

**prEN 13779**  
**Stesura finale**

---

**Ventilazione per edifici non residenziali –  
Prestazioni richieste per la ventilazione e i sistemi  
di condizionamento**

# Indice

Pagina

<b>Prefazione</b> .....	
<b>Introduzione</b> .....	
1. <b>Scopo</b> .....	
2. <b>Normative di riferimento</b> .....	
3. <b>Termini e definizioni</b> .....	
3.1 Generale.....	
3.2 Tipi di aria.....	
3.3 Zona occupata.....	
3.4 Efficacia della ventilazione.....	
3.5 Potenza specifica del ventilatore.....	
4. <b>Simboli e unità di misura</b> .....	
5. <b>Classificazione</b> .....	
5.1 Descrizione dei tipi di aria.....	
5.2 Classificazione dell'aria.....	
5.2.1 Generale.....	
5.2.2 Aria estratta e aria esausta.....	
5.2.3 Aria esterna.....	
5.2.4 Aria di approvvigionamento.....	
5.2.5 Aria interna.....	
5.3 Compiti del sistema e tipi di sistemi base.....	
5.4 Potenza specifica del ventilatore.....	
6. <b>Ambiente interno</b> .....	
6.1 Generale.....	
6.2 Zona occupata.....	
6.3 Ambiente termico.....	
6.3.1 Generale.....	
6.3.2 Ipotesi di progetto.....	
6.3.3 Temperatura dell'aria e temperatura valida.....	
6.3.4 Velocità dell'aria ?????????????? .....	
6.4 Qualità dell'aria interna.....	
6.4.1 Ipotesi di progetto.....	
6.4.2 Valore della portata d'aria d'approvvigionamento.....	
6.4.3 Valore della portata d'aria estratta.....	
6.5 Umidità dell'aria interna.....	
6.6 Condizione acustica dell'ambiente.....	
6.7 Carichi interni.....	
6.7.1 Generale.....	
6.7.2 Persone.....	
6.7.3 Impianti di illuminazione.....	
6.7.4 Attrezzatura.....	
7. <b>Accordo sui criteri di progetto</b> .....	
7.1 Generale.....	
7.2 Principi.....	
7.3 Caratteristiche generali degli edifici.....	
7.3.1 Posizione, condizioni esterne, vicinato.....	
7.3.2 Dati climatici esterni.....	
7.3.3 Informazione sull'attività dell'edificio.....	

7.4	Dati di costruzione.....	
7.5	Descrizione geometrica.....	
7.6	Uso dei locali.....	
7.6.1	Generale.....	
7.6.2	Occupazione umana.....	
7.6.3	Altri fonti di calore interno.....	
7.6.4	Altre fonti interne di inquinamento e sorgenti di umidità.....	
7.6.5	Portata d'aria estratta data.....	
7.7	Requisiti nei locali.....	
7.7.1	Generale.....	
7.7.2	Tipo di controllo.....	
7.7.3	Condizioni termiche e di umidità.....	
7.7.4	Qualità dell'aria per la gente.....	
7.7.5	Velocità dell'aria.....	
7.7.6	Livello di rumore.....	
7.7.7	Illuminazione.....	
7.8	Richieste generali per il controllo e per il monitoraggio.....	
7.9	Richieste generali per la manutenzione e la sicurezza nel funzionamento.....	
<b>8.</b>	<b>Processo dal progetto iniziale al funzionamento.....</b>	
	<b>Allegato A (informativa) Linea guida per pratica.....</b>	
<b>A.2.1</b>	<b>Generale.....</b>	
<b>A.2.2</b>	<b>Richieste per il foro d'aspirazione.....</b>	
<b>A.2.3</b>	<b>Richieste per il foro per l'aria esausta.....</b>	
<b>A.8.1</b>	<b>Generale.....</b>	
<b>A.8.2</b>	<b>Selezione della classe di tenuta dell'aria.....</b>	
<b>A.8.3</b>	<b>Test di tenuta dell'aria.....</b>	
<b>A.10.1</b>	<b>Generale.....</b>	
<b>A.10.2</b>	<b>Edifici.....</b>	
<b>A.10.3</b>	<b>Locali interni.....</b>	
<b>A.10.4</b>	<b>Sistema.....</b>	
<b>A.10.5</b>	<b>Costruzioni di pressione nelle unità e nei sistemi.....</b>	
<b>A.10.6</b>	<b>Lavoro di canalizzazione.....</b>	
<b>A.12.1</b>	<b>Potenza specifica dei ventilatori.....</b>	
<b>A.12.2</b>	<b>Caduta di pressione.....</b>	
<b>A.13.1</b>	<b>Generale.....</b>	
<b>A.13.2</b>	<b>Requisiti di spazio per gli impianti per i sistemi di trattamento aria.....</b>	
<b>A.13.3</b>	<b>Riquisiti di spazio per gli impianti di refrigerazione e distribuzione dell'acqua.....</b>	
<b>A.13.4</b>	<b>Sezione trasversale dei condotti.....</b>	
<b>A.13.5</b>	<b>Richiesta di spazio nei soffitti sospesi.....</b>	
<b>A.13.6</b>	<b>Davanzali delle finestre.....</b>	
	<b>Allegato B (informativa) Aspetti economici.....</b>	
<b>B.3.1</b>	<b>Generale.....</b>	
<b>B.3.2</b>	<b>Definizioni.....</b>	
<b>B.3.3</b>	<b>Calcolo del Net Present Cost.....</b>	
	<b>Allegato C (informativa) Elenco per la progettazione e l'uso dei sistemi a basso consumo di energia.....</b>	
	<b>Bibliografia.....</b>	

## **PREFAZIONE**

Questo documento (prEN 13779:2003) è stato preparato dal Comitato Tecnico CEN/TC 159 "Ventilazione per edifici", il segretario del quale è tenuto da BSI.

Questo documento è correntemente sottoposto al Voto Formale.

Gli allegati A, B e C sono informative.

Questo documento contiene una bibliografia

## **Introduzione**

Questo standard europeo fornisce una guida sulla ventilazione, condizionamento dell'aria e sui sistemi di condizionamento dei locali in modo da ottenere un ambiente interno confortevole e sano in tutte le stagioni con costi di installazione e funzionamento accettabili. Questo standard si concentra sugli aspetti dei sistemi per le tipiche applicazioni e copre i seguenti:

- parametri attinenti all'ambiente interno
- Definizioni dei dati di progetto assunti e delle prestazioni
- Comunicazione tra le varie parti coinvolte nel sistema completo

# 1. Scopo

Questo standard europeo si applica alla progettazione della ventilazione e dei sistemi di condizionamento dei locali per edifici non residenziali soggetti a occupazione umana. Si concentra sulle definizioni dei vari parametri che sono rilevanti per questi sistemi. Edifici ventilati in modo naturale sono fuori dagli argomenti trattati da questo standard.

La classificazione usa differenti categorie. Per alcuni valori, sono dati esempi e, se necessari, sono presenti intervalli tipici con valori di default. I valori di default dati dovrebbero essere usati in questo standard dove non sono specificati altri valori. La classificazione dovrebbe essere sempre appropriata al tipo di edificio e il suo uso atteso, e dovrebbero essere spiegate le basi della classificazione se non sono usati gli esempi dati nello standard. Le regolamentazioni nazionali devono essere sempre seguite, se non quando esse sono fuori dagli intervalli dati in questo standard.

## 2. Normative di riferimento

Questo standard europeo incorpora, attraverso riferimenti datati o meno, provvedimenti da altre pubblicazioni.

Queste normative di riferimento sono citate nel testo nei posti appropriati e le pubblicazioni sono elencate qui sotto. Per i riferimenti datati, emendamenti seguenti o revisioni di alcune di queste pubblicazioni sono applicati a questo standard europeo solo quando sono incorporati in esso tramite emendamenti o revisioni. Per i riferimenti non datati è applicata l'ultima edizione della pubblicazione (inclusi gli emendamenti).

ENV 12097	<i>Ventilazioni per gli edifici – Condotti – Requisiti per i componenti dei condotti per facilitare la manutenzione del sistema di condotti.</i>
EN 12237	<i>Ventilazione per gli edifici – Condotti – Resistenza e perdita dei condotti circolari in lamiera metallica</i>
EN 12599:2000	<i>Ventilazione per gli edifici – Procedure per i test e metodi di misura per la ventilazione montata e i sistemi di condizionamento d'aria</i>
CR 12792	<i>Ventilazione per gli edifici – Simboli e terminologia EN ISO 7730 Ambienti termici moderati – Determinazione degli PMV e PPD e specificazione delle condizioni per ottenere il confort termico (ISO 7730:1994)</i>

## 3. Termini e definizioni

### 3.1 Generale

Per gli scopi di questo standard europeo, sono applicate i termini e le definizioni date nel CR 12792.

### 3.2 Tipi di aria

I tipi di aria sono definiti nel capitolo 5.1.

### **3.3 Zona occupata**

La definizione di zona occupata è dipendente dalla geometria e dall'uso della stanza e dovrebbe essere specificata caso per caso. Generalmente il termine "zona occupata" è usato solo per le aree studiate per l'occupazione umana ed è definita come il volume d'aria che è contenuto in specifici piani orizzontali e verticali. I piani verticali sono generalmente paralleli ai muri della stanza. Usualmente c'è anche un limite posto sull'altezza della zona occupata. Così, la zona occupata in un locale è quello spazio nel quale gli occupanti sono normalmente situati e dove le richieste per l'ambiente interno dovrebbero essere soddisfatte. Definizioni sono date nel capitolo 6.2.

### **3.4 Efficacia della ventilazione**

L'efficacia della ventilazione descrive la relazione tra la concentrazione di inquinante nell'aria di approvvigionamento, l'aria esausta e l'aria interna nella zona dell'aria respirata (dentro la zona occupata). E' definita come:

$$\epsilon_v = \frac{C_{EHA} - C_{SUP}}{C_{IDA} - C_{SUP}}$$

Dove:

$\epsilon_v$  è l'efficacia della ventilazione

$C_{EHA}$  è la concentrazione dell'inquinamento nell'aria esausta

$C_{IDA}$  è la concentrazione dell'inquinamento nell'aria interna (la zona occupata dove viene respirata l'aria)

$C_{SUP}$  è la concentrazione dell'inquinamento nell'aria di approvvigionamento

L'efficacia della ventilazione dipende dalla distribuzione dell'aria, dal tipo e dal luogo dove è situata la sorgente d'inquinamento. Se c'è un completo mescolamento dell'aria e dell'inquinante, l'efficienza della ventilazione è uno.

Ulteriori informazioni sull'efficacia della ventilazione sono date nella CR 1752.

*NOTA: Un altro termine frequentemente usato per lo stesso concetto è "efficacia di rimozione dell'inquinante"*

### **3.5 Potenza specifica del ventilatore**

La potenza specifica di ciascun ventilatore è definita come:

$$P_{SFP} = \frac{P}{q_v} = \frac{\Delta p}{\eta_{tot}}$$

Dove:

$P_{SFP}$  è la potenza specifica del ventilatore in  $W \cdot m^{-3} \cdot s$

$P$  è la potenza fornita dal motore al ventilatore in  $W$

$\Delta p$  è la differenza di pressione totale tra l'ingresso e l'uscita dal ventilatore

$\eta_{tot}$  è l'efficienza totale del ventilatore, del motore e della trasmissione nella macchina costruita

Il coefficiente è valido in condizioni di portata d'aria normale con il filtro pulito e con i by pass chiusi. E' relativo a una densità dell'aria di  $1,2 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ .

## **4. Simboli e unità di misura**

Per gli scopi di questo standard europeo, dovrebbero essere usati i simboli e le unità di misura dati nella tabella 1. Le unità tra parentesi sono ancora in uso.

Quantità	Simbolo	Unità di misura
Differenza di pressione	$\Delta p$	pa
Differenza di temperatura	$\Delta \theta$	K
Efficacia della ventilazione	$\varepsilon$	-
Temperatura in Celsius	$\theta$ (theta)	°C
Temperatura dell'aria nel locale	$\theta_a$ (theta)	°C
Temperatura media radiante	$\theta_r$ (theta)	°C
Temperatura operativa	$\theta_o$ (theta)	°C
Densità	$\rho$ (rho)	$kg \cdot m^{-3}$
Carico termico riscaldamento/raffreddamento	$\Phi$ (phi)	W (kW)
Area	A	$m^2$
Prezzo	C	€
Concentrazione	c	$mg \cdot m^{-3}$
Capacità termica specifica a pressione costante	$c_p$	$J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$
Diametro	d	m
Consumo di energia (misurata)	E	J (MJ, GJ)
Richiesta di energia (calcolata)	E	J (MJ, GJ)
Perdita specifica	f	$I \cdot s^{-1} \cdot m^{-2}$
Present value factor	$f_{pv}$	-
Altezza	h	m
Investimento iniziale	l	€
Isolamento termico dei vestiti	$l_{cl}$	clo
Lunghezza	L	m
Livello metabolico (attività)	M	met
Vita utile	n	years
Valore $n_{L50}$	$n_{L50}$	$h^{-1}$
Potenza	P	W (kW)
Potenza specifica del ventilatore	$P_{sfp}$	$W \cdot m^{-3} \cdot s$
Present value factor	PV	€
Pressione	p	Pa
Portata d'aria massica	$q_m$	$kg \cdot s^{-1}$
Portata d'aria volumetrica	$q_v$	$m^3 \cdot s^{-1} (l \cdot s^{-1}, m^3 \cdot h^{-1})$
Tasso d'interesse	r	-
Tempo	t	s (h)
Volume	V	$m^3$
Velocità dell'aria	v	$m \cdot s^{-1}$

**Tabella 1. Simboli e unità di misura**

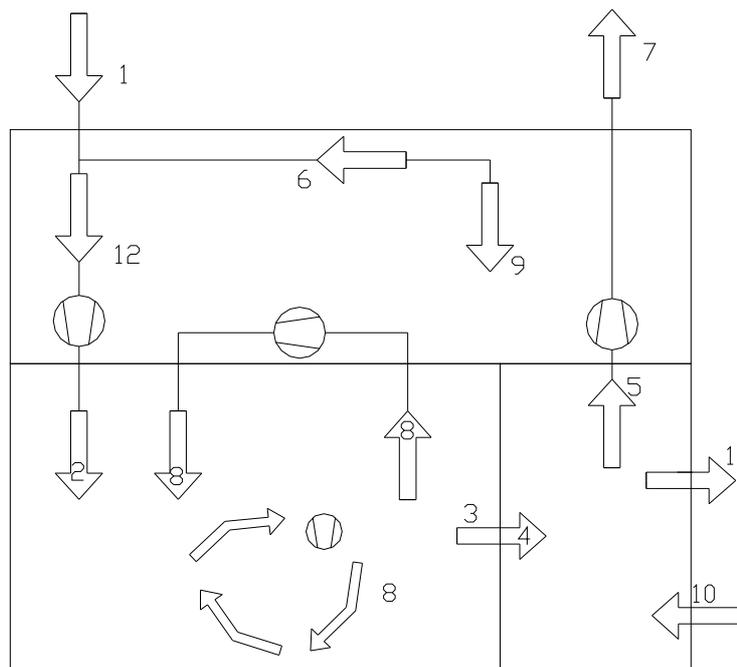
## 5. Classificazione

### 5.1 Descrizione dei tipi di aria

I tipi di aria negli edifici e in un sistema di ventilazione o di condizionamento sono specificati nella tabella 2 e illustrati nella figura 1. Le abbreviazioni e i colori dati nella tabella 2 dovrebbero essere usati per indicare il tipo di aria nei disegni dei sistemi di ventilazione o di condizionamento. Le abbreviazioni possono inoltre essere utili per classificare le parti del sistema. Dove c'è un libera scelta del linguaggio, è raccomandato l'uso dell'inglese. Il codice dei colori dell'aria di approvvigionamento è scelto secondo le funzioni di controllo del sistema in accordo con la tabella 15.

<b>N. (in fig.1)</b>	<b>Tipo di aria</b>	<b>Abbreviazione</b>	<b>Colore</b>	<b>Definizione</b>
1	Aria esterna	ODA	Verde	Aria entrante nel sistema prima di qualsiasi trattamento
2	Aria di approvvigionamento	SUP	Tab.13	Flusso d'aria entrante nel locale trattato, o aria entrante nel sistema dopo qualsiasi trattamento
3	Aria interna	IDA	Verde	Aria nel locale o zona trattata
4	Aria trasferita	TRA	Verde	Aria interna che passa da un locale trattato a un altro locale trattato
5	Aria estratta	ETA	Gialla	Flusso d'aria uscente dal locale trattato
6	Aria ricircolata	RCA	Arancione	Aria estratta che è rientrata nel sistema di ventilazione
7	Aria esausta	EHA	Marrone	Aria scaricata in atmosfera
8	Aria secondaria	SEC	Arancione	Aria presa da un locale e rimandata nel locale stesso dopo qualsiasi trattamento
9	Perdita	LEA	Grigio	Flusso d'aria imprevisto passante attraverso perdite nei collegamenti del sistema
10	Infiltrazione	INF	Verde	Fuga di aria nell'edificio attraverso perdite negli elementi del sistema che lo separano dall'aria esterna
11	esfiltrazione	EXF	Grigio	Fuga d'aria dall'edificio attraverso gli elementi del sistema che lo separano dall'esterno
12	Aria miscelata	MIA	Bande con colori separati	Aria che contiene due o più flussi d'aria

**Tabella 2. Descrizione dei tipi di aria**



**Figura 1. Illustrazione dei tipi di aria usando numeri dati dalla tabella 2**

## **5.2 Classificazione dell'aria**

### **5.2.1 Generale**

Tutte le parti che sono interessate alla progettazione (es. architetti, ingegneri, proprietari, clienti) dovrebbero mettersi d'accordo sulle ipotesi di progetto e sulle prestazioni accettabili in funzione al tipo di aria. Nel fare questo, le seguenti classificazioni dovrebbero essere usate per descrivere la qualità dei tipi di aria definiti nella 5.2. Alcune applicazioni di queste classificazioni sono date nell'appendice A.

### **5.2.2 Aria estratta e aria esausta**

Le classificazioni dell'aria estratta e dell'aria esausta per le applicazioni in questo standard sono date nelle tabelle 3 e 4. Nel caso in cui l'aria estratta contenga differenti categorie di aria estratta proveniente da locali differenti, il flusso con il più alto numero di categoria determina la categoria del flusso totale.

Le categorie per l'aria esausta si riferiscono all'aria dopo che è stata sottoposta a qualunque tipo pulizia. Quando l'aria esausta è stata pulita, devono essere dichiarati chiaramente il metodo e l'effetto aspettato e la dichiarazione dovrebbe essere fornita sull'efficacia iniziale e successiva del processo di pulizia. Il costo di tale efficacia dovrebbe essere considerato (allegato B), specialmente se lo scopo è di migliorare la qualità dell'aria esausta di più di una classe. L'aria esausta di classe ETA 1 non è mai raggiungibile attraverso il lavaggio.

<b>Categoria</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Esempi di dove l'aria in ogni categoria dovrebbe essere trovata</b>
ETA 1	Aria estratta con basso livello di inquinamento	
	Aria dai locali dove le sorgenti di emissione maggiore sono i materiali dell'edificio, e l'aria dai locali occupati, dove la sorgente di emissione maggiore sono il metabolismo umano e i materiali dell'edificio. I locali dove è permesso fumare sono esclusi.	Uffici, inclusi piccoli sgabuzzini, spazi per il pubblico servizio, corridori, sala incontri, zone commerciali dove non ci sono supplementari sorgenti di inquinamento
ETA2	Aria estratta con un moderato livello di inquinamento	
	Aria proveniente da locali occupati, che contiene più impurità che la categoria 1 dalle stesse sorgenti e/o anche dalle attività umane. Locali che altrimenti dovrebbe entrare nella categoria ETA 1 ma dove è permesso fumare.	Sale da pranzo, cucine dove si preparano bevande calde, magazzini, magazzini negli edifici per gli edifici, camere di alberghi, spogliatoi.
ETA 3	Aria estratta con elevati livelli di inquinamento	
	Aria nei locali dove ci sono emissione di umidità, lavorazioni, prodotti chimici etc. che diminuiscono sostanzialmente la qualità dell'aria	Bagni, saune, cucine, alcuni laboratori chimici, stamperie, locali studiati apposta per i fumatori
ETA 4	Aria estratta con un livello di inquinamento molto elevato	
	Aria che contiene odori e impurità dannose per la salute in concentrazioni significativamente più elevate rispetto a quelle permesse per l'aria interna nelle zone occupate.	Garages e tunnels, parcheggi, locali per trattamento vernici e solventi, locali per la biancheria sporca, locali fumatori intensamente usati e certi laboratori chimici

**Tabella 3. Classificazione dell'aria estratta (ETA)**

<b>Categoria</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Esempi</b>
EHA 1	Aria estratta con basso livello di inquinamento	
	Equivalente alla ETA 1	Vedere ETA 1
EHA 2	Aria estratta con un moderato livello di inquinamento	
	Equivalente alla EHA 2	Vedere ETA 2
EHA 3	Aria estratta con elevati livelli di inquinamento	
	Equivalente alla EHA 3	Vedere ETA 3
EHA 4	Aria estratta con un livello di inquinamento molto elevato	
	Equivalente alla EHA 4	Vedere ETA 4

**Tabella 4. Classificazione dell'aria esausta (EHA)**

### **5.2.3 Aria esterna**

Nel processo di progettazione del sistema, è necessario fare delle considerazioni sulla qualità dell'aria esterna all'edificio o al luogo dove l'edificio dovrebbe essere costruito. Nella progettazione, ci sono 2 principali possibilità per mitigare sull'ambiente interno gli effetti di un'aria esterna povera:

- Presa dell'aria posta dove l'aria esterna è meno inquinata (se l'inquinamento dell'aria esterna non è uniforme intorno all'edificio) – vedere l'allegato A.2;

- Impiego di qualche forma di pulizia dell'aria – vedere A.3.

Differenti approcci alla pulizia dell'aria sono appropriati, dipendendo dalle richieste di qualità dell'aria interna e se l'aria esterna è inquinata con gas, particolato o entrambe ( e la dimensione delle particelle ).

In rispetto all'applicazione di questo standard l'aria esterna è classificata come nella tabella 5.

<b>Categoria</b>	<b>Descrizione</b>
ODA 1	Aria pura che può essere solo temporaneamente inquinata con polveri (es. pollini)
ODA 2	Aria esterna con alta concentrazione di particolato
ODA 3	Aria esterna con alta concentrazione di inquinanti gassosi
ODA 4	Aria esterna con alta concentrazione di inquinanti gassosi e di particolato
ODA 5	Aria esterna con altissima concentrazione di inquinanti gassosi e particolato

**Tabella 5 Classificazione dell'aria esterna (ODA)**

La classificazione è fatta secondo i più critici inquinanti gassosi e il contenuto di particolato (includendo tutti i tipi di particelle solide e sospensioni saline nell'aria). L'aria è chiamata pura, quando le linee guida del WHO (1999) e qualunque standard o regolamentazione nazionale sull'aria sono seguite per le sostanze relative nell'aria esterna.

Le concentrazioni sono chiamate “alte”, quando superano le sopraccitate richieste di un fattore 1,5. le concentrazioni sono definite “molto alte”, quando superano le richieste di un fattore superiore a 1,5.

Da momento che non ci sono linee guida per la regolamentazione per tutti gli inquinanti, e quelle che esistono, non sono uniformi tra le nazioni, sono necessarie, da parte dei progettisti, di interpretazioni che devono essere dichiarate. Dovrebbe essere considerato il potenziale impatto di miscele di gas inquinanti, non solo dell'inquinante singolo.

Tipici inquinanti gassosi che devono essere considerati nella valutazione della qualità dell'aria esterna nella progettazione della ventilazione e del sistema di condizionamento sono il monossido di carbonio, il biossido di carbonio, il biossido di zolfo, l'ossido di azoto e i composti organici volatili (VOCs – es. benzene, solventi e idrocarburi policromatici). L'impatto interno di questi inquinanti esterni dipenderà dalla loro reattività. Il monossido di carbonio, per esempio, è relativamente stabile e soggetto a un basso assorbimento dalle superfici interne. All'opposto, l'ozono nell'aria esterna è normalmente irrilevante per il progetto del sistema del sistema poichè l'ozono è altamente reattivo e la sua concentrazione decresce molto velocemente nel sistema di ventilazione e nel locale. Gli altri inquinanti gassosi hanno caratteristiche intermedie tra questi estremi.

Il particolato è composto dalla quantità totale di particelle liquide e solide nell'aria, dalla polvere visibile alle particelle submicron. Molte linee guida si riferiscono al PM<sub>10</sub> (particolato con un diametro aerodinamico maggiore di 10 µm) ma, allo scopo di proteggere la salute, una maggiore enfasi dovrebbe essere data alle particelle più piccole. Dove bisogna che siano considerate particelle

biologiche, le linee guida sul PM<sub>10</sub> non sono rilevanti e la considerazione più importante è fatta sul pericolo immunologico e infettivo rappresentato dalle particelle.

Come guida generale, esempi dei livelli della qualità dell'aria esterna sono dati nella tabella 6.

Descrizione dell'ambiente	Concentrazioni					
	CO <sub>2</sub> ppm	CO mg m <sup>-3</sup>	NO <sub>2</sub> µg m <sup>-3</sup>	SO <sub>2</sub> µg m <sup>-3</sup>	PM totale mg m <sup>-3</sup>	PM10 µg m <sup>-3</sup>
Aria rurale, sorgenti non significative	350	< 1	da 5 a 35	< 5	< 0,1	< 20
Piccoli paesi	375	da 1 a 3	da 15 a 40	da 5 a 15	0,1 - 0,3	da 10 a 30
Centri città inquinati	400	da 2 a 6	da 30 a 80	da 10 a 50	0,2 - 0,1	da 20 a 50

**Tabella 6. Esempi di concentrazione di inquinanti nell'aria interna**

*NOTA: i valori dati per gli inquinati aerei sono concentrazioni annuali e non dovrebbero essere utilizzati per la progettazione dei sistemi. Le concentrazioni massime sono più alte. Per maggiori informazioni, si usino misurazioni locali e linee guida nazionali.*

#### **5.2.4 Aria di approvvigionamento**

La classificazione dell'aria di approvvigionamento è data nella tabella 7.

<b>Categoria</b>	<b>Descrizione</b>
SUP 1	Aria di approvvigionamento che contiene solo aria esterna
SUP 2	Aria di approvvigionamento che contiene aria esterna e aria di ricircolo

**Tabella 7. Classificazione dell'aria di approvvigionamento (SUP)**

*NOTA: L'aria di ricircolo può essere mischiata all'aria di approvvigionamento volutamente o attraverso infiltrazioni. Speciale attenzione deve essere data alla situazione negli scambiatori di calore.*

La qualità dell'aria di approvvigionamento per gli edifici soggetti all'occupazione umana dovrebbe essere tale che, tenendo conto delle emissioni previste dalle sorgenti interne (metabolismo umano, attività e processi, materiali dell'edificio, arredamento) e dallo stesso sistema di ventilazione, si raggiunga la giusta qualità dell'aria interna.

Al fine di evitare incomprensioni, è raccomandato definire la qualità dell'aria di approvvigionamento non solo usando la classificazione data dalla tabella 7, ma anche specificando la concentrazione limite che si applicherà agli inquinanti nominati nell'aria interna. E' quindi necessaria una dichiarazione delle emissioni attese dalle sorgenti interne e, se possibile, questa dovrebbe essere relativa alle concentrazioni limite e alle emissioni standard.

#### **5.2.5 Aria interna**

### 5.2.5.1 Generale

La classificazione base dell'aria interna è data nella tabella 8. Questa classificazione si applica all'aria interna nella zona occupata.

Categoria	Descrizione
IDA 1	Elevata qualità dell'aria interna
IDA 2	Media qualità dell'aria interna
IDA 3	Moderata qualità dell'aria interna
IDA 4	Bassa qualità dell'aria interna

**Tabella 8. Classificazione base della qualità dell'aria interna (IDA)**

La definizione esatta delle categorie si riferirà alla natura delle sorgenti inquinanti che sono da prendersi in considerazione, e sugli effetti di questi inquinanti. Per esempio, le sorgenti inquinanti dovrebbero essere:

- Localizzate nello spazio o distribuite nell'edificio;
- Emettitori continue o intermittenti;
- Emettitori di particelle (inorganiche o organiche) o gas/vapori (organico o inorganico).

Gli effetti possono essere considerati nei termini di percezione della qualità dell'aria (da persone adattate o meno) o degli effetti sulla salute come irritazioni delle membrane mucose, effetti tossici, infezioni, reazioni allergiche o formazione di tumori. Questi effetti possono dipendere dall'esposizione delle persone, es. se sono adulti in salute, bambini o pazienti ospedalieri.

Da ciò, una completa definizione di qualità dell'aria interna è difficile e esula dallo scopo di questo standard. Comunque, per le applicazioni pratiche le 4 categorie della qualità dell'aria interna dovrebbe essere quantificata da uno dei metodi dati dal 5.2.5.2 al 5.2.5.6. La scelta del metodo è libera ma dovrebbe essere adatta all'uso del locale e alle richieste. I differenti metodi conducono per le stesse categorie di qualità dell'aria interna non necessariamente alle stesse quantità di aria di approvvigionamento. In casi speciali altri metodi descritti sotto possono essere utilizzati per quantificare la IAQ.

### 5.2.5.2 Classificazione del livello di CO<sub>2</sub>

Ricerche attuali e norme suggerirebbero che la IAQ potrebbe essere classificata a seconda della concentrazione di CO<sub>2</sub>, come mostrato nella tabella 9. La CO<sub>2</sub> è un buon indicatore per le emissioni umane. Classificazioni fatte attraverso il livello di CO<sub>2</sub> sono ben stabilite per i locali occupati, dove fumare non è permesso e l'inquinamento è causato principalmente dal metabolismo umano. A paragone, le concentrazioni tipiche di CO<sub>2</sub> nell'aria esterna sono date nella tabella 6.

Categoria	Livello di CO <sub>2</sub> su livello dell'aria esterna in ppm	
	Intervallo tipico	Valore di default
IDA 1	≤ 400	350

IDA 2	400 - 600	500
IDA 3	600 - 1000	800
IDA 4	> 1000	1200

**Tabella 9. Livello di CO<sub>2</sub> nei locali**

Le categorie basate sulla CO<sub>2</sub> dovrebbero essere nominalmente equivalenti alla portata d'aria esterna come mostrato nella tabella 11.

### **5.2.5.3 Classificazione in base alla qualità dell'aria percepita in decipols**

Questo metodo di classificazione è descritto nel CR 1752. E' applicabile ai locali non occupati senza rischio di presenza di inquinanti aerei pericolosi e non percepibili. Come CO, Radon ecc. Specifiche tipiche sono le seguenti:

Categoria	Qualità dell'aria percepita in decipols	
	Intervallo tipico	Valore di default
IDA 1	≤ 1,0	0,8
IDA 2	1,0 - 1,4	1,2
IDA 3	1,4 - 2,5	2
IDA 4	> 2,5	3

**Tabella 10. Qualità dell'aria percepita nella zona occupata**

Il metodo non è ancora pienamente accettato ed è difficile da mettere in pratica. Quindi dovrebbe essere utilizzato solamente nelle applicazioni dove tutte le informazioni necessarie sui livelli di emissioni sono disponibili. Una stima è data nella CR 1752.

### **5.2.5.4 Classificazione indiretta in base alla quantità di aria esterna per persona**

Questo metodo è un metodo pratico ben basato per tutte le situazioni dove i locali sono utilizzati per l'occupazione umana. I valori dell'aria esterna (fornita dal sistema di ventilazione) per persona, nel caso di lavoro normale in un ufficio o a casa con un valore metabolico di circa 1.2 met, sono dati nella tabella 11. Questi valori sono spesso usati per progettare il sistema. I valori devono essere rispettati nella zona occupata. I valori dati per le aree non fumatori prendono in considerazione il metabolismo umano come tipiche emissioni in edifici con basso inquinamento. Nei casi con alti livelli di attività (met > 1.2), il valore dell'aria esterna dovrebbe essere incrementato di un fattore di met/1.2.

Categoria	Unità	Valore dell'aria esterna o trasferita per unità di aria del piano			
		area non fumatori		area fumatori	
		Valori tipici	Valore di default	Valori tipici	Valore di default
IDA 1	m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> .person <sup>-1</sup>	> 54	72	> 108	144
	l.s <sup>-1</sup> .person <sup>-1</sup>	> 15	20	> 30	40
IDA 2	m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> .person <sup>-1</sup>	36 - 54	45	72 - 108	90
	l.s <sup>-1</sup> .person <sup>-1</sup>	10 - 15	12,5	20 - 30	25
IDA 3	m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> .person <sup>-1</sup>	22 - 36	29	43 - 72	58
	l.s <sup>-1</sup> .person <sup>-1</sup>	6 - 10	8	12 - 20	16

IDA 4	$m^3 \cdot h^{-1} \cdot person^{-1}$	< 22	18	< 43	36
	$l \cdot s^{-1} \cdot person^{-1}$	< 6	5	< 12	10

**Tabella 11. Valori dell'aria esterna per persona**

La scelta di materiali non inquinanti o poco inquinanti per gli edifici è fortemente raccomandata, includendo i mobili, tappeti e la ventilazione o il sistema di condizionamento stesso, piuttosto che incrementare il valore dell'aria esterna per diluire queste emissioni evitabili.

I valori dati per le aree fumatori sono validi per le aree dove il fumo è permesso. E' raccomandato definire le aree fumatori e non fumatori e adattare il sistema alla situazione.

#### **5.2.5.5 Classificazione indiretta per il valore della portata d'aria per aria di piano**

Categoria	Unità	Valore dell'aria esterna o trasferita per unità di aria di piano	
		Valori tipici	Valore di default
IDA 1	$m^3 \cdot h^{-1} \cdot m^{-2}$	*	*
	$l \cdot s^{-1} \cdot m^{-2}$	*	*
IDA 2	$m^3 \cdot h^{-1} \cdot m^{-2}$	> 2,5	3
	$l \cdot s^{-1} \cdot m^{-2}$	> 0,7	0,83
IDA 3	$m^3 \cdot h^{-1} \cdot m^{-2}$	1,3 - 2,5	2
	$l \cdot s^{-1} \cdot m^{-2}$	0,35 - 0,7	0,55
IDA 4	$m^3 \cdot h^{-1} \cdot m^{-2}$	< 1,3	1
	$l \cdot s^{-1} \cdot m^{-2}$	< 0,35	0,28

**Tabella 12.**

**Valori dell'aria esterna o trasferita per unità di aria del piano (aria netta) per locali non progettati per l'occupazione umana**

*\* Per l'IDA 1 questo metodo non è sufficiente*

#### **5.2.5.6 Classificazione attraverso i livelli di concentrazione per specifici inquinanti**

Questo metodo di classificazione è adatto per le situazioni nelle quali si hanno significative emissioni di specifici inquinanti. Se c'è una sufficiente informazione a proposito di tutte le emissioni inquinanti, il livello di ventilazione richiesta può essere calcolato come mostrato nella 6.4.2.3. Dove il valore dell'emissione non è conosciuto, la qualità richiesta dell'aria può così essere indirettamente specificata attraverso il livello della ventilazione basato sull'esperienza.

### **5.3 Compiti del sistema e tipi base di sistema**

Sistemi di ventilazione, condizionamento dell'aria e condizionamento dei locali sono destinati al controllo della qualità dell'aria interna e delle condizioni termiche e di umidità nel locale al livello specifico concordato precedentemente. La specifica dell'ambiente interno ha anche conseguenze

per il prezzo dell'installazione, la richiesta di spazio per il sistema e i costi di funzionamento. Quindi dovrebbe essere trovata una soluzione appropriata alle richieste reali.

I sistemi di ventilazione consistono di un sistema di approvvigionamento e di estrazione dell'aria e generalmente essi sono equipaggiati con filtri per l'aria esterna, riscaldatori e sistemi di recupero calore. Sistemi di estrazione dell'aria senza aria di approvvigionamento non possono adempiere a tutte le richieste date. Sistemi di approvvigionamento dell'aria senza sistemi di estrazione dell'aria generalmente non permettono recupero di calore e possono portare ad una sovrappressione che può essere in alcuni casi pericolosa per l'edificio.

Le categorie base dei tipi di sistema sono dipendenti dalla capacità del sistema di controllare la qualità dell'aria interna e dai mezzi e dai gradi di controllo delle proprietà termodinamiche del locale.

Per il controllo della qualità dell'aria interna, le categorie possibili sono date nella tabella 13.

<b>Categoria</b>	<b>Descrizione</b>
IDA -C 1	<u>Nessun controllo</u> Il sistema funziona costantemente
IDA -C 2	<u>Controllo manuale</u> Il sistema funziona secondo un controllo manuale
IDA -C 3	<u>Controllo a tempo</u> Il sistema funziona secondo un orario dato
IDA -C 4	<u>Controllo dell'occupazione</u> Il sistema funziona secondo la presenza di persone ( sensori infrarosso, ec.)
IDA -C 5	<u>Controllo della presenza (numero di persone)</u> Il sistema funziona a seconda del numero di persone nello spazio
IDA -C 6	<u>Controllo diretto</u> Il sistema è controllato da sensori che misurano parametri dell'aria interna o criteri adatti (es. CO2 miscele di gas o sensori VOC). I parametri usati dovrebbero essere adatti al tipo di attività nello spazio

**Tabella 13. Possibili tipi di controllo della qualità dell'aria interna (IDA-C)**

Qualsiasi sistema di controllo sia usato (incluso il controllo manuale), migliori prestazioni possono generalmente essere raggiunte attraverso l'uso di qualche forma di controllo proattivo. Questo potrebbe significare, per esempio, incrementare il livello di ventilazione di una modesta quantità prima che sia superata una certa concentrazione limite tracciando la crescita degli inquinanti, piuttosto di avere un grande incremento della ventilazione dopo che è stata superata una contrazione limite.

L'ambiente termico in un locale può essere controllato attraverso il solo sistema di ventilazione o in combinazione con altri mezzi come raffreddatori/riscaldatori a soffitto, a pavimento ecc. Basato su questo, sono usati i due tipi base di sistema dati nella tabella 14.

Descrizione	Nome del tipo di sistema
Controllo attraverso il solo sistema di ventilazione	Sistema tutto aria
Controllo attraverso il sistema di ventilazione con altri mezzi (es. apparecchi di riscaldamento, raffreddamento a soffitto, radiatori)	Sistema misto

#### Tipi di sistema base secondo il mezzo di controllo dell'ambiente termico della stanza

I possibili trattamenti dell'aria per cambiare l'ambiente igrotermico sono: riscaldamento, raffreddamento, umidificazione e deumidificazione. Per lo scopo della classificazione, una funzione è valida solo dove il sistema è capace di controllare questa funzione in modo tale da poter raggiungere nel locale le condizioni di funzionamento date. Questo significa, per esempio, che una deumidificazione non controllata in una unità di raffreddamento non è contata come deumidificazione nel modo sopra mezionato.

Le definizioni di tipi base di sistema, secondo l'abilità nel controllare la temperatura e contenuto di umidità nel locale, sono date nella tabella 15.

Categoria	Funzioni di controllo del sistema					Nome del sistema	Colore Aria Approv.
	Ventilazione	Riscaldamento	Raffreddamento	Umidificazione	Deumidificazione		
THM-C 0	*	-	-	-	-	Sistema di ventilazione puro	Verde
THM-C 1	*	*	-	-	-	Sistema di ventilazione riscaldamento o sistema di riscaldamento aria	Rosso
THM-C 2	*	*	-	*	-	Parziale sistema di condizionamento del locale con umidificazione	Blu
THM-C 3	*	*	*	-	(*)	Parziale sistema di condizionamento del locale con raffreddamento	Blu
THM-C 4	*	*	*	*	(*)	Parziale sistema di condizionamento del locale con raffreddamento e umidificazione	Blu
THM-C 5	*	*	*	*	*	Sistema completo di condizionamento	Violetto

**Tabella 15. Tipi base di sistema secondo le funzioni del sistema**

- *Non influenzato dal sistema*

- \* Controllato dal sistema e garantito nel locale
- (\*) Effettuato dal sistema ma non garantito nel locale

La categoria THM – C5 dovrebbe essere richiesta solo quando un'umidificazione controllata è necessaria.

## **5.4 Condizioni di pressione nel locale**

Al fine di controllare la direzione del flusso e la distribuzione delle emissioni tra aree dell'edificio e/o con l'esterno, le condizioni di pressione sono create per mezzo di differenti portate di aria estratta e di approvvigionamento. Possibili categorie per le condizioni di pressione sono date nella tabella 16.

<b>Categoria</b>	<b>Descrizione (situazione senza vento e senza effetto camino)</b>
PC 1	Sottopressione ( $\leq -6$ Pa)
PC 2	Leggera sottopressione (da -2 a -6 Pa)
PC 3	Bilanciato (da -2 a +2 Pa) = situazione di default
PC 4	Leggera sovrappressione (da 2 a 5 Pa)
PC 5	Soprapressione ( $> 6$ Pa)

**Tabella 16. Condizione di pressione nel locale**

La scelta del livello di pressione dipende dall'applicazione specifica. In alcuni casi più di un livello di sotto o sovrappressione è richiesto per controllare il flusso d'aria tra tutte le aree dell'edificio. Quando i livelli di pressione richiesti sono da raggiungersi con il vento, la struttura dell'edificio dovrebbe essere a tenuta d'aria secondo la A.9. Generalmente sono specificate le proposte direzioni del flusso in condizioni indisturbate e non il livello di pressione definito. In climi freddi la sovrappressione negli edifici può causare danni all'edificio.

Quando non è dichiarato niente, dovrebbe essere adottata la categoria PC 3.

## **5.5 Potenza specifica del ventilatore**

La classificazione della potenza specifica del ventilatore (per ogni ventilatore) è data nella tabella 17 (classificazione per ventilatore).

Quando non è dichiarato niente, il valore di default nella tabella A.3 dovrebbe essere applicato.

<b>Categoria</b>	<b><math>P_{SFP}</math> in <math>W.m^{-3}.s</math></b>
SFP 1	$< 500$
SFP 2	500 - 750
SFP 3	750 - 1250
SFP 4	1250 - 2000
SFP 5	$> 2000$

**Tabella 17. Classificazione della potenza specifica del ventilatore**

## 6. Ambiente interno

### 6.1 Generale

I sistemi di ventilazione, condizionamento dell'aria e condizionamento dei locali influenzano i seguenti parametri:

- Ambiente termico
- Qualità dell'aria interna
- Umidità dell'aria interna
- Ambiente acustico

Comunque, è importante capire che il comfort e le prestazioni delle persone nella stanza sono dipendenti da altri fattori influenzanti:

- Tipo di lavoro e configurazione del posto di lavoro
- Luci e colori
- Dimensioni del locale, arredamento
- Vista esterna
- Condizioni di lavoro e relazioni di lavoro
- Fattori individuali

Le ipotesi di progetto per l'ambiente interno sono basate sugli accordi tra il cliente e il progettista. Tipiche ipotesi di progetto sono date dal 6.3 al 6.7 e ulteriori indicazioni sulla qualità dell'aria sono date nel 5.2. Le richieste concordate per l'ambiente termico, la qualità dell'aria interna, l'umidità interna e l'ambiente acustico dovrebbero essere raggiunte nella zona occupata come definito nel 6.2. Un sistema dovrebbe essere studiato per le specifiche necessità del progetto.

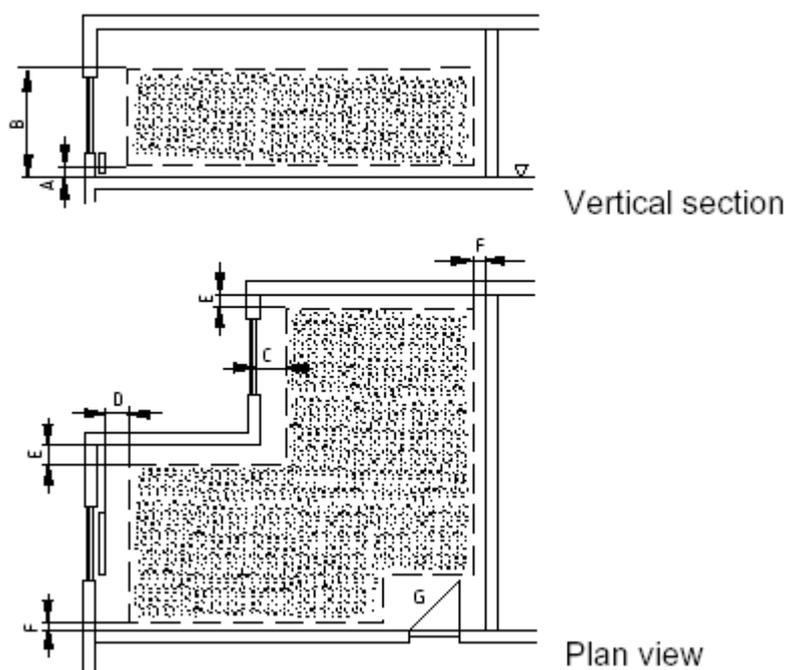
### 6.2 Zona occupata

Le richieste per l'ambiente interno dovrebbero essere soddisfatte nella zona occupata. Questo significa che le misure inerenti ai criteri per il comfort dovrebbero essere relative a questa zona. L'area totale di una stanza può essere usata per valutare le richieste, ma i criteri di comfort non sono garantiti oltre la zona occupata.

Dimensioni tipiche per le zone occupate sono date dalla tabella 18 e indicate nella figura 2.

Distanza dalla superficie più interna da		Intervallo tipico (m)	Valore di default (m)
Piani (limite più basso)	A	da 0,00 a 0,20	0,05
Piani (limite più alto)	B	da 1,30 a 2,00	1,80
Finestre e porte esterne	C	da 0,50 a 1,50	1,00
Applicazioni HVAC	D	da 0,50 a 1,50	1,00
Muri esterni	E	da 0,15 a 0,75	0,50
Muri interni	F	da 0,15 a 0,75	0,50
Porte, zone di passaggio etc.	G	Accordo speciale	-

Tabella 18. Dimensioni per le zone occupate



**Figura 2. Descrizione della zona occupata**

Dove sono considerati muri esterni con porte e finestre, l'elemento con la distanza più grande è preso come valido per l'intera superficie.

Dovrebbe essere riconosciuto che in stanze con il soffitto basso (altezza del locale inferiore a 2,5 m) potrebbe essere difficile raggiungere le richieste per un limite superiore di 2,0 m.

Accordi speciali dovrebbero essere anche considerati per i seguenti tipi di zone, nei quali potrebbe essere difficile raggiungere i requisiti dell'ambiente termico, specialmente a riguardo della temperatura e della corrente d'aria:

- a) Zone di passaggio
- b) Zone vicine alle porte che sono spesso usate o aperte
- c) Zone vicine alle bocchette per l'aria di approvvigionamento
- d) Zone vicine alle unità che producono alte quantità di calore o portate d'aria

Eccetto quando indicato o concordato altrimenti, le zone a) e b) non sono considerate parte della zona occupata, ma le zone c) e d) sono considerate parte della zona occupata.

Se l'uso della stanza non è basato sulle dimensioni del locale ma su altri fattori, la zona occupata può essere definita secondo il concordato delle aree di lavoro e dell'attrezzatura presente o attraverso la posizione della zona di respirazione, come stabilito tra il progettista ed il cliente.

## **6.3 Ambiente termico**

### **6.3.1 Generale**

Le seguenti affermazioni sono basate sulla EN ISO 7730 e sono valide per le applicazioni tipiche come edifici adibiti a uffici ecc.

### 6.3.2 Ipotesi di progetto

Le più importanti ipotesi di progetto riguardanti l'ambiente termico sono gli abiti e l'attività degli occupanti. Valori tipici per gli edifici adibiti a uffici o simili posti di lavoro per attività sedentarie sono mostrate nella tabella 19.

Parametro	Intervallo tipico (clo)	Valore di default per il progetto
Abbigliamento	Estate: da 0,5 a 0,7 inverno: da 0,8 a 1,0	Estate: 0,5 clo inverno: 1,0 clo
Attività (vedere tabella 25)	da 1,0 a 1,4 met	1,2 met

**Tabella 19. Ipotesi di progetto per abbigliamento e attività edifici per uffici**

Lo scambio termico del corpo umano attraverso l'irradiazione è dipendente dalla temperatura delle superfici circostanti, e lo scambio termico attraverso la convezione è dipendente dalla temperatura e dalla velocità dell'aria. Il comfort termico con dati vestiti e attività è quindi principalmente dovuto alla temperatura operativa e alla velocità dell'aria. Inoltre le influenze, come il gradiente verticale della temperatura dell'aria, piani caldi o freddi e l'asimmetria radiante, devono essere controllati solo in applicazioni speciali.

Informazioni di base su tali aspetti sono date nella EN ISO 7730, EN ISO 8990 e prEN ISO 9920.

### 6.3.3 Temperatura dell'aria e operativa

Nelle applicazioni più numerose riguardanti questo standard ci sono basse velocità ( $< 0.2 \text{ m.s}^{-1}$ ) e piccole differenze tra la temperatura dell'aria e la temperatura media radiante del locale ( $< 4 \text{ }^\circ\text{C}$ ). Quindi in questo standard la temperatura operativa in un dato luogo del locale è definita come:

$$\vartheta_o = \frac{\vartheta_a + \vartheta_r}{2}$$

Dove:

$\vartheta_o$  è la temperatura operativa nella considerata zona nel locale

$\vartheta_a$  è la temperatura dell'aria nel locale

$\vartheta_r$  è la temperatura media radiante di tutte le superfici (muri, piano, soffitto, finestre, radiatori etc.) riguardanti la zona considerata del locale

Altre informazioni sulla temperatura operativa sono date nella EN ISO 7726 e EN ISO 7730.

Considerando i valori di default per un edificio per uffici secondo la tabella 19, la temperatura operativa ottimale è  $24,5 \text{ }^\circ\text{C}$  per la situazione estiva e  $21,5 \text{ }^\circ\text{C}$  per la condizione invernale. Ovunque possibile, il progettista dovrebbe usare i valori di progetti dell'edificio reale in considerazione e non riferirsi ai valori di default o tabelle di valori tipici. Il progettista dovrebbe considerare che i requisiti di temperatura dipenderanno dall'adattamento degli utilizzatori, per esempio attraverso la scelta del valore del clo degli abiti e dall'ampiezza degli abiti. Questi valori variano notevolmente con l'usuale clima esterno, e quindi dovrebbe essere applicata la conoscenza delle condizioni regionali che influenzano il comfort termico. Le regolamentazioni locali hanno priorità. Comunque,

dove concordato in altro modo, il progetto del sistema dovrebbe essere basato sui valori dati nella tabella 20.

Situazione	Intervallo tipico (°C)	Valore di default per il progetto (°C)
Inverno con riscaldamento	$\theta_0 =$ da 19 a 24	$\theta_0 = 21^{1)}$
Estate con raffreddamento	$\theta_0 =$ da 23 a 26	$\theta_0 = 26^{1)}$

**Tabella 20. Valori di progetto per la temperatura operativa negli edifici adibiti ad uffici**

<sup>1)</sup> Alle condizioni di progetto per l'inverno. Temperatura minima durante il giorno.

<sup>2)</sup> Alle condizioni di progetto per l'estate. Temperatura massima durante il giorno.

Eccetto dove concordato altrimenti, la temperatura operativa specificata dovrebbe applicarsi alla posizione nel centro del locale all'altezza di 0,6 m sopra il pavimento.

Sulla base dei valori di progetto concordati, il progettista ed il cliente dovrebbero accordarsi su una proporzione di tempo che i valori del progetto potrebbero essere superati (es. ore per giorni o giorni per anno).

### **6.3.4 Velocità dell'aria e valore della corrente**

La velocità media accettabile dell'aria è dipendente dal valore della corrente, (percentuale di persone non soddisfatte dovuta alla corrente), dalla temperatura dell'aria e dall'intensità della turbolenza. Questa correlazione è descritta nella EN ISO 7730 e nella CR 1752 come segue:

$$DR = (34 - \theta_a) \cdot (v - 0,05)^{0,62} \cdot (0,37 \cdot v \cdot TU + 3,14)$$

Dove:

DR è il valore del flusso in %

$\theta_a$  è la temperatura dell'aria locale in °C (19°C – 27 °C)

v è la velocità media locale dell'aria in m.s<sup>-1</sup>

TU è l'intensità della turbolenza locale in % (dal 30% al 60% con distribuzione mista del flusso d'aria)

Possono essere usati i valori dati nella tabella 21 qualora non ci fossero accordi specifici basati sui principi sopra esposti, la temperatura dell'aria del locale di progetto secondo la 6.3.3, un valore del flusso da 10% al 20% e assumendo una intensità della turbolenza del 40% (ventilazione con aria mista).

Temperatura dell'aria locale (°C)	Intervallo tipico	Valore di default (DR=15%)
$\theta_a=20$	da 0,10 a 0,16	$v \leq 0,13$
$\theta_a=21$	da 0,10 a 0,17	$v \leq 0,14$
$\theta_a=22$	da 0,11 a 0,18	$v \leq 0,15$
$\theta_a=24$	da 0,13 a 0,21	$v \leq 0,17$
$\theta_a=26$	da 0,15 a 0,25	$v \leq 0,20$

## **Tabella 21. Valori di progetto per la velocità dell'aria locale (valore medio in m.s<sup>-1</sup> sopra i 3 minuti di tempo di misura, misurato secondo la EN 13182)**

*NOTA: sono permessi valori più elevati con un controllo personale della portata d'aria o in tempi ristretti con una ventilazione intensiva.*

### **6.4 Qualità dell'aria interna**

#### **6.4.1 Ipotesi di progetto**

Le più importanti ipotesi di progetto per la qualità dell'aria interna sono le informazioni circa l'occupazione umana, le emissioni di sorgenti che non sono il metabolismo umano e il fumo e se il fumo è permesso o meno. Dovrebbe essere anche preso in considerazione che la qualità dell'aria è percepita probabilmente più negativamente con l'aumentare della temperatura e dell'umidità.

Valori tipici per l'occupazione umana sono dati nella tabella 22. Il progetto dovrebbe essere basato ogniqualvolta sia possibile sui dati reali. Comunque, se non sono dichiarati valori, dovrebbero essere usati i valori di default dati nella tabella 22. Se non ci sono informazioni riguardo al fumo, si dovrebbe assumere che, in tutti i tipi dati in tabella 22, non è permesso fumare. Quando è permesso fumare, è fortemente raccomandato di distinguere chiaramente tra aree fumatori e non fumatori.

Tipo di uso	Aria di piano per persona in m <sup>2</sup> ,persona <sup>-1</sup> *)	
	Intervallo tipico	Valore di default
	da 7 a 20	12
Piccolo ufficio	da 8 a 12	10
Centro congressi	da 2 a 5	3
Supermercati	da 3 a 8	4
Classe di scuola	da 2 a 5	2,5
Reparto di ospedale	da 5 a 15	10
Stanza da letto di hotel	da 5 a 20	10
Ristorante	da 1,2 a 5	1,5

**Tabella 22. Ipotesi di progetto per l'aria di piano per persona**

\*) *Aria netta di piano per stanza*

Le emissioni che non provengono dal corpo umano e dal fumo dovrebbero essere specificate il più chiaramente possibile. Se niente è dichiarato, si deve chiarificare con il cliente, che alcuna ulteriore emissione deve essere presa in considerazione.

#### **6.4.2 Flusso d'aria di approvvigionamento**

##### **6.4.2.1 Generale**

Il valore della ventilazione (il valore del flusso esterno e di approvvigionamento) dovrebbe essere determinato usando i seguenti criteri:

- Occupazione umana con o senza fumatori
- Altre emissioni conosciute
- Carichi di riscaldamento e raffreddamento che dovrebbero essere dissipati dalla ventilazione.

Al fine di prevenire incontrollate perdite di aria di approvvigionamento, i condotti dovrebbero essere a tenuta d'aria secondo il A.8.

#### 6.4.2.2 Occupazione umana

Il valore della ventilazione per l'occupazione umana dovrebbe essere determinato usando le informazioni nella 5.2.5 o usando specifici valori per la portata d'aria basati sui regolamenti e sull'esperienza.

#### 6.4.2.3 Altre emissioni conosciute

Il valore della ventilazione necessaria per il tasso di emissione e il livello di concentrazione permessa nel locale dà la diluizione delle emissioni conosciute, come segue:

$$q_{v,SUP} = \frac{q_{m,E}}{c_{IDA} - c_{SUP}} \quad (5)$$

Dove:

- $q_{v,SUP}$  è il volume della portata d'aria di approvvigionamento in  $m^3 \cdot s^{-1}$
- $q_{m,E}$  è la massa della portata d'aria d'emissione nel locale in  $mg \cdot s^{-1}$
- $c_{IDA}$  è la concentrazione permessa nel locale in  $mg \cdot m^{-3}$
- $c_{SUP}$  è la concentrazione nell'aria di approvvigionamento in  $mg \cdot m^{-3}$

Nel caso di inquinanti differenti, è necessario controllare tutti gli inquinanti rilevanti in modo da determinare quello più critico. Come regola, il controllo delle sorgenti è preferibile alla ventilazione.

L'equazione (5), data sopra, è valida per le situazioni continue (situazione di default) con una permanente emissione costante. Quando il periodo di emissione è corto, l'equilibrio stazionario dell'emissione può non essere raggiunto o il valore del flusso può essere ridotto per un dato livello massimo di concentrazione. La dipendenza dal tempo del livello di concentrazione nel locale è data dalla seguente (valore dell'aria di approvvigionamento = valore d'aria astratta):

$$c_{IDA}(t) - c_{SUP} = c_{IDA}(0) + \frac{q_{m,E}}{q_{v,SUP}} \cdot \left( 1 - e^{-\frac{q_{v,SUP} \cdot t}{V_r}} \right) \quad (6)$$

Dove:

- $c_{IDA}(t)$  è la concentrazione nel locale al tempo t in  $mg \cdot m^{-3}$
- $c_{SUP}$  è la concentrazione nell'aria di approvvigionamento in  $mg \cdot m^{-3}$
- $c_{IDA}(0)$  è la concentrazione nel locale all'inizio (z=0) in  $mg \cdot m^{-3}$
- $q_{v,SUP}$  è il volume della portata d'aria di approvvigionamento in  $m^3 \cdot s^{-1}$
- $q_{m,E}$  è la massa della portata d'aria d'emissione nel locale in  $mg \cdot s^{-1}$
- $V_r$  è il volume dell'aria nel locale in  $m^3$
- t è il tempo in secondi

#### 6.4.2.4 Carico di riscaldamento e raffreddamento

In qualche caso il carico di riscaldamento o di raffreddamento che deve essere dissipato dal sistema di ventilazione determina il valore della ventilazione. Se per questa ragione il valore della ventilazione diventa molto più grande che quello dato nella 6.4.2.2, una soluzione alternativa al riscaldamento potrebbe essere più energeticamente efficiente.

La ventilazione richiesta per il riscaldamento o raffreddamento è calcolato con la seguente:

$$q_{v,SUP} = \frac{\Phi}{\rho \cdot c_p \cdot |\theta_{a,IDA} - \theta_{SUP}|} \quad (7)$$

Dove:

- $q_{v,SUP}$  è il volume del flusso d'aria di approvvigionamento in  $m^3 \cdot s^{-1}$
- $\Phi$  è il carico termico in W
- $\rho$  è la densità dell'aria in  $J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$
- $c_p$  è la capacità termica dell'aria in  $J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$
- $\theta_{a,IDA}$  è la temperatura dell'aria del locale in °C
- $\theta_{SUP}$  è la temperatura dell'aria di approvvigionamento in °C

La densità e la capacità termica dell'aria sono dipendenti dalla sua temperatura e pressione. Il calcolo dovrebbe essere fatto con i valori applicati alla situazione reale.

### 6.4.3 Valore della portata d'aria estratta

In un sistema di ventilazione forzata bilanciato con aria di approvvigionamento e di estrazione il valore della portata d'aria di estrazione è dato dal valore del flusso d'aria di approvvigionamento e dalla condizione di pressione necessaria.

Per i sistemi di estrazione aria il valore della portata d'aria estratta dovrebbe essere calcolato secondo i principi dati dal 6.4.2.2 al 6.4.2.4. Valori tipici di progetto per cucine e toilets/sale da bagno sono dati nella tabella 23. L'aria estratta potrebbe essere sostituita con aria esterna o da aria di altri locali (vedere tabella A.2). Per speciali applicazioni (es. alcuni edifici industriali e ospedalieri), l'aria estratta si calcolerà secondo le specifiche necessità, anche tenendo conto la possibile influenza dell'ambiente esterno. Questo è oltre lo scopo di questo standard.

Tipo di uso	Unità di misura	Intervallo tipico	Valori di default di progetto
Cucina			
Uso semplice (es. cucina per fare bevande calde)	$m^3, h^{-1}$ $l \cdot s^{-1}$	> 72 > 20	108 30
Uso professionale	*	*	*
Toilette/Sale da bagno**			
Per stanza (minimo)	$m^3, h^{-1}$ $l \cdot s^{-1}$	> 24 > 6,7	36 10
Per piani	$m^3, h^{-1}, m^{-2}$ $l \cdot s^{-1}, m^{-2}$	> 5,0 > 1,4	7,2 2

**Tabella 23. Valori di progetto per i valori dell'aria estratta**

\* Il valore del flusso d'aria estratto per la cucina dovrebbe essere progettato secondo la situazione specifica

*\*\* In uso almeno il 50% del tempo. Con un tempo di funzionamento più corto sono necessari valori più elevati. Valori più bassi sono possibili estraendo l'aria direttamente dal gabinetto (valore tipico: da 10 a 20 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup> per gabinetto)*

## **6.5 Umidità dell'aria interna**

All'interno del tipico intervallo di temperatura dell'aria del locale tra i 20°C e i 26°C, l'evaporazione gioca un ruolo minore nel controllo della temperatura del corpo umano. Quindi normalmente si hanno pochi problemi riguardo al comfort termico quando l'umidità relativa è tra 30% e 70%.

Il limite più basso del 30% è data per prevenire la secchezza degli occhi e l'irritazione della membrana della mucosa. Comunque nei climi rigidi è accettabile avere un'umidità più bassa per un breve periodo, per trovare l'accordo tra il cliente e il progettista e tenendo conto le norme e le preferenze. Reclami circa l'aria diventata troppo secca sono spesso causate dalla polvere o da altri inquinanti nell'aria. L'umidità relativa è spesso troppo bassa a causa della temperatura della stanza e/o dal flusso dell'aria esterna diventato troppo grande. Tutte queste cause dovrebbero essere studiate prima di umidificare.

Poiché un'alta umidità relativa stimola la crescita di funghi e acari, come il decadimento dei materiali dell'edificio, dovrebbe essere evitato un periodo troppo lungo con un'umidità relativa troppo alta. Una concentrazione troppo elevata di particelle da questi organismi può essere un pericolo per le persone sensibili e deve essere prevenuto.

In assenza di informazioni alternative, il progetto dovrebbe essere basato sull'ipotesi che nessuna sorgente di umidità esiste oltre all'occupazione umana, all'aria di approvvigionamento e le infiltrazioni.

## **6.6 Ambiente acustico**

Livelli di pressione sonora A-ponderati ammissibili generati e/o trasmessi dal sistema di ventilazione o di condizionamento dell'aria e di altre installazioni in differenti tipi di spazi sono definiti nella tabella 24. Questi valori sono valori medi e validi senza sorgenti di rumore dall'esterno o dall'uso della stanza. Il valore include l'arredamento ma non le persone nel locale.

Edificio	Tipo di spazio	Livello di pressione sonora [dB(A)]	
		Intervallo tipico	Valore di default
Istituzioni per la cura del bambino	Asili	da 30 a 45	40
	Camere per bambini	da 30 a 45	40
Posti per assemblee	Auditorium	da 30 a 35	33
	Biblioteche	da 28 a 35	30
	Cinema	da 30 a 35	33
	Tribunali	da 30 a 40	35
	Musei	da 28 a 35	30
Commerciale	Negozi	da 35 a 50	40
	Supermagazzini	da 40 a 50	45
	Supermercati	da 40 a 50	45

	Grandi locali per computer	da 40 a 60	50
	Piccoli locali per computer	da 40 a 50	45
Ospedali	Corridoi	da 35 a 45	40
	Sale operatorie	da 30 a 48	40
	Reparti	da 25 a 35	30
	Camere periodo notte	da 20 a 35	30
	Camere periodo giorno	da 25 a 40	30
Hotels	corridoi	da 35 a 45	40
	Reception	da 35 a 45	40
	Camere periodo notte	da 25 a 35	30
	Camere periodo giorno	da 30 a 40	35
Uffici	Piccoli uffici	da 30 a 40	35
	Sale conferenze	da 30 a 40	35
		da 35 a 45	40
	Stanzino	da 35 a 45	40
Ristoranti	Caffè	da 35 a 50	40
	Ristoranti	da 35 a 50	45
	Cucine	da 40 a 60	55
Scuole	Classi	da 30 a 40	35
	Corridoi	da 35 a 50	40
	Palestre	da 35 a 45	40
	Sale professori	da 30 a 40	35
Sport	Stadi chiusi	da 35 a 50	45
	Piscine	da 40 a 50	45
Generale	Bagni	da 40 a 50	45
	Spogliatoio	da 40 a 50	45

**Tabella 24. Livello di pressione sonora A-ponderato permesso**

## **6.7 Carichi interni**

### **6.7.1 Generale**

Informazioni circa il carico termico causato dalle persone, dalle luci e degli impianti sono date dalla 6.7.2 alla 6.7.4. Per il progettista del sistema HVAC è essenziale definire chiaramente carichi interni realistici con i loro orari.

*Nota: una sovrastima dei carichi interni potrebbe causare un investimento iniziale e costi di funzionamento inutilmente alti, mentre una sottostima può causare una temperatura del locale troppo alta nelle stazioni di raffreddamento.*

### **6.7.2 Persone**

La produzione di calore delle persone consiste di una parte sensibile (irradiazione più convezione) e una parte latente (emissione di vapore). Per l'aumento della temperatura solo la parte sensibile è

rilevante. La tabella 25 contiene i valori per la produzione di calore degli occupanti, che sono basati su una temperatura dell'aria di 24°C. Ad una temperatura più elevata la produzione totale di calore rimane costante, ma il valore del carico sensibile diminuisce ( $\theta_a = 26^\circ\text{C}$ : ca. -20%).

Attività	Calore totale		Calore sensibile W.persona <sup>-1</sup>
	Met <sup>1)</sup>	W.persona <sup>-1 2)</sup>	
Disteso	0,8	80	55
seduto, rilassato	1	100	70
Attività sedentaria (uffici, scuola, laboratorio)	1,2	125	75
in piedi, attività leggera (negozi, laboratori, industria leggera)	1,6	170	85
in piedi, attività media (assistenza in negozio, lavoro alle macchine)	2	210	105
Cammino alla velocità			
2 km.h <sup>-1</sup>	1,9	200	100
3 km.h <sup>-1</sup>	2,4	250	105
4 km.h <sup>-1</sup>	2,8	300	110
5 km.h <sup>-1</sup>	3,4	360	120

**Tabella 25. Produzione di calore di persone con differenti attività (temperatura dell'aria 24°C)**

1) 1 met = 58 W.m<sup>2</sup>

2) valori arrotondati per un corpo umano con una superficie di 1,8 m<sup>2</sup>.persona<sup>-1</sup>

### 6.7.3 Illuminazione

Il sistema di ventilazione dovrebbe essere progettato tenendo conto del carico termico interno causato dal sistema di illuminazione proposto.

Tipici valori di progetto per l'illuminazione sono dati nella tabella 26. Le cifre date sono medie sull'area del locale.

Tipo di uso	Livello di illuminazione in Lux	
	Intervallo tipico	Valore di default
Uffici con finestre	da 300 a 500	400
Uffici senza finestre	da 400 a 600	500
Supermagazzino	da 300 a 500	400
Classe	da 300 a 500	400

reparto di ospedale	da 200 a 300	200
Camera da letto di hotel	da 200 a 300	200
Ristorante	da 200 a 300	200
Stanza non abitabile	da 50 a 100	50

**Tabella 26. Valori di progetto per i livelli di illuminazione**

La potenza elettrica necessaria per un dato livello di illuminazione dipende dalla soluzione tecnica. Valori tipici per l'efficienza energetica del sistema sono dati nella tabella 27.

Livello di illuminazione in Lux	Potenza specifica di illuminazione in W,m <sup>-2</sup>	
	Intervallo tipico	Valore di default
50	da 2,5 a 3,2	3
100	da 3,5 a 4,5	4
200	da 5,5 a 7,0	6
300	da 7,5 a 7,5	8
400	da 9,0 a 12,5	10
500	da 11,0 a 15,0	12

**Tabella 27. Valori di progetto per la potenza di illuminazione del efficienza energetica del sistema di illuminazione**

*Nota: con sistemi di illuminazione a bassa efficienza la potenza di illuminazione può essere doppia di quelli ad alta. Potenza addizionale può essere causata dall'uso di riflettori, altri sistemi di illuminazione speciali o dal colore scuro delle superfici del locale.*

Ulteriori informazioni sull'illuminazione sono date nella EN 12464-2 e nella prEN 12464-2

#### **6.7.4 Macchinari**

Come base per la progettazione di sistemi HVAC, dovrebbero essere definiti tutti i macchinari con rilevanti emissioni negli spazi ventilati.

Negli edifici per uffici il carico termico dovuto alle attrezzature è generalmente tra 25 e 200 W.persona<sup>-1</sup> mediato sul periodo di uso. Un valore di default per edifici per uffici è 100 W.persona<sup>-1</sup> per 8 ore al giorno.

## **7. Accordi sui criteri di progetto**

### **7.1 Generale**

I criteri di progetto precisano le informazioni necessarie per progettare il sistema. Questi criteri costituiscono anche le basi per le misurazioni che saranno realizzate nel processo di consegna del sistema. Essi forniscono il linguaggio comune tra tutte le parti includendo il cliente, il progettista, l'appaltatore e il personale operativo e della manutenzione.

Informazioni necessarie per progettare il sistema sono organizzate sulla base di vari documenti schematizzati dalla 7.2 alla 7.9. Se il metodo usato per il dimensionamento del sistema richiede più dettagli, essi dovrebbero essere forniti.

## **7.2 Principi**

Sebbene in questo standard i termini "cliente", "progettista" e "appaltatore" sono usati per descrivere la funzione, le responsabilità sono dipendenti dal contratto. Il loro uso non presuppone alcuna definizione di responsabilità per l'informazione. Tuttavia, se una parte non fornisce le informazioni, le altre dovrebbero chiederle o formulare e registrare le ipotesi necessarie. Il punto critico è che le decisioni chiave per la progettazione dovrebbero essere concordate tra il progettista ed il cliente e documentate.

Il progettista dovrebbe ottenere dal cliente una descrizione delle caratteristiche del sistema e della struttura dell'edificio che egli ordina agli altri appaltatori. Il progettista ed il cliente dovrebbero anche concordare il risultato desiderato, che il cliente richiede nel momento della consegna dell'impianto e durante il normale periodo di funzionamento.

La descrizione dell'edificio con i dati di costruzione, l'uso e le richieste sono un processo in evoluzione con un aumento dei gradi di dettaglio e di accuratezza con l'evoluzione del progetto. Quindi l'utilizzo di tutte le specifiche dovrebbe sempre essere dichiarato chiaramente. I dettagli circa le informazioni necessarie sono inoltre dipendenti dal metodo di calcolo che è usato. Il progettista definirà i dati necessari.

E' raccomandata l'introduzione di un sistema, da usare attraverso tutta la fase di progetto, di abbreviazioni per le costruzioni, l'uso del locale e le richieste.

## **7.3 Caratteristiche generali dell'edificio**

### **7.3.1 Posizione, condizioni esterne, vicinato**

Il progettista dovrebbe ottenere dal cliente, dove possibile, informazioni circa la posizione attinente all'edificio, le caratteristiche del vicinato principale come gli edifici adiacenti, ombreggiature, riflessioni, emissioni, strade, campi di aviazione, coste, richieste speciali e tutte le altre informazioni che influenzeranno il progetto dell'edificio. Il rapporto sul rumore e l'esposizione al vento delle facciate dovrebbe essere dato, se disponibile. La categoria dell'aria esterna dovrebbe essere definita secondo la tabella 5.

### **7.3.2 Dati climatici esterni**

Dovrebbero essere date informazioni sul clima; come minimo, sono richieste le condizioni per l'inverno e per l'estate. Tipicamente i riferimenti ai giorni con le necessarie informazioni sugli

intervalli orari sono specificati negli standard sui carichi di raffreddamento e di riscaldamento. I parametri più importanti per il progetto sono:

- Inverno      Temperatura esterna e velocità del vento
- Estate        Temperatura esterna, umidità e radiazione solare

Sono utili, in alcuni casi, informazioni addizionali circa l'avvento di condizioni estreme, specialmente per controllare la situazione del comfort. Per gli anni di riferimento, il progettista dovrebbe definire quali anni di riferimento egli ha preso in considerazione per stimare consumo energetico annuale.

### **7.3.3 Informazioni circa l'attività del locale**

Il progettista dovrebbe ottenere, dal cliente, informazioni sullo schema di occupazione durante i giorni tipici, i periodi di non occupazione (es. scuole ecc), e sull'uso generale relativo al funzionamento (es. fine settimana, notte ecc.).

### **7.4 Dati di costruzione**

Tutte le parti dell'edificio dovrebbero essere specificate in una lista con i rilevanti dati di costruzione.

### **7.5 Descrizione geometrica**

La descrizione geometrica, incluse le informazioni circa l'orientazione degli elementi esposti all'esterno, dovrebbe essere presente nella forma di disegni e/o tabelle. E' raccomandata la specificazione del volume netto e dell'aria del pavimento, locale per locale.

### **7.6 Uso della stanza**

#### **7.6.1 Generale**

Le informazioni, circa l'uso di ogni locale o gruppo di stanze con uso simile, dovrebbero essere date in una tabella. Le informazioni necessarie fornite dal cliente dovrebbero essere incluse secondo l'appendice A 1 della EN 12599:2000.

#### **7.6.2 Occupazione umana**

La condizione di progetto, rispetto al numero di persone, che possono trovarsi nella stanza per un più lungo periodo (vedere tabella 22), dovrebbe essere specificata. Questo numero costituisce una condizione base dell'uso perché il valore della ventilazione dovrebbe essere progettato per il livello di occupazione. In aggiunta l'attività e l'abbigliamento devono essere definiti in accordo con la tabella 19.

Il livello di occupazione dovrebbe essere dato come orario, per esempio specificando i valori orari e i giorni tipici.

#### **7.6.3 Altri guadagni termici interni**

Guadagni termici interni dovrebbero essere specificati per le varie stanze o gruppi di stanze. Il guadagno dovrebbe essere definito come segue:

- Guadagno sensibile, convettivo o irradiante.
- Guadagno latente

Essi dovrebbero essere definiti come orari come per l'occupazione.

#### **7.6.4 Oltre sorgenti interne di inquinamento e di umidità**

Produzioni speciali di inquinamento e di umidità in una stanza dovrebbero essere concordate tra il cliente ed il progettista, con riferimento ai limiti con i quali quegli inquinanti potrebbero essere presenti dentro la stanza. Ogni inquinante dovrebbe essere definito secondo l'orario di funzionamento e il valore limite ammesso.

#### **7.6.5 Portata d'aria estratta data**

In alcune applicazioni la portata d'aria estratta è data dal tipo di processo o dal macchinario. In questo caso la portata d'aria estratta dovrebbe essere definita dal cliente.

### **7.7 Richieste nella stanza**

#### **7.7.1 Generale**

I requisiti (risultati desiderati secondo dalla 6.3 alla 6.7) dovrebbero essere specificati stanza per stanza. Questo è generalmente un'azione comune tra il cliente e il progettista. Le richieste nel rispetto delle condizioni termiche e dei flussi d'aria dovrebbero essere soddisfatte nelle zone occupate, specificato in accordo con la 6.2.

Il cliente può definire le sue richieste o utilizzare i valori dati in questo standard.

E' responsabilità del progettista avvisare il cliente circa le conseguenze delle richieste speciali o delle definizioni speciali della zona occupata.

#### **7.7.2 Tipo di controllo**

Il tipo di controllo dell'ambiente interno dovrebbe essere specificato secondo le definizioni date nella tabella 13, e dovrebbe essere adattato all'uso del locale.

#### **7.7.3 Condizioni termiche e di umidità**

Le condizioni termiche nel locale dovrebbero essere specificate in accordo con la 6.3, le condizioni di umidità in accordo con la 6.5.

#### **7.7.4 Qualità dell'aria per le persone**

Il progettista ed il cliente dovrebbero concordare sul livello della qualità dell'aria richiesta, e eventualmente il metodo di classificazione che il cliente vuole utilizzare. Se è permesso fumare o meno è una importante informazione.

Il progettista dovrebbe calcolare la portata d'aria necessaria per raggiungere le richieste specificate (vedere la 5.2.5 e 6.4). Le portate d'aria per locale sono basate sull'accordo tra il cliente ed il progettista. Se non è dichiarato niente, dovrebbe essere usato il valore dell'aria esterna per persona dato nella tabella 11 per la categoria IDA 2.

### **7.7.5 Velocità dell'aria**

La velocità dell'aria nella zona occupata non dovrebbe superare i limiti concordati. Il cliente può definire le proprie richieste o si utilizzano i valori dati nella tabella 21.

### **7.7.6 Livello di rumore**

Senza regolamentazioni o richieste specifiche la definizione di livello di rumore nel locale è basato sulla 6.6.

### **7.7.7 Illuminazione**

L'illuminazione dovrebbe essere progettata per le reali richieste nei locali. La potenza elettrica installata per l'illuminazione non dovrebbe essere troppo alta per ragioni di consumo energetico, come l'energia non è richiesta solo per l'illuminazione ma anche per il raffreddamento nel periodo estivo. Valori tipici per i livelli di illuminazione e le richieste di potenza di illuminazione sono dati nella 6.7.3.

## **7.8 Richieste generali per il controllo e monitoraggio**

Il progettista ed il cliente dovrebbero concordare il metodo per il controllo e il monitoraggio di tutto il sistema. In qualche applicazione ha senso distinguere tra i primi anni di funzionamento e quelli dopo.

## **7.9 Richieste generali per la manutenzione e la sicurezza del funzionamento.**

Il sistema dovrebbe essere così progettato che, con il proprio funzionamento e manutenzione, rimanga in funzionamento per un ragionevole periodo di tempo. Il sistema dovrebbe essere progettato così da facilitare la pulizia, la manutenzione e operazioni di servizio (vedere ENV 12097). L'apparecchiatura dovrebbe essere fornita con una protezione appropriata e dispositivi di sicurezza per la manutenzione e i lavori di riparazione, e per le fermate di emergenza.

*NOTA: le autorità nazionali possono dare più richieste dettagliate o istruzioni per la sicurezza in funzionamento e manutenzione.*

## **8. Processo dall'inizio del progetto al funzionamento**

Il processo, dall'inizio del progetto al normale funzionamento, è generalmente caratterizzato dai seguenti passi. Tuttavia la definitiva organizzazione è sempre in accordo con lo specifico contratto.

- a) Inizio del processo
- b) Definizione delle condizioni di progetto e richieste
- c) Controllo delle autorità, regolamentazioni rilevanti
- d) Progetto
- e) Installazione
- f) Controllo dell'installazione
- g) Inizio del funzionamento, controllo del funzionamento, bilanciamento, collaudo con registrazione scritta.
- h) Dichiarazione di fine installazione rivolta al cliente.
- i) Controllo comune completo, prove di funzionamento, misure di funzionamento e misure speciali secondo la EN 12599.
- j) Consegna del sistema compresa la consegna al cliente di tutta la documentazione rilevante con le istruzioni sul funzionamento e sul mantenimento del sistema.
- k) Funzionamento e manutenzione

Il periodo di garanzia generalmente parte con l'adempimento della consegna.

Ogni sistema di ventilazione, condizionamento d'aria e condizionamento del locale richiede un'adeguata procedura di funzionamento e manutenzione al fine di soddisfare le condizioni garantite nel locale, per assicurare un funzionamento efficiente dal punto di vista dell'energia in tutte le condizioni, per evitare emissioni dal sistema di ventilazione nel locale., per fornire generalmente una buona qualità dell'aria nei locali e per proteggere il sistema da danni e dall'invecchiamento prematuro.

I seguenti punti sono raccomandati:

- preparazione ed uso di un libretto di istruzione sul funzionamento, servizio e manutenzione
- monitoraggio del consumo di energia attraverso la contabilità o un altro modo di registrazione.

Il libretto d'istruzione dovrebbe contenere una descrizione del controllo, servizio e le misure di manutenzione includendo gli intervalli e le responsabilità. Il sistema dovrebbe essere progettato per permettere un efficiente servizio e manutenzione per assicurare il funzionamento effettivo.

Il monitoraggio del consumo di energia dovrebbe permettere un periodico controllo del consumo di energia degli importanti sistemi individuali e dell'intero edificio. Quindi un concetto di misura dovrebbe essere identificato ai primi passi del progetto e installati i necessari dispositivi di misura.

Cambiamenti di usi e di richieste dovrebbero sempre essere seguiti attraverso l'adattamento del sistema.

## **Allegato A** **(informativo)**

# Linea guida per una buona pratica

## A.1 Campo di applicazione

Le seguenti linee guida sono stabilite per i sistemi di ventilazione meccanica, condizionamento dell'aria e condizionamento dei locali per gli edifici soggetti all'occupazione umana. Quando, applicando i principi dati per altre applicazioni, i loro bisogni speciali dovrebbero essere considerati in un modo appropriato.

## A.2 Requisiti per aperture di presa ed espulsione

### A.2.1 Generale

Rispettando le perdite di pressione e la richiesta di energia, il sistema di condotti dovrebbe essere il più corto possibile. Comunque, allo stesso tempo le seguenti richieste devono essere adempiute.

- L'apertura di presa per l'aria esterna dovrebbe essere predisposta in modo che l'aria esterna entrando nel sistema sia, il più possibile, pulita, secca (priva di pioggia, ecc.), e fredda in estate.
- L'aria esausta dovrebbe essere scaricata all'esterno così da minimizzare i pericoli per la salute o effetti dannosi per l'edificio, i suoi occupanti o l'ambiente.

La disposizione delle aperture di presa e scarico dovrebbe essere anche conforme alle regolamentazioni e alle linee guida concernenti la sicurezza antincendio della struttura e le regolamentazioni relative all'acustica.

### A.2.2 Requisiti per le aperture di presa

- Nessuna presa d'aria dovrebbe essere posta a meno di 8 metri di distanza orizzontale da cassonetti dei rifiuti, da un parcheggio frequentemente usato da 3 o più macchine, strade private, aree di carico, aperture di fognie, ciminiere e altre simili sorgenti di inquinamento.
- Speciale attenzione dovrebbe essere data alla posizione e alla forma delle aperture nelle vicinanze di sistemi di raffreddamento evaporativi in modo da minimizzare i rischi di diffusione di impurità nell'aria di approvvigionamento. Nessuna apertura per prese d'aria dovrebbe essere posta nella direzione principale del vento proveniente da sistemi di raffreddamento evaporativi. In più, è importante una buona manutenzione dei sistemi a torre di raffreddamento.
- Nessuna presa d'aria dovrebbe essere posizionata su una facciata esposta ad una strada trafficata. Quando questa è l'unica posizione possibile, l'apertura dovrebbe essere posizionata il più possibile lontana da terra.
- Nessuna presa d'aria dovrebbe essere posizionata dove ci si aspetta un flusso di ritorno di aria esausta o un disturbo dovuto da altre emissioni inquinanti o di odore (vedere anche A.2.4).
- Nessuna presa d'aria dovrebbe essere posizionata appena sopra il livello di terra. Una distanza di 3 metri (o al meno 1.5 volte il massimo dell'altezza aspettata della neve) è raccomandata fra il lato inferiore della presa e la terra.

- Sulla cima dell'edificio o quando le concentrazioni su entrambi i lati dell'edificio sono simili, la presa dovrebbe essere predisposta sul lato dell'edificio sopravvento.
- L'apertura della presa d'aria adiacente a luoghi senza ombreggiatura, tetti o muri dovrebbe essere predisposta o protetta così che l'aria non venga troppo scaldata dal sole d'estate.
- Dovunque sia chiaro il rischio di penetrazione di acqua in qualsiasi forma (neve, pioggia, foschia, ecc.) o polvere (incluse foglie) nel sistema, un'apertura non protetta dovrebbe essere dimensionata per una velocità massima dell'aria nell'apertura di  $2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  (vedere anche EN 13030).
- L'altezza del lato inferiore di un'apertura per una presa d'aria sopra un tetto o un ponte dovrebbe essere almeno 1.5 volte l'altezza massima annuale aspettata della neve. La distanza può essere inferiore se la formazione dello strato di neve è preclusa attraverso, per esempio, uno scudo per la neve.
- Dovrebbe essere data considerazione alla possibilità di pulizia.

### **A.2.3 Requisiti per l'apertura per l'aria esausta**

Lo scarico di aria esausta della categoria EHA 1 all'esterno attraverso un'apertura di scarico sul muro dell'edificio è accettabile purchè:

- La distanza dell'apertura per lo scarico è al minimo 8 metri dagli edifici adiacenti
- La distanza dell'apertura di scarico è almeno 2 metri da un'apertura di presa sullo stesso muro (se possibile, l'apertura di presa dovrebbe essere sotto l'apertura di scarico) – vedere anche A.2.4.
- Il flusso di scarico non è maggiore di  $0.5 \text{ m}^3/\text{s}$
- La velocità dell'aria nell'apertura di scarico è almeno 5 m/s

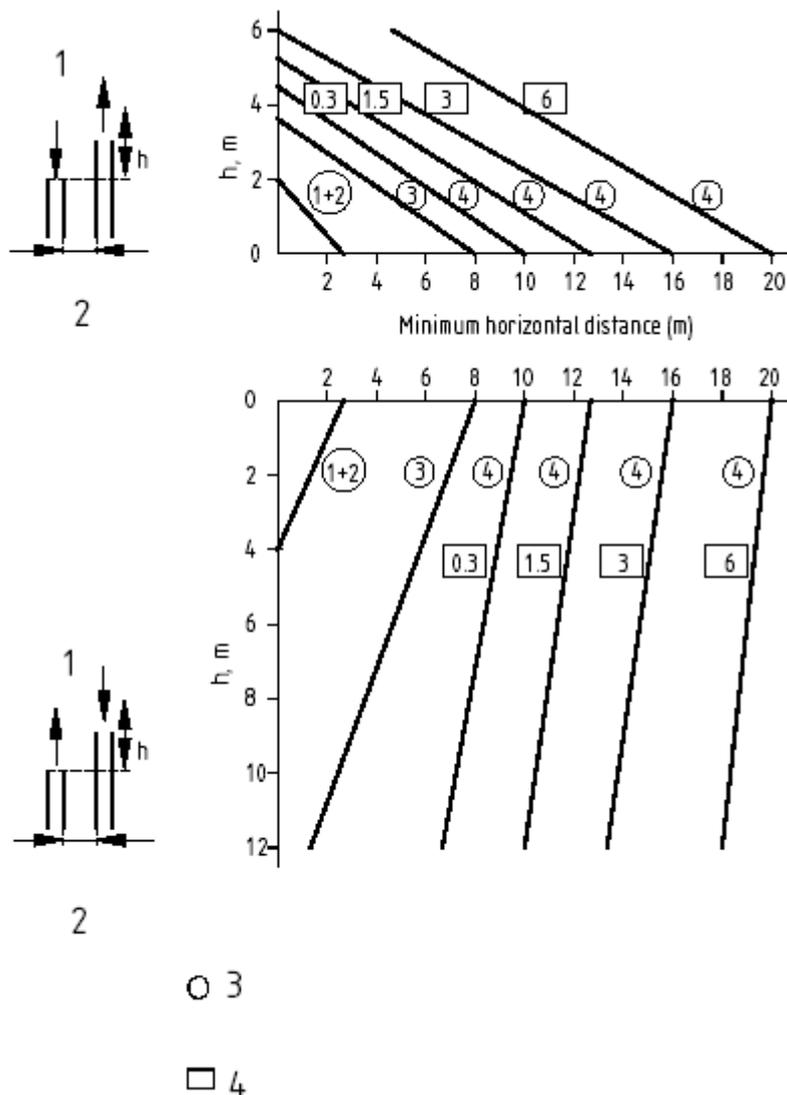
In tutti gli altri casi lo scarico dovrebbe essere posto sulla cima del tetto. Come regola, l'aria esausta è condotta sopra la sezione più alta dell'edificio e scaricata verso l'alto. L'altezza del lato inferiore dell'apertura dello scarico sopra un soffitto o un ponte dovrebbe essere al minimo 1.5 volte l'altezza massima aspettata della neve. La distanza può essere inferiore se la formazione di uno strato di neve è precluso attraverso, per esempio, uno scudo per la neve. Considerazioni ecologiche e igieniche possono portare ad una altezza maggiore e/o maggiori requisiti in relazione alla velocità dell'aria in uscita.

### **A.2.4 Distanza tra l'apertura di presa e di espulsione**

Le distanze minime tra l'apertura di presa e di espulsione sono date nella figura A.1. Esse sono principalmente dipendenti dalla categoria dell'aria esausta. Con l'EHA 4 le distanze sono maggiori e addizionalmente dipendenti dal flusso d'aria. Con l'EHA da 1 a 3 le distanze sono definite solamente dalla categoria dell'aria esausta.

I valori dati nella figura A.1 sono veri per una velocità dell'aria esterna maggiore di 6 m/s; con velocità maggiori le distanze possono essere inferiori.

Sugli edifici alti i punti per l'aria entrante e di scarico dovrebbero essere posti per minimizzare gli effetti del vento e della spinta idrostatica.



**Figura A.1 Distanze minime tra lo scarico dell'aria esausta o la presa dell'aria esterna**

**Legenda**

- 1 Distanza verticale – Scarico sopra presa d'aria esterna (Grafico sopra)
- 2 Distanza verticale – Scarico sotto presa d'aria esterna (grafico sotto)
- 2 Distanza
- 3 Categoria EHA
- 4 Flusso d'aria nell'apertura di scarico in  $m^3/s$

**Esempio 1** Il livello verticale dell'apertura di scarico può essere:

- a) 4 metri sotto
- b) uguale
- c) 2 metri sopra la presa dell'aria di approvvigionamento

Definire la distanza minima orizzontale per queste differenti distanze verticali. L'installazione serve una grande cucina per uso professionale, incluse cappe di estrazione, e la porta d'aria di scarico è  $3 m^3/s$ .

L'aria esausta è della categoria EHA 4, quindi usando la curva EHA 4 nella figura A.1 con una portata d'aria di  $3 m^3/s$ . Le distanze orizzontali sono:

- a) 4 metri sotto, categoria EHA 4 con  $3 m^3/s$  - approx. 15 metri di distanza

- b) Lo stesso livello verticale - 16 metri di distanza  
 c) 2 metri sopra, categoria EHA 4 con 3 m<sup>3</sup>/s - approx. 11 m di distanza

Esempio 2 Come nell'esempio precedente 1c), ma l'installazione serve un edificio per uffici dove non è permesso fumare.

L'aria esausta è della categoria EHA 1, quindi l'apertura per l'aria di scarica può essere posta 2 metri sopra la presa d'aria. La distanza minima orizzontale è 0.

### A.3 Uso di filtri aria

Il filtraggio dell'aria esterna è scelto per incontrare i requisiti dell'aria interna dell'edificio (vedere 5.2.5) tenendo in considerazione la categoria dell'aria esterna (vedere 5.2.3). Il dimensionamento delle sezioni filtranti dovrebbe essere il risultato di una ottimizzazione, tenendo conto della situazione specifica (tempo di funzionamento, carico di polvere, speciale situazione di inquinamento locale, ecc.).

Qualità dell'aria interna (vedere 5.2.3)	Qualità dell'aria interna (vedere 5.2.5)			
	IDA 1 (alta)	IDA 2 (media)	IDA 3 (moderata)	IDA 4 (bassa)
ODA 1 (aria pura)	F9	F8	F7	F6
ODA 2 (polvere)	F7/F9	F6/F8	F6/F7	G4/F6
ODA 3 (gas)	F7/F9	F8	F7	F6
ODA 4 (polvere+gas)	F7/F9	F6/F8	F6/F7	G4/F6
ODA 5 (elevata concentrazione)	F6/GF/F9*)	F6/GF/F9*)	F6/F7	G4/F6

**Tabella A.1. Classi di filtrazione raccomandate per sezione filtrante (definizione di classi filtranti secondo la EN 779)**

\*) GF = Filtri per gas (filtri a carboni) e/o filtri chimici

Un prefiltro è usato per ridurre la polvere nell'aria esterna entrante nell'unità di ventilazione e per aiutare a mantenere l'attrezzatura per la ventilazione pulita. Esso estenderà anche il tempo per la sostituzione del secondo filtro ma incrementa i costi di installazione e i costi di funzionamento della sezione filtrante. Nelle situazioni con una fase di filtrazione, il filtro dovrebbe essere posto dopo il ventilatore. Con 2 o più fasi di filtraggio, la prima sezione filtrante dovrebbe essere posta prima, la seconda sezione filtrante dopo il trattamento dell'aria.

Quando si usano i filtri di classe F7 o superiori, attenzione speciale dovrebbe essere posta al cambiamento delle condizioni di pressione dovuto al cambiamento di portata d'aria.

Filtri per gas (filtri a carboni) sono raccomandati nella categoria ODA 5. Può essere anche una buona soluzione nel caso delle categorie ODA 3 e ODA 4. Filtri per gas dovrebbero essere generalmente combinati con filtri F8 e F9.

Nella categoria ODA 5 (regioni altamente industrializzate, aeroporti vicini, ecc.) può essere necessaria la filtrazione elettrica in alcune applicazioni. Nel caso di un'aria esterna inquinata temporaneamente, è raccomandato equipaggiare questi filtri con un by-pass, e controllare continuamente la qualità dell'aria.

Per ragioni igieniche, i filtri della prima sezione filtrante non dovrebbero rimanere in uso per più di un anno. I filtri usati in una seconda o terza sezione non dovrebbero rimanere in uso per più di 2 anni. Quando condizioni di asciutto sono sempre garantiti nella sezione filtrante, periodi di uso più lunghi sono possibili. Sia ispezioni visive che controllo della caduta di pressione sono raccomandate.

- Grande cura è richiesta per il posizionamento e il progetto della presa d'aria per evitare trafile di impurità nel locale e evitare pioggia o neve nel filtro.
- Il rischio di una crescita microbica è bassa, ma per minimizzare il rischio, l'impianto dovrebbe essere progettato in modo che l'umidità relativa è sempre sotto il 90%, e che l'umidità relativa media su tre giorni è meno di 80% in tutte le parti del sistema inclusi i filtri.
- Per ragioni igieniche, l'aria in ingresso dovrebbe essere filtrata in 2 fasi (almeno per l'IDA1 e l'IDA2). Il primo filtro per la presa d'aria (prefiltro) dovrebbe essere di classe F5 ma preferibilmente di classe F7. La seconda fase della filtrazione dovrebbe essere effettuata da un filtro di almeno classe F7 ma preferibilmente di classe F9. Se c'è solo una fase di filtrazione, il minimo richiesto è la classe F7.
- Riguardo all'aria di ricircolo, almeno un filtro di qualità F5 dovrebbe essere usato per prevenire la contaminazione dei componenti del sistema. Comunque, ogniqualvolta sia possibile, il filtro nella ricircolazione dell'aria dovrebbe avere una qualità comparabile ai filtri presenti nello stesso flusso d'aria.
- Per la protezione del sistema dell'aria estratta ed esausta è necessario un filtro di classe almeno F5.
- L'aria estratta dalle cucine dovrebbe essere sempre pulita in una prima fase con uno speciale filtro per grasso, che può essere cambiato e pulito facilmente.
- I filtri non dovrebbero essere installati direttamente dopo la bocca del ventilatore, o attraverso posti dove la distribuzione del flusso sulla sezione di passaggio non è uniforme.
- La caduta di pressione finale è calcolata e selezionata in funzione della variazione di portata permessa, il costo del ciclo di vita del filtro e della stima del ciclo di vita. Poiché una grossolana polvere artificiale è usata nei test di laboratorio, il comportamento del filtro nelle condizioni reali di funzionamento differirà rispetto all'efficienza, alla capacità di cattura della polvere e al risultato degli altri test forniti dalle prove di laboratorio. L'efficienza non deve scendere sotto valori definiti.
- I filtri dovrebbero essere rimpiazzati quando la caduta di pressione raggiunge la caduta di pressione finale specificata, o quando i seguenti intervalli igienici sono raggiunti, se essi accadono prima.
  - Il filtro nella prima fase di filtrazione dovrebbe essere rimpiazzato dopo 2000 ore di funzionamento o al massimo dopo un anno.
  - Il filtro nella seconda fase di filtrazione, come i filtri nei sistemi dell'aria esausta e di ricircolo, dovrebbe essere cambiato dopo 4000 ore di funzionamento o al massimo dopo 2 anni.
- Sostituzione dei filtri: per ragioni igieniche, il filtro dovrebbe essere sostituito dopo la principale stagione dei pollini e delle spore in autunno. Se i requisiti sono stringenti, i filtri possono essere sostituiti anche in primavera dopo la stagione nella quale si utilizza il riscaldamento per eliminare gli odori prodotti dalla combustione.
- I filtri dovrebbero essere rimpiazzati accuratamente, usando attrezzatura di protezione, per prevenire la fuga di impurità intrappolate.

- Scarico/rimozione: i filtri dovrebbero essere inceneriti in fornaci ben filtrate in modo da bruciare le impurità intrappolate, ridurre perdite e recuperare energia. I filtri provenienti dai normali sistemi di ventilazione possono essere anche scaricati in scavi nel terreno per rifiuti domestici.

I sistemi di recupero calore dovrebbero essere sempre protetti con un filtro di classe F6 o superiore. Sistemi di recupero calore rotativi dovrebbero sempre essere equipaggiati con sezioni pulenti.

Spifferi in una sezione filtrante diminuiscono significativamente l'efficienza del filtraggio. Quindi è importante soddisfare i requisiti per le perdite di tenuta e del by-pass dati nella EN 1886

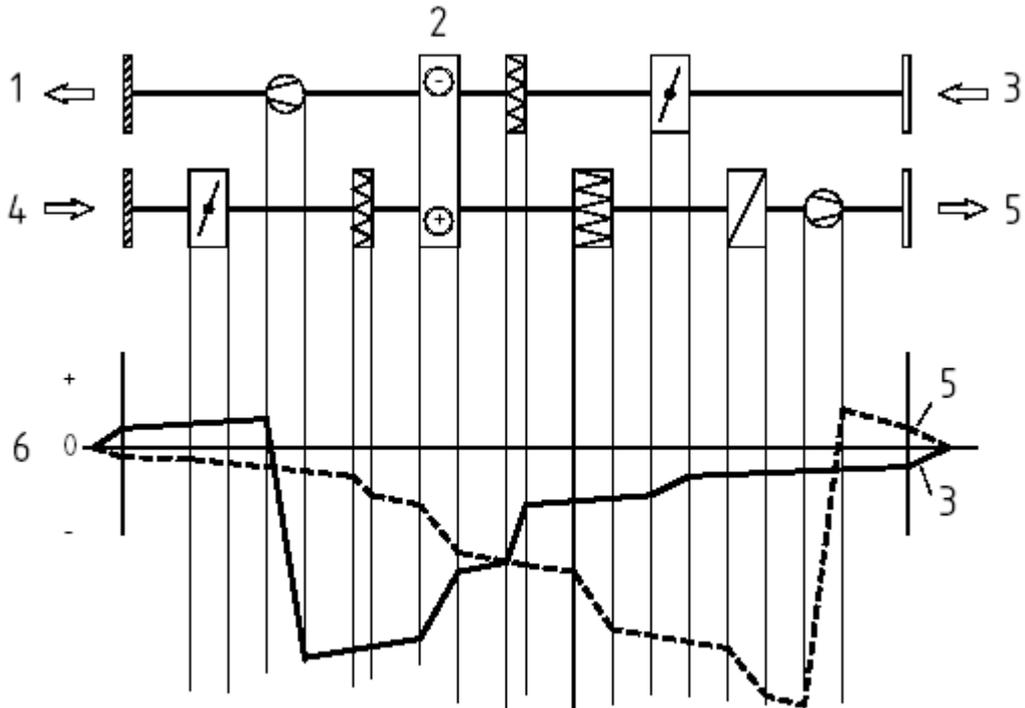
## A.4 Recupero di calore

Ogniqualevolta è necessario il riscaldamento dell'aria di approvvigionamento, dovrebbe essere considerata l'installazione di un sistema di recupero calore. Eccezioni sono casi con alte perdite di produzione di calore o casi speciali dove l'installazione di un sistema di recupero di calore non è economica, come nelle situazioni con un periodo molto corto di funzionamento o di impianti esistenti con spazio limitato.

Per sistemi di recupero calore aria-aria sono importanti i seguenti punti:

- Tipi e test di tenuta dei sistemi di recupero di calore sono presenti nella EN308.
- L'aria estratta della categoria ETA 1 può essere ricircolata. Comunque, il valore delle perdite dovrebbe essere conosciuto così che può essere assicurata la giusta portata d'aria nei locali.
- Quando la categoria dell'aria estratta è ETA 2, la quale non è adatta per la ricircolazione, è richiesta la sovrappressione sul lato dell'aria di approvvigionamento dell'unità di recupero calore. La situazione è chiarificata nella figura A.2.
- Quando è applicato un recuperatore di calore aria-aria per un'aria estratta di categoria ETA 3, è richiesta una sovrappressione attraverso lato dell'aria di approvvigionamento in relazione al lato dell'aria estratta. Questo dovrebbe essere anche assicurato in tutte le condizioni del sistema. Quando l'unità di recupero calore è dove odori e contaminanti possono essere trasferiti, es. con trasferimento di umidità, l'aria estratta non deve contenere più del 5% di aria estratta di categoria ETA 3. Attenzione speciale dovrebbe essere data alla tenuta interna dello scambiatore di calore.
- Con un'aria estratta di categoria ETA 4, il recupero di calore aria-aria non dovrebbe essere generalmente permesso, e dovrebbero essere utilizzati sistemi che usano un mezzo di trasferimento di calore

intermedio.



**Figura A.2. Condizioni di pressione nel sistema**

Legenda

- 1 Esausta
- 2 Unità di recupero calore
- 3 Estratta
- 4 Esterna
- 5 Approvvigionamento
- 6 Pressione

## **A.5 Rimozione dell'aria estratta**

Non dovrebbe essere permesso alle impurità di diffondersi nell'edificio attraverso i condotti dell'aria o il sistema di ventilazione. I condotti dovrebbero essere progettati e mantenuti in accordo con la ENV 12097.

L'aria, che si riferisce alle varie categorie di aria estratta, è rimossa dall'edificio in accordo con i seguenti requisiti:

Categoria ETA 1: L'aria estratta può essere raccolta in un condotto comune

Categoria ETA 2: L'aria estratta può essere raccolta in un condotto comune

Categoria ETA 3: L'aria estratta è generalmente condotta attraverso condotti individuali, o condotti comuni da spazi differenti della stessa categoria, esternamente o dentro una collezione di tubi o una camera dell'aria estratta

Categoria ETA 4: L'aria estratta è condotta all'esterno attraverso individuali condotti per l'aria e stratta.

Se arie provenienti da varie categorie di arie estratte sono combinate in un condotto comune, l'aria estratta in quel condotto è classificata secondo la categoria indicante l'inquinamento più elevato, purché il contenuto relativo di questa ecceda il 10% del flusso d'aria totale.

## A.6 Riutilizzo dell'aria estratta e uso dell'aria trasferita

Il riutilizzo dell'aria estratta è dipendente dalle specifiche situazioni.

Per raggiungere un basso consumo energetico, la portata d'aria di approvvigionamento dovrebbe essere la più bassa possibile e qualsiasi emissione che non è desiderabile (es. calore, inquinamento e umidità) dovrebbe essere rimossa attraverso misure alla sorgente o attraverso sistemi di estrazione in un sistema chiuso. In questo caso, e in molti casi nei quali è necessaria una buona qualità dell'aria nel locale, nessuna ricircolazione dell'aria dovrebbe essere usata. Se uno spazio è riscaldato o raffreddato prima del suo uso, e questo è fatto attraverso un sistema di ventilazione, questo può essere raggiunto principalmente attraverso il ricircolo dell'aria.

Basato sulla classificazione dell'aria esausta ed estratta nella 5.2.2, gli usi dell'aria nella tabella A.2 possono essere utilizzati.

<b>Categoria*</b>	<b>Commento concernente il possibile riutilizzo dell'aria</b>
ETA 1	Quest'aria è adatta per il ricircolo e il trasferimento
ETA 2	Questa aria non è adatta per la ricircolazione ma può essere usata per il trasferimento in toilets, bagni, garages e altri posti simili
ETA 3	Quest'aria non è adatta per il ricircolo e il trasferimento
ETA 4	Quest'aria non è adatta per il ricircolo e il trasferimento

**Tabella A.2. Riutilizzo dell'aria estratta e uso dell'aria trasferita**

\* vedere tabella 4

L'uso dell'aria ricircolata dentro lo stesso spazio è permessa nella categoria ETA 1 senza restrizioni e nella categoria ETA 2 nella condizione che la qualità dell'aria ricircolata sia controllata.

*NOTA: Quando non è permesso il riutilizzo dell'aria estratta, il progetto deve anche assicurare che non ci sia alcun ricircolo involontario. Attenzione necessaria bisogna dare alla tenuta dell'aria di tutti i sistemi di recupero calore.*

## A.7 Isolamento termico del sistema

Tutti i condotti, tubi e unità con una significativa differenza di temperatura tra il mezzo e la zona circostante, dovrebbero essere isolati contro il trasferimento di calore.

La struttura dell'isolamento dovrebbe essere tale che:

- la condensa non si trovi nella stessa struttura neppure sulla superficie.
- l'isolamento è protetto dai danni
- la giusta pulizia dei condotti è ancora possibile

Come regola, l'isolamento interno dovrebbe essere evitato per l'aria esterna, ricircolo e l'aria di approvvigionamento.

## **A.8 Tenuta dell'aria del sistema**

### **A.8.1 Generale**

La classificazione e le prove di tenuta d'aria dei condotti circolari sono descritte nella EN 12237. Questa classificazione di base è applicabile anche a tutti gli altri componenti e anche all'intero sistema. I requisiti e i test di tenuta dell'aria dell'unità di ventilazione, incluse le perdite nei filtri, sono descritti nella EN 1886.

La classe di tenuta dovrebbe essere scelta così che né infiltrazioni in un'installazione funzionante con pressioni negative, né fughe da installazioni funzionanti con pressioni positive, superino una percentuale della portata d'aria dell'intero sistema in condizioni di funzionamento. In modo da evitare eccessive perdite di energia e avere una portata d'aria controllata del sistema, questa percentuale dovrebbe essere inferiore a 6%.

La portata d'aria concordata (es. portata d'aria esterna per persona) deve sempre essere mantenuta nella zona occupata. Con perdite nel sistema di condotti e nell'unità di ventilazione la portata d'aria attraverso il ventilatore è maggiore.

### **A.8.2 Scelta della classe di tenuta dell'aria**

La classe di tenuta minima è scelta seguendo i seguenti principi. Comunque, una classe più severa è applicata nei casi dove l'aria totale dell'intelaiatura è eccezionalmente grande in relazione alla portata d'aria totale, dove la differenza di pressione attraverso l'intelaiatura è eccezionalmente grande, o quando eccezionali problemi derivano dalle perdite nel caso di richiesta di qualità dell'aria, rischio di condensazione o qualunque altra ragione.

Le perdite d'aria di unità di ventilazione racchiuse, locali per le attrezzature o camere per i ventilatori o altri meccanismi, non dovrebbero superare le perdite della classe A in figura 6.3. La classe A è inoltre applicabile ai condotti visibili nei spazi ventilati che essi servono, e dove la differenza di pressione relativa con l'aria interna è meno di 150 Pa.

La classe B è applicabile ai condotti esterni agli spazi ventilati, o condotti separati da tali spazi attraverso pannelli di copertura, o condotti in spazi ventilati dove la differenza di pressione relativa con l'aria interna supera i 150 Pa. La classe B è la minima per tutti condotti per l'aria esausta soggetti a sovrappressioni all'interno dell'edificio, escludendo i locali dell'impianto.

La classe C è applicata in base al caso, es. se la differenza di pressione attraverso il telaio del condotto è eccezionalmente alta, o se qualche perdita può risultare un pericolo per la qualità dell'aria interna, il controllo della condizioni di pressione o il funzionamento del sistema.

La classe D è applicata in situazioni speciali.

Secondo la EN 12237 la massima perdita d'aria  $f$  nelle condizioni di test è data da:

Classe A:  $f=0,027.p^{0.65}$   
 Classe B:  $f=0,009.p^{0.65}$   
 Classe C:  $f=0,003.p^{0.65}$   
 Classe D:  $f=0,001.p^{0.65}$

f = perdita d'aria in  $\text{I.s}^{-1}.\text{m}^2$

p = pressione statica in Pa

Queste relazioni sono mostrate nella figura A.3.

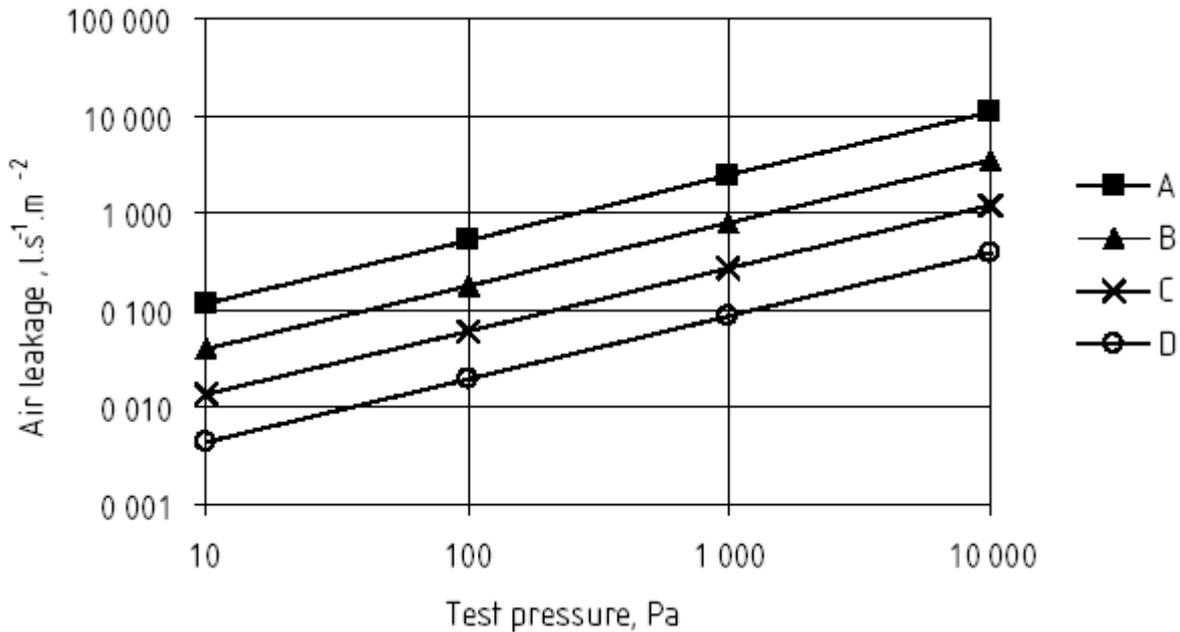


Figura A.3. Classi di tenuta dell'aria (vedere prEN 1507 e EN 12237)

### **A.8.3 Prove di tenuta dell'aria**

La prova sul campo dovrebbe essere pianificata nella fase di progetto. I test dovrebbero essere fatti in ogni fase di costruzione nelle quali la tenuta d'aria totale può essere controllata e qualunque riparazione richiesta è facile da fare. L'installazione dei condotti sottoposti ai test dovrebbe essere la più completa possibile, tutti i componenti del condotto installati, l'unità di ventilazione e tutte le altre attrezzature connesse al condotto.

Un'ispezione visiva dovrebbe essere fatta prima di qualsiasi misura in modo da assicurare che il sistema è installato propriamente e senza alcun evidente danno. Quando differenti parti del sistema hanno differenti richieste di tenuta dell'aria, queste parti dovrebbero essere testate separatamente usando le differenze di pressione di progetto come pressione di prova. Quando essi sono provati insieme, poi la classe più severa dovrebbe essere usata nello specificare la pressione di prova, ma la prova risulta essere confrontata alla somma delle perdite permesse per le differenti parti.

### **A.9 Tenuta dell'aria dell'edificio**

La tenuta dell'aria dell'edificio dovrebbe essere adatta al suo uso e al tipo di ventilazione installata. Edifici con sistemi di ventilazione bilanciati (ventilazione artificiale dell'aria estratta e di approvvigionamento) dovrebbe essere il più a tenuta possibile con un valore  $n_{L50}$  sotto  $1,0 \text{ h}^{-1}$  nel caso di edifici alti (più alto di 3 piani) e sotto  $2,0 \text{ h}^{-1}$  nel caso di edifici bassi. In aggiunta singole larghe perdite dalla struttura dell'edificio dovrebbero essere prevenute per evitare problemi di spifferi. Nei casi dove la diffusione d'inquinanti deve essere limitata, e.g. i muri e i piani interni dovrebbero essere anch'essi a tenuta.

Il metodo per misurare il valore  $n_{L50}$  è specificato nella ISO 9972 o EN 13829. I valori dati sopra descrivono l'intera tenuta della struttura dell'edificio. Conformemente tutte le finestre, aperture intenzionali così come condotti dell'aria estratta e di approvvigionamento dovrebbero essere chiusi durante tali misure.

## **A.10 Condizioni di pressioni dentro il sistema e l'edificio**

### **A.10.1 Generale**

Le pressioni relative dell'edificio, dei differenti spazi e del sistema di ventilazione dovrebbero essere progettate così che la diffusione di odori e impurità in quantità o concentrazioni dannose sia prevenuta.

Nessun significativo cambiamento delle condizioni di pressione, dovuto alle condizioni del tempo, è permesso. La tenuta dell'involucro dell'edificio, dei piani e muri di partizione, che hanno influenza sulle condizioni di pressione, dovrebbe essere studiata e definita nella fase di progetto, tenendo conto delle condizioni sia della temperatura che del vento. Differenze di pressione causate dai sistemi di controllo del fumo non sono trattate in questo standard.

### **A.10.2 Edificio**

In situazioni senza speciali richieste o emissioni, i sistemi di ventilazione dovrebbero essere progettati per condizioni neutre di pressione nell'edificio. Una leggera sottopressione in relazione all'esterno specialmente in climi rigidi può aiutare ad evitare danni alle strutture causati da umidità; comunque, la sottopressione interna non dovrebbe eccedere i 20 Pa.

Nelle aree dove ci si attende un inquinamento dell'aria esterna elevato (Categorie ODA da 2 a 5) o nelle aree dove la sottopressione può causare il rischio potenziale di incremento della concentrazione di radon, la sottopressione interna dovrebbe essere progettata per essere al minimo. Alternativamente, l'edificio dovrebbe essere progettato per una leggera sovrappressione. (in climi rigidi dovrebbe essere certificato che la sovrappressione interna non causa danni per l'umidità alla struttura).

Certi spazi (anche edifici per l'occupazione umana) dovrebbero essere progettati per la sovrappressione in funzione dell'esterno o agli spazi adiacenti. Sono esempi di tali spazi camere bianche, locali macchinari con elettronica sensibile.

Le condizioni di pressione dovrebbero essere continuamente controllate negli spazi dove ci sono grandi emissioni di impurità. La pressione dell'aria nelle scale, corridoi e altri passaggi dovrebbe essere dimensionata così da non causare correnti d'aria da un locale o appartamento all'altro.

### **A.10.3 Interni**

Le pressioni relative agli spazi interni dovrebbero essere specificate in modo che l'aria spiri dallo spazio più pulito a quegli spazi dove sono rilasciate più impurità.

### **A.10.4 Sistema**

Alle impurità non dovrebbe essere permesso di diffondere nell'edificio attraverso i condotti dell'aria o il sistema di ventilazione. Differenti sistemi di ventilazione non dovrebbero essere combinati dentro le stesse zone dell'edificio in modo che le condizioni di pressione, dentro queste zone dell'edificio, diventino incontrollate in certe condizioni di funzionamento.

Edifici alti dovrebbero essere divisi verticalmente in zone separate di ventilazione. La distanza verticale (D) tra la presa più bassa e quella più alta nella stessa zona non dovrebbe superare :

$$D_{\max} = \frac{600}{\theta_r - \theta_{o,\min}}$$

dove:

D      è la distanza verticale in m

$\theta_r$     è la temperatura dell'aria nel locale in °C

$\theta_{o,\min}$  è la temperatura esterna di progetto per le condizioni invernali in °C

#### **ESEMPIO**

Quando la temperatura dell'aria nel locale è 21°C e la temperatura di progetto esterna -14°C, la distanza verticale tra la presa più alta e quella più bassa non dovrebbe superare 17 m

Alternativamente, il sistema può essere equipaggiato con smorzatori per la portata costante o simili congegni, che compensano automaticamente l'effetto camino.

### **A.10.5 Condizioni di pressione nelle unità e nei sistemi**

Le cadute di pressione per i filtri e le sezioni filtranti, per smorzatori, sezioni smorzanti e sezioni miste nelle unità di ventilazione dovrebbero essere specificate in accordo con la EN 13053.

Per le unità di recupero calore vedere A.4.

Per i sistemi a portata variabile, requisiti supplementari sono specificati:

- massima variazione per la differenza di pressione e il rapporto della portata d'aria estratta e di approvvigionamento
- controllo della pressione

L'influenza delle variazioni della caduta di pressione sulla portata d'aria, dovuta all'accumulazione della polvere o differenti posizioni degli smorzatori nelle sezioni degli smorzatori o miste, dovrebbe essere determinata e stimata. Non dovrebbe essere permesso alcun significativo cambiamento, dovuto ai variazioni della caduta di pressione nell'unità e nel sistema, nella portata d'aria (generalmente non più del  $\pm 10\%$  della portata d'aria totale di approvvigionamento o esausta) o nelle condizioni di pressione nell'edificio.

## **A.10.6 Canalizzazione**

I condotti dell'aria estratta dentro gli edifici (escluse i condotti di scarico nei locali dei ventilatori) sono generalmente progettati per pressioni negative.

Le arie estratte della categoria ETA 1 e ETA 2 possono, comunque, essere condotte sotto pressione positiva a patto che la tenuta dei condotti sia di classe C in accordo con la EN 12237, e che non ci siano condotti per l'aria di approvvigionamento funzionanti ad una pressione inferiore nello stesso condotto.

Le arie estratte di categoria ETA 3 o ETA 4 non dovrebbero essere condotte dentro parti occupate dell'edificio sotto pressione positiva. Le sole eccezioni sono estrazioni da cucine residenziali (con cappe aspiranti) e bagni (con ventilatori), nella condizione in cui l'aria non è condotta in sovrappressione attraverso alcuna altra area (appartamenti, piani) che quella che serve.

I condotti dell'aria estratta dei sistemi di ventilazione forzata dovrebbero essere equipaggiati con congegni che chiudono automaticamente quando la ventilazione si ferma, in modo da prevenire ritorni d'aria o una ventilazione non controllata, almeno quando la sezione trasversale del condotto di estrazione è più grande di  $0.06 \text{ m}^2$ .

## **A.11 Richiesta controllata della ventilazione**

Esperienze pratiche mostrano che adattando la ventilazione alla richiesta reale può molto spesso ridurre sostanzialmente il consumo di energia del sistema di ventilazione.

Il modo più semplice per fare questo è adattare la ventilazione in funzione della domanda. Questo può essere fatto attraverso i seguenti mezzi:

- interruttori manuali
- combinazione con interruttori luminosi
- interruttori controllati con il timer (giorno, settimane o intero anno)
- interruttori alla finestra
- sensori infrarossi

Nelle situazioni con richieste variabili, il sistema di ventilazione può essere fatto funzionare in modo da raggiungere i dati criteri nel locale. Nelle stanze occupate da persone, possono essere usati i seguenti sensori:

- sensori di movimento
- sensori che contano
- Sensori  $\text{CO}_2$  (usati principalmente nei locali non fumatori)
- Sensori per le miscele di gas (usato anche nei locali fumatori).

Nei locali con emissioni conosciute, la concentrazione dei più importanti inquinanti può essere usata come segnale di ingresso, per esempio la concentrazione di CO nelle aree parcheggio.

Il sistema di ventilazione ed il suo controllo dovrebbero essere adattati quando l'uso del locale cambia, in linea con i sopraesposti principi.

## **A.12 Basso consumo di potenza**

### **A.12.1 Potenza specifica del ventilatore**

La potenza specifica del ventilatore (SFP) dipende dalla caduta di pressione, dall'efficienza del ventilatore e dal progetto del motore. Basata sulla classificazione della tabella 17, la tabella A.3 dà esempi per la SFP nelle tipiche applicazioni.

<b>Applicazione</b>	<b>Categoria di SFP per ciascun ventilatore</b>	
	<b>Intervallo tipico</b>	<b>Valore di default</b>
Ventilatore per l'aria di approvvigionamento:		
-Complesso sistema HVAC	da SFP 1 a SFP 5	SFP 3
-Semplice sistema di ventilazione	da SFP 1 a SFP 4	SFP 2
Ventilatore per l'aria estratta:		
-Complesso sistema HVAC	da SFP 1 a SFP 4	SFP 3
-Semplice sistema di ventilazione	da SFP 1 a SFP 3	SFP 2
-Sistema per l'aria estratta	da SFP 1 a SFP 3	SFP 2

**Tabella A.3 Esempi per le categorie di SFP**

### **A.12.2 Caduta di pressione**

La caduta di pressione dei componenti nel sistema dovrebbe essere la più bassa possibile per raggiungere la performance richiesta dal sistema, in modo da tenere il consumo di energia del ventilatore il più basso possibile. In aggiunta, la caduta di pressione può cambiare a causa, per esempio, dell'accumulazione di polvere e questo può agire sul bilanciamento della pressione del sistema.

Nella tabella A.4 e A.5 sono presenti esempi di caduta di pressione. Se è scelto un certo componente con la caduta di pressione più alta, la categoria totale può essere raggiunta attraverso le più basse cadute di pressione degli altri componenti.

<b>Componente</b>	<b>Caduta di pressione in Pa</b>		
	<b>Bassa</b>	<b>Normale</b>	<b>Alta</b>
Condotto	100	200	300
Batteria riscaldamento	40	80	120
Batteria raffreddamento	60	100	140
Unità recupero calore	100	150	200
Umidificatore	20	40	60
Filtro aria per sezione <sup>*)</sup>	100	150	250
Silenziatore	30	50	80
Diffusore	30	50	100

Aria in ingresso e uscita	20	50	70
---------------------------	----	----	----

**Tabella A.4 Esempi di caduta di pressione per specifici componenti nei sistemi per l'approvvigionamento dell'aria**

*\*) Caduta di pressione finale prima della sostituzione*

Componente	Caduta di pressione in Pa		
	Bassa	Normale	Alta
Condotto incluso il terminale	100	200	300
Unità di recupero calore	100	150	200
Filtri aria per sezione <sup>*)</sup>	100	150	250
Silenziatori	30	50	80
Aria in ingresso e uscita	20	40	60

**Tabella A.4 Esempi di caduta di pressione per specifici componenti nei sistemi per l'estrazione dell'aria**

*\*) Caduta di pressione finale prima della sostituzione*

## **A.13 Riquisiti di spazio per i componenti e i sistemi**

### **A.13.1 Generale**

Il sistema dovrebbe essere preparato, progettato e installato in modo da facilitare la pulizia, la manutenzione e le operazioni di riparazione. Spazio sufficiente dovrebbe essere predisposto vicino all'apparecchiatura per le operazioni di manutenzione e pulizia. La minima dimensione dello spazio dovrebbe essere uguale alle corrispondenti dimensioni dell'apparecchiatura o unità interessata. Spazio sufficiente per lo smontaggio e la riparazione dovrebbe essere riservato, e la strada per il trasporto delle parti di ricambio dovrebbe essere predisposta e segnata. I valori dalla A.13.1 alla A.13.5 danno le informazioni iniziali sulle richieste di spazio.

Né l'attrezzatura richiedente manutenzione, né porte di servizio, dovrebbero essere predisposte in posti con poco accesso. Nel caso di soffitti sospesi, un accesso che può essere aperto o rimosso senza l'ausilio di attrezzi e di dimensione non inferiore a 500x500 mm dovrebbe essere previsto adiacente al componente nel soffitto.

I locali per le unità di ventilazione e le macchine dovrebbero essere accessibili al personale di servizio e di manutenzione (inclusi tutti i movimenti di materiale e pezzi di ricambio) senza il bisogno di entrare in spazi occupati.

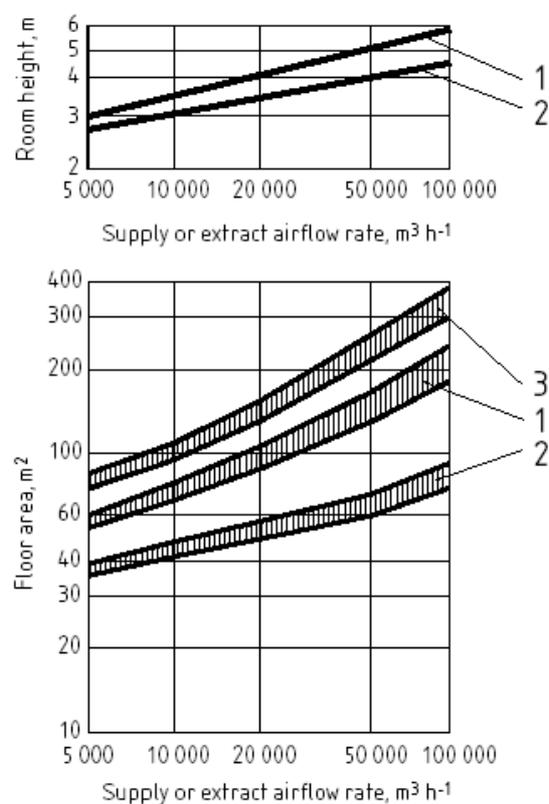
Le figure date per le richieste di spazio dalla A.13.2 alla A.13.3 dovrebbero essere considerate linee guida per le situazioni tipiche. Più o meno spazio può essere necessario a seconda della situazione locale. In tutti i casi, la reale richiesta di spazio per i componenti e i sistemi dovrebbe essere

controllata nel progetto del HVAC, tenendo in considerazione lo spazio richiesto per la pulizia, manutenzione e ricambio di tutti i componenti del sistema.

Ogniqualvolta sia possibile, i muri dei locali per gli impianti e dei condotti non dovrebbero essere parte del concetto statico dell'edificio.

### **A.13.2 Richieste di spazio per i locali per gli impianti per i sistemi di ventilazione**

Dovrebbero essere seguite le richieste di spazio per i locali per gli impianti date in figura A.4 in modo da permettere la realizzazione di sistemi di ventilazione che sono efficienti dal punto di vista energetico e facile da mantenere.



**Figura A.4 Locali alti e area per i piani per locali per impianti**

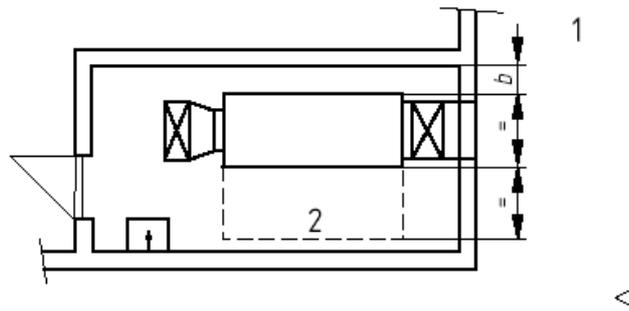
Legenda

- 1 Sistema per l'aria di approvvigionamento (grafico in alto)  
Sistema solo per l'aria di approvvigionamento (grafico sotto)
- 2 Sistema per l'aria estratta (grafico in alto)  
Sistema solo per l'aria estratta (grafico sotto)
- 3 Sistema per l'aria di approvvigionamento e per l'aria estratta (grafico in alto)

Le figure date sono valide per i sistemi con una unità per l'aria estratta e di approvvigionamento. Nel caso di frazionamento in molte unità più piccole e nel caso di recupero di calore rigenerativo può essere richiesta una area del piano più grande.

E' importante definire nel progetto della HVAC, non solo la forma totale di quelle aree, ma anche la loro disposizione, il tracciato del sistema di condotti dentro l'intero sistema, le vie di trasporto per le

attrezzature e le parti di ricambio e l'accessibilità per le revisioni e le riparazioni. I principi mostrati nella figura A.5 dovrebbero essere seguiti.



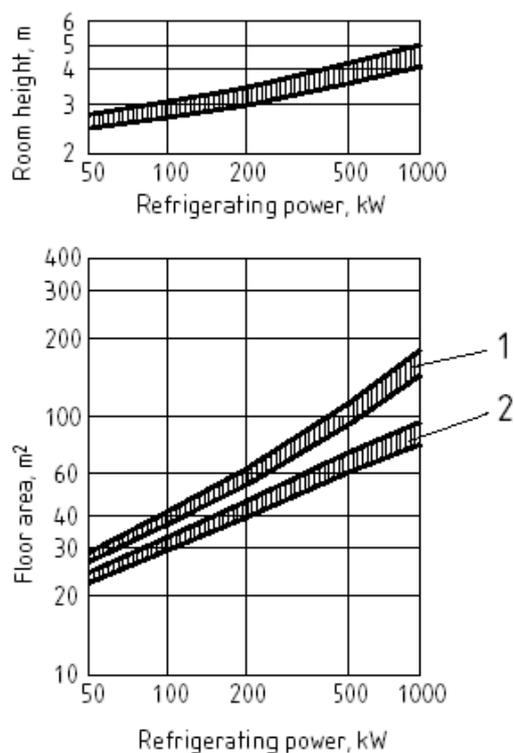
**Figura A.5** disposizione dei sistemi di ventilazione (proiezione)

Legenda

- 1  $b=0.4 \times$  l'altezza dell'unità, minimo 0.5 m
- 2 Spazio di servizio

### **A.13.3 Richieste di spazio per impianti di refrigerazione e distribuzione dell'acqua**

Le richieste di spazio per gli impianti di refrigerazione e distribuzione dell'acqua dovrebbero essere in accordo con la figura A.6.



**Figura A.6** Altezza del locale e aria del piano per gli impianti di refrigerazione e distribuzione dell'acqua

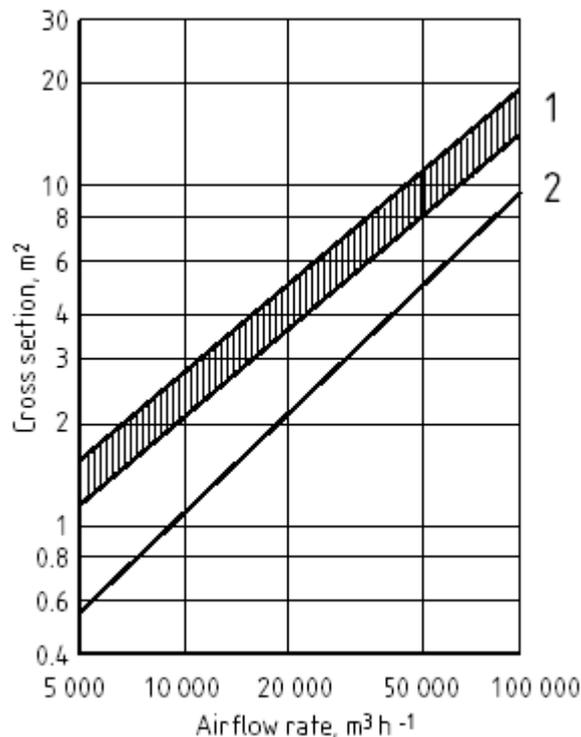
Legenda

- 1 Sistema di refrigerazione inclusa distribuzione dell'acqua
- 2 Sistema di riraffreddamento

Le aree date sono valide per le unità di refrigerazione, per le pompe per l'acqua fredda e il sistema di distribuzione dell'acqua fredda. La richiesta di spazio per le pompe e i sistemi di distribuzione per il riscaldamento non è inclusa.

### **A.13.4 Sezione trasversale del condotto**

Per il condotto, le aree raccomandate della sezione trasversale sono date in figura A.7.



**Figura A.7 Sezione trasversale del condotto**

Legenda

- 1
- 2

Per ?????? contenente sistemi di condotti, il più basso valore che può essere usato se la sezione trasversale è quasi quadrata e non è richiesto alcun frazionamento in molti condotti. Negli altri casi il limite superiore è generalmente più appropriato. Le figure date sono aree grossolane per il trasporto dell'aria.

Nel caso di ??? direttamente usati per il trasporto dell'aria, la sezione trasversale è utilizzata solo per il trasporto dell'aria.

Le connessioni dei condotti nel ??? al sistema di condotti nei piani dovrebbe essere preso in considerazione. La posizione del ??????????????????

### **A.13.5 Spazi richiesti nei soffitti sospesi**

Per i soffitti sospesi contenenti sistemi di condotti per l'aria di approvvigionamento e l'estrazione, lo spazio libero sopra il falso soffitto dovrebbe essere generalmente da 0.40 m a 0.50 m, e nelle zone ristrette almeno da 0.25 m a 0.30 m. Dovrebbe essere preparato un accesso non ostruito alla copertura di accesso dei condotti.

### **A.13.6 Davanzali della finestra**

Per i tipici sistemi VAC montati sui davanzali delle finestre, la profondità richiesta è approssimativamente tra 0.20 e 0.40 m.

## **A.14 Aspetti igienici e tecnici per l'installazione e la manutenzione**

Tutti i componenti installati nei sistemi di ventilazione e condizionamento di locali dovrebbero essere adatti, i.e. resistenti alla corrosione, facili da pulire, accessibili e igienicamente ineccepibili. Inoltre, essi non dovrebbero facilitare la crescita di microrganismi.

I requisiti base per facilitare la manutenzione dei componenti canalizzati sono dati nella ENV 12097

I requisiti igienici generali presenti nella ENV 12097 si applicano a tutti i condotti, componenti dei condotti e attrezzature del sistema di ventilazione. La canalizzazione dovrebbe essere progettata e installata in modo da raggiungere quei requisiti durante la vita utile dell'applicazione della ventilazione.

Tutti i componenti dovrebbero essere installati in modo che essi possano essere facilmente puliti, o posizionati così che essi possano essere rimossi per il servizio e la pulizia dei condotti. Quando non è possibile, dovrebbero essere installate porte di servizio a monte e/o a valle su uno o entrambi i lati del componente secondo la ENV 12097.

La categoria dell'aria estratta può avere influenza sulla frequenza di accesso agli sportelli o alle porte, sul metodo di pulizia e sull'intervallo tra una pulizia e l'altra.

Per fornire un punto di accesso regolare per la pulizia e il servizio, le aperture dovrebbero essere provviste di un plenum, vicine alle curve dei condotti e nei condotti orizzontali, non più di 10 m di distanza lontano. Per l'aria estratta di categoria EHA 4, comunque, la distanza massima dovrebbe essere da 3 a 5 m a seconda delle caratteristiche delle impurità nell'aria estratta. Le dimensioni minime delle aperture sono date nell'articolo 4 della ENV 12097. Quando il metodo di pulizia permette aperture più piccole o distanze più grandi tra le aperture, queste dimensioni sono accettabili fornito questo in tutta la documentazione e marciatura delle aperture, il metodo e i suoi requisiti specifici per la dimensione delle aperture è specificato.

Accesso ai componenti montati nei condotti dovrebbe essere fornito secondo la ENV 12097. Per i soffitti sospesi dovrebbe essere fatto riferimento alla A.13.5. La cima e il fondo dei condotti verticali dovrebbero essere equipaggiati con aperture poste in spazi con facile accesso.

# **Allegato B (informativo)**

## **Aspetti economici**

### **B.1 Generale**

Il sistema di riscaldamento e ventilazione per qualunque edificio è basato sul migliore macchinario funzionante al costo più ragionevole. Il calcolo dei costi dovrebbe essere fatto in base a un metodo convenuto e provato.

### **B.2 Ipotesi**

Tutte le ipotesi fatte nel calcolo dovrebbero essere dichiarate in modo da presentare risultati chiari e rintracciabili.

Le informazioni più importanti sono:

- metodo di calcolo
- ipotesi per i valori descritti nel B.3.2.

### **B.3 Metodo di calcolo**

#### **B.3.1 Generale**

Il calcolo dei costi dovrebbe essere fatto secondo il "Present Value Method".

Il calcolo è basato sulla vita utile aspettata e sulla qualità dei componenti usati. Il tasso di interesse del mercato e il tasso d'inflazione dovrebbero essere considerati. Il Present Value Method per calcolare i costi del ciclo vita è dato nel B.3.2.

In aggiunta, informazioni richieste per il calcolo sono specificate nella B.3 con tabelle per valori raccomandati per la vita delle attrezzature comunemente usate.

#### **B.3.2 Definizioni**

##### **B.3.2.1 Present value [PV]**

Il valore di tutti i costi e di tutte le entrate che avvengono durante il ciclo di vita del macchinario al prezzo attuale

### **B.3.2.2 Investimento iniziale [I]**

Spesa per il macchinario che è da usare per la funzione desiderata.

### **B.3.2.3 Tasso di interesse del mercato [r]**

Tasso di interesse accordato dal finanziatore

### **B.3.2.4 Tasso d'inflazione [i]**

Tasso annuale di svalutazione della valuta

### **B.3.2.5 Tasso di interesse reale [r<sub>i</sub>]**

Tasso di interesse del mercato aggiuntato con il tasso di inflazione.

$$r_i = \frac{r - i}{1 + i}$$

### **B.3.2.6 Periodo di vita [n]**

Vita utile aspettata per un prodotto o per un sistema normalmente specificato in anni

### **B.3.2.7 Costo di manutenzione [C<sub>m</sub>]**

Costo annuale per riparazioni e sostituzioni di attrezzature in modo da tenere il sistema in condizioni operative almeno alle livello iniziale di performance.

### **B.3.2.8 Costi di funzionamento [C<sub>0</sub>]**

Coso annuale e altri consumi come o costi di amministrazione e supporto tecnico

*NOTA: L'uso dell'energia risulta nei costi esterni, e non è incluso nel costo ufficiale. E' considerata buona pratica includere i costi esterni nei calcoli economici e specificarli.*

### **B.3.2.9 Present value factor [f<sub>pv</sub>]**

Fattore attraverso il quale i costi di funzione, manutenzione e le entrate annuali devono essere moltiplicate per essere paragonate con l'investimento iniziale al tempo dell'installazione.

*NOTA: Nella tabella B.1 il present value factors (f<sub>pv</sub>) sono dati con una vita utile da 5 a 50 anni e per un tasso di investimento reale da 0% a 20%. Valori intermedi possono essere calcolati attraverso l'interpolazione o usando la seguente formula dimensionale:*

$$f_{pv} = \frac{1 - (1 + r_i)^{-n}}{r_i}$$

I valori nella tabella B.1 sono calcolati con l'ipotesi che i pagamenti sono fatti al termine di ogni anno.

Vita utile, n, in anni	Tasso di interesse reale ri in percentuale							
	0	4	5	8	10	12	15	20
5	5,0	4,5	4,3	4,0	3,8	3,6	3,0	2,7
10	10,0	8,1	7,7	6,7	6,1	5,7	5,0	4,6
15	15,0	11,1	10,4	8,6	7,6	6,8	5,8	4,7
20	20,0	13,6	12,5	9,8	8,5	7,5	6,3	4,9
30	30,0	17,3	15,6	11,3	9,4	8,1	6,6	5,0
40	40,0	19,8	17,2	11,9	9,8	8,2	6,6	5,0
50	50,0	21,5	18,3	12,2	9,9	8,3	6,7	5,1

**Tabella B.1 Present value factors  $f_{pv}$  in percentuale degli importi annuali per differenti vite utili e tassi di interesse reali**

### **B.3.2.10 Costo del ciclo di vita [LCC]**

Somma dell'investimento iniziale e valore attuale di tutte le funzioni e i costi di manutenzione.

*NOTA: alla fine della sua vita utile l'investimento è assunto essere completamente deprezzato (i.e. il valore residuo è uguale a zero).*

$$LCC = I + F_{pv} \cdot (C_o + C_m)$$

### **B.3.2.11 Risparmio sul ciclo di vita [LCS]**

Guadagno economico assunto dovuto alla riduzione della perdita energetica. Una differenza nei costi di funzionamento dovrebbe essere paragonata alla corrispondente differenza nell'investimento.

*NOTA: LCS dovrebbero essere riferiti al tempo dell'investimento attraverso la moltiplicazione con i present value factor accumulato.*

### **B.3.2.12 Net present cost [NCP]**

Ciclo di vita calcolato ridotto secondo il risparmio sul ciclo di vita.

## **B.3.3 Calcolo del Net Present Cost**

### **B.3.3.1 Generale**

Il calcolo include:

- pagamento assunto per il macchinario
- costi assunti per il funzionamento e manutenzione, aggiustati al valore attuale.
- risparmi assunti dall'investimento (e.g. affitto o risparmi nei costi di funzionamento causati dall'installazione, per esempio di uno scambiatore di calore).

Un problema frequente per b) e c) è che i costi non sono ugualmente distribuiti lungo la vita utile. Comunque, in molti casi una equiparazione può essere permessa o anche raccomandata, come nei

casi in cui l'incertezza nel definire quei costi o entrate è abbastanza alta e dipendente dal tipo di uso del macchinario.

### B.3.3.2 Esempio di calcolo per un sistema contenente componenti con uguale vita utile

Investimento	$I = 100 \text{ k€}$
Costi di funzionamento	$C_o = 10 \text{ k€/anno}$
Costi di manutenzione	$C_m = 5 \text{ k€/anno}$
Vita utile	$n = 30 \text{ anni}$
Tasso di interesse di mercato	$r = 12\%$
Tasso d'inflazione	$i = 6.4\%/anno$
Tasso di interesse reale	$r_i = \frac{0.12 - 0.065}{1 + 0.065} \% \quad r_i = 5.2\% \text{ approx.}$
Present value factor	$f_{pv} = \frac{1 - (1 + 0.052)^{-30}}{0.052} \quad f_{pv} = 15.9 \text{ approx. (vedere tabella B.1)}$
$LCC_1 =$	$I + f_{pv} \cdot (C_o + C_m) = 100 + 15,0 \cdot (10 + 5) = 325 \text{ k€}$

I guadagni economici assunti (risparmio sulla vita utile, LCS) dovuti alla riduzione dei costi annuali  $C_y$  dovrebbero essere riferiti al momento dell'investimento attraverso la moltiplicazione della riduzione annuale di costi con il present value factor.

LCS	$= f_{pv} \cdot C_y$
Assumere	$C_y = 5 \text{ k€/y}$
LCS	$= 15 \cdot 5 = 75 \text{ k€}$

Il LCC calcolato dovrebbe essere ridotto con il LCS per ottenere il NPC, Net Present Cost.

NPC	$= LCC - LCS$
NPC	$= 331 - 75 = 256 \text{ k€}$

### B.3.3.3 Esempio di calcolo per un sistema con un valore residuo

In molti casi il valore residuo non si considera per alcun cambiamento considerabile in LCC. Una stima dell'influenza di un valore rimanente può essere fatta come segue:

Livello di valore residuo	$= x\% \text{ dell'investimento } I$
Valore residuo	$I_r = I \cdot x/100$
Present value del valore residuo	$I_p = I_r \cdot p \quad \text{dove } p = (1 + r_i)^{-n}, \text{ vedere tabella B.2.}$
Confrontando con i risultati del B.3.3.2 si ha:	
$LCC_2$	$= I - I_p + f_{pv} \cdot (C_o + C_m)$

Vita utile, n, in anni	Tasso di interesse reale $r_i$ in percentuale							
	0	4	5	8	10	12	15	20
5	1	0,82	0,78	0,68	0,62	0,57	0,50	0,40
10	1	0,68	0,59	0,46	0,39	0,32	0,25	0,16
15	1	0,56	0,48	0,32	0,24	0,18	0,12	0,065
20	1	0,46	0,38	0,21	0,15	0,10	0,061	0,026
30	1	0,31	0,23	0,10	0,057	0,033	0,015	0,004
40	1	0,21	0,14	0,046	0,022	0,011	0,004	0,0007
50	1	0,14	0,021	0,021	0,009	0,003	0,001	0,0001

Tabella B.2 Present Value Factors  $f_{pv}$  in percentuale di un importo futuro

Usando i valori secondo la B.3.3.2

Livello del valore residuo

$$x = 20\% = 0,2$$

Valore residuo

$$I_r = 0,2 \cdot 100 = 20 \text{ k€}$$

Present value

$$I_p = 20 \cdot (1 + 0,052)^{-30} = 4,4 \text{ k€}$$

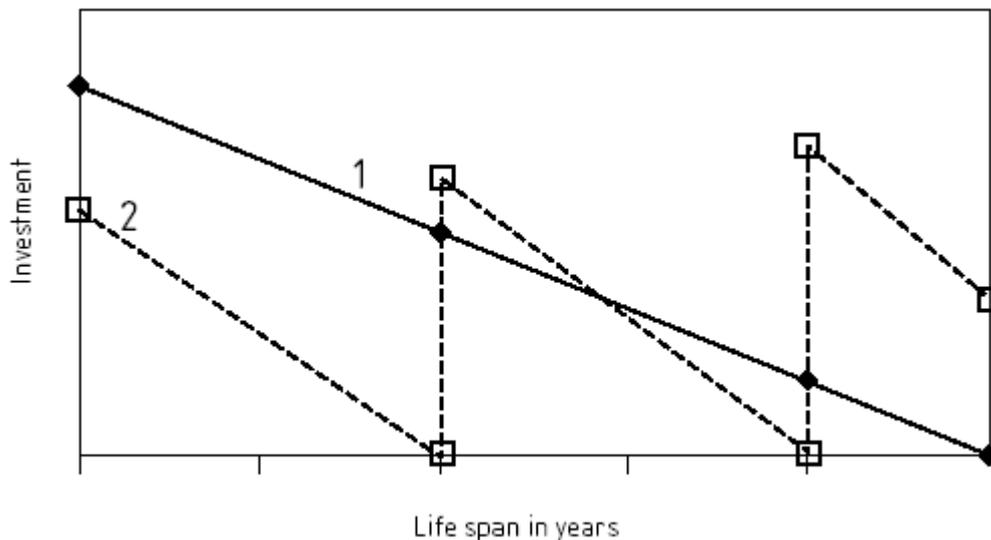
Usando  $LCC_1$  dal B.3.3.2 si ha:

$$LCC_2 = LCC_1 - I_p = 331 - 4,4 = 326,6 \text{ k€}$$

### **B.3.3.4 Calcolo per un sistema contenente componenti con vite utili differenti**

Il calcolo del Net Present Cost (NPC) per un sistema normalmente dovrebbe essere eseguito considerando le diverse vite utili per i componenti del sistema. Per confronto, la vita utile totale di tutti i componenti e sistemi dovrebbero essere le stesse.

In seguito è presentato un esempio semplice contenente un componente una vita utile più corta degli altri, vedere figura B.1.



**Figura B.1. Investimento e reinvestimento in un sistema con due componenti aventi differenti vite utili**

Legenda

- 1 Componenti con vita utile completa
- 2 Componenti con vita utile corta

Il costo del componente principale, avente la vita utile dell'installazione, può essere calcolato come nel B.3.3.2. Assumendo che un componente è adatto e che ha una vita utile tale che deve essere rimpiazzato due volte durante l'intero arco della vita utile del sistema, il seguente calcolo può essere fatto:

A) Inizio del periodo 2, dopo 12 anni:

Reinvestimento  $I_2$

$$\text{Present value } I_{p2} = I_2 \cdot (1 + r_i)^{-12}$$

B) Inizio del periodo 3, dopo 24 mesi:

Reinvestimento  $I_3$

$$\text{Present value } I_{p3} = I_3 \cdot (1 + r_i)^{-24}$$

*NOTA: se il costo dei componenti reinstallati cresce seguendo il tasso generale d'inflazione, il spesa di reinvestimento calcolata al periodo dell'investimento originale può essere usato direttamente senza trasformazioni.*

Il present value totale degli investimenti:

$$I_{\text{tot}} = I + I_{p2} + I_{p3}$$

LLC per il sistema può adesso essere calcolato attraverso l'equazione data nel paragrafo B.3.3.2 se  $I_{\text{tot}}$  è inserito al posto del I.

Se la vita utile dell'ultimo investimento supera quello del componente con la vita più lunga il valore residuo dell'ultimo investimento può essere calcolato secondo il B.3.3.3, che da la seguente espressione:

$$LCC = I_{\text{tot}} - I_p + f_{pv} \cdot (C_o + C_m)$$

## **B.4 Vite utili e costi di manutenzione per le installazioni e i macchinari**

Le vite utili e i costi di manutenzione dei macchinari dipendono da:

- a) qualità del macchinario
- b) dimensione e scelta del macchinario
- c) grado di utilizzo
- d) qualità e metodo di manutenzione

Come raccomandazione generale le vite utili e i costi annuali di manutenzione dati nella tabella B.3 possono essere usati nel calcolo del costo del ciclo di vita. E' importante, comunque, considerare i sopra menzionati fattori e la vita utile dell'intero edificio, insieme all'utilizzo dell'edificio.

Le figure date nella tabella B.3 sono solo esempi e buoni per gli studi preliminari e per paragoni con diversi sistemi ma non dovrebbero essere usate come basi per un contratto di manutenzione ecc.

<b>Componente</b>	<b>Vita utile in anni</b>	<b>Costo annuale di manutenzione in % dell'investimento iniziale</b>
Unità di condizionamento aria	15	4
Raffreddatori dell'aria	20	2
Riscaldatori dell'aria, elettrico	15	2
Riscaldatori dell'aria, vapore	20	2
Riscaldatori dell'aria, acqua	20	2
Brucciatori, olio e gas	10	4
Condensatori	20	2
Attrezzatura di controllo	15	4
Controllo valvole, automatico	15	6
Controllo valvole, manuale	30	4
Compressori di raffreddamento	15	4
Raffreddamento a pannelli e soffitto	30	2
Smorzatori	20	1
Smorzatori con motori di controllo	15	4
Diffusori	20	4

Box per condotti doppi	15	4
Sistema di condotti per l'aria filtrata	30	2
Sistema di condotti per l'aria non filtrata	30	6
Evaporatori	20	2
Vasche di espansione, CU	30	1
Vasche di espansione, inox	30	1
Vasche di espansione, acciaio	15	2
Griglie per l'aria estratta	20	10
Unità fan coil	15	4
Ventilatori	20	4
Ventilatori a portata variabile	15	6
Strutture dei filtri	15	2
Materiale del filtro, pulibili	10	10
Materiale del filtro, non pulibili	1	0
Estintori, facilmente accessibili	15	8
Estintori, nascosti	15	15
Griglie in generale	30	4
Pompe di calore	15	4
Unità di ricupero calore, rotative	15	4
Unità di recupero calore, statiche	20	4
Umidificatori, acqua	10	6
umidificatori, vapore	4	4
Motori, diesel	10	4
Motori, elettrici	20	1
Tubi, Cu	30	1
Tubi, plastica	30	1
Tubi, inox	30	1
Tubi, acciaio in sistemi chiusi	30	1
Tubi, acciaio in sistemi aperti	15	1
Pompe in sistemi chiusi	20	2
Pompe in sistemi aperti	15	2
Radiatori, elettrici	20	2
Radiatori, acqua	30	2
Valvole d'arresto, automatica	15	4
Valvole d'arresto, manuale	30	2
Barriere per il rumore	30	1
Termostati per radiatori	15	4
Unità a portata variabile	15	6
Trasmissione a cinghia a V	10	6
Collegamenti elettrici	30	1

**Tabella B.3. Esempi di vite utili e costi annuali di manutenzione**

# **Allegato C (informativo)**

## **Elenco per il progetto e l'utilizzo di sistemi con basso consumo di potenza**

### **C.1 Elenco per la progettazione dell'edificio**

Il seguente elenco dovrebbe essere utilizzato per aiutare il progettista ad evitare una situazione dove difetti nell'edificio portano al disagio o alto consumo di energia:

- a) Cooperazione per tempo con il progettista del HVAC
- b) Ottimizzazione della forma e dell'orientazione dell'edificio come delle dimensioni delle finestre
- c) Buona protezione termica per l'estate e l'inverno
- d) Tenuta d'aria dell'edificio adatta all'uso e al tipo di sistema di ventilazione
- e) Riserva termica ottimizzata della costruzione
- f) Uso di materiali e arredamento con bassi livelli di emissioni
- g) Efficace protezione solare
- h) Separazione delle zone con differente utilizzo e quindi differenti requisiti
- i) Concetto pulito per la protezione antincendio
- j) Stanze necessarie per i condotti e gli impianti HVAC
- k) Concetto d'illuminazione
- l) Utilizzo della luce del giorno

### **C.2 Elenco per la progettazione di sistemi HVAC**

Il seguente elenco dovrebbe essere utilizzato per aiutare gli architetti e i progettisti di HVAC:

- a) Definizione chiara e scritta delle basi e della garanzie del progetto
- b) Richiesta controllata dell'aria di approvvigionamento nei casi con cambiamento d'uso
- c) Calcolo proprio dei carichi di riscaldamento e di raffreddamento come base per il dimensionamento del sistema
- d) Uso di carichi interni realistici
- e) Estrazione diretta dalle sorgenti di calore, inquinamento e umidità
- f) Buona efficacia della ventilazione nella stanza attraverso l'uso dislocato della ventilazione o con una ventilazione mista altamente efficiente
- g) Uso della possibilità del free-cooling
- h) Ricupero calore
- i) Funzionamento individuale nel caso di uso individuale
- j) Possibilità di alternativi metodi come condotti connessi a terra per l'aria esterna, perforazione verticale, raffreddamento adiabatico dell'aria estratta

- k) Nel caso di rimanenti alti carichi di riscaldamento, l'applicazione di un sistema basato sull'acqua
- l) Concetto per le misure per controllare il funzionamento e consumo di energia del sistema
- m) Concetto per il controllo e la pulizia del sistema

### **C.3 Elenco per l'utilizzo del sistema**

Il seguente elenco dovrebbe essere usato principalmente per aiutare i proprietari e gli utilizzatori dell'edificio. E' raccomandato controllare questa lista periodicamente dopo il compimento:

- a) Uso di specificate temperature del locale
- b) Uso di specificate umidità
- c) Uso del sistema secondo i reali requisiti
- d) Uso proprio della protezione dal sole in estate ed in inverno
- e) Minimizzazione dei carichi interni durante l'estate
- f) Periodico controllo dei componenti (filtri, trasmissioni, sensori, ecc)
- g) Periodico controllo del consumo energetico
- h) Periodico controllo delle condizioni igieniche del sistema
- i) Ottimizzazione del funzionamento secondo le reali condizioni e richieste.

## Bibliografia

- EN 308 Heat exchangers – Test procedures for establishing performance of air to air and flue gases heat recovery devices
- EN 779 Particulate air filters for general ventilation – Determination of the filtration performance
- EN 1505 Ventilation for buildings – Sheet metal air ducts and fittings with circular cross-section – Dimensions
- EN 1506 Ventilation for buildings – Sheet metal air ducts and fittings with circular cross-section – Dimension
- prEN 1507 Ventilation for buildings – Sheet metal air ducts with rectangular section – Requirement for strength and leakage
- EN 1886 Ventilation for buildings – Air handling units – Mechanical performance
- EN ISO 7726 Ergonomics of the thermal environment – Instruments for measuring physical quantities (ISO 7726:1998)
- prEN ISO 9920 Ergonomics of the thermal environment – Estimation of the thermal insulation and evaporative resistance of a clothing ensemble (ISO 9920:1995)
- EN 12464-1 Light and lighting – Lighting of work places – Part 1: Indoor work places
- prEN 12464-2 Light and lighting – Lighting of work places – Part 2: outdoor work places
- EN 13030 Ventilation for buildings – Terminals – Performance testing of louvers subjected to simulate rain
- EN 13053 Ventilation for buildings – Air handling units – Ratings and performance for units, components and sections
- EN 13829 Thermal performance of buildings – Determination of air permeability of buildings – Fan pressurisation method (ISO 9972:1996, modified)
- EN 28996 Ergonomics – Determination of metabolic heat production (ISO 8996:1990)
- CR 1752 Ventilation for buildings – Design criteria for the indoor environment
- World Health Organisation. Air Guidelines for Europe, WHO, 1999