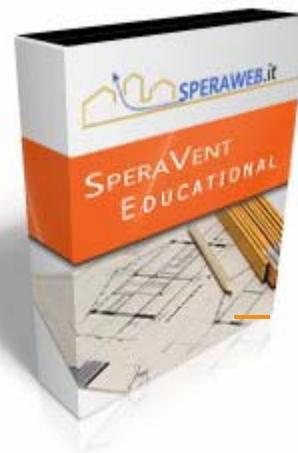
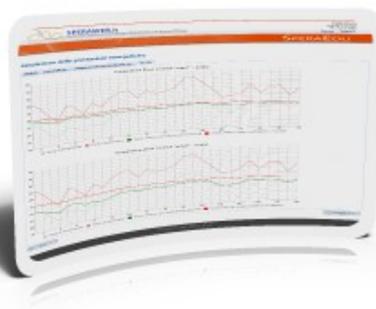


:: ScreenShot

# La ventilazione naturale



# La ventilazione naturale

Sia il clima interno sia il bilancio energetico di un edificio sono influenzati in maniera determinante dal ricambio d'aria.

Occorre fare distinzione fra ricambio d'aria per infiltrazione naturale, scambio d'aria che avviene in maniera non controllata attraverso punti dove l'involucro dell'edificio non è stagno (ad es. attraverso gli interstizi attorno a finestre e porte o attraverso la cappa del camino) e ricambio d'aria per ventilazione artificiale (per mezzo di appositi meccanismi come ad es. estrattori d'aria, ventilatori e finestre).

Per poter garantire la presenza d'aria fresca e specialmente per evitare di avere tassi d'umidità relativa dell'aria elevati (condensa sui vetri, muffa nei punti termicamente deboli) in genere l'utente deve svolgere un arieggiamento dei locali. Il ricambio, breve ma completo, permette di evacuare l'aria viziata (ricca di vapore e di diossido di carbonio) senza disperdere, nello stesso tempo, quantitativi notevoli di calore.

La descrizione dello scambio d'aria nell'edificio e attorno l'edificio e i fenomeni ad esso correlati (trasporti di calore, d'umidità e sostanze inquinanti), rappresentano un problema complesso, nel quale occorre considerare le forze motrici (pressione del vento, differenze di temperatura, ...), la permeabilità all'aria, il comportamento dei materiali di costruzione (che possono assorbire dell'aria) e dell'utente.

# La ventilazione naturale

Tasso di ricambio dell'aria

Per casi non troppo complessi è sufficiente calcolare l'apporto d'aria in rapporto alle dimensioni dell'edificio.

La corrente d'aria (fresca), o portata volumetrica può esser calcolata nel seguente modo:

$$\dot{V} = \frac{\Delta V}{\Delta t} \left[ \frac{m^3}{h} \right]$$

dove  $\Delta V$  è il volume d'aria sostituito nell'intervallo di tempo  $\Delta t$ .

Dividendo i  $m^3$  che in un'ora entrano, e che rispettivamente lasciano l'edificio, per il volume netto dell'edificio  $V_R$  [ $m^3$ ] si ottiene il tasso di scambio dell'aria  $n_L$ .

$$n_L = \frac{\dot{V}}{V_R} \left[ h^{-1} \right]$$

$n_L$  fornisce anche un valore medio di quanto spesso (all'ora) l'aria viene ricambiata, ipotizzando che l'aria fresca apportata sostituisca completamente quella viziata (effetto pistone).

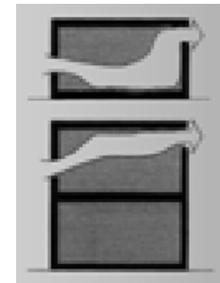
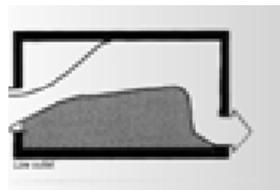
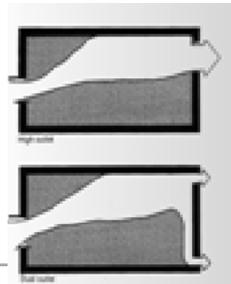
# La ventilazione naturale

La corrente d'aria si sviluppa a causa di una differenza di pressione tra due regioni che possono ad esempio coincidere con l'interno e l'esterno dell'edificio.

Questa differenza di pressione può essere ad esempio indotta dal vento. Un altro fattore che può causare una corrente d'aria è costituito dalla temperatura. Infatti, scaldando un gas, esso tenderà ad espandersi, provocando una diminuzione della sua densità. Quando gli interstizi e le aperture nell'edificio sono presenti ad altezze differenti, questo fenomeno si traduce in un tiraggio d'aria dal basso verso l'alto, denominato "effetto camino". Nel caso di edifici di grande altezza, l'effetto camino è ulteriormente aumentato a causa della diminuzione non trascurabile della pressione statica dell'atmosfera con l'altitudine.

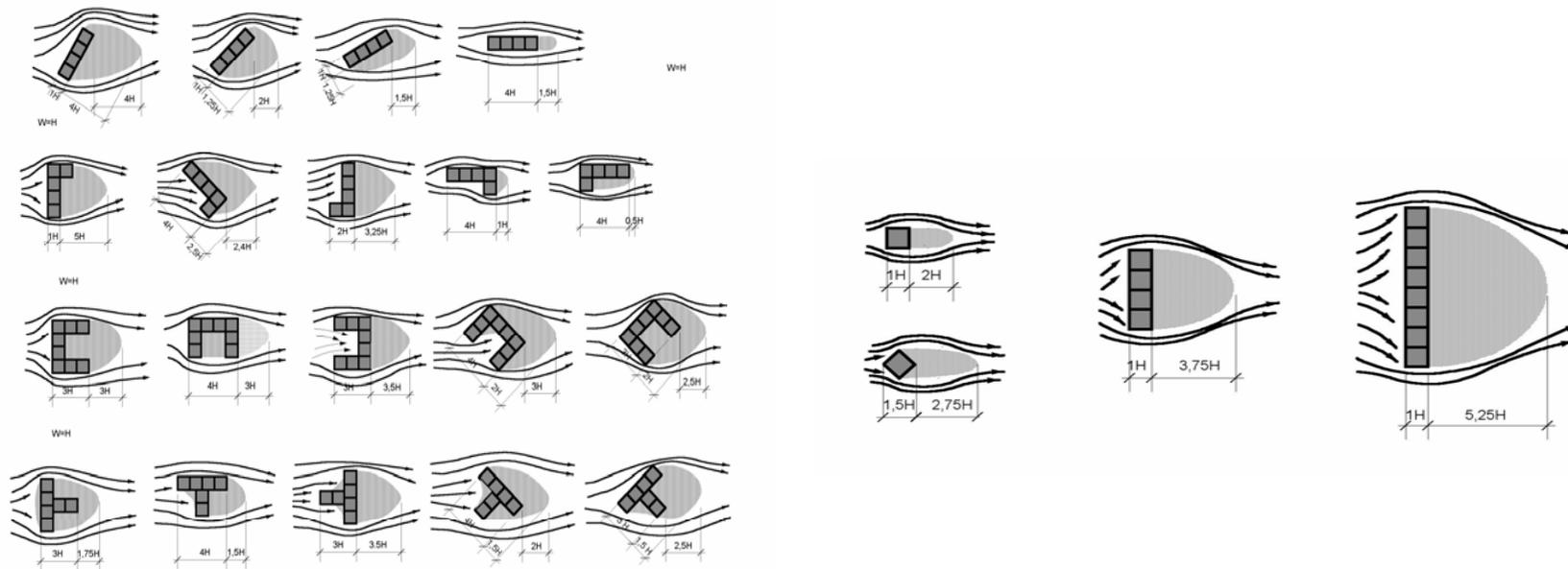
Quando due masse d'aria hanno differenti temperature anche le loro densità e pressioni sono differenti e questo dà origine ad un movimento dell'aria stessa dalla zona a più alta densità (più fredda) verso quella a densità più bassa.

Nelle situazioni in cui l'aria interna dell'edificio sia più calda di quella esterna e sia richiesto un raffrescamento, l'effetto naturale di spostamento dell'aria appena descritto può essere usato per introdurre aria più fresca all'interno dell'edificio ed espellere quella calda



# La ventilazione naturale

In fine occorre citare anche l'effetto del vento. In questo caso, la differenza di pressione è dovuta allo scorrimento dell'aria intorno all'edificio, questa comporta una ripartizione più o meno complessa delle pressioni intorno alla costruzione, con zone in condizioni di sovrappressione (facciata esposta al vento) e altre in depressione rispetto alla pressione statica del luogo.

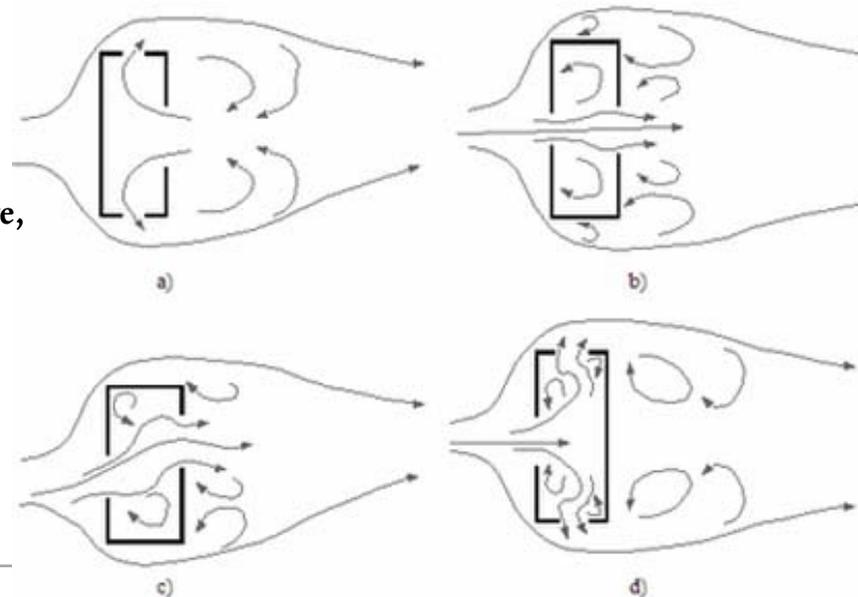


# La ventilazione naturale

Nel posizionare in pianta due o più chiusure esterne permeabili, valgono le seguenti regole fondamentali

- Disporre le chiusure sia sul lato sopravvento, sia su quelli sottovento; chiusure poste unicamente sui lati sottovento determinerebbero una condizione di ventilazione insufficiente (Figura 2a).
- Nel caso di vento perpendicolare alle facciate in cui sono collocate le chiusure permeabili, evitare di collocarle su pareti opposte in modo direttamente contrapposto (Figura 2b), bensì sfalsarle (Figura 2c).
- Se non si dispone di due pareti opposte, ma di due o tre pareti perimetrali contigue, la distribuzione delle chiusure su queste ultime produce una ventilazione efficace purché il vano non sia troppo profondo (Figura 2d).

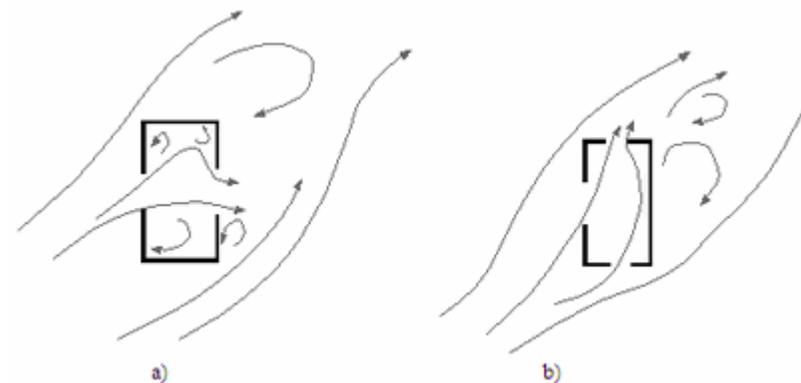
**Collocazione orizzontale di aperture, in funzione della ventilazione passante; ipotesi di vento perpendicolare alle facciate dell'edificio (viste in pianta)**



# La ventilazione naturale

- Un vento con direzione obliqua rispetto alle facciate dell'edificio (con angolo di incidenza  $< 45^\circ$ ), genera una ventilazione passante più efficace di quella prodotta dal vento perpendicolare, sia con chiusure contrapposte (Figura 3a), sia con chiusure poste su tre pareti contigue (Figura 3b).

**Collocazione orizzontale di aperture, in funzione della ventilazione passante; ipotesi di vento obliquo rispetto alle facciate dell'edificio (viste in pianta)**



# La ventilazione naturale

Data una certa differenza di pressione fra due regioni, possono venir distinti due tipi di moti dell'aria che dipendono dalle grandezze e dalla forma delle singole aperture.

Moto laminare: si tratta di una corrente d'aria attraverso percorsi lunghi, fessure, crepe o giunti molto stretti (ad es. nel calcestruzzo). In questo caso la portata d'aria  $V$  è direttamente proporzionale alla differenza di pressione  $\Delta p$  che produce il moto (andamento lineare):

$$\dot{V} \propto \Delta p$$

Moto turbolento: si tratta di una corrente d'aria relativamente grande, passante attraverso giunti molto larghi. In tale moto, la portata d'aria non è più una funzione lineare e  $V$  è proporzionale a

$(\Delta p)^{1/2}$  :

$$\dot{V} \propto \sqrt{\Delta p}$$

In generale, il moto attraverso i giunti di porte e finestre, sotto l'effetto di una differenza di pressione  $\Delta p$  fra l'esterno e l'interno dell'edificio, è classificabile in un regime intermedio, fra il moto laminare e quello turbolento con  $V$  proporzionale a  $(\Delta p)^m$  :

$$\dot{V} \propto (\Delta p)^m \left[ \frac{m^3}{h} \right]$$

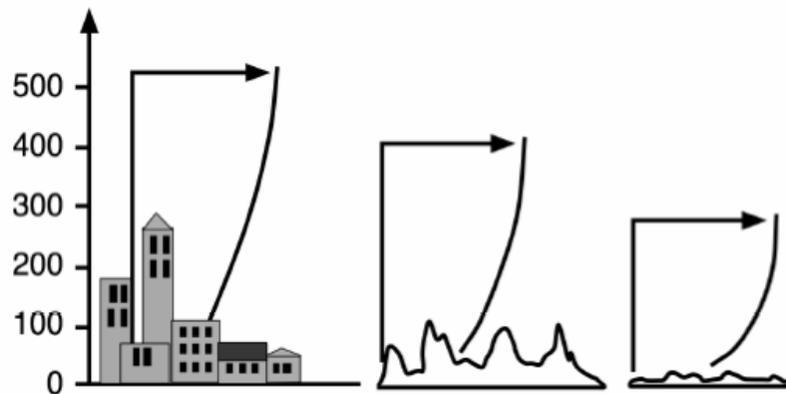
# La ventilazione naturale

## Le cause del ricambio d'aria naturale: l'azione del vento

Nello strato limite dell'atmosfera, che si estende fino ad un'altezza di 500- 1000 m, il vento presente negli strati superiori viene progressivamente frenato a causa dell'attrito con il suolo. In tal modo si forma un profilo, nel quale la velocità del vento  $v$  (in m/s o km/h) cresce con la quota  $z$  secondo la seguente legge:

$$\frac{v(z)}{v(z_{ref})} = \left( \frac{z}{z_{ref}} \right)^\alpha$$

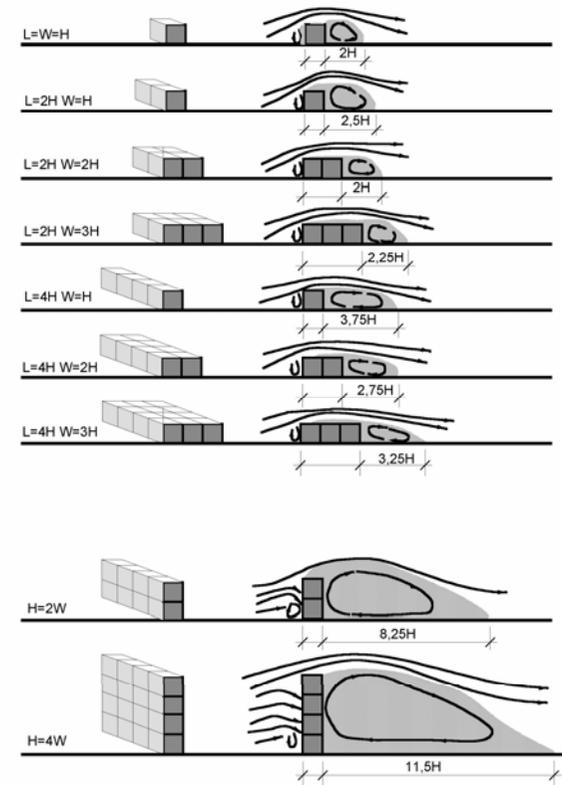
dove  $z_{ref}$  è un'altezza di riferimento alla quale la velocità del vento è nota, ad es. attraverso la misura con una stazione meteorologica<sup>1</sup>, e l'esponente  $\alpha$  dipende dalla rugosità del suolo. Alcuni esempi di profili di velocità sono illustrati nella figura, dove si può osservare come nel caso di suoli lisci i valori di  $\alpha$  sono più bassi e la velocità del vento raggiunge più in fretta il valore degli strati superiori.



# La ventilazione naturale

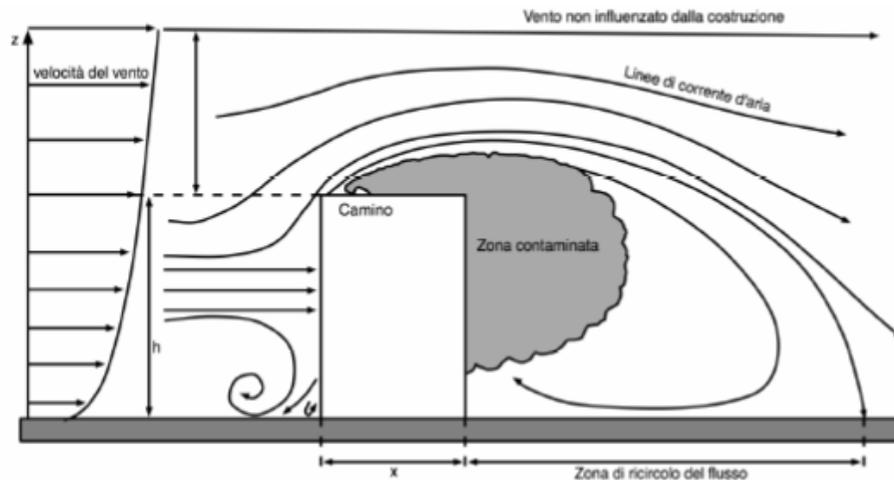
## Le cause del ricambio d'aria naturale: l'azione del vento

Un ostacolo devia il vento dal suo scorrimento rettilineo e lo costringe a seguire delle linee curve – sia verticalmente, sia orizzontalmente – attorno all'ostacolo. L'analisi esatta del comportamento del vento attorno ad un edificio e delle sovrappressioni e depressioni da esso causate dipende dalla forma dell'edificio e dalla configurazione del suo ambiente circostante (presenza di altri edifici, zona più o meno libera, ecc.). Costruzioni possedenti forme complesse (a "L" o "U") possono generare delle correnti d'aria troppo complesse per essere generalizzate. Per determinare le correnti d'aria influenzate da costruzioni adiacenti o dalla morfologia del terreno, sono normalmente utilizzate le gallerie del vento mediante piccoli modelli (maquettes) oppure dei modelli numerici al computer.



# La ventilazione naturale

## Le cause del ricambio d'aria naturale: l'azione del vento

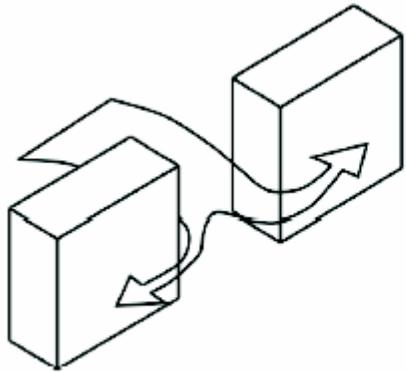


La figura illustra – da un punto di vista qualitativo – come localmente gli ostacoli possano provocare un addensamento delle linee di corrente e di conseguenza un'accelerazione dell'aria trasportata sopra i tetti e attorno agli spigoli laterali. Per effetto di questa accelerazione nella parete non esposta al vento si può formare una zona d'aria stagnante (zona di depressione). Nel caso di camini troppo bassi in rapporto alla geometria dell'edificio, in questa zona si possono accumulare i gas inquinanti espulsi dal camino, che possono influenzare negativamente la qualità dell'aria all'interno degli edifici.

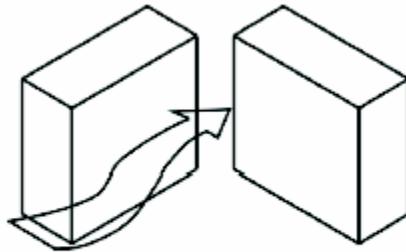
# La ventilazione naturale

Alcuni tipi di corrente in presenza di più edifici

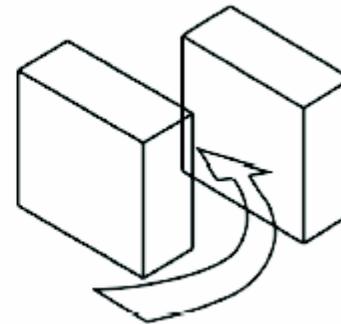
Effetto buco



Effetto ugello



Effetto deviazione



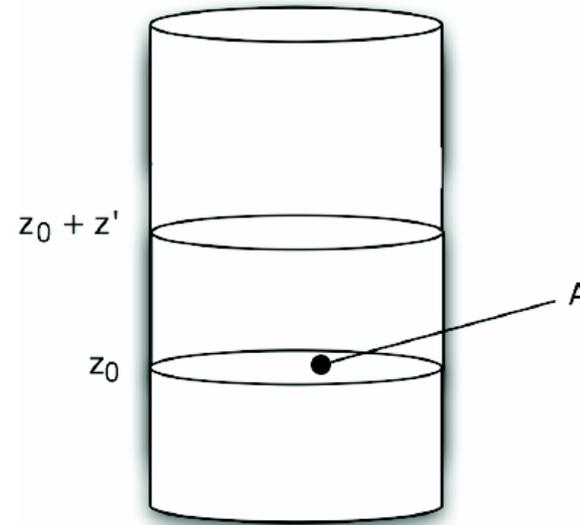
La figura illustra – da un punto di vista qualitativo – come localmente gli ostacoli possano provocare un addensamento delle linee di corrente e di conseguenza un'accelerazione dell'aria trasportata sopra i tetti e attorno agli spigoli laterali. Per effetto di questa accelerazione nella parete non esposta al vento si può formare una zona d'aria stagnante (zona di depressione). Nel caso di camini troppo bassi in rapporto alla geometria dell'edificio, in questa zona si possono accumulare i gas inquinanti espulsi dal camino, che possono influenzare negativamente la qualità dell'aria all'interno degli edifici.

# La ventilazione naturale

## L'effetto camino

La forza peso della massa dell'aria che ci sovrasta determina la pressione dell'atmosfera. La pressione diminuisce con l'altezza in quanto la parte d'aria che si trova al di sotto di una determinata quota non contribuisce al peso della colonna d'aria che si trova sopra una quota prestabilita. Un'analisi precisa della pressione in funzione dell'altezza deve tener conto anche della rarefazione dell'atmosfera. Tuttavia se ci si limita a piccole differenze di quote, come si incontrano di solito nell'analisi degli edifici, la variazione della pressione è descritta da una semplice funzione lineare.

$$p = \frac{F}{A} \left[ \frac{N}{m^2} = Pa \right]$$



# La ventilazione naturale

## L'effetto camino

La pressione di una colonna d'aria all'altezza  $z_0 + z'$  può essere calcolata sottraendo dal valore di  $p(z_0)$  la pressione esercitata dal volumetto:

$$p = p(z_0) - \frac{\rho \cdot A \cdot z' \cdot g}{A}$$

ovvero

$$p = p(z_0) - \rho \cdot g \cdot z'$$

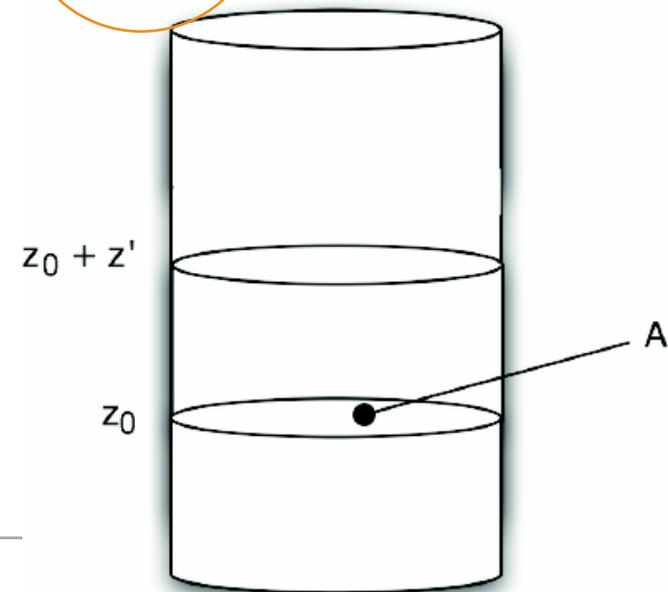
$$P = F / A$$

$$F = mg \quad m = \rho V$$

$$m = \rho A z'$$

$$F = \rho A z' g$$

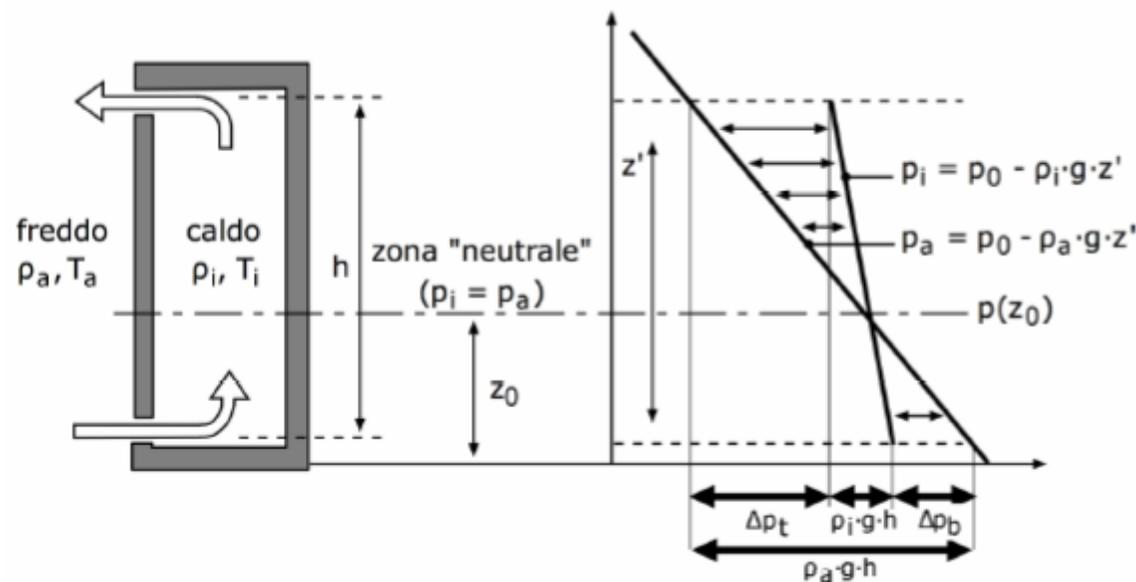
$$P = (\rho A z' g / A)$$



# La ventilazione naturale

## L'effetto camino

Dato che l'aria calda ha una densità inferiore a quella dell'aria fredda, la variazione di pressione con la quota per l'aria calda è quindi inferiore a quella che si riscontra per l'aria fredda. Nel caso di spazi riscaldati alti o ancora maggiormente nel caso di camini (temperature dei fumi molto elevate) ciò può causare grandi differenze di pressione tra l'interno e l'esterno e quindi un elevato ricambio d'aria

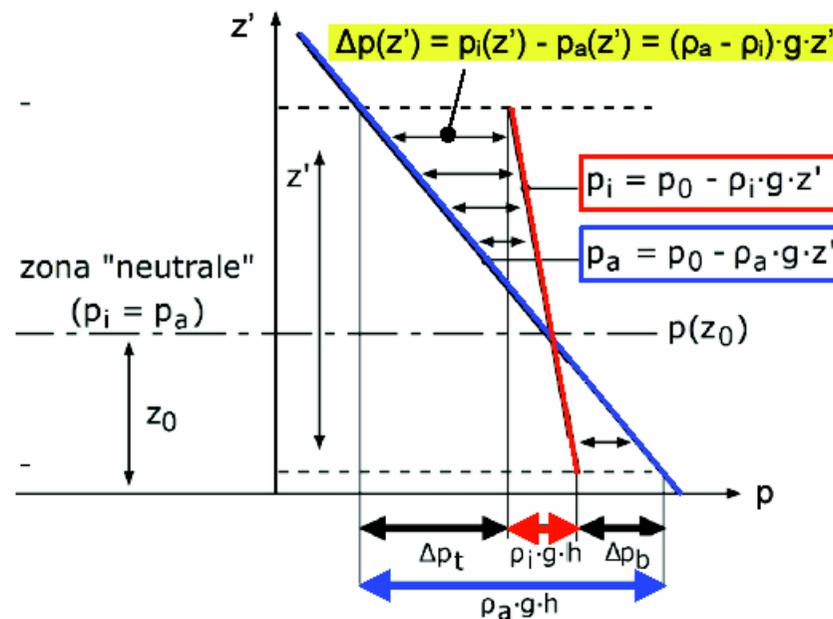


# La ventilazione naturale

## L'effetto camino

Ponendo l'altezza di riferimento  $z_0$  nel punto neutro, dove la pressione interna eguaglia quella esterna, l'andamento delle pressioni interne ed esterne in funzione dell'altezza  $z'$  (misurata rispetto a  $z_0$ ) può essere scritto nel seguente modo:

$$p_i(z') = p(z_0) - \rho_i \cdot g \cdot z' \quad p_a(z') = p(z_0) - \rho_a \cdot g \cdot z' \quad \rho_i < \rho_a$$



# La ventilazione naturale

## L'effetto camino

Considerando l'aria come un gas ideale si può mettere in relazione la pressione  $p$  dell'aria alla sua temperatura  $T$  in Kelvin K):

$$p \cdot V = m \cdot R_s \cdot T$$

dove  $R_s$  è la costante dei gas per l'aria secca.

Da tale equazione si può dedurre una relazione tra la densità  $\rho$  dell'aria e la sua temperatura:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{p}{R_s \cdot T}$$

Utilizzando la pressione media del luogo – nel quale è situata la costruzione – le densità dell'aria interna ed esterna si possono esprimere nel modo seguente:

$$\rho_i = \frac{P_m}{R_s \cdot T_i}$$

$$\rho_a = \frac{P_m}{R_s \cdot T_a}$$

# La ventilazione naturale

## L'effetto camino

Inserendo questi valori nelle equazioni

$$p_i(z') = p(z_0) - \rho_i \cdot g \cdot z'$$

$$p_a(z') = p(z_0) - \rho_a \cdot g \cdot z'$$

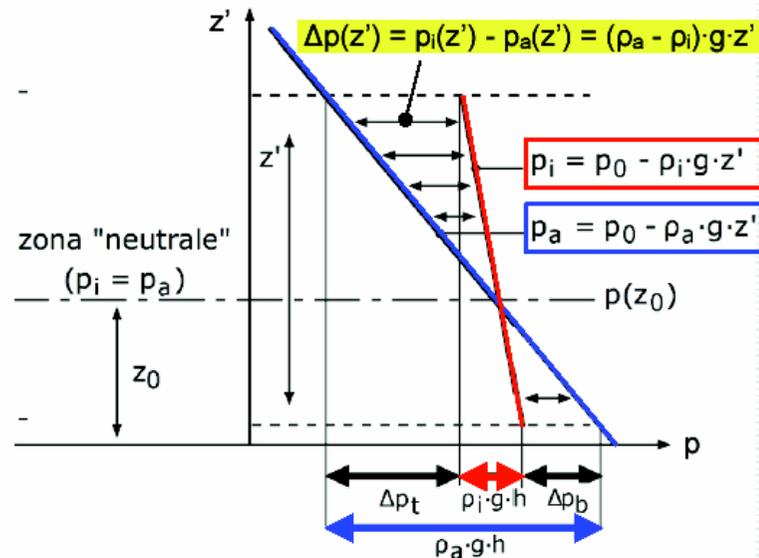
e sottraendole si ottiene:

$$\Delta p(z') = p_i(z') - p_a(z') = \frac{\rho_m \cdot g \cdot z'}{R_s} \left( \frac{1}{T_a} - \frac{1}{T_i} \right)$$

# La ventilazione naturale

$$\Delta p(z') = p_i(z') - p_a(z') = \frac{p_m \cdot g \cdot z'}{R_s} \left( \frac{1}{T_a} - \frac{1}{T_i} \right)$$

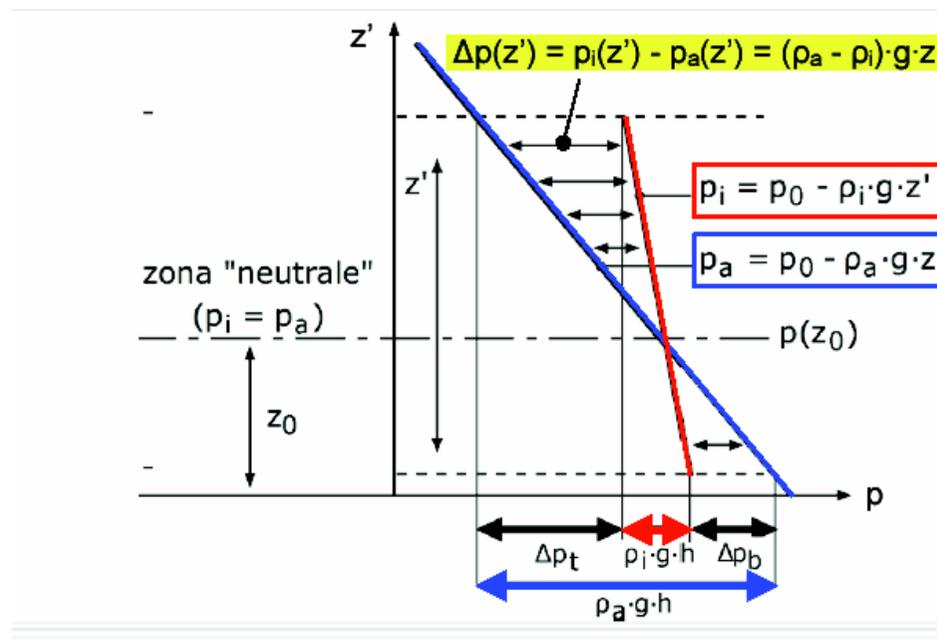
In prossimità del suolo ( $z' < 0$ ) si ha  $\Delta p < 0$  (dato che  $1/T_a - 1/T_i > 0$ ) e quindi l'aria esterna tende a penetrare nell'edificio spingendo l'aria calda verso i piani alti ( $z' > 0$ ), dove la pressione interna sull'involucro supera quella esterna ( $\Delta p > 0$ ) provocando la fuoriuscita di aria calda.



$$\Delta p(z') = p_i(z') - p_a(z') = \frac{p_m \cdot g \cdot z'}{R_s} \left( \frac{1}{T_a} - \frac{1}{T_i} \right) > 0$$

# La ventilazione naturale

Dalla figura si osserva inoltre che la differenza totale di pressione  $\Delta p_{tot}$  è data dalla somma della differenza di pressione presente in basso ( $\Delta p_b$ ) e di quella in alto ( $\Delta p_t$ )

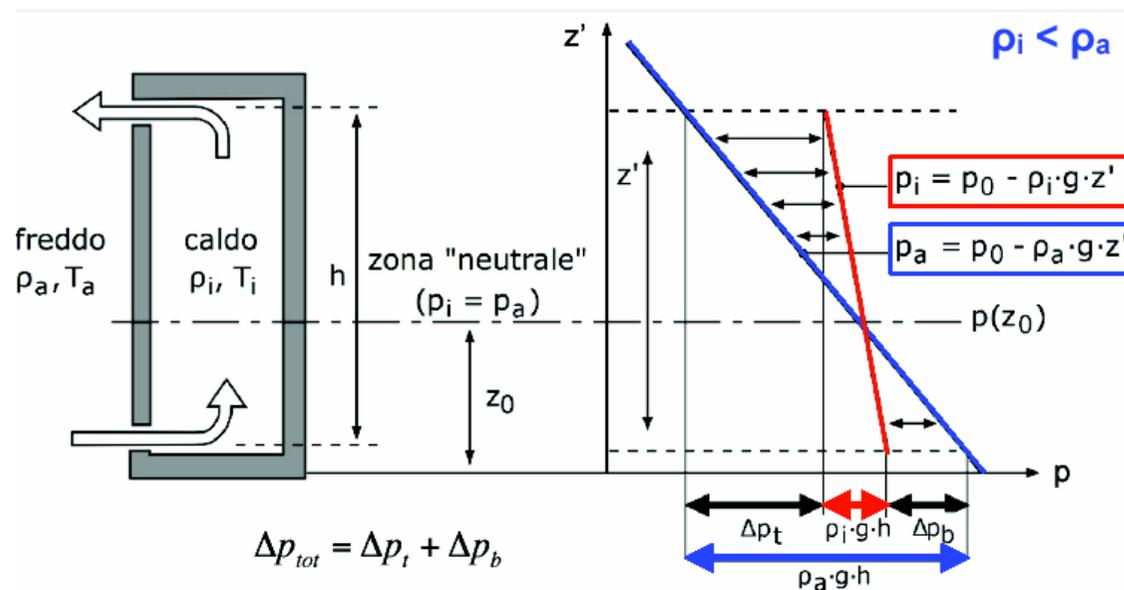


Questa differenza di pressione totale è responsabile della spinta dell'aria dal basso verso l'alto ed è data da

$$\Delta p_{tot} = \rho_a \cdot g \cdot h - \rho_i \cdot g \cdot h$$

# La ventilazione naturale

## L'effetto camino



$$\Delta p_{tot} = \rho_a \cdot g \cdot h - \rho_i \cdot g \cdot h$$

dove  $h$  è l'altezza dell'edificio.

# La ventilazione naturale

L'effetto camino

$$\Delta p_{tot} = \rho_a \cdot g \cdot h - \rho_i \cdot g \cdot h$$

con l'equazione dei gas ideali applicata all'aria si ottiene:

$$\Delta p_{tot} = \frac{p_m \cdot g}{R_s} \cdot h \cdot \left( \frac{1}{T_a} - \frac{1}{T_i} \right)$$

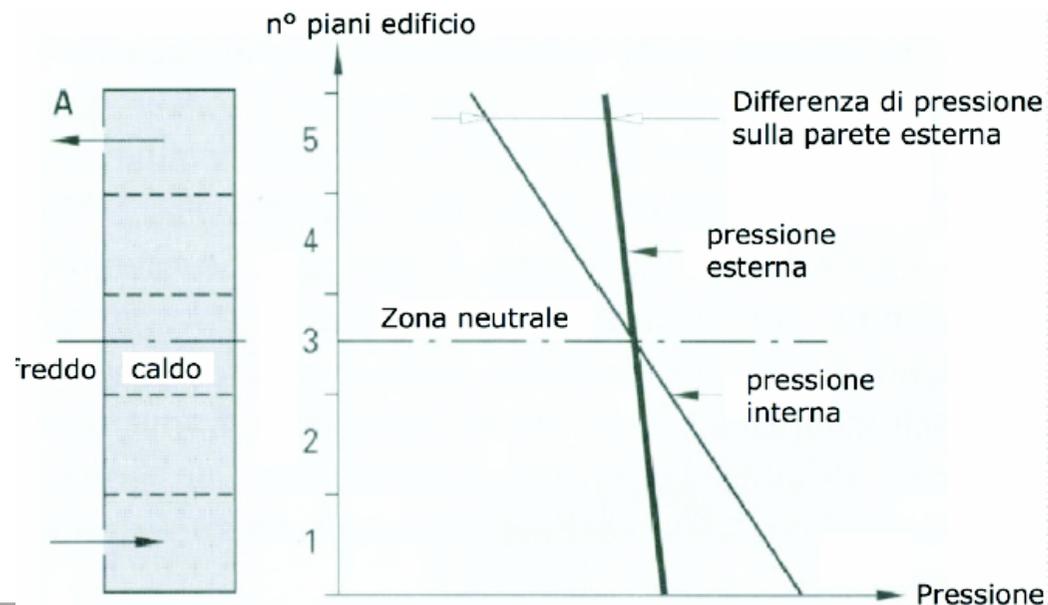
dove  $p_m$  è la pressione atmosferica media del luogo.

Di conseguenza per condizioni meteorologiche invernali tipiche ( $T_i = 20^\circ\text{C}$ ,  $T_a = 3^\circ\text{C}$ , ad esempio,  $p_m = 98'400$  Pa e per uno stabile di 5 piani ( $\approx 15\text{m}$ ), una differenza totale di pressione  $\Delta p_{tot} \approx 10$  Pa, anche in assenza di vento.

Ciò significa che per una distribuzione uniforme dei punti di non-ermeticità, su una finestra del quinto piano si possono formare delle pressioni fino a 5 Pa, il che corrisponde alla pressione esercitata da 5 kg su 1 m<sup>2</sup>.

# La ventilazione naturale

La dipendenza dall'altezza di questa differenza di pressione ( $\Delta p$ ) indotta dall'azione termica (spinta termica) è determinata dalle caratteristiche dall'involucro ed in particolare dalla distribuzione dei punti di "non-ermeticità" sulla facciata dell'edificio. Se questi punti sono distribuiti in maniera uniforme, la cosiddetta zona neutra (dove pressione interna ed esterna si eguagliano) si situa in corrispondenza della metà dell'altezza dell'edificio. Nel caso di edifici a più piani e con un'elevata permeabilità tra i piani (per es. scala interna), la differenza di pressione dovuta all'azione termica si forma sull'altezza dell'intera facciata





Se per contro tra i singoli piani non avviene nessuno scambio di aria (modello a scatola), ogni piano può essere considerato separatamente (come un edificio a sé) e l'altezza efficace per l'azione termica diventa quella del singolo piano

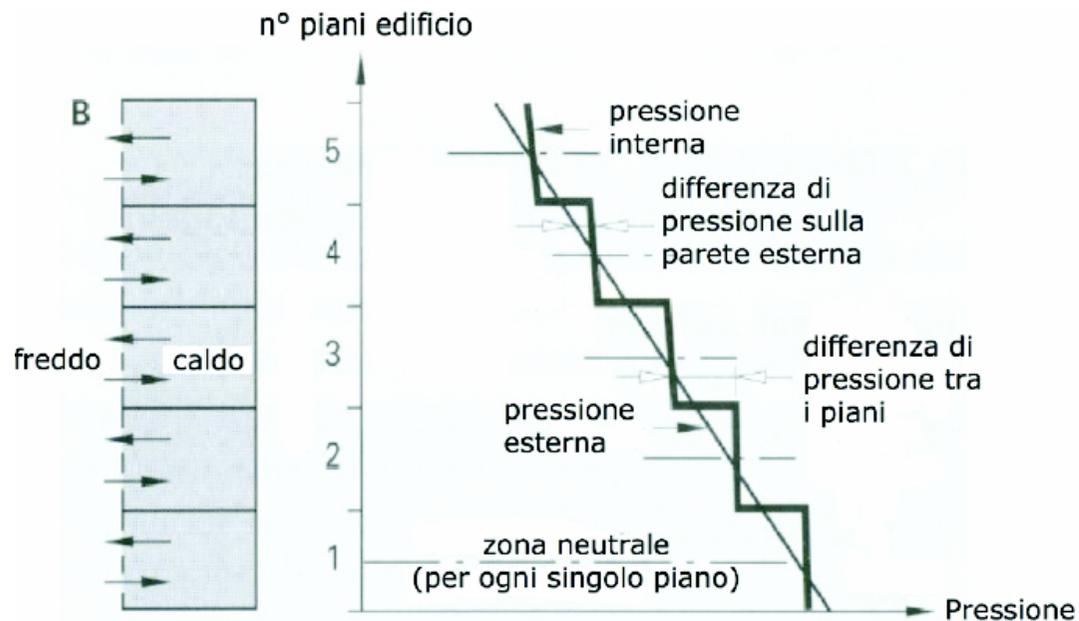


Figure e tabelle tratte da SUPSI (Energie Schwei;

# La ventilazione naturale

## L'effetto camino e camino solare

Si può ricorrere all'effetto camino fornendo l'edificio di aperture sia in basso che alla sua sommità, l'aria calda salirà naturalmente e uscirà dalle aperture in alto mentre l'aria fredda entrerà attraverso le aperture alla base. La ventilazione con effetto camino, non è molto alta e di norma non si superano i 4 - 6 rinnovamenti orari dell'aria in un ambiente; tuttavia il sistema è molto utile per evitare stratificazioni d'aria calda nella parte alta degli ambienti interni e questo è importante soprattutto nel caso di spazi con una grande connessione verticale

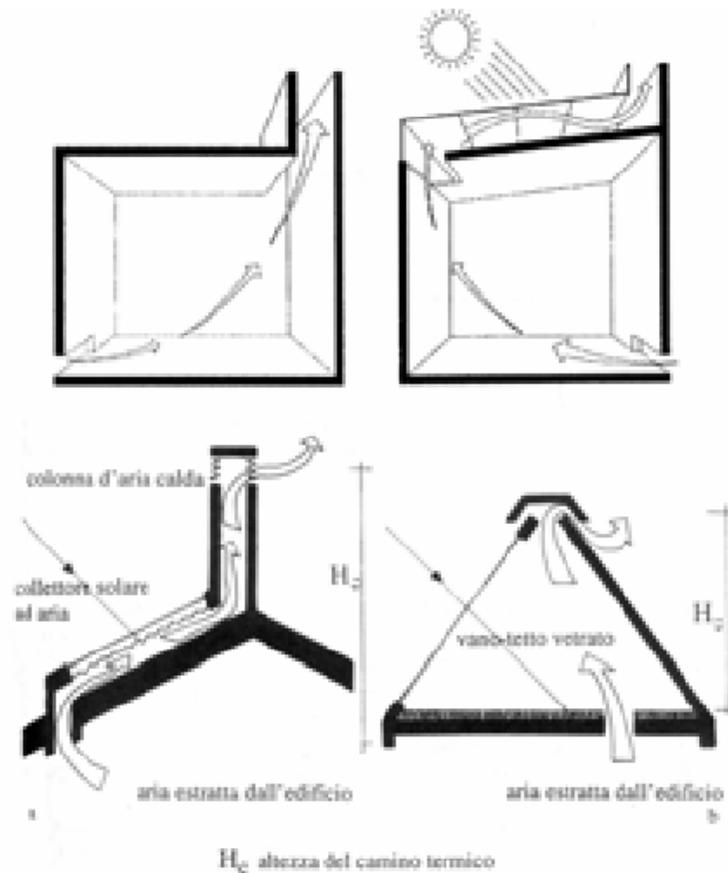
Per una buona estrazione dell'aria è utile che la temperatura esterna non sia troppo alta; più precisamente occorre che vi siano differenze piuttosto rilevanti tra l'aria calda nella parte più alta dell'edificio e l'aria esterna per aumentare queste differenze, si può usare il camino solare

# La ventilazione naturale

## L'effetto camino e camino solare

il funzionamento di questo sistema è basato sulla realizzazione di una camera d'aria sul tetto costituita da un captatore, di colore scuro, coperto da un vetro.

L'aria che si trova nel camino solare, scaldandosi, diminuisce la sua densità e richiama aria nuova dalle aperture inferiori

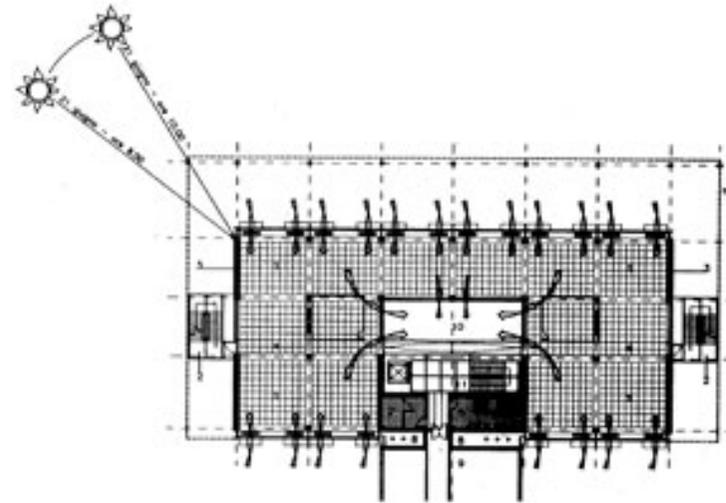
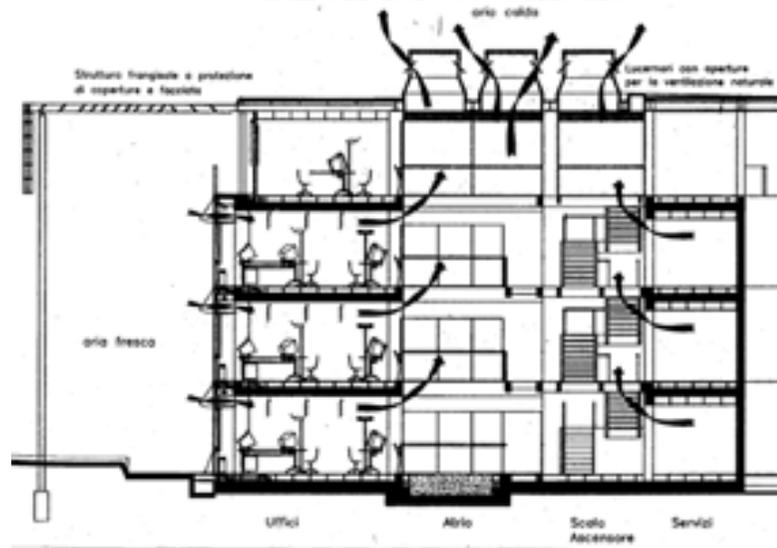


# La ventilazione naturale

L'effetto camino e camino solare

Esempio: Palazzo Guzzini, Recanati

Arch.M.Cucinella



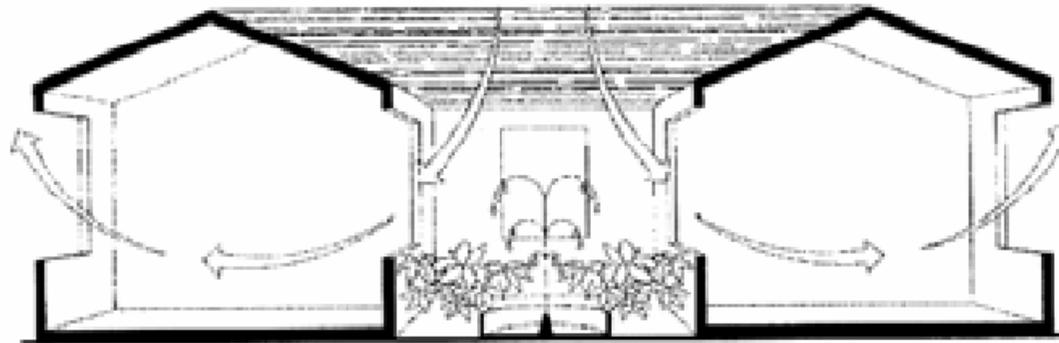
*Per approfondimento: Integrazione dei sistemi di ventilazione ibrida negli edifici,*

*MARCO SURRA, MARCO SIMONETTI*

# La ventilazione naturale

## Serbatoi di aria fresca

Così come è possibile, con le camere solari, creare zone d'aria calda per facilitare il fluire dell'aria stessa, è possibile anche creare, con lo stesso scopo, sul lato nord dell'edificio, zone (tasche, rientri) che costituiscano serbatoi di aria fresca

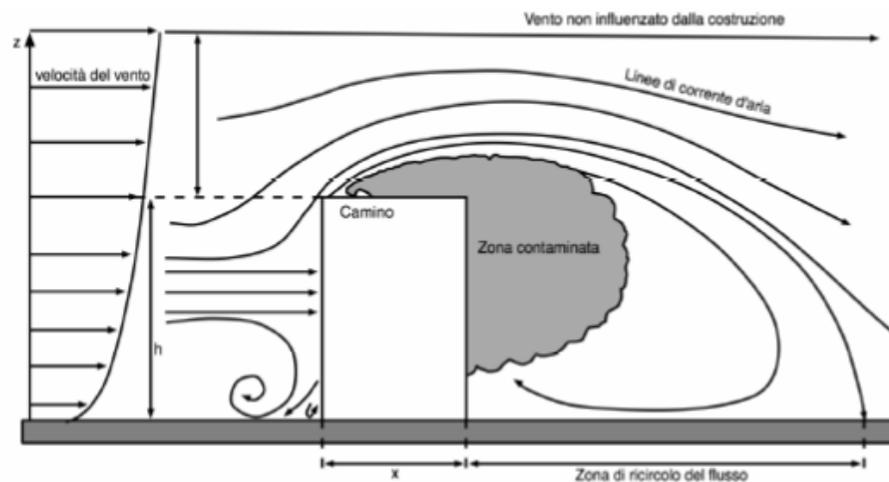


per creare zone di aria fresca possono essere molto importanti elementi quali l'acqua e la vegetazione, la creazione di patii, atri, porticati, zone d'ombra in genere

# La ventilazione naturale

## Effetto della pressione

E' possibile poi accrescere la dispersione di calore da parte di un edificio usando, come visto, l'effetto della pressione esercitata su di esso dal vento; quando una corrente d'aria colpisce un edificio si ottiene un'alta pressione sul lato maggiormente esposto ed una bassa pressione su quello protetto, dalla parte opposta. Il movimento dell'aria si verifica, attraverso l'edificio, per il passaggio dalle zone di alta pressione a quelle di bassa pressione. Occorre che siano predisposte però opportune aperture, la posizione e dimensione delle quali determina la velocità e la direzione del movimento d'aria negli alloggi



# La ventilazione naturale

## Effetto della pressione

in generale:

1. la velocità è maggiore quando le aperture attraverso le quali l'aria lascia l'edificio sono più grandi di quelle d'entrata le quali, a loro volta, devono avere dimensioni adeguate
2. la migliore distribuzione d'aria per tutto l'edificio si ottiene con aperture disposte diagonalmente e quando non vi siano troppi ostacoli negli alloggi
3. la ventilazione massima dovrebbe essere fornita durante il giorno nelle aree maggiormente occupate dai residenti e ad altezze opportune per il soddisfacimento del loro benessere fisico
4. il flusso d'aria fresca deve lambire anche le parti più massicce e pesanti dell'edificio in modo che esse disperdano il calore accumulato
5. possono poi essere creati deflettori esterni così da indurre cambiamenti di pressione alle aperture e poter modificare le condizioni di ventilazione nel modo desiderato

# La ventilazione naturale

## Criteri di dimensionamento e distribuzione delle aperture

E' possibile ricavare la seguente espressione approssimata per la quantità d'aria che, in un dato intervallo di tempo fluisce attraverso un'apertura

$$W = 4382 [0,425Af - 0,1126Af^2 + 0,017 Af^3][0,383 (t/60) - 0,027 (t/60)^2 + 0,0038 (t/60)^3][3,71 (\Delta t/25) - 5,27 (\Delta t/25)^2 + 2,56 (\Delta t/25)^3]h^{0,5}$$

(Marocco, Orlandi, 2000)

con:

W = quantità d'aria che fluisce attraverso l'apertura (mc)

t = tempo di apertura della finestra (min)

Af = superficie della finestra (mq)

$\Delta t$  = differenza di temperatura tra l'aria interna ed esterna (°C)

h = altezza della finestra (m)

I valori della quantità d'aria possono essere ricavati anche attraverso l'uso di opportuni Diagrammi

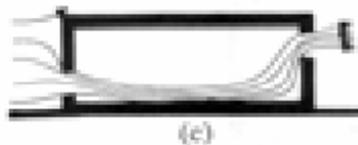
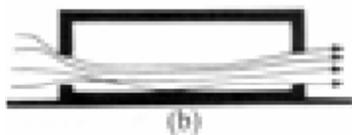
# La ventilazione naturale

## Criteri di dimensionamento e distribuzione delle aperture

in generale per incrementare il raffrescamento passivo è necessario che vi siano almeno due chiusure esterne permeabili e che non siano collocate sulla stessa parete (a meno che non siano ad altezze significativamente diverse tali da innescare effetto camino)

è importante anche la posizione verticale delle chiusure presenti:

1. se l'obiettivo è il raffrescamento corporeo le chiusure devono essere collocate ad altezza d'uomo,
2. se l'obiettivo è il raffrescamento della massa muraria la chiusura d'entrata (non necessariamente quella d'uscita) deve essere posizionata vicino alla massa da raffrescare, al soffitto o al pavimento



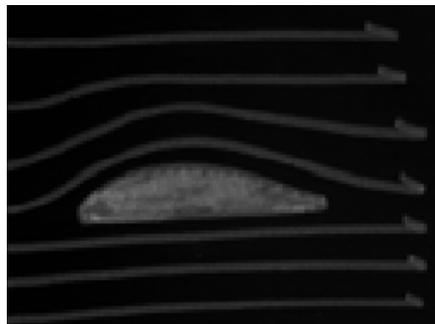
**Nota!!**

**Nota!!**

# La ventilazione naturale

L'aria, come tutti i fluidi, a causa della legge di Bernoulli ha una diminuzione di pressione in corrispondenza di un aumento di velocità

questo effetto è sfruttato, per esempio, dall'ala dell'aeroplano la cui forma è tale da costringere l'aria che passa sopra a seguire un percorso più lungo di quello che segue l'aria che passa sotto, la pressione in alto è quindi minore di quella in basso e si ha quindi una spinta dal basso verso l'alto



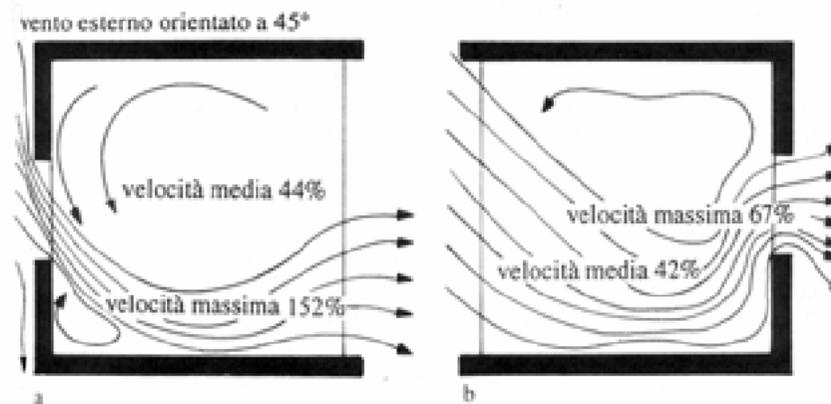
Inoltre, a causa dell'effetto Venturi, quando una corrente d'aria è costretta ad attraversare una sezione più piccola si ha un aumento della velocità e una diminuzione della pressione in corrispondenza della strozzatura.

Questi effetti possono essere utilizzati per aumentare il tiraggio

**Nota!!**

# La ventilazione naturale

- un'area di apertura di ingresso inferiore all'area in uscita determina, a parità di altri fattori, un aumento della velocità massima del flusso d'aria interno rispetto a quella del vento all'esterno della chiusura;
- un'area di ingresso superiore a quella di uscita determina un decremento della velocità interna rispetto all'aria all'esterno;
- un'area di ingresso uguale determina il minore scostamento tra velocità dell'aria interna e velocità esterna



# La ventilazione ambientale

## La normativa

Un riepilogo delle leggi e delle norme da applicare per la ventilazione residenziale con una breve sintesi di ognuna per permettere una rapida applicazione della normativa vigente

Disposizione	Contenuti	Note
Regolamenti edilizi e di igiene esistenti	Requisito relativo al soddisfacimento di un rapporto aeroilluminante. (generalmente 1/8 della superficie calpestabile).	Fino a qualche anno fa si poteva fare affidamento sui cosiddetti "spifferi", ossia sulle infiltrazioni. Oggi i serramenti sono a tenuta elevata e praticamente le infiltrazioni sono inesistenti.
DM 5/7/1975	Art. 6 "Quando le caratteristiche tipologiche degli alloggi diano luogo a condizioni che non consentano di fruire di ventilazione naturale, si dovrà ricorrere alla ventilazione meccanica centralizzata immettendo aria opportunamente captata e con requisiti igienici confacenti. E' comunque da assicurare, in ogni caso, l'aspirazione di fumi, vapori ed esalazioni nei punti di produzione (cucine, gabinetti, ecc.) prima che si diffondano."	Interpretazione: gli spifferi costituivano una sorta di "ventilazione naturale". Venendo essi a mancare, il DM del 1975 di fatto impone l'utilizzo della VMC. Non si può infatti fare affidamento sul comportamento "arbitrario" dell'utente. Questo concetto è stato ripreso dalla UNI EN 15251.
DPR 412/93	L'articolo 8, comma 8, relativo al calcolo del FEN imponeva il riferimento ad un valore convenzionale minimo per il ricambio dell'aria pari a 0,5 vol/h.	ABROGATO per l'avvento del D. Lgsi 311/2006. Dati scientifici dimostrano che per ambienti occupati 0,5 vol/h è l'idoneo tasso di ventilazione degli ambienti. Valori inferiori non assicurano una idonea qualità dell'aria interna in ambito residenziale. La UNI EN 15251 suggerisce addirittura portate superiori (si veda dopo)

D. Lgsi 311/2006	Le indicazioni sulle portate di ventilazione da adottare si evincono dagli allegati E ed I. In particolare nell'allegato E "relazione tecnica" il progettista deve dichiarare tutti i valori delle portate di ventilazione nei vari ambienti, specificando se è presente o meno un sistema di VMC. Deve inoltre allegare le tabelle indicanti i requisiti dei sistemi finestrati e loro permeabilità all'aria. Nell'allegato I è specificato che se non esiste un sistema di controllo dell'UR interna, per i calcoli della formazione di condensazione interstiziale e superficiale devono essere utilizzati i seguenti valori: UR 65% e T 20°C. La condensazione superficiale deve sempre essere assente. Nell'allegato M sono indicate tutte le norme tecniche da seguire per la parte di calcolo.	Anche se non sono indicati valori precisi per la ventilazione residenziale, essi si evincono dalle norme vigenti, anche facendo il calcolo relativo alla formazione di condensazione interstiziale. In pratica il miglior ricambio di aria si ha con valori pari a 0,5 vol/h se l'impianto è a portata fissa con recupero di calore, o con valori medi attorno a 0,3 vol/h se l'impianto ha una portata variabile sulla base del tasso di UR interno.
UNI EN ISO 13790 (*)	Norma "base" per il calcolo dei fabbisogni degli edifici. E' esposto il metodo di calcolo per valutare le dispersioni per ventilazione. Diversamente alla scorsa edizione, non propone valori di ventilazione convenzionali, ma rimanda a norme specifiche sulla qualità dell'aria interna per queste valutazioni. (vedi UNI EN 15251)	La vecchia versione della norma proponeva un valore convenzionale di riferimento pari a 0,3 vol/h. La nuova versione ha corretto questo valore, rimandando a più opportune valutazioni sulla ventilazione, desumibili dalla UNI EN 15251.
UNI EN ISO 13788 (*)	Norma per le verifiche termoigrometriche (calcolo per stimare il rischio di condensazione superficiale/interstiziale). Contiene un paragrafo riguardante le strategie per evitare la formazione di muffe	In pratica la ventilazione è indicata come una strategia per l'eliminazione dei problemi di muffa. In una delle metodologie di calcolo si può valutare il rischio, se sono note la portata di ventilazione e la produzione di vapore all'interno.

# La ventilazione ambientale

## La normativa

Un riepilogo delle leggi e delle norme da applicare per la ventilazione residenziale con una breve sintesi di ognuna per permettere una rapida applicazione della normativa vigente

UNI EN 12792	Norma che fornisce termini e definizioni. Su di essa si basano tutte le norme che riguardano la "ventilation for buildings". Chiarisce la differenza tra aerazione e ventilazione. L'aerazione è intesa come l'apertura delle finestre.	Si noti che la direttiva EPBD va nella direzione della ventilazione e non dell'aerazione. L'aerazione è discontinua; la ventilazione (naturale o meccanica) deve essere continuativa.	UNI TS 11300-1	Norma di obbligatorio utilizzo per il calcolo dei fabbisogni degli edifici. Presenta un metodo di calcolo per valutare le dispersioni dovute alla ventilazione. In riferimento al calcolo "standard" propone un tasso convenzionale di rinnovo dell'aria pari a 0,3 vol/h in assenza di VMC. In riferimento al calcolo adattato all'utenza (e quindi più realistico) è precisato che in assenza di VMC il tasso di rinnovo dell'aria può variare notevolmente rispetto al calcolo standard, quest'ultimo non utile per valutazioni relative alla qualità dell'aria interna (in pratica 0,3 vol/h non tutela dal problema delle muffe)	Questa norma costituisce un adattamento alla realtà italiana della norma europea UNI EN ISO 13790. E' il documento cui fare riferimento per la certificazione energetica degli edifici.
UNI EN 15241	Norma per la valutazione dei consumi energetici dovuti ai processi di ventilazione.	Tale norma sarà di precupuo uso da parte dei softwaristi. Tuttavia è importante il riferimento all'appendice A che permette una valutazione dell'efficienza di impianti geotermici.	UNI 7129-2	Norma riguardante la ventilazione dei locali in cui sono presenti apparecchi a gas per uso domestico. E' contenuta una trattazione riguardo i sistemi di VMC. E' specificato che la VMC permette di evitare la presa d'aria esterna in cucina e che inoltre ad uno stesso condotto di evacuazione possono essere collegate più cappe.	La nuova versione della UNI CIG 7129 contiene quindi un riferimento alla tecnologia della VMC. In questa maniera la norma si è omologata agli standard europei nei quali la VMC è una garanzia di sicurezza e qualità dell'ambiente interno.
UNI EN 15242	Norma per la valutazione delle portate d'aria negli edifici. Anche questa norma sarà di precupuo utilizzo da parte di softwaristi per l'implementazione dei codici di calcolo.	Contiene un metodo di calcolo per valutare i ricambi d'aria dovuti all'apertura delle finestre. Utilizzando quel metodo si evince che l'aerazione comporta degli sprechi energetici.			
UNI EN 15251	Norma che riguarda aspetti energetici connessi alla qualità degli ambienti interni. Parla anche di ventilazione e propone valori di ricambi d'aria per ambienti residenziali e del terziario. Il punto di vista della norma è quello che non si deve speculare sulla qualità dell'aria interna per risparmiare energia.	Questa norma propone quindi valori di ventilazione addirittura superiori a 0,5vol/h nei momenti dioccupazione degli ambienti. (0,7 vol/h per la categoria I 0,6 vol/h per la categoria II 0,5 vol/h per la categoria III) La categoria II è quella cui riferirsi per standard normali di progettazione.			

# Piattaforma Speraweb Speravent

SperaWeb e' una piattaforma modulare di simulazione termica che fornisce un completo Supporto Progettuale per le Energie Rinnovabili in Architettura.

<http://www.speraweb.it/index.html>



SperaVent e' il modulo di ventilazione naturale della piattaforma SperaWeb.

SperaVent permette di valutare il comportamento energetico di un edificio in regime estivo.

