



L'azione del vento sugli impianti: problematiche e soluzioni

Il vento è una variabile ambientale che riserva sorprese per quanto riguarda gli effetti che può determinare su edifici, impianti e macchine.

Luca Ferrari

Il flusso d'aria generato dal vento causa delle pressioni superficiali variabili sull'edificio, in modo da modificare anche sostanzialmente le portate orarie di ricambio dell'aria esterna (ripresa e espulsioni), generare fenomeni di ventilazione naturale, di infiltrazione ed exfiltrazione e non ultimo variazioni sensibili del livello di pressurizzazione degli ambienti. Inoltre i diversi valori di turbolenza e di direzione impressi ai moti d'aria dall'azione del vento possono provocare una ricircolazione dei gas di scarico

direttamente nelle griglie di ripresa dell'aria. In ordine è possibile evidenziare i seguenti effetti causati dall'azione del vento su un edificio/impianto HVAC:

- Il movimento del vento nell'intorno dell'edificio impatta direttamente sulla capacità di controllare i parametri ambientali quali la temperatura, l'umidità e gli agenti inquinanti aerodispersi nell'aria.
- Le pressioni dinamiche esercitate dal vento contro l'edificio influenzano le pressioni e

le relative portate dell'aria di espulsione e di ripresa, oltre che sulle quantità dell'aria di ex/infiltrazione.

- L'andamento e la turbolenza delle correnti d'aria generate dal vento in prossimità dell'edificio possono causare la ricircolazione dei gas, da riscaldamento e/o motore a scoppio, e quindi contaminare l'intero sistema HVAC.
 - Le costruzioni e il terreno circostanti l'edificio modificano i modelli di flusso del vento dalle condizioni indisturbate, creando turbolenza e variazioni di pressione superficiale spesso imprevedibili.
 - La funzionalità di determinate apparecchiature, quali unità ventilanti, torri di raffreddamento, generatori di calore, e qualsiasi altra unità di scambio termico direttamente (ma anche indirettamente) esposta all'azione del vento, possono essere seriamente compromesse se sottoposte a condizioni ventose anomale e/o critiche.
 - Aumento dello sforzo a fatica e delle sollecitazioni provocato dalle vibrazioni indotte.
- Vanno inoltre registrate altre possibili influenze del vento sul sistema di regolazione (ad esempio, aperture e chiusure delle serrande) e sulla eventuale strumentazione di misura.
- Le moderne costruzioni presentano media-

mente una figura discretamente complessa, quali per esempio sono le strutture a forma di U o a L costituite dall'insieme di due o tre blocchi rettangolari, e di conseguenza generano modelli previsionali di flusso troppo complessi da poter essere sistematicamente specificati in sede progettuale.

Quindi per determinare i vari stati fluidodinamici generati dal vento, in virtù anche dell'influenza dalle costruzioni circostanti o dalla topografia, è necessario ricorrere a prove in galleria del vento o aiutarsi come si è accennato con il calcolo CFD.

Tuttavia, se si esamina una costruzione semplice posta perpendicolare alla direzione prevalente del vento, il discorso può essere semplificato nell'analisi di diversi blocchi rettangolari indipendenti. In questo caso è possibile riferire le seguenti osservazioni.

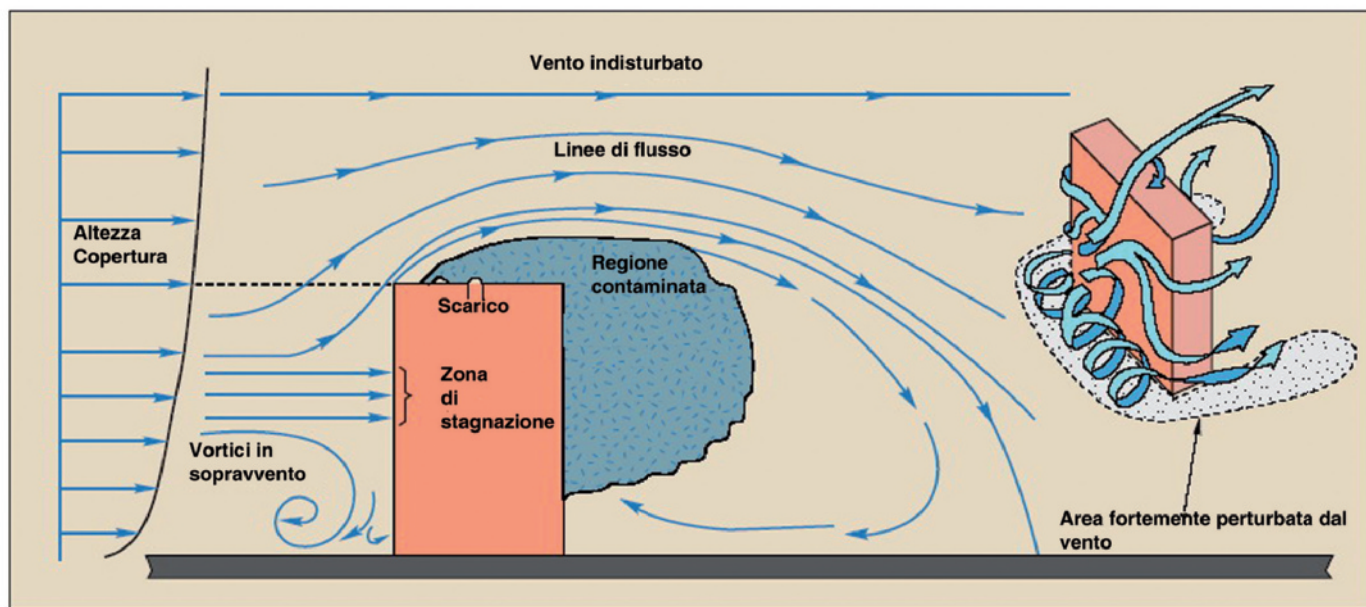
La distribuzione della pressione dinamica che insiste in una costruzione dipende in gran parte da come si diffonde la corrente d'aria (figura 1).

Infatti la velocità media del vento aumenta man mano che dal livello del suolo ci si sposta verso l'alto (tabella 1). Le linee di flusso dell'aria, orizzontali in campo aperto, sono qui modificate dalla presenza dell'edificio che parzialmente le intercetta; solo a partire da una

Tab. 1 - Agli effetti delle dispersioni/apporti termici, l'influenza del vento risulta maggiore nei piani alti degli edifici, generalmente al di sopra dei 20 metri. È quindi possibile introdurre un criterio di valutazione della velocità del vento (v) in funzione dell'altezza dell'edificio.

Altezza	fattore di moltiplicazione per v
fino a 20 m	1
da 20 a 50 m	1.7
da 50 a 100 m	2.8

1 Nello schema viene rappresentato l'andamento del flusso ventoso perturbato dalla presenza di un edificio a geometria semplice. In prossimità degli angoli della parete sopravvento e sulla copertura avvengono i fenomeni turbolenti di separazione dei filetti. Questo causa una regione di ricircolazione dei flussi direttamente proporzionale alle dimensioni della parete sopravvento. Inoltre, in presenza di camini o di griglie di espulsione, è possibile che si creino sulla parete in sottovento delle zone con contaminazione dell'aria superiore a quella ammissibile.





Gli effetti del vento sulle costruzioni adiacenti devono essere ben valutati in presenza di camini o scarichi dell'aria posti in copertura. In queste due simulazioni ottenute in galleria del vento è facile verificare come la direzione del vento modifichi sostanzialmente la scia di scorrimento del flusso e determini sull'edificio più alto, diverse e ampliate zone fortemente contaminate a seconda della proprio orientamento.

certa quota, sensibilmente superiore all'altezza dell'edificio, conservano l'originario andamento orizzontale. Quando il vento impatta una struttura semplice, quale potrebbe essere una parete lineare libera (muro), lo strato limite in prossimità dei bordi si distacca e i filetti fluidi dell'aria vengono sospinti al cambio direzionale generando un'instabilità fluidodinamica. Le componenti del vettore velocità iniziale del vento vengono quindi alterati dall'urto con la costruzione causando un cambiamento della pressione superficiale.

In corrispondenza di una certa fascia della facciata dell'edificio esposta all'azione del vento (compresa tra metà e due terzi della sua altezza) si ha una zona di stagnazione dell'aria che sfoga lateralmente; si produce così una pressione di ristagno in prossimità nella parte centrale della parete, con un gradiente (di pressione) che diviene sempre più grande in prossimità dei bordi, in cui il flusso deviato dalla parete, riguadagna la velocità in senso parallelo alla direzione del vento; sotto tale zona si forma un vortice che lambisce il terreno e sol-

leva polvere e detriti contaminando l'aria intorno all'edificio. Al di sopra della zona di stagnazione le linee di flusso divergono verso l'alto, superano la copertura dell'edificio e curvano poi verso il basso bloccando, in una zona che interessa copertura e facciata opposta a quella prima considerata, l'aria contaminata espulsa dai diffusori di scarico sistemati sul tetto. Sulla parete opposta lo strato limite del flusso non si ricrea immediatamente a causa dell'inerzia dell'aria e della formazione dei vortici creati nel distacco dei filetti d'aria dalla parete. L'aria di questa regione disturbata, è trascinata dalla rapidità delle linee di flusso, riduce così la propria pressione al di sotto di quella atmosferica del flusso indisturbato e genera una aspirazione nella parte posteriore della parete. Se la costruzione ha una sufficiente lunghezza nel senso esposto al vento, il flusso riattacherà alla costruzione e potrà generare due regioni distinte di flusso, una di ricircolazione sull'edificio e una relativa alla propria scia. Oltre che al modello di flusso semplificato descritto precedentemente, la turbolenza causata dall'azione di avvicinamento del vento e dal conseguente instabilità dei flussi di separazione e distacco determina anche una fluttuazione delle pressioni sulla superficie di contatto. Avviene così che i valori medi di pressione considerati vengono ritenuti stabili entro un intervallo di tempo limitato a 10 minuti.

Viceversa le pressioni istantanee possono variare significativamente sopra e sotto queste medie e le pressioni massime risultare due o tre volte i valori medi stimati.

Mentre le pressioni massime sono importanti per quanto riguarda la determinazione dei carichi strutturali e per il dimensionamento a sforzo, i valori mediani sono sicuramente più adatti per la stima dei tassi di ventilazione e di infiltrazione.

Le pressioni medie sulla superficie sono proporzionali alla velocità del vento, esprimibili con la nota relazione di Bernoulli:

$$p_v = \frac{\rho V_H^2}{2} \text{ in Pascal}$$

dove:

ρ risulta la densità dell'aria (kg/m^3);

VH è la velocità del vento all'altezza H della facciata in sopravvento.

La differenza P_s fra la pressione sulla facciata dell'edificio e la pressione atmosferica alla stessa altezza in una corrente ventosa indisturbata è data dalla relazione:

$$P_s = C_p \times P_v$$

I valori del coefficiente C_p di pressione dipendono dalla forma dell'edificio, dalla direzione del vento, dall'influenza delle costruzioni vicine e dalle caratteristiche morfologiche del terreno circostante. La determinazione esatta del C_p può essere verificata soltanto nelle prove dei modelli nella galleria del vento.

Le pressioni esercitate sulla superficie del tetto in edifici medio - bassi dipendono fortemente dall'inclinazione della falda. Difatti per coperture orizzontali o comunque con inclinazione molto limitata, le pressioni superficiali si mantengono negative lungo l'intera superficie del tetto, con un valore di depressione che recupera man mano che ci si avvicina al bordo finale. Quando l'inclinazione del tetto aumenta, il va-

lore della pressione diventa moderatamente positivo sulla falda esposta al vento e viceversa negativo per la separazione del flusso sulla falda opposta

Con determinate angolazioni rispetto alla direzione del vento (45°), i vortici che si formano in corrispondenza dell'angolo di attacco della copertura possono indurre pressioni negative localizzate molto importanti.

Come già detto, le costruzioni vicine influenzano fortemente le pressioni superficiali in tutte le tipologie costruttive (figura 2).

Questi effetti sono decisamente forti se il rapporto tra il distacco (distanza interposta tra due strutture) e l'altezza dell'edificio risulta minore di cinque.

L'effetto di interferenza risulta comunque ancora rilevante anche con distanze di separazione superiori, ma in particolar modo per edifici moderatamente bassi, dove si ha una riduzione del valore P_v per l'aumento della rugosità del terreno.

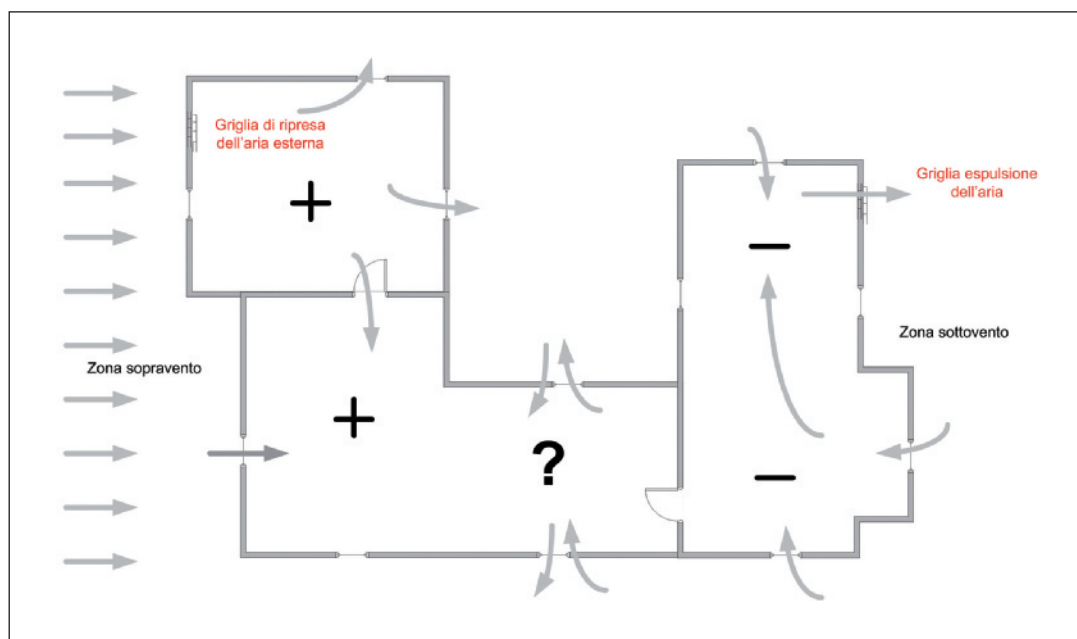
L'influenza del vento sull'impianto

L'azione del vento sulle facciate e sulla copertura dell'edificio esalta il processo di trasferimento dell'aria, ma si già visto come possa renderlo incontrollabile sia per la variabilità

della sua direzione sia per l'entità della sua velocità. La modifica dei flussi che la presenza del vento induce - funzione della differenza di pressione che si instaura tra esterno ed interno - è legata alla permeabilità all'aria delle pareti esterne dell'edificio sulle quali il vento agisce, alle deficienze di tenuta dei serramenti ed alla presenza sulle pareti di altre aperture di vario tipo (per esempio griglie); dalle infiltrazioni indotte dal vento possono derivare modifiche della pressione degli ambienti ed il formarsi di correnti d'aria interne. Il mutare della direzione del vento e la sua turbolenza possono essere all'origine di ricircolo di aria espulsa in quella di ricambio o nei locali stessi.

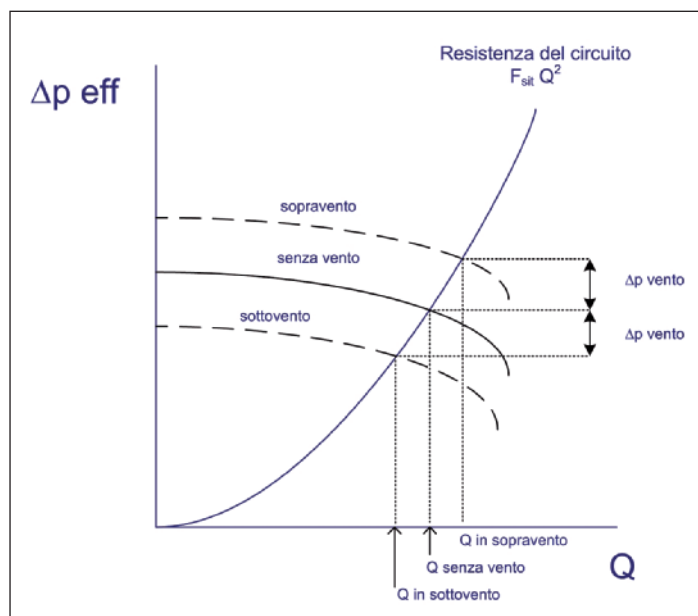
E' quindi opportuno assicurarsi almeno della direzione prevalente del vento prima di posizionare le griglie di ripresa e di espulsione dell'aria, in quanto in condizioni di venti forti si potrebbe creare un differenziale di pressione anche superiore ai 125 Pa.

In modo semplicistico è inoltre possibile schematizzare che una prevalenza delle aperture sulla parete in sopravvento consenta di generare una sovrappressione nei locali dell'edificio, e viceversa si crei una depressione quando le aperture risultino preponderanti sulla parete sottovento (figura 3).



3 L'azione del vento determina, in condizioni di sola ventilazione naturale, una differenza di pressione negli ambienti, che può assumere valori non compatibili con le normali operazioni di lavoro (apertura porte, depressione zona bagni, ecc.). Paradossalmente, la situazione diviene ancora maggiormente critica quando si opera in condizioni di ventilazione meccanica. In questi casi la portata d'aria elaborata dalle unità ventilanti può essere consistentemente ridotta o aumentata dall'azione del vento.

4 Il diagramma evidenzia come l'azione del vento possa causare un aumento o una diminuzione della portata d'aria elaborate dal ventilatore.



Le infiltrazioni e le exfiltrazioni

Le infiltrazioni o le fuoriuscite non controllate di aria da/verso l'esterno ricorrono in presenza di apprezzabili differenziali di pressione tra l'interno e l'esterno dell'edificio, differenze in grado di vincere la resistenza d'attrito imposta al flusso d'aria nel suo scorrimento.

Una semplice formula generalizzata riassume il concetto:

$$Q = C (\Delta p)^n$$

dove i termini Q , C , Δp , n assumono i valori consueti di portata d'aria (m^3/h), coefficiente di flusso ($m^3/h/(Pa)$), differenziale di pressione interna - esterna, e n risulta essere un esponente compreso tra 0.5 e 1 (normalmente 0.65). Più dell'80% delle ex/infiltrazioni sono dovute alle troppe imperfezioni della struttura dell'edificio (giunzioni, fessure, incrinature, fori, permeabilità dei materiali e altro ancora) e solo una minima parte dalle eventuali aperture presenti.

Va da sé che con determinate condizioni di vento il differenziale di pressione subisce delle variazioni sostanziali che portano anche ad inversione delle pressurizzazioni con tutti gli inconvenienti che ne conseguono.

Inoltre le infiltrazioni provocate dall'azione ventosa vanno a gravare direttamente sul bilancio termico ambiente. Difatti al valore complessivo dei carichi termici stimati per l'ambiente interno, occorre sommare gli ulteriori apporti energetici indesiderati (sensibile e latente), causati dalle infiltrazioni di aria esterna nell'ambiente condizionato.

Separando i due contributi, sensibile e latente, è possibile scrivere:

$$\text{sensibile, } q_{inf,s} = G \times c_p (t_e - t_i)$$

$$\text{latente, } q_{inf,l} = G \times r (x_e - x_i)$$

dove:

$q_{inf,s}$ = flusso termico sensibile dovuto alle infiltrazioni di aria esterna, W (kcal/h);

$q_{inf,l}$ = flusso termico latente dovuto alle infiltrazioni di aria esterna, W (kcal/h);

G = portata massica dell'aria esterna, kg/s;

C_p = calore specifico a pressione costante dell'aria, J/kg °C;

t_e = temperatura dell'aria esterna, °C;

t_i = temperatura dell'aria interna; °C;

r = calore latente di vaporizzazione, J/kg;

x_e = umidità specifica dell'aria esterna, kg vapore/kg aria secca;

x_i = umidità specifica, kg vapore/kg aria secca.

Come detto, l'azione del vento genera una sovrappressione sulla faccia esposta ed una depressione su quella opposta. L'aria esterna può così infiltrarsi attraverso le fessure delle porte e delle finestre della parete sottoposta all'azione del vento, mentre quella interna può sfuggire dagli infissi della facciata opposta. Le infiltrazioni dovute all'azione del vento sono più sensibili nel periodo invernale che in quello estivo a causa anche delle diverse velocità del vento nelle due stagioni.

La ventilazione e la pressurizzazione

Gli effetti del vento sono particolarmente importanti nella ventilazione naturale ma influenzano in maniera sensibile anche quella meccanicamente controllata.

L'azione del vento sugli edifici può comportare pressioni che variano da circa 50 Pa per gli edifici più bassi, fino ad arrivare a più di 200 Pa per gli edifici più alti; questi valori sono molto più alti di quelli esistenti nei locali pressurizzati artificialmente.

In questi casi l'azione del vento può infatti modificare sensibilmente l'entità del rinnovo d'aria dei locali che correntemente viene prevista per normali condizioni operative.

Inoltre in presenza di coperture estese il vento può riattaccare a valle della zona di separazione e così impedire la naturale espulsione dell'aria in quell'area.

Nella ventilazione naturale il vento può incrementare, impedire e talvolta invertire il predetto flusso d'aria all'interno dell'edificio; nella ventilazione meccanica la portata d'aria dei ventilatori di espulsione viene variamente (in dipendenza dell'intensità del vento) aumentata o ridotta secondo che la bocca di espulsione è situata sulla parete sopravvento o sottovento (figura 4). Tale effetto ha rilevanza maggiore quando si tratta di ventilatori a bassa pressione (12 - 25 Pa) e decresce man mano che aumenta la loro pressione di lavoro.

Per impianti di media capacità e pressione (250 - 370 Pa), le diverse condizioni ventose causano una differenza delle portate di ventilazione nell'ordine del 25%, comportando tra l'altro

probabili fastidiosi fenomeni di rumorosità. In queste condizioni e dove la stabilità del sistema è essenziale, l'unità ventilante deve essere dimensionata per funzionare con elevati valori della pressione totale (circa 750 - 1000 Pa) onde minimizzare le possibili variazioni della portata aria causate dall'azione del vento. L'effetto del vento può essere comunque ridotto tramite un'attenta scelta delle posizioni della griglie di ripresa e di espulsione dell'aria. Poiché le superfici sulla pareti esposte all'azione del vento sono sottoposte ad un'ampia varietà di pressioni positive e negative, così come la copertura, andrebbe dunque evitato di posizionare le griglie in determinati ambiti. Viene dunque consigliato di predisporre quando è possibile le griglie in prossimità della linea mediana del tetto, in quanto questa zona solitamente ha un valore minimo di depressione ed è inoltre marginalmente influenzata dai cambiamenti di direzione del moto ventoso. Va da sé che un adeguato controllo del bilanciamento della pressione interna nei locali dell'edificio tramite l'utilizzo di regolatori di portata (o pressione), anche sull'unità ventilante (inverter), evita i fastidiosi fenomeni an-

tagonisti che a volte impediscono l'apertura di porte e serramenti, limita la dispersione degli inquinanti e delle correnti d'aria indesiderate negli ambienti (in special modo nei corridoi).

L'influenza del vento sulle macchine HVAC

La presenza del vento può causare sui componenti e sulle macchine deficienze sia di tipo strutturale e dinamico/strutturale (vibrazioni), sia funzionali

Mentre nel primo caso, decisamente raro, è evidente una criticità alla solidità stessa del componente - macchina, nel secondo più frequente, l'azione del vento altera e compromette, a volte drasticamente, lo scopo primario dell'apparecchiatura.

Se per quanto riguarda l'analisi strutturale, attraverso la nota formula di Bernoulli, è possibile ricorrere al dimensionamento della sollecitazione massima prevista dall'azione del vento, e conseguentemente alla verifica a taglio orizzontale, a fatica e al possibile momento ribaltante, un discorso più articolato deve essere svolto sul fenomeno delle vibrazioni indotte. Ogni apparecchiatura ha una frequenza di vibrazione naturale e quando un carico dinamico sollecitante (il vento) induce una vibrazione

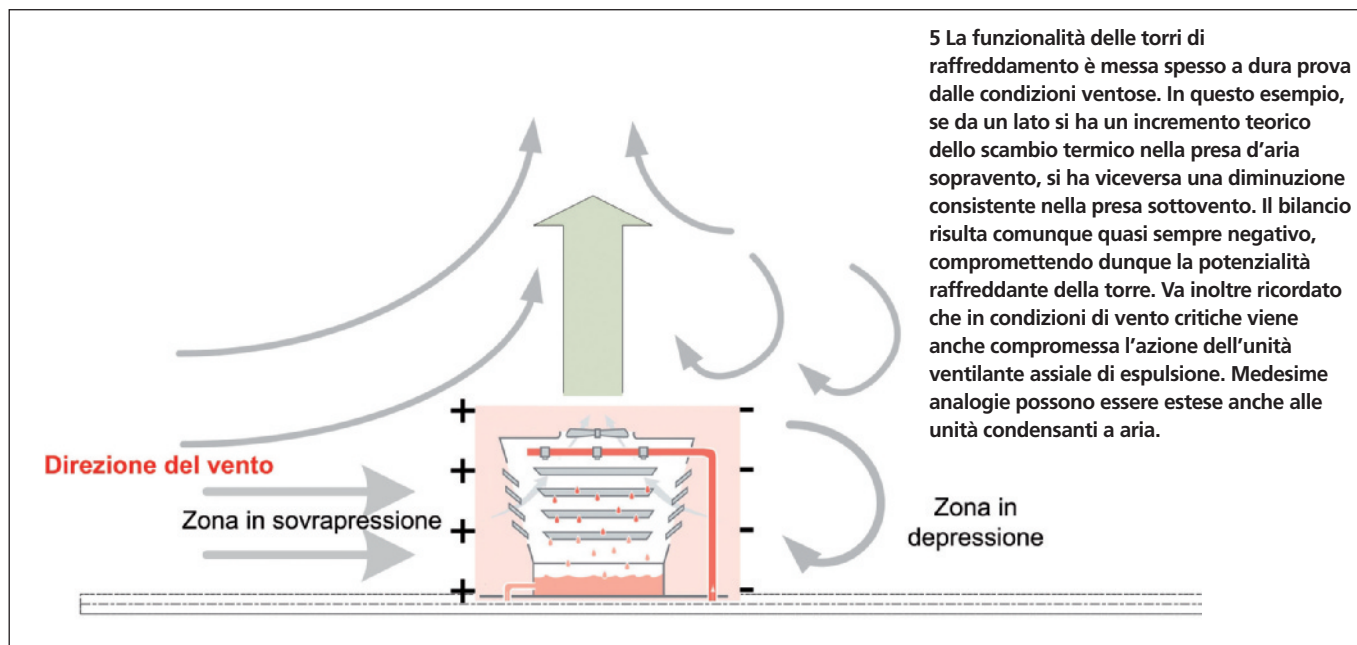
che raggiunge o si avvicina a quella frequenza (risonanza), possono risultare danni strutturali decisamente sproporzionati all'intensità del carico stesso.

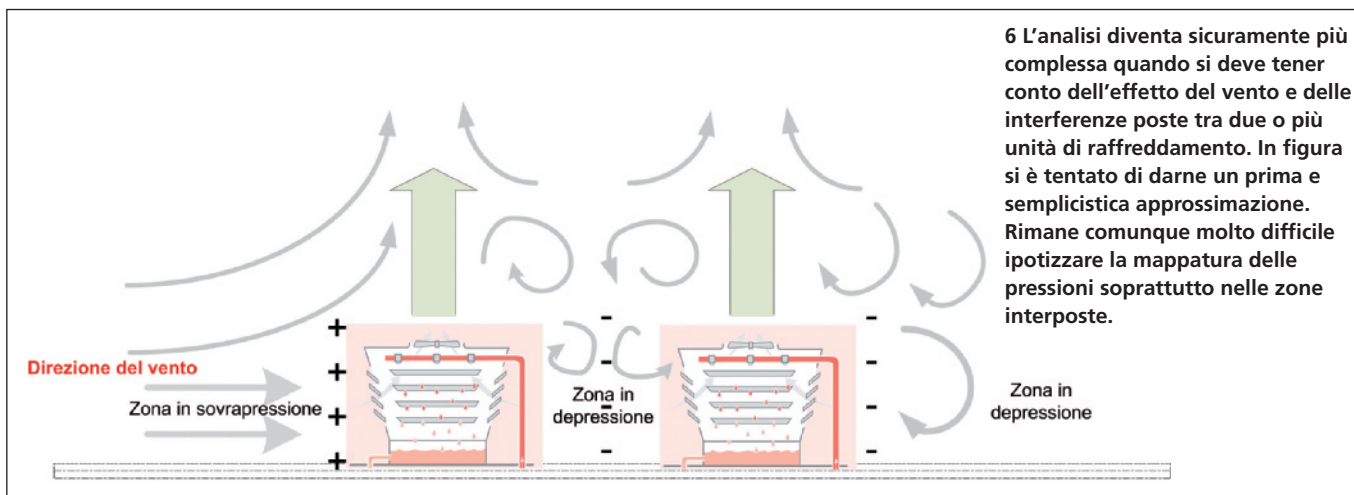
Allo stesso modo, determinate raffiche periodiche di vento che si avvicinano alla frequenza naturale di vibrazione dell'apparecchiatura possono mandare in risonanza tutta la struttura con la conseguenza che nonostante la forza totale causata dalle raffiche risulti minore del carico di rottura previsto dall'analisi statica, le oscillazioni indotte producono sforzi vicini o superiori ai valori critici.

Questo avviene non solo per la macchine nella sua interezza, ma anche singolarmente ai componenti dell'unità.

La tipologia delle apparecchiature HVAC dell'edificio che "soffrono" l'influenza ventosa si possono classificare in questo elenco sicuramente non esaustivo:

- macchine (apparecchiature) che incorporano un processo scambio termico con aria esterna;
- unità ventilanti tra cui quelle in campo libero e le unità di espulsione aria - gas;
- gruppi frigoriferi;
- sistemi di filtrazione;
- camini.





6 L'analisi diventa sicuramente più complessa quando si deve tener conto dell'effetto del vento e delle interferenze poste tra due o più unità di raffreddamento. In figura si è tentato di darne un'prima e semplicistica approssimazione. Rimane comunque molto difficile ipotizzare la mappatura delle pressioni soprattutto nelle zone interposte.

Lo scambio termico

È noto che, tra altri parametri, l'efficienza di scambio termico è strettamente legata alla velocità (e quindi alla portata) con cui i fluidi attraversano le superfici scambianti. Risulta quindi evidente che scambiatori di calore che utilizzano aria esterna come uno dei due fluidi di scambio possano essere direttamente influenzati dall'azione del vento. Questo fenomeno è marcatamente elevato se la batteria di scambio termico risulta in campo libero o in prossimità delle prese d'aria esterna.

Le unità dedicate allo smaltimento del calore, installate spesso sulle coperture orizzontali, rientrano specificatamente nelle condizioni elencate e in particolar modo le torri di raffreddamento, le unità condensanti e i gruppi frigoriferi.

Le torri di raffreddamento (figura 5) e i condensatori raffreddati ad aria sono difatti frequentemente posti in copertura dove le prese d'aria convogliano un'aria considerevolmente più calda, con una temperatura del bulbo umido maggiore, rispetto alle condizioni climatiche indisturbate.

Nel caso di tetti neri catramati in assenza di vento può prodursi una temperatura dell'aria localizzata anche di 10 - 15 °C maggiore di quella dell'aria esterna, con ovvie conseguenze sul funzionamento dell'impianto. In questi casi è d'uopo prevedere accorgimenti per impedire il prodursi di regimi di temperatura

dell'aria circostante troppo elevati ed è quindi verosimile orientare le prese d'aria almeno nella direzione dei venti dominanti (lato ingresso), in modo da poter approfittare del surplus di ventilazione offerto.

Va da sé che questo comporti uno studio attento sui dati e sui modelli meteorologici del flusso ventoso sulla superficie dell'edificio per il periodo di tempo previsto.

Non meno importante risulta il fenomeno dell'interferenza o della schermatura tra un'unità e l'altra, fattori che incidono direttamente sull'intera potenzialità della macchina. Difatti le apparecchiature poste perimetralmente all'edificio risultano sicuramente le più esposte all'azione del vento e quindi soggette alla sua variabilità. Viceversa le unità interne con buona probabilità "soffrono" una ventilazione insufficiente alle loro prese d'aria in virtù del fatto che le condizioni ventose rendono instabile il campo fluidodinamico con vortici e moti turbolenti. Ne scaturiscono delle aree a forte depressione che a fatica riescono ad alimentare le prese di captazione con la portata d'aria necessaria (figura 6).

In modo analogo anche le macchine frigorifere raffreddate ad aria "soffrono" dei medesimi inconvenienti. Difatti normalmente la loro conformazione tipica oltre una certa potenza prevede due alternative:

– due batterie verticali di condensazione, disposte sui due lati lunghi, al di sopra delle quali

risultano installati i ventilatori di tipo elicoidale per la movimentazione dell'aria;

– due coppie di batterie disposte a V al di sopra delle quali sono installati i ventilatori elicoidali.

L'aria esterna viene ripresa sui due lati, orizzontalmente, e scaricata, più calda, verso l'alto.

Nello spazio al di sopra del sito di installazione si verificano complessi moti d'aria con vivaci fenomeni di induzione e rimescolamento tra aria calda espulsa e aria circostante più fredda, accompagnati da inevitabili scambi termici tra i due flussi. Come risultato, la temperatura dell'aria che attraversa le batterie risulta maggiore di quella misurata a distanza dalle macchine, se tra esse lo spazio è insufficiente.

In condizioni di aria esterna a 35 °C, si può stimare la temperatura di condensazione delle macchine intorno a 49 - 52 °C, che coincide, in pratica, con la temperatura dell'aria espulsa dai ventilatori. Ma per distanze insufficienti tra le macchine, la temperatura dell'aria entrante alle batterie può assumere valori più alti e in tali condizioni c'è il rischio che la maggior temperatura dell'aria entrante costringa le macchine a lavorare con temperature di condensazione più elevate, con aria in uscita più calda e conseguente ulteriore aumento della temperatura in entrata. Ciò porta inevitabilmente a una penalizzazione

della capacità frigorifera resa accompagnata da un aumento della potenza assorbita; nei casi più sfavoriti può addirittura determinarsi l'arresto delle macchine per intervento dei dispositivi di sicurezza. Infatti, con temperature dell'aria esterna di 35 °C, distanze insufficienti tra le macchine possono facilmente produrre bypass ed innalzare la temperatura dell'aria entrante ai condensatori fino a valori di 38 °C – 40 °C, con la conseguenza di costringere le macchine a funzionare con temperature di condensazione di 53 °C – 55 °C. In queste condizioni, ben poche macchine standard possono funzionare regolarmente e sono prevedibili interventi dei dispositivi di sicurezza per comandarne l'arresto.

In ultimo viene da evidenziare nel residenziale, anche se oggi fortunatamente sempre più di rado, la cattiva abitudine di installare i generatori di calore all'esterno delle abitazioni. Inutile dire che l'installazione all'esterno delle abitazioni del generatore di calore comporta maggiori dispersioni termiche con conseguente minore rendimento da parte dello stesso. Questi due indicatori dell'efficienza energetica della caldaia, sono fra loro inversamente proporzionali e variabili in funzione della temperatura esterna; tanto più è bassa la temperatura esterna, maggiori sono le dispersioni termiche del generatore e più basso è il rendimento "n". È quindi inevitabile che l'azione turbolenta del vento aumenti le dispersioni termiche al mantello del generatore e che dunque in questi casi siano sicuramente preferibili installazioni in luoghi parzialmente protetti (sotto un balcone) o incassati all'interno del muro.

Le unità ventilanti

Per controllare in maniera più efficace i processi di rimozione del calore nelle torri di raffreddamento e nei condensatori vengono utilizzati dei ventilatori elicoidali posti in campo libero e direttamente sulle batterie.

In questo modo la regolazione della velocità del ventilatore costituisce un sistema efficace per il controllo della pressione di condensazione. Essa si ottiene con un motore pilotato da

inverter in grado di ridurre il numero di giri proporzionalmente ad un segnale di variazione di temperatura o di pressione. Tuttavia, anche se il ventilatore è fermo, la batteria può richiedere un opportuno schermo antivento nel caso di venti predominanti in zona.

Comunque è importante considerare un altro effetto dovuto all'azione del vento. I motori dei ventilatori possono essere monofase o trifase. Quelli monofase, dopo un arresto, se vengono messi in rotazione dal vento, al successivo riavviamento manterranno il senso di rotazione impresso dal vento, ma esso può non corrispondere a quello richiesto per il ventilatore. I motori trifase, invece, hanno un senso di rotazione fisso, ma se dopo un arresto il vento mette in rotazione i ventilatori in direzione opposta, il riavviamento dovrà contrastare lo sforzo e potrà produrre surriscaldamento del motore.

Attualmente non esistono dispositivi di protezione contro questi effetti, pertanto, nelle zone soggette a venti costanti può essere necessario realizzare degli appositi schermi antivento attorno alle batterie.

Medesima attenzione deve essere prestata per le unità di espulsione aria – gas che devono evitare che l'influenza dell'azione ventosa possa in qualche modo modificare o interrompere sia il processo di scarico e sia di mutarne la direzione.

Nei casi maggiormente critici è necessario garantire una minima velocità di scarico (almeno 1.5 volte la velocità massima del vento) e utilizzare particolari conformazioni estese del tratto terminale in grado di evitare anche possibili infiltrazioni piovose e assicurare una costante direzionalità allo scarico. Non di meno, per espulsioni di gas inquinati, diventa necessario effettuare una stima della scia di scarico e della diluizione nell'aria dei contaminati.

Sistemi di filtrazione

Non di rado le unità di filtrazione subiscono (indirettamente perché poste all'interno delle UTA) l'azione del vento sia perché investite da

condizioni di flusso d'aria anomalo e sia per il fenomeno erosivo che tale squilibrio a volte comporta.

I camini

Come si è già visto l'intensità e la direzione del vento influenzano notevolmente la scia dei gas in uscita dai camini e dalle canne fumarie. E' quindi sempre auspicabile, almeno in densi agglomerati urbani, poter verificare attentamente l'andamento della scia sia in presenza di normali condizioni ventose e sia in condizioni limite.

Una possibile soluzione

Per quanto detto finora è consigliabile dunque, perlomeno per impianti di una certa consistenza, dotare il sistema di controllo HVAC di una stazione meteo costituita tra l'altro da un pluviometro, un anemometro e di una banderuola con potenziometro per misurare la direzione del vento (0 – 360°).

Questi sensori esterni trasmettono i valori ad un sistema centralizzato di controllo che tramite un software di gestione interviene direttamente sulla regolazione dell'impianto.

Questa può consistere nel controllare il processo di ventilazione asservendo il funzionamento del relativo impianto (portata d'aria dei ventilatori, grado di apertura delle bocchette di passaggio dell'aria, ecc.) ai segnali che le specifiche sonde (anemometriche o più in generale strumenti di meteorologia), forniscono per informare con continuità sulle mutevoli caratteristiche di direzione e di velocità del vento. I sofisticati circuiti elettronici oggi disponibili sono in grado di azionare in tempo reale i servomeccanismi occorrenti. In particolare inoltre è interessante dotarsi di dispositivo di allarme e controllo del vento costituito da un sensore velocità vento e/o da un sensore direzione vento e da una centralina di controllo, in grado questa di generare allarmi attivati al superamento di soglie impostate. Si riesce in questo modo a monitorare e anticipare eventuali anomalie nelle portate dell'aria previste.

© RIPRODUZIONE RISERVATA