

CALCOLO PRELIMINARE DELLA PORTATA DELL'ARIA per ciascuna UTA prevista

(il calcolo va fatto considerando come volume condizionato quello servito da ciascuna UTA che si è ipotizzato di introdurre; si calcola la portata di aria di pertinenza di ciascuna UTA)

Per un calcolo preliminare, si considerino:

$q=40$ W/mc carico termico per metro cubo (caso estivo)

V = volume condizionato da ciascuna UTA, mc

In caso di locali affollati (biblioteca, sala conferenze, mediateca,..) occorre considerare separatamente il contributo delle persone.

N_{pers} = Numero persone nell'ambiente considerato

Carico termico (W):

$$Q=q*V$$

CALCOLO DELLA PORTATA DELL'ARIA

Portata (mc/sec):

$$P=Q/c*\Delta T*\delta$$

Dove:

c=calore specifico, 1005 J/kg °C

$\delta=1.2$ kg/mc densità

$\Delta T=10$ °C (diff. tra temp. aria est. e temp. di immissione)

La portata così calcolata sarà in parte di aria esterna (richiesta dalla normativa per garantire i ricambi d'aria, come da tabella che segue), la rimanente di aria "ricircolata" dall'ambiente condizionato.

Qualora la portata di aria esterna di rinnovo richiesta dalla normativa risultasse superiore a quella calcolata con la formula sopra scritta, l'impianto tratterà solo aria esterna, senza ricircolo.

DIMENSIONAMENTO DEI CANALI DELL'ARIA

Calcolo dell'area del canale adeguato alla portata calcolata:

$$**A=P/vel**$$

vel=5m/sec per canali nei cavedi verticali e allo stacco della diramazione orizzontale principale, decrescente da 4-5 a 1-2 m/sec nelle altre diramazioni orizzontali.

L'area così calcolata è quella di un canale.

In ogni cavedio (e in ogni ambiente) ci sono due canali, uno di mandata e uno di ripresa.

In un cavedio, se la UTA è interna, possono esserci altri due canali, uno per la presa di aria esterna (la cui portata si ricava dalla tabella che segue), e uno per l'espulsione dell'aria da rinnovare, che dall'esterno arrivano alla UTA e viceversa.

Portate di aria esterna in edifici adibiti ad uso civile.

| Classificazione edifici per categorie | Portata d'aria esterna o di estrazione | | |
|--|---|--|---------------------|
| | m ³ h ⁻¹ pers ⁻¹ | m ³ h ⁻¹ m ⁻² | vol h ⁻¹ |
| 1 Edifici adibiti a residenza e assimilabili | | | |
| 1 (1) Residenze a carattere continuativo | | | |
| Abitazioni civili | | | |
| soggiorni, camere da letto | 40 | — | — |
| cucina, bagni, servizi | — | Estrazioni | — |
| Collegi, luoghi di ricovero, case di pena, caserma, conventi | | | |
| sale riunioni | 32 | — | — |
| dormitori/camere | 40 | — | — |
| cucina | — | 60 | — |
| bagni/servizi | — | Estrazioni | — |
| 1 (2) Residenze occupate saltuariamente | | | |
| Case per vacanze | | | |
| come residenze continuative | | | |
| 1 (3) Alberghi, pensioni, ecc. | | | |
| ingresso, soggiorni | 40 | — | — |
| sale conferenze piccole | 20 | — | — |
| auditori grandi | 20 | — | — |
| sale da pranzo | 35 | — | — |
| camere da letto | 40 | — | — |
| bagni, servizi | — | Estrazioni | — |

Portate di aria esterna richieste dalla normativa per garantire livelli di igiene adeguati.

Le portate possono essere calibrate alternativamente sul numero delle persone (mc/h pers) – 1° colonna (cautelativamente, per attività ad alto affollamento) ovvero sul volume dell'ambiente (vol/h) - 3° colonna (per attività a basso affollamento).

Con volumi / ora si intende una quantità d'aria pari al volume totale dell'ambiente climatizzato immessa nell'unità di tempo di 1 ora.

| Classificazione edifici per categorie | Portata d'aria esterna o di estrazione | | |
|---|---|--|---------------------|
| | m ³ h ⁻¹ pers ⁻¹ | m ³ h ⁻¹ m ⁻² | vol h ⁻¹ |
| 2 Edifici per uffici e assimilabili | | | |
| uffici singoli | 40 | — | — |
| uffici open space | 40 | — | — |
| locali riunione | 32 | — | — |
| centri elaborazione dati | 28 | — | — |
| servizi | — | Estrazioni | — |
| 4 Edifici adibiti ad attività ricreativa, associativa, di culto | | | |
| 4 (1) Cinema, teatri, sale riunioni congressi | | | |
| biglietteria, ingressi | — | 50 in estr. | — |
| teatri, platee, loggioni, area pubblico | 20 | — | — |
| palcoscenici, studi TV | 45 | — | — |
| cinematografici | 20 | — | — |
| servizi | — | Estrazioni | — |
| borse titoli | 37 | — | — |
| sale attesa stazioni e metropolitane, ecc. | — | Estrazioni | — |
| 4 (2) Mostre, musei, biblioteche, luoghi di culto | | | |
| sale mostre, pinacoteche, musei | 22 | — | — |
| sala lettura biblioteca | 20 | — | — |
| depositi libri | — | 5 | — |
| luoghi di culto | 22 | — | — |
| servizi | — | Estrazioni | — |
| 4 (3) Bar, ristoranti, sale ballo | | | |
| bar | 40 | — | — |
| pastryserie | 21 | — | — |
| sale pranzo ristoranti e self-service | 35 | — | — |
| sale ballo | 60 | — | — |
| cucine | — | 50 | — |
| servizi | — | Estrazioni | — |
| 5 Attività commerciali e assimilabili | | | |
| grandi magazzini piano interrato | 32 | — | — |
| grandi magazzini piani superiori | 23 | — | — |
| negozi o reparti di grandi magazzini: | | | |
| barbieri, salone di bellezza | 30 | — | — |
| abbigliamento, calzature, mobili, ottici, ferrisil, fotografi | 41 | — | — |
| alimentari, lavasecco, farmacie | 32 | — | — |
| zone pubblico banche, quartieri fieristici | 35 | — | — |
| 6 Edifici attività sportive | | | |
| 6 (1) Piscine, saune e assimilabili | | | |
| piscine (sala vasca) | — | — | 5 |
| spogliatoio/servizi | — | Estrazioni | — |
| sauna | — | — | 5 |
| ingressi | — | 50 in estr. | — |
| 6 (2) Palestre e assimilabili | | | |
| campi gioco | 60 | — | — |
| zone spettatori | 23 | — | — |
| palazzetti sportivi | 23 | — | — |
| bowling | 35 | — | — |
| ingressi | — | 50 in estr. | — |
| spogliatoi/servizi atleti | — | Estrazioni | — |
| servizi pubblico | — | Estrazioni | — |
| 7 Edifici attività scolastiche | | | |
| asili nido e scuole materne | 15 | — | — |
| aule scolastiche elementari | 18 | — | — |

Fonte: Norma UNI 10339.

| Settore | Applicazione | Affollamento [pers/100 m²] | Aria Esterna [m³/h pers] |
|--|--------------------------|--|--|
| E.1 Residenze DPR 28-6-77 n.1052 Circ. Min. LLPP 13011 | abitazioni civili | 4 | 40 |
| | collegi, caserme | 10 | 40 |
| | alberghi, pensioni | 5 | 40 |
| | WC | | estraz. 4-8 Vol/h |
| E.2 Uffici Circ. Min. LLPP 13011 | singoli | 7 | 40 |
| | open space | 12 | 40 |
| | riunioni | 60 | 32 |
| | ced | 8 | 28 |
| | WC | | estraz. 4-8 Vol/h |
| E.3 Ospedali L.11-11-75 n.584 DM 18-5-76 DM 5-8-77 | degenze | 8 | 40 |
| | corsie | 12 | 40 |
| | camere sterili | 8 | 40 |
| | visite | 5 | 30 |
| | soggiorni, terapie | 20 | 40 |
| | WC | | estraz. 4-8 Vol/h |
| E.4 - Attiv.ricreative Circ. Min. LLPP 13011 | cinema | 150 | 20 |
| | musei, biblioteche | 80 | 20 |
| | bar, ristor., sale ballo | 60 | 35 |
| | WC | | estraz. 4-8 Vol/h |
| E.5 - Commercio | grandi magazzini | 25 | 30 |
| | negozi | 20 | 40 |
| E.6 - Sport DM 18-12-75 DL 25-8-89 | piscine | 30 | - |
| | palestre | 20 | 60 |
| | zone spettatori | 150 | 25 |
| | WC | | estraz. 4-8 Vol/h |
| E.7 - Scuole DM 18-12-75 | aule | 50 | 25 |
| | laboratori | 30 | 25 |
| | sale insegnanti | 30 | 20 |
| | WC | | estraz. 4-8 Vol/h |

Tabella 1

Quadro della
normativa italiana
per la ventilazione

Tabella 2 Valori delle portate secondo vari standard

| Tipo di edificio o locale | Portate di ventilazione calcolate in accordo con ECA Guidelines 1992 ⁽¹⁾ | | UNI 10339 1995 | DIN 1946 1994 ⁽²⁾ | CIBSE Guide 1978 | Normative Francesi ⁽³⁾ | SCANVAC Guidelines 1994 Quality | NKB 81E Indoor Climate and Air D2-1987 1991 | Regolam. Nazionale Costruttori Finlandese | ASHRAE 62/89 |
|---------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | in edifici con impiego di materiali poco inquinanti ⁽⁴⁾ | in edifici con impiego di materiali con media emissione inquinanti ⁽⁵⁾ | | | | | | | | |
| | Portata di ventilazione (L/s m ²) | Portata di ventilazione (L/s m ²) | Portata di ventilazione (L/s m ²) | Portata di ventilazione (L/s m ²) | Portata di ventilazione (L/s m ²) | Portata di ventilazione (L/s m ²) | Portata di ventilazione (L/s m ²) | Portata di ventilazione (L/s m ²) | Portata di ventilazione (L/s m ²) | Portata di ventilazione (L/s m ²) |
| Ufficio singolo | 3,3 1,4 0,8 | 7,2 4,6 2,3 | 0,7 | 1,1 | – | 0,7 | 3,2 1,4 – | 1,1 | 1,0 | 1,0 |
| Ufficio open space | 2,8 1,2 0,7 | 6,7 4,2 2,3 | 1,3 | 1,6 | 1,3 | 0,5 | 2,7 1,2 – | 1,0 | 1,5 | 0,7 |
| Sala conferenze | 10,0 4,3 2,4 | 14,3 9,1 4,6 | 8,2 | 2,8-5,6 | 6,0 | 2,5 | 9,6 4,2 – | 3,5 | 4,0 | 5,0 |
| Aula scolastica | 12,5 5,4 3,0 | 17,0 10,8 5,4 | 2,7 | 4,2 | – | 2,1 | 9,6 4,2 – | 4,9 | 2,0 | – |
| Aula asilo | 11,7 5,0 2,0 | 17,9 11,4 5,7 | 1,6 | – | – | 2,1 | 9,6 4,2 – | 4,9 | 2,0 | – |
| Grande magazzino | 5,8 2,5 | 13,4 8,5 | 1,6 | 0,8-3,3 | 3,0 | 1,2 | 5,6 2,5 | 1,2 | 2,0 | 1,0 |

⁽¹⁾ Le portate di aria esterna richieste dipendono dalla qualità dell'aria esterna, dal carico inquinante dei materiali, dalla efficienza di ventilazione, dall'indice di affollamento e dalla presenza di fumatori; i valori riportati in questa colonna sono basati sulla assunzione di assenza di fumatori e si riferiscono a tre categorie di comfort: A, B, C.

⁽²⁾ La norma DIN 1946 prevede come alternativa una procedura di calcolo simile a quella descritta nel Draft dello Standard CEN prENV 1752.

⁽³⁾ Valori basati su normative francesi e su particolari assunzioni

⁽⁴⁾ Valori corrispondenti alle assunzioni di aria esterna priva di inquinanti, indice di affollamento medio, scelta di materiali con basso valore di carico inquinante (*target value* ECA 1992), efficienza di ventilazione pari a 1,0

⁽⁵⁾ Valori corrispondenti alle assunzioni di aria esterna di qualità media, materiali con carico inquinante pari a quello medio rilevato nelle rilevazioni effettuate sugli edifici (ECA, 1992), efficienza di ventilazione pari a 0,8.

Le portate d'aria indicate dallo Standard ASHRAE 62/89 sono riportate nella seguente tabella:

| <i>Tipo di ambiente</i> | <i>persone/100 m²</i> | <i>m³/h persona</i> | <i>L/s persona</i> |
|--------------------------|----------------------------------|--------------------------------|---------------------|
| Sale conferenza | 50 | 36 | 10 |
| Bar, cocktail lounges | 100 | 54 ⁽¹⁾ | 15 ⁽¹⁾ |
| Ristoranti | 70 | 36 ⁽¹⁾ | 10 ⁽¹⁾ |
| Camere d'albergo | | 54 ⁽²⁾ | 15 ⁽²⁾ |
| Uffici | 7 | 36 | 10 |
| Caffetterie, fast food | 100 | 36 | 10 |
| Aule scolastiche | 50 | 29 | 8 |
| Librerie | 20 | 29 | 8 |
| Sale da fumo | 70 | 108 ⁽³⁾ | 30 ⁽³⁾ |
| Sale d'aspetto | 100 | 29 ⁽³⁾ | 8 ⁽³⁾ |
| Residenze | | ⁽⁴⁾ | ⁽⁴⁾ |
| Grandi magazzini | | | |
| piano terra e cantina | 30 | 5,4 ⁽⁵⁾ | 1,5 ⁽⁵⁾ |
| piani superiori | 20 | 3,6 ⁽⁵⁾ | 1,0 ⁽⁵⁾ |
| salottini prova abiti | - | 3,6 ⁽⁵⁾ | 1,0 ⁽⁵⁾ |
| magazzini | 5 | 2,7 ⁽⁵⁾ | 0,75 ⁽⁵⁾ |
| Studi fotografici | 10 | 29 | 8 |
| Teatri - biglietterie | 60 | 36 | 10 |
| Teatri - atri | 150 | 36 | 10 |
| Teatri e sale spettacoli | 150 | 29 | 8 |
| Parrucchieri uomo | 25 | 29 | 8 |
| Parrucchieri donna | 25 | 47 | 13 |

Portate raccomandate di aria esterna

- 1) Raccomandabile l'impiego di filtri ad alta efficienza
- 2) Valori riferiti alla camera e non agli occupanti
- 3) Raccomandabili estrazioni localizzate
- 4) 0,35 volumi ambiente/ora, ma non meno di 8 L/s (29 m³/h) per persona
- 5) Valori riferiti al metro quadro di superficie ambiente

Tabella 3
Portate standard ASHARE
62/89

Esempio: BIBLIOTECA di 1500 mc, con affollamento di 150 persone, caso estivo

| volume (mc) | carico termico a mc (W/mc) | n persone | ricambi orari (mc/h pers) | calore specifico (J/kg °C) | DeltaT | dens (kg/mc) | velocità aria in cavedio (m/sec) | sec/h |
|-------------|----------------------------|-----------|---------------------------|----------------------------|--------|--------------|----------------------------------|-------|
| V | q1 | npers | ric | cp | DT | d | vel | |
| 1500 | 40 | 150 | 20 | 1005 | 10 | 1,2 | 5 | 3600 |

$Q=q1*V$ (W)

$Pcarichi=Q/cp*DT*d$ (mc/sec) $Pcarichi=Q/12060$ *La maggiore tra le due sarà la portata totale

$Pventilazione=ric*npers/3600$ (mc/sec) *Se è maggiore Pventil, l'aria sarà tutta aria esterna, altrimenti ci sarà parziale ricircolo

$Area=P/vel$

Risulta:

$Q=$ 60000 W

$Pcarichi=$ 4,97 mc/sec

$Pventil=$ 0,83 mc/sec La portata totale sarà pari a 4,97 mc/sec, di cui 0,83 di aria esterna, e 4,14 di aria ricircolata

$Area=$ 0,99 mq Sezione di un **canale** idoneo a portare 4,97 mc/sec, nel cavedio

L'area del cavedio che lo ospita sarà pari ad un po' più del doppio (perché deve ospitare anche il canale di ripresa più un po' di spazio per le curve in uscita ed in ingresso)

Se la UTA è interna, il cavedio deve ospitare anche i canali che portano l'aria esterna alla UTA e la parte di aria ripresa dall'ambiente che deve essere espulsa (=a quella esterna).

Dal cavedio il canale si dirama orizzontalmente nei controsoffitti ai piani

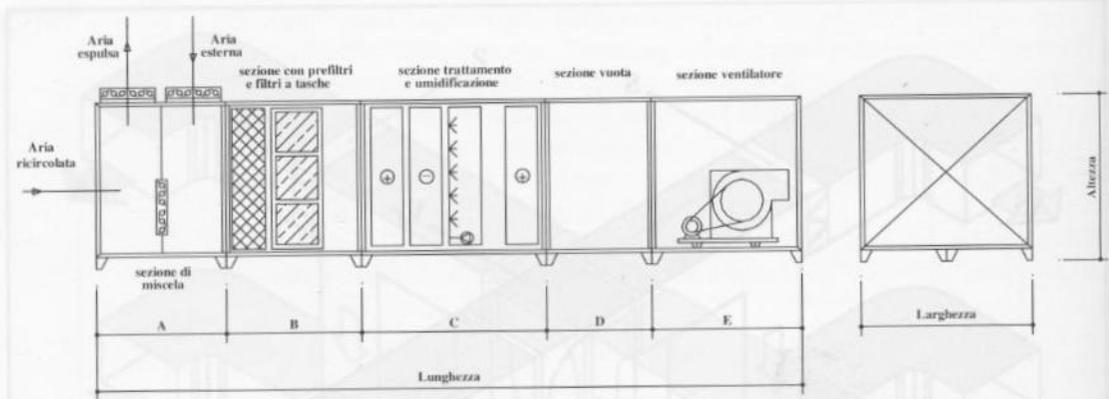
Nelle diramazioni orizzontali la velocità si può considerare pari a 4-5 m/sec in prossimità del cavedio, fino a 1-2 m/sec man mano che ci si allontana.

Nella ipotesi che il canale sopra calcolato serva due piani con uguale carico termico, in ciascun piano si dovranno distribuire e riprendere 2,49 mc/sec

La sezione del canale orizzontale in uscita dal cavedio a ciascun piano sarà (vel 4 m/sec):

$Area =$ 2,49/4=0,62 mq Es.canale rettangolare di sezione circa 60cm x100cm Uno per la mandata e uno per la ripresa

Esempio di dimensionamento dei canali



| Dimensioni | | | | | | | | |
|-------------------|---------|-----------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Portata aria | Altezza | Larghezza | Lunghezza | Sez. A | Sez. B | Sez. C | Sez. D | Sez. E |
| m ³ /h | cm | cm | cm | cm | cm | cm | cm | cm |
| 1800 | 75 | 95 | 455 | 55 | 100 | 170 | 50 | 80 |
| 3000 | 80 | 120 | 465 | 55 | 100 | 170 | 50 | 90 |
| 4000 | 95 | 125 | 490 | 70 | 100 | 170 | 50 | 100 |
| 5300 | 100 | 135 | 490 | 70 | 100 | 170 | 50 | 100 |
| 6100 | 100 | 155 | 520 | 70 | 100 | 170 | 70 | 110 |
| 7200 | 110 | 155 | 520 | 70 | 100 | 170 | 70 | 110 |
| 8100 | 110 | 165 | 530 | 70 | 100 | 170 | 70 | 120 |
| 10000 | 120 | 185 | 545 | 85 | 100 | 170 | 70 | 120 |
| 12500 | 130 | 195 | 585 | 85 | 100 | 190 | 70 | 140 |
| 14000 | 140 | 195 | 585 | 85 | 100 | 190 | 70 | 140 |
| 16000 | 140 | 215 | 625 | 85 | 100 | 190 | 100 | 150 |
| 18000 | 155 | 215 | 625 | 85 | 100 | 190 | 100 | 150 |
| 21000 | 155 | 245 | 625 | 85 | 100 | 190 | 100 | 150 |
| 24000 | 170 | 245 | 660 | 110 | 100 | 190 | 100 | 160 |
| 27000 | 170 | 270 | 660 | 110 | 100 | 190 | 100 | 160 |
| 34000 | 185 | 300 | 705 | 110 | 115 | 190 | 120 | 170 |
| 42000 | 215 | 340 | 775 | 140 | 125 | 200 | 120 | 190 |
| 48000 | 245 | 340 | 775 | 140 | 125 | 200 | 120 | 190 |
| 64000 | 260 | 390 | 805 | 140 | 125 | 200 | 120 | 220 |