

IAQ - INDOOR AIR QUALITY

L'impiantistica per il controllo del clima e della purezza dell'aria:

definizioni, componenti, criticità

Omar Nicolini - Az.USL di Modena (o.nicolini@ausl.mo.it)

1

VENTILAZIONE

La ventilazione degli spazi chiusi è uno dei requisiti che concorrono al mantenimento dell'equilibrio omeostatico dell'uomo ed in particolare al soddisfacimento dell'esigenza del benessere termoigrometrico (estivo) e del benessere respiratorio-olfattivo.

La ventilazione negli spazi chiusi è anche finalizzata a:

- controllare il grado di umidità relativa, garantire adeguati livelli di benessere igrotermico invernale, contenere gli effetti della condensa del vapore ed evitare la formazione di colonie microbiche;
- assicurare un adeguato ricambio d'aria, per evitare la presenza di impurità dell'aria e di gas nocivi (emissioni delocalizzate).

Al raggiungimento del requisito concorrono le caratteristiche tipologiche dell'edificio e la sua esposizione al vento.

2

Ventilazione ... definizioni

Aerazione o Ventilazione naturale

Processo di agitazione e/o circolazione con rinnovo dell'aria in uno spazio confinato, ottenuto da una superficie aperta direttamente sull'esterno (superficie aerante o superficie finestrata apribile).

Ventilazione forzata

Mantenimento nel tempo in un ambiente confinato di predeterminate condizioni di purezza dell'aria (indipendentemente dalle contaminazioni atmosferiche) attraverso il rinnovo ed il contestuale trattamento di filtrazione e/o depurazione. E' anche definibile come un processo di immissione, estrazione ovvero entrambi, in uno spazio confinato, ottenuto con impianti meccanici.

Si distingue una ventilazione forzata generale ed una localizzata (normalmente detta: **aspirazione localizzata**).

3

Impiantistica ... definizioni

Ventilazione forzata

Mantenimento nel tempo in un ambiente confinato di predeterminate condizioni di purezza dell'aria (indipendentemente dalle contaminazioni atmosferiche) attraverso il rinnovo ed il contestuale trattamento di filtrazione e/o depurazione.

Termoventilazione

Mantenimento nel tempo in un ambiente confinato di predeterminate condizioni termiche e di purezza dell'aria indipendentemente dal macroclima, dalle sue oscillazioni e dalle contaminazioni atmosferiche;

Condizionamento (o Climatizzazione)

Mantenimento nel tempo in un ambiente confinato di predeterminate condizioni termo-igrometriche e di purezza dell'aria indipendentemente dal macroclima, dalle sue oscillazioni e dalle contaminazioni atmosferiche;

4

Impiantistica ... UTA

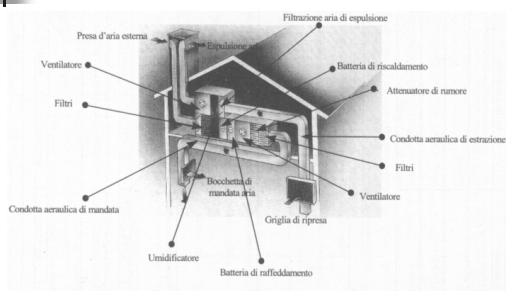
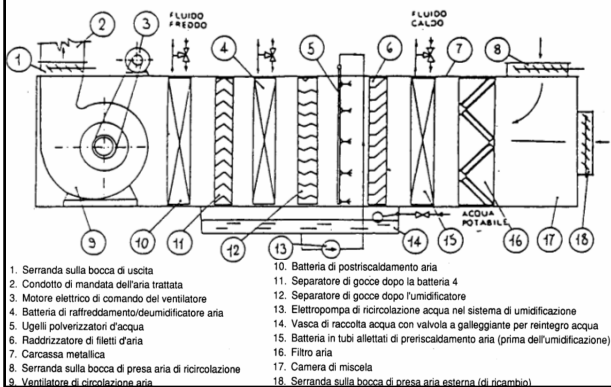


Diagramma schematico di un circuito aeraulico: principali componenti dell'impianto di condizionamento

5

Impiantistica ... UTA



1. Serranda sulla bocca di uscita
2. Condotto di mandata dell'aria trattata
3. Motore elettrico di comando del ventilatore
4. Batteria di raffreddamento/deumidificatore aria
5. Ugelli polverizzatori d'acqua
6. Raddrizzatore di filletti d'aria
7. Carcassa metallica
8. Serranda sulla bocca di presa aria di ricircolazione
9. Ventilatore di ricircolazione aria
10. Batteria di postiscaldamento aria
11. Separatore di gocce dopo la batteria 4
12. Separatore di gocce dopo l'umidificatore
13. Elettropompa di ricircolazione acqua nel sistema di umidificazione
14. Vasca di raccolta acqua con valvola a galleggiante per reintegro acqua
15. Batteria in tubi allettati di preriscaldamento aria (prima dell'umidificazione)
16. Filtro aria
17. Camera di miscela
18. Serranda sulla bocca di presa aria esterna (di ricambio)

Impiantistica ... criticità

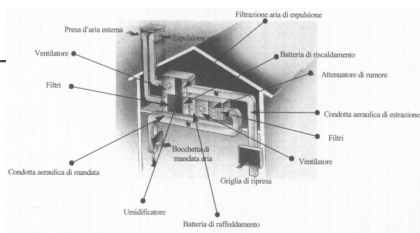
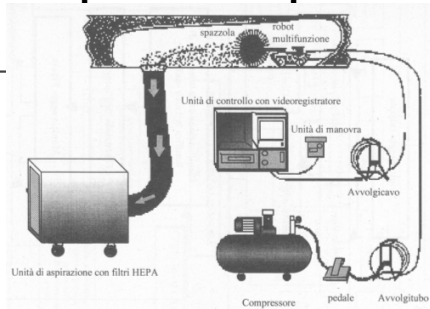


Diagramma schematico di un circuito aeraulico: principali componenti dell'impianto di condizionamento e loro degrado

Presa d'aria esterna/Espulsione: contaminazioni, inquinamenti, "corto circuiti". **Umidificatore:** proliferazione microbiologica nell'acqua. **Batteria di raffreddamento:** acqua stagnante nella vasca di drenaggio. **Bocchette e anemostati:** sedimentazione polveri. **Canalizzazioni aerauliche:** sedimentazione polveri, incrostazioni, contaminazione microbiologica.

7

Impiantistica ... pulizia



Intervento di bonifica delle canalizzazioni a mezzo di sistemi di pulizia meccanica a secco realizzata con spazzole a contatto diretto (in progettazione: prevedere accessi alle canalizzazioni!)

8

Impiantistica ... criticità

Classe	Efficienza del filtro	Campo di efficienza (E in %)	Metodo di prova (UNI 7832 & 7833)
1	M	$E < 65$	ponderale
2	M	$65 \leq E < 80$	ponderale
3	M	$80 \leq E < 90$	ponderale
4	M	$90 \leq E$	ponderale
5	A	$40 \leq E < 60$	atmosferico
6	A	$60 \leq E < 80$	atmosferico
7	A	$80 \leq E < 90$	atmosferico
8	A	$90 \leq E < 95$	atmosferico
9	A	$95 \leq E$	atmosferico
10	AS	$95,000 \leq E < 99,900$	fiamma sodio
11	AS	$99,900 \leq E < 99,970$	fiamma sodio
12	AS	$99,970 \leq E < 99,990$	fiamma sodio
13	AS	$99,990 \leq E < 99,999$	fiamma sodio
14	AS	$99,999 \leq E$	fiamma sodio

Note:

M = media efficienza

A = alta efficienza

AS = altissima efficienza e filtri assoluti

M; A+M; AS+A+M

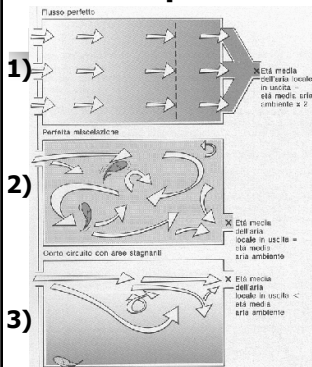
... filtrazione...

- 1) rendimento
- 2) capacità di ritenzione
- 3) perdita di carico

HEPA = AS (EU 10-14)
ULPA = EU 15-17

9

Impiantistica ... criticità

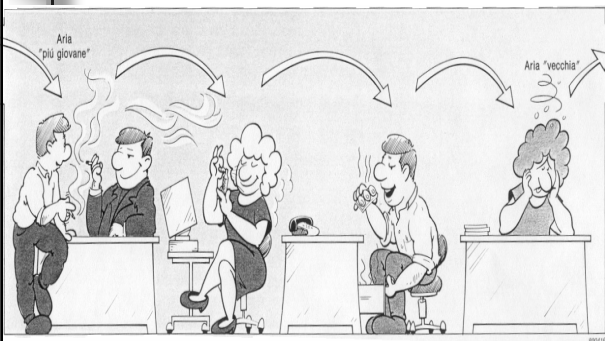


... miscelazione...

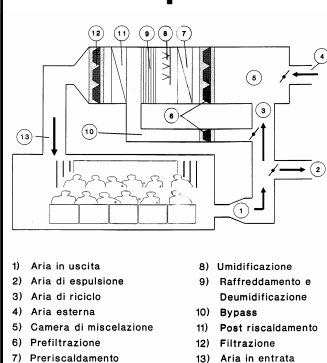
Tra i casi 1) e 2) si sceglie sulla base della destinazione d'uso degli spazi

10

Impiantistica ... criticità sovrapressione / depressione



Impiantistica ... criticità



... ricircolo ...

- 1) ... diffonde contaminazioni
- 2) ... carente Q aria rinnovo
- 3) ... ove inquinanti specifici
- 4) ... ove specificam. vietato

12

Ventilazione ... riferimenti

Valutazione del rischio:

- DLgs.81/08, art.28, Tit.II-art.64 & All.IV, Tit.X-All.47 & 48

Indicazioni progettuali:

- *Regolamenti locali (edilizi, di igiene)*
- **UNI 10339:1995**
- **UNI 8852:1987***
- *legislazione per specifici ambienti/settori*

13

LdL – Allegato IV – p. 1.9

1.9.1. Aerazione dei luoghi di lavoro chiusi

1.9.1.1. Nei luoghi di lavoro chiusi, è necessario far sì che, tenendo conto dei metodi di lavoro e degli sforzi fisici ai quali sono sottoposti i lavoratori, essi dispongano di aria salubre in quantità sufficiente **ottenuta preferenzialmente con aperture naturali** e quando ciò non sia possibile, con impianti di aerazione.

1.9.1.2. Se viene utilizzato un impianto di *aerazione*, esso deve essere sempre mantenuto funzionante. Ogni eventuale guasto deve essere segnalato da un sistema di controllo, quando ciò è necessario per salvaguardare la salute dei lavoratori.

14

LdL – Allegato IV – p. 1.9

1.9.1.3. Se sono utilizzati impianti di condizionamento dell'aria o di ventilazione meccanica, essi devono funzionare in modo che i lavoratori non siano esposti a correnti d'aria fastidiosa.

1.9.1.4. Gli stessi impianti devono essere periodicamente sottoposti a controlli, manutenzione, pulizia e sanificazione per la tutela della salute dei lavoratori.

1.9.1.5. Qualsiasi sedimento o sporcizia che potrebbe comportare un pericolo immediato per la salute dei lavoratori dovuto all'inquinamento dell'aria respirata deve essere eliminato rapidamente.

15

Ventilazione ... parametri

I principali parametri di descrizione della ventilazione sono:

RA	Rapporto aerante [%]
Q_o	portata di a.e. in m^3/s o m^3/h
Q_{op}	portata specifica di a.e. per persona in $(10^{-3}) \text{ m}^3/\text{s} \times \text{persona}$ o $\text{m}^3/\text{h} \times \text{persona}$
Q_{opmin}	portata specifica di a.e. per persona, minima in $(10^{-3}) \text{ m}^3/\text{s} \times \text{persona}$ o $\text{m}^3/\text{h} \times \text{persona}$
Q_{ope}	portata specifica di a.e. per persona, effettiva in $(10^{-3}) \text{ m}^3/\text{s} \times \text{persona}$ o $\text{m}^3/\text{h} \times \text{persona}$
Q_{os}	portata specifica di a.e. per unità di superficie in $(10^{-3}) \text{ m}^3/\text{s} \times \text{m}^2$ di superficie del locale
n	ricambi/ora o volumi/ora in $\text{m}^3/\text{s} \times \text{m}^3$ cioè s^{-1} o $\text{m}^3/\text{h} \times \text{m}^3$ cioè h^{-1}

Ventilazione ... che fare ?

Principali misure di bonifica disponibili:

- installare impianti di aspirazione su sorgenti ad emissione localizzata;
- aprire finestre o incrementare l'aerazione naturale, dislocando le finestre su più pareti e ad altezza d'uomo;
- collocare correttamente le prese di aria esterna;
- installare o potenziare gli impianti di ventilazione meccanica (rispetto dei requisiti o degli standard previsti per la specifica destinazione d'uso);
- eliminare il ricircolo o ridurlo;
- ripristinare le Q progettuali (manutenzione straord./programmata);
- pulire periodicamente gli impianti (particolarmente umidificatori, filtri, condotte d'aria);
- verificare il rispetto al divieto di fumo.

Specifiche di illuminazione, aerazione e microclima per tipologia edilizia

http://www.usl.mo.it/dsp/spsal/spsal_lg_coord_interregionale.htm

LOCALI PER ATTIVITA' SCOLASTICHE

CATEGORIA DI EDIFICI		Assorbimento naturale	Ventilazione forzata Ricambi	n _h	Classe del RSC	Risc.	Inverno			estate			Illuminazione		
Tipologia	Descrizione						T (°C)	UR (%)	ve (m/s)	T (°C)	UR (%)	ve (m/s)	natura (lx)	artificiale (lx)	alt.
EDIFICI SCOLASTICI															
• Scuole materne	n=0,5 S RA-1/8	0 > 2,5 + Q _h < 4,0	0,4	7 - 9	S	20 + 20	25 - 45	1,0-1,5	20	50 - 60	100-120	2,5	200	300	± 5
• Scuole elementari	n=0,5 S RA-1/8	0 > 2,5 + Q _h < 5,0	0,45	7 - 9	S	20 + 20	25 - 45	1,0-1,5	20	50 - 60	100-120	2,5	200	300	± 5
• Scuole medie inferiori	n=0,5 S RA-1/8	0 > 3,5 + Q _h < 6,0	0,45	5 - 6	S	20 + 20	25 - 45	1,0-1,5	20	50 - 60	100-120	2,5	200	300	± 5
• Scuole medie superiori	n=0,5 S RA-1/8	0 > 5,0 + Q _h < 7,0	0,4	5 - 6	S	20 + 20	25 - 45	1,0-1,5	20	50 - 60	100-120	2,5	300	500	± 5
• Università	n=0,5 S RA-1/8	Q _h > 7,0	0,60	5 - 6	S	20 + 20	25 - 45	1,0-1,5	20	50 - 60	100-120	2,5	200	500	± 5
Altri locali															
• Laboratori	n=0,5 S RA-1/8	Q _h > 7,0	0,30	6 - 7	S	20 + 20	25 - 45	1,0-1,5	20	50 - 60	100-120	2,5	300	750	± 5
• Palestre	n=0,5 S RA-1/8	n > 2,5 + Q _h < 10,0	0,20	5 - 6	S	20 + 20	25 - 45	1,0-1,5	20	50 - 60	100-120	2,5	300	500	± 5
• Palestre	n=0,5 S RA-1/8	n > 2,5 + Q _h < 10,0	0,20	6 - 7	S	20 + 20	25 - 45	1,0-1,5	20	50 - 60	100-120	2,5	300	500	± 5
• Biblioteca, sala lettura	n=0,5 S RA-1/8	n > 3,5 + Q _h < 6,0	0,4	6 - 7	A	20 + 20	25 - 45	1,0-1,5	20	50 - 60	100-120	2,5	200	500	± 5
• Sala insegnanti	n=0,5 S RA-1/8	n > 3,5 + Q _h < 6,0	0,35	5 - 6	A	20 + 20	25 - 45	1,0-1,5	20	50 - 60	100-120	2,2	200	500	± 5
• Ambienti di passaggio	n=0,5 S RA-1/8	Q _h > 7,0	0,30	5 - 6	A	20 + 20	25 - 45	1,0-1,5	20	50 - 60	100-120	2,1	100	250	± 5
• Servizi igienici	n=0,5 S RA-1/8	Q _h > 7,0	0,30	5 - 6	V	20 + 20	25 - 45	1,0-1,5	20	50 - 60	100-120	2,1	100	250	± 5

UNI 10339
- ex D.M.

Regolamenti

UNI 10339
(Spettatori-
campi gioco)

UNI 10339

UNI 10339
-91 D.M.
18/12/75
-L.23/96

Regolamenti
locali

UNI 10339
(Opportunisti -
campi gioco)

UNI 10840

D.M.
26/06/92

22

LOCALI PER AMBIENTI INDUSTRIALI, ACCESSORI ED UFFICI

CATEGORIA DI EDIFICI		Assorbimento naturale	Ventilazione forzata Ricambi	n _h	Classe del RSC	Risc.	Inverno			estate			Illuminazione		
Tipologia	Descrizione						T (°C)	UR (%)	ve (m/s)	T (°C)	UR (%)	ve (m/s)	natura (lx)	artificiale (lx)	alt.
AMBIENTI INDUSTRIALI, LOCALI ACCESSORI ED UFFICI															
• Ambienti industriali	n=0,5 S RA-1/8	Q _h > 2,5 + 1,1	0,2	5 + 6	S	20 + 20	25 + 70	1,0-2,0	20	50 + 60	100-120	2+0,7 (B)	200-2.000	1	1
• Ambienti magazzini, officine	n=0,5 S RA-1/8	Q _h > 2,5 + 1,1	0,2	2 + 3	A	20 + 20	25 + 70	1,0-2,0	20	50 + 60	100-120	2+0,7 (B)	100-200	1	1
Locali per uffici ed assimilati															
• Uffici, bio-uffici singoli	n=0,5 S RA-1/8	Q _h > 11,0	0,05	5 + 7	A	20 + 20	25 + 45	1,0-1,5	20	50 + 60	100-120	2+0,7 (B)	300-750	1	1
• Uffici open space	n=0,5 S RA-1/8	Q _h > 11,0	0,12	5 + 7	A	20 + 20	25 + 45	1,0-1,5	20	50 + 60	100-120	2+0,7 (B)	300-750	1	1
• Locali macchine utensili (c. 100)	n=0,5 S RA-1/8	Q _h > 10,0	0,05	5 + 7	A	20 + 20	25 + 45	1,0-1,5	20	50 + 60	100-120	2	500	1	1
• Locali robotizzazione dati	n=0,5 S RA-1/8	Q _h > 7,0	0,05	6 + 9	S	20 + 20	25 + 45	1,0-1,5	20	50 + 60	100-120	2	500	1	1
• Incontro al VDT	n=0,5 S RA-1/8	Q _h > 11,0	0,12	5 + 7	A	20 + 20	25 + 45	1,0-1,5	20	50 + 60	100-120	2+0,7 (B)	300-500	1	1
Locali ausiliari															
• Cotture	n=0,5 S RA-1/8	Q _h > 16,5	0,05	4 + 7	S	20 + 20	25 + 70	1,0-1,5	20	50 + 70	100-120	2 (B)	500	1	1
• Alimenti	n=0,5 S RA-1/8	Q _h > 16,5	0,05	5 + 6	S	20 + 20	25 + 45	1,0-1,5	20	50 + 60	100-120	2 (B)	200	1	1
• Alimenti, spogliatoi	n=0,5 S RA-1/8	Q _h > 16,5	0,05	5 + 6	S	20 + 20	25 + 45	1,0-1,5	20	50 + 60	100-120	2 (B)	200	1	1
• Alimenti, cucina e mensa	n=0,5 S RA-1/8	Q _h > 16,5	0,05	6 + 9	V	20 + 20	25 + 45	1,0-1,5	20	50 + 60	100-120	2 (B)	200	1	1
• Servizi	n=0,5 S RA-1/8	Q _h > 16,5	0,05	5 + 6	V	20 + 20	25 + 45	1,0-1,5	20	50 + 60	100-120	2	200	1	1

Regolamenti locali

D.P.R. 1401/97
C.M. 1301/1774
art. 10

Regolamenti locali

UNI EN 12664-1

UNI EN 1838

Regolamenti
locali

D.P.R.
1401/97
C.M. 1301/1974
edifici industriali

Regolamenti
locali

UNI EN
12464-1

UNI EN
1838

23