

IMPIANTI

Editrice Abitare Segesta SpA

n. 52 dicembre 2007

spedizione in a.p. DL 353/2003 conv. in L. 27/02/2004, n. 46 art.1, comma 1, DCB Milano

COSTRUIRE IMPIANTI

WWW.COSTRUIRE.IT



CLIMATIZZAZIONE CIVILE & INDUSTRIALE

Tenuta dei condotti aeraulici

Aerogeneratori:
vantaggi e limiti



Benessere
per la scuola



Isolanti
naturali



Climatizzazione civile & industriale

Tenuta necessaria

Una tenuta d'aria insufficiente delle canalizzazioni aerauliche comporta numerosi svantaggi, tra i quali soprattutto una spreco non più giustificabile di energia primaria, oltre che penalizzazioni del comfort in ambiente. Se fino a poco tempo fa le prove di tenuta erano svolte in modo alquanto sommario, oggi la situazione è decisamente mutata in relazione a recenti normative rilasciate dall'ente normativo della Comunità Europea. Ciò dovrebbe contribuire alle migliori prestazioni, al tempo stesso energetiche e operative, degli impianti ad aria di nuova costruzione.



TENUTA DEI CANALI

Metodi e strumenti di prova

Le fughe d'aria dagli impianti aereulici, anche perchè non comportano particolari problematiche, sono rimaste in gran parte sottovalutate e poco controllate. Ma con lo svilupparsi delle nuove sensibilità energetiche e ambientali il controllo della classe di tenuta delle canalizzazioni è diventata un'esigenza attuale e indilazionabile

di Luca Ferrari

I test di tenuta nelle canalizzazioni negli impianti HVAC non sono certamente una novità.

L'ispezione visiva, con particolare attenzione alle flange e alle giunzioni longitudinali, per esempio, è di solito un'operazione di routine e dovrebbe essere svolta con regolarità. Allo stesso modo, le visualizzazioni delle fughe d'aria attraverso prove di fumo (smoke test) nei canali risultano abbastanza frequenti, almeno per impianti oltre certe dimensioni. Queste prove però restituiscono solo un'analisi qualitativa, se non soggettiva, del funzionamento del-

l'impianto. Inoltre, non sono conformi a nessuno standard e soprattutto non quantificano numericamente la consistenza delle perdite di portata d'aria. Va da sè che una tenuta insufficiente delle canalizzazioni generalmente comporta numerosi svantaggi, tra i quali soprattutto uno spreco non più giustificabile di energia primaria, oltre che di penalizzazioni del comfort in ambiente.

Le prove di tenuta delle canalizzazioni nel nostro paese erano fino a pochi anni orsono regolate facendo riferimento alla guideline HVAC Air Duct Leakage Test Manual (1985) dell'associazione americana SMACNA.

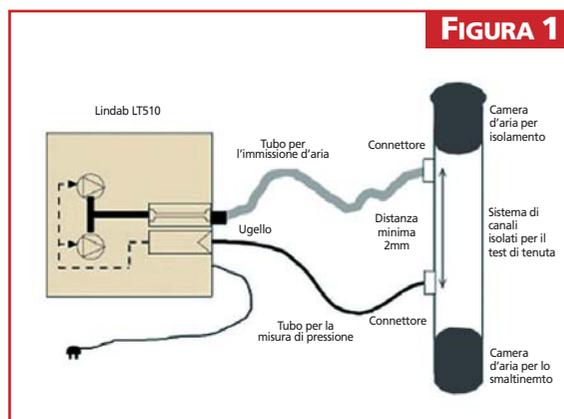
Negli ultimi tempi la situazione è invece decisamente mutata in relazione alle recenti normative rilasciate dall'ente normativo della Comunità Europea.

Oggi i test di tenuta sono ampiamente descritti nelle norme sulla progettazione di impianti di ventilazione per gli edifici non residenziali UNI EN 13779: 2005 e UNI EN 12237: 2004. Per i canali circolari, le modalità di prova sono descritte nella UNI EN 12237, mentre per quelli rettangolari nella EN 1507. La classe di tenuta viene valutata secondo le specifiche indicate nella UNI EN 13779, mentre le procedure di prova e i metodi di misurazione per la presa in consegna di impianti installati di ventilazione e di condizionamento dell'aria sono descritte nella norma EN 12599.

Il test di tenuta

I test in cantiere devono essere programmati in fase di progetto e devono essere effettuati durante ogni fase costruttiva nella quale la tenuta totale può essere controllata, potendo così svolgere allo stesso tempo in modo semplice, qualsiasi riparazione necessaria. I sistemi di canali analizzati durante il test devono essere il più possibile completi (es. maggior parte

FIGURA 1. LO SCHEMA SEMPLIFICATO ILLUSTRILLO IL COLLEGAMENTO DELL'APPARECCHIATURA DI MISURA DELLE FUGHE DI PORTATA D'ARIA IN UN TRATTO DI CANALIZZAZIONE PREFISSATO. IMMETTENDO L'ARIA NELLA PORZIONE DI CANALE PRECEDENTE ISOLATO, FINO ALLA PRESSIONE DI ESERCIZIO È POSSIBILE VALUTARE LA PERDITA DI PORTATA D'ARIA DEL TRATTO SOTTOPOSTO AL TEST.



dei componenti installati, compresa l'UTA e i dispositivi necessari connessi al sistema).

Deve inoltre essere svolta un'ispezione preliminare prima di ogni misura in modo da assicurarsi che l'impianto sia installato correttamente e senza danni evidenti.

In particolare, se sezioni differenti dell'impianto hanno classi di tenuta diverse, occorrono test specifici separati, utilizzando le rispettive pressioni di esercizio come pressioni di test.

Dove invece le porzioni sono testate insieme, occorre eseguire il test secondo la classe di tenuta più restrittiva, ma i risultati devono essere comparati con la quantità totale di fughe d'aria permessa per le diverse parti del sistema.

Il settore di impianto da testare deve essere ben isolato dal resto dell'impianto. Questa operazione è assai importante e deve essere eseguita con estrema cura, poiché perdite dovute ad un cattivo isolamento della porzione considerata compromettono il risultato del test di tenuta.

Al fine di esaminare ed individuare le parti di impianto dalle quali si verifica trafileamento d'aria, il test deve essere eseguito quando il sistema di canali è ancora accessibile, per esempio prima della controsoffittatura o dell'applicazione dell'isolamento. La superficie dell'impianto da testare deve essere misurata e calcolata secondo la norma UNI EN 14239, e deve essere almeno di 10 m² secondo la UNI EN 12237 e la EN 1507.

I canali per la ripresa dell'aria in sistemi di ventilazione meccanica devono essere equipaggiati con dispositivi di chiusura automatica qualora la ventilazione venga interrotta, in modo da prevenire riflussi e ritorni d'aria non controllati. Ciò è necessario nel caso in cui la sezione del canale sia superiore a 0,06 m².

Procedura di test in sito

La sezione di canalizzazione da testare deve:

1. essere sigillata dal resto dell'impianto;
2. contenere elementi rappresentativi dell'intero sistema in diametro ed in tipologia di pezzo (per impianti complessi o con caratteristiche estremamente diverse è opportuno eseguire più test in porzioni critiche dell'impianto);
3. avere una superficie pari ad almeno il 10% di quella dell'intero impianto, e, se possibile, come già detto di almeno 10 m².

Metodo di test

La porzione di impianto da testare deve essere soggetta ad una pressione di test (positiva e negativa), non inferiore a quella operativa dell'impianto. Il va-

TABELLA 1

CLASSI DI TENUTA PER I CONDOTTI AERULICI CIRCOLARI SECONDO LA NORMATIVA UNI EN 12237

Classi di tenuta	Valori limiti della pressione statica (p _t) Pa		Massimo fattore di perdita consentito (f _{max}) m ³ x s ⁻¹ x m ⁻²
	Positiva	Negativa	
A	500	500	0.027 x p _t ^{0.65} x 10 ⁻³
B	1000	750	0.009 x p _t ^{0.65} x 10 ⁻³
C	2000	750	0.003 x p _t ^{0.65} x 10 ⁻³
D	2000	750	0.001 x p _t ^{0.65} x 10 ⁻³

TABELLA 2

CLASSI DI TENUTA PER I CONDOTTI AERULICI RETTANGOLARI SECONDO LA NORMATIVA EN 1507

Classi di tenuta	Trasferimento limite (f _{max})* [m ³ s ⁻¹ m ⁻²]	Massima pressione operativa del sistema (ps) [Pa]			
		Negativa per tutte le classi di pressione	Positiva secondo la classe di pressione		
			1	2	3
A	0.027 x p _t ^{0.65} x 10 ⁻³	200	400	1000	2000
B	0.009 x p _t ^{0.65} x 10 ⁻³	500	400	1000	2000
C	0.003 x p _t ^{0.65} x 10 ⁻³	750	400	1000	2000
D*	0.001 x p _t ^{0.65} x 10 ⁻³	750	400	1000	2000

* Canali per applicazioni speciali

FIGURA 2. LE MODERNE APPARECCHIATURE DA UTILIZZARE PER I TEST DI TENUTA DELLE CANALIZZAZIONI RISULTANO POCO INGOMBRANTI E COMPATTE, MODO PER CUI RIESCE FACILE AL TECNICO, DOPO UNA NECESSARIA FASE DI PREPARAZIONE, ESEGUIRE MOLTEPLICI MISURAZIONI IN TEMPI RISTRETTI.

FIGURA 2



I riferimenti normativi

UNI EN 13779:2005

Ventilazione degli edifici non residenziali - Requisiti di prestazione per i sistemi di ventilazione e di condizionamento

Secondo la norma, le prove di tenuta dei canali dovrebbero essere effettuate in tutte le fasi costruttive durante le quali le eventuali riparazioni richieste possono essere più agevolmente eseguite.

Successivamente, è però consigliabile effettuare la misura della percentuale di portata dispersa dalle fughe d'aria durante le operazioni di installazione e su parti sufficientemente grandi del sistema.

Con questa norma viene introdotta una relazione tra la classe di tenuta minima di un impianto e l'ubicazione e la destinazione d'uso del medesimo. Viene anche indicato in modo chiaro come tutti gli impianti situati all'interno di controsoffitti, o semplicemente sottoposti a pressioni/depressioni interne superiori a 150 Pa, debbano avere una classe di tenuta aeraulica almeno pari alla classe B.

Tenuta di un sistema

Come detto, la classificazione e le modalità di test di tenuta dei canali circolari sono descritte nella UNI EN 12237. I requisiti e la verifica della tenuta delle UTA, comprese le perdite dovute al filtro, sono invece descritti nella EN 1886. La classe di tenuta deve essere scelta in modo che le perdite d'aria, in caso di pressioni positive, e le infiltrazioni, in caso di pressione negative, non superino il 6% del valore di portata totale del sistema in condizioni operative. Ciò garantisce un controllo sulla portata dell'impianto, nonché un risparmio in termini energetici.

La presenza di perdite ed infiltrazioni nelle canalizzazioni rende necessaria una potenza superiore del ventilatore affinché i parametri di ventilazione stabiliti in fase progettuale (es. quantità di aria esterna per persona) siano sempre garantiti nella zona di comfort.

Classe di tenuta

La classe di tenuta minima è scelta secondo i principi descritti di seguito, tuttavia, viene applicata una classe di tenuta più restrittiva nei casi in cui la superficie totale dell'impianto è eccezionalmente ampia rispetto alla portata totale, dove quindi la differenza di pressione attraverso i canali è molto alta, oppure nei casi in cui, per esigenze di controllo della qualità dell'aria, rischi di condensa o altro, sia da evitare qualsiasi tipo di trafileamento.

• Classe A

Le fughe d'aria delle UTA e nei locali tecnici con ventilatori devono essere almeno di classe A. La classe A è applicata anche alle canalizzazioni a vista negli ambienti in cui gli stessi canali garantiscono la ventilazione, e dove la differenza di pressione relativa all'aria interna (Indoor Air) è inferiore ai 150 Pa.

• Classe B

La classe B viene applicata a canali presenti in locali sprovvisti di ventilazione, a canali separati dall'ambiente con pannelli (es. canali in controsoffitto), o a canali posti in ambienti in cui viene fornita una ventilazione con una prevalenza superiore a 150 Pa.

La classe B è quella minima per tutte le canalizzazioni di ripresa in ambienti soggetti a sovrappressioni, esclusi i locali tecnici.

• Classe C

La classe C è applicata caso per caso. Per esempio, se la differenza di pressione all'interno dei canali è eccezionalmente alta, o se qualsiasi perdita può risultare pericolosa per la qualità dell'aria interna, o per il controllo delle condizioni di pressione, o le funzionalità del sistema.

• Classe D

La classe D è applicata in situazioni particolari.

EN 14239:2002

Ventilazione degli edifici - Misura della superficie delle canalizzazioni

La norma specifica il metodo di misura per stabilire l'area superficiale di una canalizzazione aeraulica necessaria ad ulteriori calcoli e procedure di test.

Vengono tra l'altro così definite alcune convenzioni tra le quali giova elencare:

- la precisione della misura deve essere di ± 10 mm.
- la lunghezza di ciascun canale dello stesso diametro deve essere misurata tra due punti perpendicolarmente lungo l'asse del canale.
- le aperture, come ad esempio i pannelli di ispezione non devono essere esclusi dal calcolo della superficie, così come l'area dei tappi terminali, mentre la superficie interna dei canali deve essere esclusa dal calcolo.
- le lunghezze che separano i componenti presenti tra le perpendicolari, come serrande o i pezzi speciali sono inclusi.
- la lunghezza addizionale di una curva deve essere calcolata in corrispondenza dell'intersezione della mezzeria, e la lunghezza della diramazione dall'asse del canale principale.

UNI EN 12237:2004

Ventilazione degli edifici - Reti delle condotte - Resistenza e tenuta delle condotte circolari di lamiera metallica

EN 1507:2002

Ventilazione degli edifici - Reti delle condotte - Resistenza e tenuta delle condotte rettangolari di lamiera metallica

Le norme specificano i requisiti e i metodi di prova relativi alla resistenza e alla tenuta delle condotte utilizzate negli impianti di condizionamento e ventilazione degli edifici. Regolano la prova di tenuta indicando in almeno 10 m² la superficie del canale da sottoporre a test. Allo stesso tempo specificano che in assenza di una prova globale su tutta la canalizzazione, il test di tenuta deve essere effettuato su almeno il 10% della superficie complessiva delle condotte. Tutte le possibili aperture del sistema devono essere chiuse e il ventilatore di prova deve essere dotato di un misuratore di portata d'aria calibrato. Il rapporto tra la portata d'aria di fuga misurata (q_v) e la superficie del canale esaminata (EN 14239) restituisce il valore specifico di fuga della portata d'aria.

$$f = \frac{q_v}{A_j}$$

Il fattore di fuga (f) deve essere inferiore al trafileamento limite (f_{max}) corrispondente alla classe di tenuta richiesta per qualsiasi pressione di test (p_{test}) inferiore o uguale alla pressione di esercizio (p_{design}).

Il canale deve resistere alla pressione statica limite (p_s) specificata, senza presentare deformazioni permanenti o improvvisi cambiamenti di portata o pressione (p_{test}). Si considera deformazione una variazione superiore al 10% (UNI EN 12237) della sezione del canale. (Questa condizione deve essere dunque garantita dal fornitore).

Nella EN 1507 la deformazione C_d non deve superare lo 0,4% della lunghezza totale dei canali (l_p) oppure 22 mm. Sempre la medesima norma indica che le giunzioni sottoposte a test non devono deformarsi più di 1/125 secondo il loro lato più lungo, quando soggette alla massima pressione secondo la classe di tenuta e che nessuna parete del canale sottoposto a test deve presentare deformazioni positive o negative più del 3% della sua larghezza, o di 30 mm.

FIGURA 3

lore delle perdite deve essere registrato, secondo la EN 12237 e la prEN 1507, mantenendo la pressione di test costante con uno scarto di $\pm 5\%$ rispetto il valore specificato, per un tempo pari a 5 minuti. Questa operazione è normalmente eseguita in modo automatico dal misuratore di fughe d'aria

Se le fughe superano il valore limite consentito per la relativa classe di tenuta, occorre includere nella porzione di test un'uguale percentuale aggiuntiva dell'intero impianto. Se le perdite eccedono ancora, occorre testare l'intero sistema.

Gli strumenti misuratori della classe di tenuta

Si tratta di apparecchiature che verificano la tenuta di un impianto aeraulico; generalmente rilevano le fughe d'aria misurando la portata necessaria per mantenere il livello di pressione prestabilito.

Possono essere utilizzati sia con pressioni positive sia con pressioni negative.

Principio di funzionamento

Allo scopo si utilizza un particolare strumento basato sul principio che segue. Due ventilatori generano una portata d'aria, che, attraverso un tubo viene insufflata nel sistema di canali preventivamente isolato.

Come risultato si ha un aumento della pressione attuale del canale. Questo valore viene misurato attraverso un tubo di gomma per la misura del sistema di

TABELLA 3

IL FATTORE DI FUGA MISURATO DALLO STRUMENTO DEVE ESSERE INFERIORE AL TRAFILAMENTO MASSIMO PER LA CLASSE DI TENUTA CORRISPONDENTE

Pressione Pa	Trafilamento massimo			
	A	B	C	D
	[(m ³ /h)/m ²]			
150	2,52	0,84	0,28	0,09
300	3,96	1,32	0,44	0,15
500	5,52	1,84	0,61	0,20
800	7,49	2,50	0,83	0,28
1000	8,66	2,89	0,96	0,32
2000	13,59	4,53	1,51	0,50

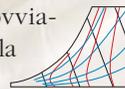
pressione. I ventilatori vengono così modulati secondo il confronto tra la pressione attuale e quella voluta.

Raggiunto il valore di pressione desiderato e stabilizzato il valore, si comincia a far decrescere il tempo di test da 300 a 0 secondi.

L'apparecchiatura misura in tempo reale le fughe d'aria che si stanno verificando durante il test.

Normalmente la sensibilità delle connessioni standard è tarata per verificare perdite d'aria al di sopra di 8 l/s, modo per cui se il trafilamento d'aria è inferiore a 8 l/s, il dispositivo deve essere adattato.

L'entità delle perdite d'aria dipende ovviamente dalla dimensione del sistema e dalla pressione di esercizio a cui è sottoposto.



Si ringrazia per la preziosa collaborazione e il materiale fornito l'ing. Enrico Audisio della Lindab Srl.

FIGURA 3. A DIFFERENZA DELLE PIÙ LABORIOSE GUIDELINE SMACNA, LE NORMATIVE EUROPEE IN MERITO AL TEST DI TENUTA DEI CANALI DEGLI IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE RISULTANO DI PIÙ IMMEDIATA APPLICAZIONE. NELLA FOTO, L'APPARECCHIATURA COLLEGATA CON UN TUBO FLESSIBILE E UN MISURATORE DI PRESSIONE, VERIFICA LA TENUTA DI UN AMPIO TRATTO DI CANALIZZAZIONI.