così una riduzione del 30% della formazione di condensa e quindi del consumo di energia per la generazione di vapore. Inoltre, utilizzando una valvola di regolazione si introdurrà nella centrale di trattamento aria (o nella condotta) solo il vapore richiesto permettendo un risparmio di vapore della linea principale in pressione.



Risparmio energetico nell'umidificazione delle sale degenze, servizi comuni, ambulatori, farmacia o dei settori amministrativi

In un'ottica di ottimizzazione e risparmio energetico CAREL propone la soluzione a basso consumo humiFog. Negli ambienti in cui non è richiesto dalle normative l'utilizzo di umidificatori a vapore, il risparmio energetico è realizzabile con la tecnologia adiabatica. La nebulizzazione di gocce finissime in aria, richiede infatti minor dispendio di energia rispetto alla tecnologia vapore, poiché per ogni l/h di acqua atomizzata sono richiesti solo 4 W di energia elettrica contro i circa 750 W necessari per produrre 1 kg/h di "vapore". All'effetto di umidificazione si associa quello del raffreddamento evaporativo che può essere sfruttato nei periodi estivi per ottenere un efficiente sistema di raffreddamento dell'aria. La riduzione del consumo elettrico dell'umidificatore porta alla riduzione della potenza elettrica installata e dei picchi di consumo elettrico dei sistemi di condizionamento. La modulazione continua della capacità permette di minimizzare il consumo di acqua nebulizzandone esclusivamente la quantità richiesta nell'istante considerato.

humiFog utilizza una pompa volumetrica per pressurizzare l'acqua che viene atomizzata da speciali ugelli in acciaio inox. Il sofisticato sistema di controllo combina l'azione di un inverter, che regola la portata della pompa, con quella di una serie di elettrovalvole che attivano solo gli ugelli necessari, consentendo al sistema di lavorare sempre alla pressione ottimale, fino a 70 bar, per l'atomizzazione dell'acqua in un ampio intervallo di portata.

Inoltre ambienti diversi possono essere collegati ad un'unica stazione di pompaggio così da utilizzare una centrale master che serve più sottostazioni slave indipendenti, ottenendo anche una razionalizzazione dei costi di investimento.

humiFog utilizza acqua demineralizzata senza aggiunta di additivi biocidi chimici (come per esempio ioni argento) ed è adatto a tutte le applicazioni a elevata sicurezza igienica garantita da: svuotamento delle linee per fermo macchina, lavaggi automatici periodici delle linee, certificato rilasciato da un laboratorio terzo conforme alle normative igieniche VDI6022, VDI3803 e DIN1946-4.

Risparmio energetico per chiller e radiatori alettati

La tecnologia degli atomizzatori può essere utilizzata anche per il risparmio energetico dei chiller e radiatori alettati (drycooler). Il chillBooster raffresca l'aria prima delle batterie di raffreddamento o dei condensatori per evaporazione dell'acqua nebulizzata (adiabaticamente): diminuendo la temperatura dell'aria, aumenta lo scambio termico e quindi la potenza del chiller o dry cooler. Parte delle goccioline si depositano sulle batterie da cui successivamente evaporano: tale evaporazione avviene assorbendo un'ingente quantità di calore dalla batteria stessa. Le condizioni di lavoro dei chiller e drycooler risultano essere più favorevoli, consentendo loro di fornire le potenze nominali (le prestazioni di dry cooler e chiller possono aumentare anche del 40%).



Raffreddamento evaporativo

Grazie al raffreddamento evaporativo si può ottenere un elevato risparmio energetico. Infatti, si può sfruttare l'evaporazione dell'acqua per raffreddare l'aria

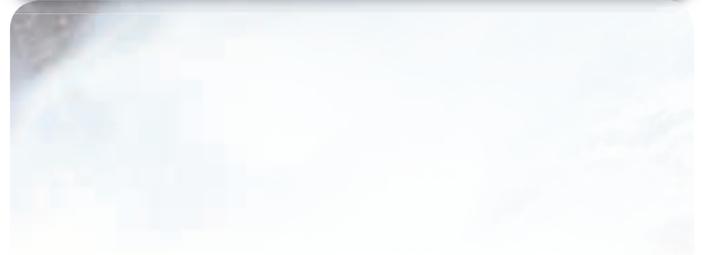
Per "raffreddamento evaporativo" si intende quel processo in cui l'acqua, evaporando nell'aria, la raffredda. Perché ciò avvenga in maniera spontanea, senza l'apporto di energia esterna, l'acqua deve essere nebulizzata nell'aria sotto forma di goccioline finissime, le quali, possedendo una tensione superficiale inferiore all'aria circostante, si "disciolgono" nell'aria stessa.

Per il processo di evaporazione dell'acqua è richiesta una certa quantità di energia. Questa energia viene sottratta dall'aria stessa, la quale, per assorbire l'acqua, deve cedere calore sensibile, abbassando la propria temperatura. Ogni kilogrammo di acqua che evapora assorbe 0,69 kWh di calore dall'aria. Ecco perché, attraverso il processo di raffreddamento evaporativo si ottiene il duplice effetto di umidificazione e raffreddamento, che in molti casi applicativi del trattamento dell'aria rappresentano due effetti desiderati da perseguire.

Il grande vantaggio connesso al processo di raffreddamento evaporativo è il suo costo energetico, che è praticamente prossimo allo zero. Se confrontiamo la spesa di energia del raffreddamento evaporativo con quella di altre tipiche trasformazioni dell'aria (ad esempio umidificazione dell'aria con immissione di vapore caldo oppure raffreddamento dell'aria attraverso chiller e batteria fredda), si nota che il risparmio energetico (Energy Saving) è notevole. L'unica energia richiesta è quella di pressurizzazione dell'acqua che viene inviata agli ugelli atomizzanti da una pompa. Il consumo si aggira tra i 4...10 W/l di acqua nebulizzata, che è meno del 2% dell'energia richiesta per far evaporare la stessa quantità d'acqua con energia elettrica.

Raffreddamento senza incremento di umidità

una stazione di pompaggio può essere utilizzata d'inverno per l'umidificazione dell'aria di immissione e d'estate per raffreddare l'aria in ingresso senza incrementare l'umidità. L'aria in espulsione può essere raffreddata di parecchi gradi senza limite di umidità, perché destinata ad uscire dall'UTA. Questa potenza di raffreddamento, attraverso uno scambiatore di calore, può essere utilizzata per raffreddare l'aria di rinnovo con un'efficienza che dipende dal recuperatore ma che supera facilmente l'80%! Questo porta alla riduzione delle dimensioni, capacità e consumo della batteria fredda e del chiller.

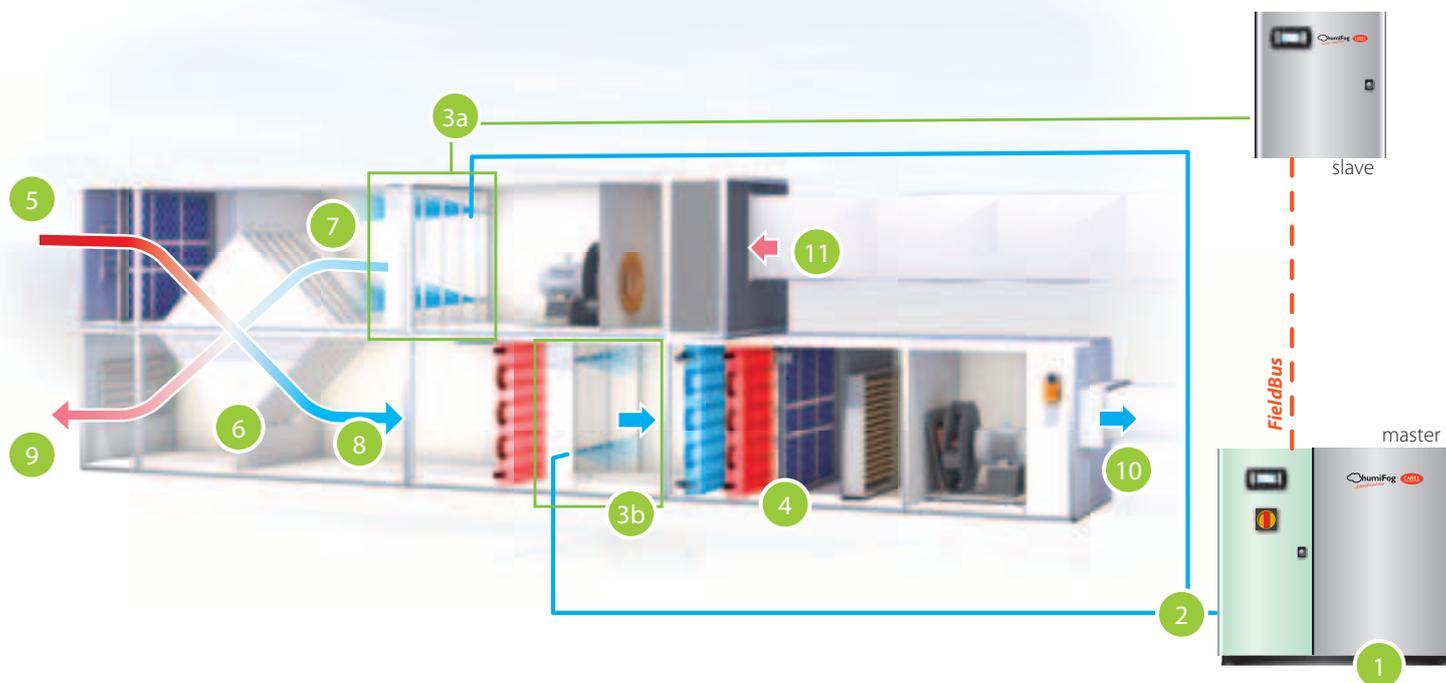


CAREL fornisce una gamma completa di prodotti che sfruttano i principi dell'evaporative cooling e tutti i vantaggi ad esso connessi. La composizione standard di queste macchine (quali humiFog e optiMist) è:

- cabinet contenente: la pompa per pressurizzare l'acqua, i collegamenti alla rete idraulica ed elettrica, i filtri purificatori dell'acqua di alimento, il controllo e la regolazione del funzionamento del sistema;
- ugelli atomizzanti, disponibili in diverse configurazioni di pressione richiesta e portata fornita; l'effetto è quello di nebulizzare l'acqua in particelle finissime (nell'ordine di pochi centesimi di millimetro), estendendo la superficie di scambio (un litro d'acqua di aerosol raggiunge i 170 m²);
- sistema di distribuzione, composto di collettori in acciaio di diversa forma e composizione a seconda che siano destinati all'umidificazione in condotta o in ambiente.

Conformità umidificatori

Tutti i prodotti CAREL rispettano le norme igieniche imposte dalla normativa europea VDI6022. In particolare, per quanto riguarda i prodotti che sfruttano l'evaporative cooling, l'igienicità è stata raggiunta grazie al sofisticato sistema elettronico che governa le elettrovalvole di scarico della linea di distribuzione, in modo da impedire che si fermi acqua stagnante nelle tubazioni, pericolo principale per la proliferazione di germi e batteri. Oltre ai cicli di svuotamento, i prodotti CAREL operano anche lavaggi automatici delle linee di distribuzione ad ogni intervallo di tempo predefinito in cui la macchina non è in funzione. A questo si aggiungono l'utilizzo di materiali quali l'acciaio inox e l'acqua demineralizzata e trattata da lampada UV per massimizzare l'igiene dell'umidificazione.



1 stazione di pompaggio

2 linea acqua pressurizzata

3 a: rack per raffreddamento estivo
 b: rack per umidificazione invernale

4 separatore di gocce

5 aria esterna

6 scambiatore di calore

7 aria di espulsione

8 aria esterna raffreddata

9 aria in uscita

10 aria in mandata

11 aria di ripresa

Success story

*Riduzione del consumo elettrico negli ospedali, da oggi è possibile!
Intervento di sostituzione degli umidificatori a vapore con sistemi adiabatici all'ospedale Bambino Gesù di Roma (Italia).*

Roma – Italia

L'ospedale pediatrico Bambino Gesù di Roma, nato nel 1869, da sempre abbraccia una filosofia di costante miglioramento per poter affrontare nuovi scenari e ampliare i propri orizzonti. L'ospedale opera all'interno del contesto europeo e per quanto riguarda l'Italia, il 30% dei pazienti proviene da fuori regione.

L'obiettivo del retrofit era quello di ridurre il consumo energetico per poter ampliare il numero di apparecchi elettromedicali in modo da migliorare il servizio al cliente.

Da un'analisi interna all'ospedale si è evidenziato che era possibile ridurre i costi di esercizio degli umidificatori a vapore.

CAREL ha suggerito la sostituzione degli humiSteam, tecnologia elettrodi immersi, con umidificatori humiFog di tipo adiabatico.

Lo scenario precedente al retrofit prevedeva umidificatori CAREL della serie humiSteam di diverse taglie (UE045, UE065, UE090 e UE130) per un consumo elettrico superiore a 600 kW.

Al fine di diminuire il consumo energetico CAREL ha proposto la sostituzione delle unità di umidificazione a vapore con sistemi adiabatici. Sono state installate 7 unità humiFog con relativi separatori di gocce in acciaio inox e 2 unità a gas (gaSteam) per le sale operatorie.



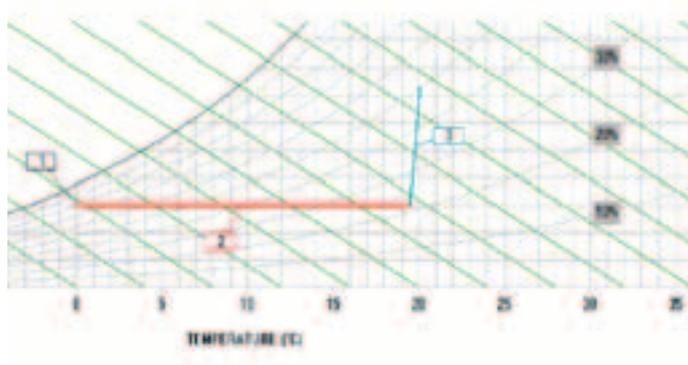
Sistemi adiabatici installati:

Reparto	Unità installata dopo il retrofit
Giovanni Paolo II lab. 1	UA100HD300 humiFog 100kg/h RACKSM3161 telaio atomizzatore semi-assemblato separatore di gocce in acciaio inox
Giovanni Paolo II lab. 2	UA100HD300 humiFog 100kg/h RACKSM3166 telaio atomizzatore semi-assemblato separatore di gocce in acciaio inox
Giovanni Paolo V day hospital	UA100HD300 humiFog 100kg/h RACKSM3146 telaio atomizzatore semi-assemblato separatore di gocce in acciaio inox
Giovanni Paolo II degenze	UA320HD310 humiFog 320kg/h RACKSM3145 telaio atomizzatore semi-assemblato separatore di gocce in acciaio inox
Spellman degenze	UA100HD300 humiFog 100kg/h RACKSM3165 telaio atomizzatore semi-assemblato separatore di gocce in acciaio inox
Gerini ambulatori	UA320HD310 humiFog 320kg/h RACKSM3147 telaio atomizzatore semi-assemblato separatore di gocce in acciaio inox
Ford	UA100HD300 humiFog 100kg/h RACKSM3144 telaio atomizzatore semi-assemblato separatore di gocce in acciaio inox
Sala operatoria di chirurgia	UG090HD001 umidificatore a gas gaSteam 90kg/h
Sala operatoria	UG045HD001 umidificatore a gas gaSteam 45kg/h

Stima risparmio energetico nel caso del reparto "Ford"

Set Point	Condizioni esterne invernali (Roma - IT)
umidità relativa: 50% U.R.;	umidità relativa: 80% U.R.;
temperatura: 20 °C	temperatura: 0 °C

Umidificatori ad elettrodi immersi

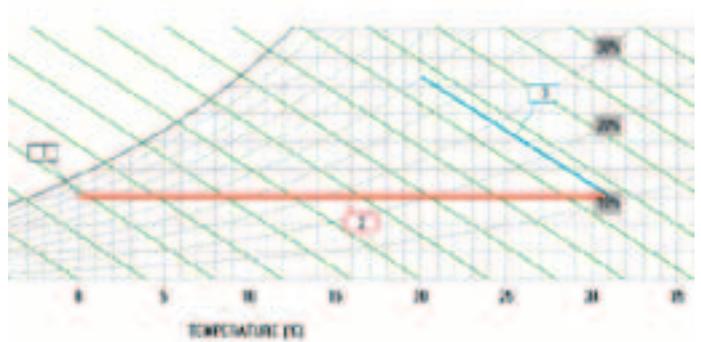


Energia richiesta per il preriscaldamento a gas (trasformazione 2)= 100 kW
Costo preriscaldamento= 8,5 €/h

Energia elettrica richiesta per l'umidificatore a vapore (trasformazione 3)= 54 kW
Costo energia elettrica= 8,1 €/h

Costo totale energia= 16,6 €/h

Umidificatori adiabatici



Energia richiesta per il preriscaldamento a gas (trasformazione 2)= 150 kW
Costo preriscaldamento= 12 €/h

Energia elettrica richiesta per l'umidificatore adiabatico (trasformazione 3)= 1 kW
Costo energia elettrica= 0,15 €/h

Costo totale energia= 12,15 €/h

Valori considerati nei calcoli:

Costo energia elettrica: 0,15 €/kWh

Costo per 1m³ di gas: 0,8 €/m³

potere calorifico del gas: 34 MJ/m³

Il risparmio che si ottiene è di 4,45€ per ogni ora di funzionamento (si è qui considerato il solo reparto "Ford"). Ipotizzando un funzionamento di 4 ore giornaliere a capacità nominale, in un anno il risparmio è superiore a 6000€ per il solo reparto "Ford".

È quindi evidente che l'utilizzo degli umidificatori adiabatici risulta essere conveniente rispetto a quelli isotermici di tipo elettrico.

Il risparmio economico dovuto ai costi di esercizio è determinato dalla grande differenza di energia elettrica richiesta per l'umidificazione (nell'esempio del reparto "Ford": 54 kW isotermici contro 1 kW adiabatici). L'umidificazione adiabatica richiede un preriscaldamento maggiore per raggiungere il medesimo set point finale, a causa del raffreddamento dell'aria che tale processo comporta. Tuttavia, essendo questo riscaldamento effettuato tramite gas, esso genera un lieve aumento dei costi per nulla comparabile con l'ingente risparmio ottenuto nella fase di umidificazione.

Per l'installazione delle unità humiFog, dei separatori di gocce e l'adeguamento della sezione di umidificazione di ciascuna UTA, CAREL ha fornito supporto tecnico tramite il suo centro assistenza autorizzato di Roma.

Località:	Roma (Italia)
Agenzia CAREL:	STUDIO D'ANGELO
Centro assistenza CAREL:	Acquapoint s.r.l.
riferimento CAREL:	Ing. Emanuele Pittarello

Legislazioni vigenti in ambito ospedaliero

Le normative definiscono quali sono i valori da rispettare nei vari reparti delle strutture sanitarie. Le principali indicazioni per una corretta umidificazione dell'aria riguardano i valori di temperatura e umidità e il numero di ricambi d'aria. Si riportano le indicazioni generali e alcune normative nazionali

Le attività che si svolgono nelle sale operatorie sono intrinsecamente a rischio per il paziente e per gli operatori. Proprio per questo motivo le normative internazionali sulla qualità dell'aria e la sicurezza nei blocchi operatori sono molto chiare e precise.

Seguendo tali normative, CAREL raccomanda, per l'umidificazione nei blocchi operatori, l'utilizzo esclusivo di vapore pulito, saturo o surriscaldato.

Per evitare il rischio di condensa nella centrale di trattamento d'aria e quindi anche la formazione o proliferazione di microrganismi, gli umidificatori CAREL hanno la possibilità di collegare, oltre alla sonda di regolazione, una sonda limite al loro controllo modulante. La sonda limite è proporzionale, ovvero limita l'effettiva produzione dell'umidificatore in funzione dell'umidità misurata, eventualmente azzerandola se questa supera il limite massimo (impostabile, ma raccomandato a 90% U.R da VDI 6022). L'uso di una sonda limite proporzionale al posto di un igrostatato limite evita le pendolazioni dell'umidità causate dal comportamento on/off degli igrostatati stessi ed evita, di conseguenza, il rischio di condensazione nelle condotte generate alla ripartenza dell'umidificatore. In termini equivalenti, la sonda limite proporzionale permette di controllare l'umidità in maniera ottimale evitando al tempo stesso il rischio di condensazione all'interno dei canali di ventilazione.

Inoltre, sono presenti controlli di sicurezza in caso di non funzionamento del sistema di ventilazione come la funzione "remote on/off" per bloccare l'erogazione di vapore (humiSteam, heaterSteam, gaSteam) o l'eventuale chiusura della valvola di regolazione del flusso di vapore nei distributori della serie ultimateSAM.

Le normative definiscono quali devono essere i valori dei parametri nei blocchi operatori, le principali indicazioni riguardano la classe di pulizia, la pressione, il set point di temperatura e umidità e il numero di ricambi d'aria per ora.

La qualità dell'aria viene suddivisa in classi di pulizia dalla ISO 14644; tale classificazione è basata su un numero massimo di particelle con dimensioni uguali o maggiori a valori stabiliti (0,1...5 µm). Per le sale operatorie normalmente si considerano le classi da ISO5 a ISO8 strettamente correlate al tipo di chirurgia che si svolge nella sala stessa.

La tendenza vede sempre più l'utilizzo dei soffitti filtranti unidirezionali (soffitti laminari). Questo deriva dalla richiesta di avere all'interno della sala il livello di qualità dell'aria ISO 5 per una massima protezione del paziente.

La sovrappressione delle sale operatorie deve essere in media di 15 Pa (i valori vanno da 2,5 Pa (0.4x10⁻³ PSI) a 30 Pa (4.3x10⁻³ PSI), fare riferimento alle locali normative vigenti) rispetto ai locali esterni adiacenti aventi classi di pulizia diversa.

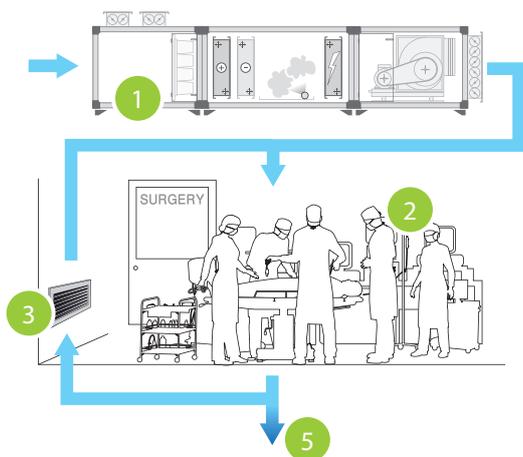


Set point medi per le sale operatorie (fare riferimento alle locali normative vigenti):

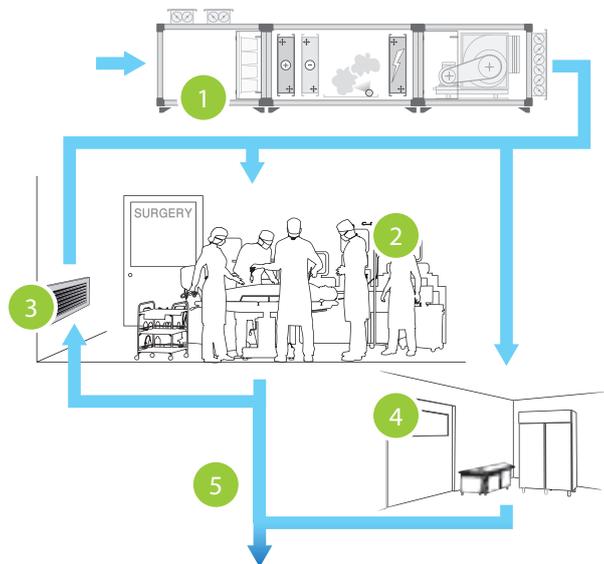
temperatura: 17...27 °C (62°...80 °F)

umidità relativa: 40...60%

Al fine di limitare la contaminazione ambientale e diluire in modo continuativo gli inquinanti, il numero di ricambi orari di aria esterna deve essere tra 5 e 20 v/h a seconda del paese (fare riferimento alle locali normative vigenti), in alcuni casi si fa riferimento ai metri cubi di aria di rinnovo per ciascuna persona che opera nella sala operatoria. Per ridurre il consumo energetico, sempre più spesso, è ammesso il ricircolo dell'aria a condizione che questa provenga dalla stessa sala operatoria, in modo da evitare un'eventuale contaminazione tra ambienti differenti, fermo restando l'obbligo di trattamento e filtrazione di tale aria al pari di quella immessa dall'esterno (fare riferimento alle locali normative vigenti).



esempio di ricircolo d'aria per sala operatoria



esempio di ricircolo d'aria per sala operatoria e locali di supporto

- 1 centrale trattamento aria
- 2 sala operatoria
- 3 ricircolo
- 4 locali di supporto
- 5 espulsione



Normative italiane: umidificazione dei reparti ospedalieri e dei blocchi operatori secondo le normative locali italiane (DPR 14/01/1997 e UNI 11425)

Le normative definiscono quali devono essere i valori dei parametri nei blocchi operatori (UNI 11425 del settembre 2011 – "Impianto di ventilazione e condizionamento a contaminazione controllata (VCCC) per il blocco operatorio. Progettazione, installazione, messa in marcia, qualifica, gestione e manutenzione"), le principali indicazioni riguardano la classe di pulizia, la pressione, il set point di temperatura e umidità e il numero di ricambi d'aria per ora.

La UNI 11425 indica, per l'umidificazione nei blocchi operatori, l'utilizzo esclusivo di vapore pulito, saturo o surriscaldato. Inoltre raccomanda di evitare la formazione di condensa nel sistema di ventilazione e di interbloccare l'erogazione del vapore con il buon funzionamento del sistema di ventilazione (interblocco per mancanza di flusso, interblocco per umidità massima in uscita, azione di regolazione con contoreazione in mandata, chiusura per mancanza di alimentazione di rete, ecc.).

La sovrappressione delle sale operatorie deve essere di 15Pa rispetto ai locali esterni adiacenti aventi classi di pulizia diversa (nel caso di pazienti infetti le sale operatorie sono in depressione rispetto ai locali limitrofi).

Set point per le sale operatorie:

temperatura: 20...24°C

umidità relativa: 40...60%

caratteristiche	sale operatorie		
	a qualità dell'aria elevatissima	a qualità dell'aria elevata	a qualità dell'aria standard
temperatura (°C):	inverno: ≥20 estate: ≤24		
umidità relativa (%)	inverno: ≥40 estate: ≤60		
sovrappressione rispetto all'esterno (Pa)	15		
aria esterna (vol/h)	15		
aria di ricircolo	sì	sì	-
classi di pulizia secondo UNI EN ISO14644-1	ISO5	ISO7	ISO8
livello di filtrazione finale	H14		
livello pressione sonora (dBA)	45		

Parametri ambientali nei blocchi operatori (estratto da UNI 11425)

Al fine di limitare la contaminazione ambientale e diluire in modo continuativo gli inquinanti, il numero di ricambi orari di aria esterna deve essere di 15 v/h.

Per ridurre il consumo energetico è ammesso il ricircolo dell'aria a condizione che questa provenga dalla stessa sala operatoria, in modo da evitare un'eventuale contaminazione tra ambienti differenti, fermo restando l'obbligo di trattamento e filtrazione di tale aria al pari di quella immessa dall'esterno.

Di seguito si elencano le indicazioni riguardanti l'impianto di condizionamento ambientale previste dal DPR 14/01/1997 "Approvazione dell'atto di indirizzo e coordinamento alle regioni e alle province autonome di Trento e di Bolzano, in materia di requisiti strutturali, tecnologici ed organizzativi minimi per l'esercizio delle attività sanitarie da parte delle strutture pubbliche e private".

Reparto operatorio

Requisiti minimi impiantistici

La sala operatoria deve essere dotata di condizionamento ambientale che assicuri le seguenti caratteristiche igrotermiche:

- temperatura interna invernale ed estiva: 20...24 °C
- umidità relativa estiva e invernale: 40...60%
- ricambi aria/ora (aria esterna senza ricircolo): 15 v/h
- filtraggio aria: 99.97%

Punto nascita - Blocco parto

I locali travaglio e parto devono essere dotati di condizionamento ambientale che assicuri le seguenti caratteristiche igrotermiche:

- temperatura interna invernale ed estiva: 20...24 °C
- umidità relativa estiva e invernale: 30...60%
- ricambi aria/ora (aria esterna senza ricircolo): 6 v/h

Rianimazione e terapia intensiva

La terapia intensiva deve essere dotata di condizionamento ambientale che assicuri le seguenti caratteristiche igrotermiche:

- temperatura interna invernale ed estiva: 20...24 °C
- umidità relativa estiva e invernale: 40...60%
- ricambi aria/ora (aria esterna senza ricircolo): 6 v/h

Gestione farmaci e materiale sanitario

Caratteristiche igrotermiche:

- temperatura interna invernale ed estiva: 20...26 °C;
- umidità relativa: ± 5 ...50%;
- n. ricambi aria esterna/ora: 2 v/h;
- classe di purezza filtrazione con filtri a media efficienza.

Servizio di sterilizzazione

Il servizio di sterilizzazione deve essere dotato di condizionamento ambientale che assicuri le seguenti caratteristiche igrometriche:

- temperatura interna invernale ed estiva: 20...27 °C;
- umidità relativa estiva e invernale: 40...60%;
- n. ricambi aria/ora esterna: 15 v/h.

Servizio di disinfezione

Il servizio di disinfezione deve essere dotato di condizionamento ambientale che assicuri le seguenti caratteristiche igrometriche:

- temperatura interna invernale ed estiva: 20...27 °C;
- umidità relativa estiva e invernale: 40...60%;
- n. ricambi aria/ora esterna: 15 v/h.

Servizio mortuario

Requisiti minimi impiantistici

Il servizio mortuario deve essere dotato di condizionamento ambientale che assicuri le seguenti caratteristiche igrometriche:

- temperatura interna invernale ed estiva: non superiore a 18 °C per i

- locali con presenza di salme;
- umidità relativa: ± 5 ...60%;
- n. ricambi aria/ora esterna: 15 v/h.

Normative inglesi: Health Technical Memorandum HTM 03-01: Specialised ventilation for healthcare premises

Health Technical Memorandum (HTM) è stato pubblicato nel Novembre 2007, fornisce una guida completa sulla progettazione, manutenzione e funzionamento del sistema di ventilazione per tutti i tipi di ambienti ospedalieri.

Reparto operatorio

- Temperatura raccomandata: 18...25 °C
- tipo di filtro: F7
- pressione all'interno della stanza: 25 Pa
- numero di ricambi d'aria raccomandati: 25
- livello umidità relativa: 35...60%

Sala parto:

- Temperatura raccomandata: 18...25 °C
- tipo di filtro: G4
- numero di ricambi d'aria raccomandati: 25
- livello umidità relativa: 35...60%

Reparto cura intensiva

- Standard per unità cure intensive 2007
- Temperatura raccomandata: 16...27 °C
- tipo di filtro: efficienza 99% sotto i 5 microns
- numero di ricambi d'aria raccomandati: 55
- livello umidità relativa: 25...95%

Sala operatoria UCV (Ultra clean Ventilation)

- Temperatura raccomandata: 18...25 °C
- tipo di filtro: H10
- pressione all'interno della stanza: 25 Pa
- numero di ricambi d'aria raccomandati: 25
- livello umidità relativa: 35...60%

Farmacia asettica

- Temperatura raccomandata: 18...22 °C
- tipo di filtro: H14
- numero di ricambi d'aria raccomandati: 20
- livello umidità relativa: 35...60%

Normative cinesi: l'umidificazione dell'aria nei blocchi operatori (norma nazionale della Repubblica popolare Cinese GB50333-2002)

La normativa nazionale della Repubblica popolare Cinese definisce i principali valore che devono essere presi di riferimento per la progettazione e realizzazione dei blocchi operatori ospedalieri. Le indicazioni riguardano il set point di temperatura e umidità relativa, il numero di ricambi d'aria per ora, vengono inoltre indicati i limiti per il tempo di decontaminazione delle sale operatorie e il massimo livello sonoro ammesso.

Set point per le sale operatorie:

- temperatura: 22...25°C
- umidità relativa: 35...60°C (dipendente dal tipo di sala operatoria)

di seguito si riportano i valori dei parametri per i blocchi operatori:

	Reparto							
	Sala operatoria speciale	Sala operatoria Standard	Sala operatoria Normale	Infermeria	Sale ancillari (stanza disinfettata)	Stanza pre-anestetica	Corridoio pulito	Stanza cambio
Temperatura (°C)	22...25			21...27		22...25		21...27
Umidità relativa (%)	40...60		35...60	≤60		30...60		≤65
Frequenza di ventilazione (vol/h)	-	30...36	18...22	10-13				8...10
Rinnovi orari di aria esterna (m3/h x persona)	60			30		60		-
Tempo di decontaminazione (min)	≤15	≤25	≤30	-				
Livello sonoro ammesso dB(A)	≤52		≤50	≤60		≤55		≤52

Parametri ambientali nei blocchi operatori (estratto da norma cinese GB 50 333-2002)

Normative internazionali di riferimento e referenze

Le principali normative internazionali vigenti in tema di qualità dall'aria nelle strutture ospedaliere vengono qui sotto riportate. Da tali normative e documenti si sono dedotte le principali indicazioni del presente documento. Si invita comunque alla consultazione delle normative del paese di appartenenza/installazione.

DIN 1946-4	Ventilation and air conditioning – Part 4: Ventilation hospitals (VDI Ventilation roules)
NFS 90351	Salles propres et environnements maîtrisés apparentés – Exigences relatives pour la maîtrise de la contamination aéroportée
SWKI 993-F	Installation de chauffage, ventilation et climatisation des hôpitaux.
ÖNORM H 6020-1	Ventilation and air conditioning plants in hospital. Design, construction and inspectioning.
GOST R 52539	Air cleanliness in hospitals. General requirements
VDI 6022	Hygiene requirements for ventilation and air-conditioning systems and -units
EN 13779	Ventilation for non-residential buildings – Performance requirements for ventilation and room conditioning systems
ASHRAE	HVAC Manual for design Hospital and Clinics
ASHRAE	Advanced Energy Design Guide for Large Hospitals (Achieving 50% Energy Savings Toward a Net Zero Energy Building)
ASHRAE	Advanced Energy Design Guide for Small Hospitals and Healthcare Facilities (Achieving 30% Energy Savings Toward a Net Zero Energy Building)
UNI 11425	Impianto di ventilazione e condizionamento a contaminazione controllata (VCCC) per il blocco operatorio. Progettazione, installazione, messa in marcia, qualifica, gestione e manutenzione.
HTM03-01	Health Technical Memorandum: ventilazione specializzata per ambienti sanitari
GB50333-2002	specifiche tecniche su reparto operatorio basate sullo standard del Ministero Delle Costruzioni della Repubblica Popolare Cinese (2002) NO.85



Tabella di comparazione tra le più note normative per il trattamento dell'aria nell'ambito ospedaliero (blocco operatorio)

		UNI 11425:2011	ASHRAE, Std 170, 9/05	DIN 1946-4
Condizioni termoisometriche	Temperatura aria di mandata, umidità relativa	Inverno ≥ 20 °C, $\geq 40\%$ U.R.; Estate ≤ 24 °C, $\leq 60\%$ U.R.	17...27 °C regolabile, 45...55% U.R.	19...26 °C regolabile, U.R. secondo DIN 13779
	Δt max tra T mandata e T ambiente	$-0,5 < \Delta T < -2$ °C	Non specificato	Non specificato
Classe di contaminazione	Classe ISO prescritta	3 classi di pulizia: ISO5, ISO7, ISO8	Non specificato	Classificazione secondo RKI: classi Ia, Ib, II
	Misura della contaminazione	Monitoraggio semestrale della classe di contaminazione (ISO 14644-3)	Non specificato	Conta batteriologica e particellare
Ricambi e ricircoli d'aria	Ricircolo consentito?	Si, con aria della stessa sala operatoria	Si	Si ma con stesso gruppo di locali
	Rinnovi orari di aria esterna	15 vol/h	"Min 5 vol/h con ricirc, min 15 vol/h senza ricircolo"	1200 m ³ /h aria esterna
Filtri	Prescrizione filtri	3 livelli di filtrazione: standard(H12), alta(H13), molto alta(H13/H14)	Trapianti e ortopedia (7,8,17); sale operatorie (8 e 14) (classi STD ASHRAE 52.2-1999)	1° stadio F5 (raccomandato F7), 2° F9, 3° H13 entro 0,5 m dai locali
	Posizione filtri	Filtri assoluti posti all'interno dei locali della sala operatoria	A monte UTA e secondo stadio a valle UTA, sale operatorie filtri assoluti	1° stadio a monte UTA, 2° sulla mandata, 3° sulla mandata
Specifiche sul tempo di decontaminazione		ISO 14644-3	Non specificato	Non specificato
Tipi di flusso d'aria	Flusso consigliato	Turbolento o unidirezionale misto	Flusso discendente unidirezionale, griglie di ripresa in basso	Unidirezionale per sale tipo A, unidirezionale o misto per sale tipo B
	Richiesta di macchine specificamente dedicate	Non specificato	Non specificato	Non specificato
Velocità dell'aria	Grado turbolenza max ammesso in sala operatoria	Non specificato	Non specificato	Non specificato
	Limite velocità aria in sala operatoria	Non specificato	Non specificato	Non specificato
	Velocità aria uscita bocchette/diffusori	Tale da non disturbare il flusso unidirezionale	Consigliati 0,15 m/s sottofiltro	Minimo 0,23 m/s sottofiltro
Suddivisione delle zone	Suddivisione del blocco operatorio	Suddivisione fisica locali secondo loro funzione	Non specificato	Riferimento alla tabella 2 della norma
	Individuazione di zone a diversa contaminazione	Zone a diversa contaminazione secondo asepsi	Non specificato	Zone classe I, elevati requisiti controllo carica batterica (sale operatorie)
	Metodi di controllo della contaminazione	Press. diff. ≥ 10 Pa locali blocco operatorio e 15...20 Pa in sala operatoria	Sovrapressione di 2,5 Pa a porte chiuse	flusso d'aria tra locali con tabella incrociata per stabilire direzione flussi
Disposizione delle bocchette	Mandata	Non specificato	sul soffitto, unidirezionali	Non specificato
	Ripresa	Non specificato	almeno 2 bocchette vicino al suolo (75 mm dal pavimento)	In alto (ricircolo) e in basso (espulsione)
Gas anestetici	Limiti concentrazioni sala operatoria	N ₂ O: <100 ppm sale costr prima '89, <50 ppm ristruttur prima '89, <25 ppm costr dopo '89, <2 ppm sale nuove	Non specificato	N ₂ O= 25 ppm; alogenati= 2 ppm ceiling (valori NIOSH), per sale costruite
Portata minima in standby		15 vol/h	Non specificato	a riposo min 2 m/s in canali prima di filtri HEPA
Livello sonoro massimo ammesso		<45 dB in sala operatoria (se ISO5 <48 dB)	Non specificato	48 dB(A)

Dati fonte AICARR

NF S 90 351	SWKI 99-3F	ONORM H 6020-1	GOST R 52539/2006
19...26 °C, 45...65% U.R.	18...24 °C regolabile, 30...50% U.R.	22...26 °C ±1 °C regolabile, 40...60% U.R.	18...24 °C ±1 °C, valore min 30% U.R. con 22 °C
Non specificato	ΔT max di 1 °C, scarto max T aria mandata ±1 °C	Non specificato	Non specificato
ISO5 B10 (zona4), ISO7 B10 (zona3), ISO8 B100 (zona2)	Classificazione non necessaria	4 classi purezza: A e B= ISO5, C= ISO7, D= ISO8	Rischio diviso in 5 livelli, camere rischio più alto ISO5
classi ISO, classi decontaminazione cinetica, classi batteriologiche (CFU/m ³)	Conta particellare con sorgente campione (classificazione CFU/m ³ non è un parametro utile)	Limiti CFU/m ³ per aria ambiente e locali di varie classi: I, II, III, IV, classe I	Conta particellare con misura a 30 cm dal tavolo operatorio
Si ma con stesso gruppo di locali	Si	Si con aria filtrata con filtri assoluti	si, con aria della stessa camera
≥6 vol/h	Aria esterna 100 m ³ /(h*pers);	Portata aria esterna 20 m ³ /h per m ² di superficie	100 m ³ /h a pers; >12 vol/h sale operatorie
1° stadio F6 (aria est.), 2° stadio F7, 3° stadio H13, min F5 per griglie	1° stadio F5(aria est.), 2° stadio F9, 3° stadio H13	"Per le classi I e 3 II; F7, F8, H13; in estrazione F6"	3 livelli di filtri: F7, F9, H14 (questo direttamente in ambiente)
1° stadio monte UTA, 2° monte sez. umidif, 3° ingresso zona controllata	1° stadio a monte UTA, 2° sulla mandata, 3° sulla mandata	1° stadio a monte UTA, 2° sulla mandata, 3° sulla mandata	1° stadio a monte UTA, 2° sulla mandata, 3° sulla mandata
Tempo di abbattimento della concentrazione del 90% per le varie zone	Non specificato	Non specificato	Non specificato
Unidirezionale in sale zona4, misto zona3, turbolento per le altre	Unidirezionale al di sopra della zona occupata	Classe I: flusso d'aria di mandata a bassa turbolenza	Flusso unidirezionale per appl più critiche, non unidirezionale per le altre
Non specificato	Non specificato	si, nei locali di classe I e II	Non specificato
Non specificato	Max 10% a 1,5 m di altezza	Non specificato	Non specificato
Non specificato	Non specificato	0,45 m/s per classi I e II	Non specificato
Velocità aria in prossimità della batti fredda <3m/s	Velocità mandata 0,24 m/s, media 0,2 m/s	Non specificato	Compresa tra 0,24 e 0,30 m/s
Non specificato	Non specificato	Non specificato	Non specificato
4 zone anche non separate fisicamente in sala operatoria e locali ancillari	Zone a diversa contaminazione anche non separate fisicamente	Separazione fisica dei vari ambienti	Separazione fisica dei vari ambienti
Velocità aria >0,2 m/s oppure pressione >15...20 Pa	Protezione dinamica della zona con flusso verticale discendente	DP>30 Pa con impianto di estrazione off, serrande a tenuta sui canali	DP>10 Pa tra locali contigui, controllo continuo sovrappressione
Non specificato	soffitto filtrante, area >9 m ²	Non specificato	Diffus. soffitto unidir >9 m ²
Non specificato	Ripartizione uniforme bocchette soffitto/parete	in alto e basso, aria estratta 75% basso, 25% alto	>50% dalle riprese in alto (soffitto e pareti)
Non specificato	Non specificato	Non specificato	Non specificato
Minimo 6 vol/h di aria esterna	Non specificato	Obbligo fermo imp se non utilizz,riavvio 30 min prima	Non specificato
Non specificato	48 dB(A) a 1,75m dal suolo	45 dB(A) in sala operatoria, 35 dB(A) in magazzini sterili e altri ambienti	Non specificato

Referenze CAREL

Lista di alcune principali referenze CAREL nel settore ospedaliero

Stato	Città	Nome progetto	Tipo umidificatore
England	Birmingham	Ospedale "Queen Elizabeth"	humiSteam
Scotland	Inverness	Unità oncologica ospedale "Raigmore"	humiSteam
England	Newcastle	Infermeria "Royal Victoria"	ultimateSteam
England	Pembury	Ospedale "Pembury"	humisteam
England	Portsmouth	Ospedale "Portsmouth"	ultimateSteam
Saudi Arabia	Taif	Ospedale "AL HADA"	mc-multizone
Norway	Oslo	Ospedale "Radiumhospitalet"	heaterSteam
Estonia	Tallin	"North Estonia Medical Centre"	heaterSteam
Iraq	Sulymania	Ospedale "SULYMANIA"	heaterSteam
Kuwait	-	Ospedale "AL SALAAM"	ultimateSteam
Poland	Warszawa	Ospedale "Medicover"	heaterSteam
Rep. Ceca	České Budejovice	Ospedale "České Budejovice"	humiSteam
Svezia	Göteborg	"Sahlgrenska sjukhuset"	heaterSteam
China	Beijing	Ospedale "China Army 301"	heaterSteam and ultimateSteam
Germany	Hildeseim	Ospedale di Hildeseim "Krakenhouse"	humiFog
kazakistan	Astana	"Multi-hospital"	heaterSteam
China	Beijing	Ospedale universitario di Beijing "University Hospital Ophthalmology Center"	humiSteam
China	Shanghai	Ospedale di Shanghai "Xinhua"	humiSteam
China	Beijing	Ospedale di Beijing "Xiehe"	heaterSteam
China	HangZhou	Ospedale universitario di Zhejiang "ShaoYiFu"	humiSteam
Italia	Schio/Tiene	Ospedale di Schio	humiFog
Italia	Barletta	Ospedale di Barletta	humiFog
Italia	Torino	Ospedale di Torino	humiFog
Italia	Firenze	Ospedale "Careggi"	humiFog
Italia	Roma	Ospedale pediatrico "Bambino Gesù"	humiFog
USA	Langhorne PA	Ospedale "St Mary"	ultimateSteam
USA	Hershey PA.	"Hershey Medical Center"	ultimateSteam
USA	New York	Ospedale "Cornell"	compactSteam
USA	Lebanon PA	Ospedale "Good Samaritan"	humiSteam and ultimateSteam
USA	Lebanon PA	Ospedale "VA"	humiSteam and ultimateSteam
Francia	Paris	Ospedale pediatrico "Necker-Enfants malades"	ultimateSAM
Francia	Laval	"Chu Laval"	HeaterSteam
Francia	Limoges	Clinica "Chenieux"	HeaterSteam
Francia	Périgueux	"Ch Périgueux"	HeaterSteam
Francia	Besançon	"Chu Besançon"	HumiSteam

Il presente documento si basa sulle normative descritte. Per tutte le indicazioni qui trattate, si raccomanda di visionare e attenersi alle normative vigenti nel paese di installazione dell'impianto.

Headquarters ITALY

CAREL INDUSTRIES HQs
Via dell'Industria, 11
35020 Brugine - Padova (Italy)
Tel. (+39) 0499 716611
Fax (+39) 0499 716600
carel@carel.com

Sales organization

CAREL Asia
www.carel.com

CAREL Australia
www.carel.com.au

CAREL China
www.carel-china.com

CAREL Deutschland
www.carel.de

CAREL France
www.carelfrence.fr

CAREL Iberica
www.carel.es

CAREL India
www.carel.in

CAREL HVAC/R Korea
www.carel.com

CAREL Russia
www.carelrussia.com

CAREL South Africa
www.carelcontrols.co.za

CAREL Sud America
www.carel.com.br

CAREL U.K.
www.careluk.co.uk

CAREL U.S.A.
www.carelusa.com

Affiliates

CAREL Czech & Slovakia
www.carel-cz.cz

CAREL Korea (for retail market)
www.carel.co.kr

CAREL Ireland
www.carel.com

CAREL Thailand
www.carel.co.th

CAREL Turkey
www.carel.com.tr