

Cristiano Vergani  
Responsabile R & S  
Deparia Engineering S.r.l.  
E-mail: [cvergani@geocities.com](mailto:cvergani@geocities.com)

## **L'utilizzo dei sensori di fumo negli impianti di condizionamento dell'aria**

Gli impianti canalizzati di condizionamento dell'aria, in caso di incendio, hanno la possibilità di veicolare fumo e gas tossici da un ambiente all'altro: in alcuni casi il fumo può raggiungere concentrazioni così elevate da mettere in serio pericolo la vita degli occupanti, a meno del pronto intervento delle serrande tagliafuoco e dell'immediato spegnimento dei ventilatori. La funzione dei sensori di fumo installati all'interno dei condotti è quella di accelerare il più possibile l'intervento dei dispositivi di sicurezza, in modo da limitare al minimo i possibili danni a carico delle persone e dell'impianto. In ogni caso, questi dispositivi devono essere impiegati in modo ragionato, tenendo conto delle seguenti considerazioni:

- i sensori di fumo all'interno delle condutture non possono sostituire i sensori di fumo posti nell'ambiente;
- non sono adatti per individuare i principi di incendio;
- non possono essere considerati come sostituti di un vero e proprio impianto di allarme antincendio.

I motivi di queste affermazioni possono essere facilmente compresi, se si considera che essi possono reagire solo alla concentrazione del fumo all'interno dell'impianto, il cui valore può anche avere scarsa o nulla correlazione con quello all'interno degli ambienti.

Infatti l'aria più pulita proveniente da altre parti dell'edificio o dall'esterno potrebbe facilmente provocare un effetto di diluizione, mentre la concentrazione del fumo nell'ambiente interessato potrebbe essere molto più elevata; inoltre, principi di incendio possono facilmente svilupparsi durante i periodi di inattività dell'impianto. Per evitare falsi allarmi, la risposta dei sensori viene mediata, in alcuni modelli, attraverso un dispositivo elettronico interno, in grado anche di agire direttamente sugli azionamenti di emergenza (chiusura serrande e spegnimento ventilatori); in altri casi, il segnale "grezzo" dei sensori viene portato ad una centralina di comando, che si preoccupa di eliminare i segnali spuri e di attivare gli azionamenti necessari.

### ***Norme generali per l'installazione dei sensori nelle canalizzazioni***

Il posizionamento di questi sensori deve essere effettuato seguendo alcune regole generali, che si possono così riassumere:

- a partire dagli impianti con una portata superiore a circa 3000 m<sup>3</sup>/h, i sensori devono essere installati a valle dei filtri dell'aria, poco prima di ogni diramazione principale;
- negli impianti più grandi, oltre i 25.000 m<sup>3</sup>/h, l'installazione deve essere fatta ad ogni piano dell'edificio, in corrispondenza della confluenza dei condotti di ripresa, e nella sezione di ricircolo prima della immissione di qualunque apporto di aria fresca;
- in ambedue i casi precedenti, non è necessaria l'installazione nelle riprese quando gli ambienti serviti sono dotati di rilevatori ambientali di fumo. Anche i tratti canalizzati la cui unica funzione sia quella di espellere aria interna verso l'esterno dell'edificio non necessitano di sensori;
- in ogni caso, è necessario un sensore a valle dei gruppi tecnici di ventilazione e trattamento dell'aria.



### **Applicazioni tipiche**

La rilevazione del fumo nelle condutture può essere molto utile in una serie di casi, alcuni dei quali piuttosto comuni, come il surriscaldamento dei motori dei ventilatori. Il sensore posto a valle è dotato di un relè ausiliario in grado di togliere l'alimentazione prima che il fumo venga distribuito in quantità significative, prevenendo anche un possibile principio d'incendio. Immaginiamo ora un impianto di condizionamento che serva più piani di uno stesso edificio: un incendio che si sviluppi al secondo piano può facilmente propagarsi ai piani successivi senza un intervento tempestivo dei dispositivi di sicurezza. L'intervento dei sensori posti alla confluenza delle condotte di ripresa al piano può allo stesso tempo fermare i ventilatori, azionare tutte le serrande tagliafuoco e accendere i segnali di evacuazione nell'intero edificio.

### **Caratteristiche del fumo**

Le caratteristiche fisiche del fumo da combustione sono riconducibili ad un insieme di particelle in sospensione nell'aria, visibili ed invisibili, unitamente ad una quantità variabile di sostanze gassose, che dipendono dai materiali combustibili. I sensori basati sul principio della camera di ionizzazione sono più sensibili alle particelle invisibili di diametro sub-micronico, mentre quelli dotati di elementi sensibili alla diffrazione luminosa (light scattering), rispondono più efficacemente alle particelle più grandi. La tecnologia ad assorbimento di luce è sensibile all'intero spettro di grandezze particellari. La Figura 1 mostra la sensibilità relativa delle tre tecnologie citate, considerata come costante la massa complessiva delle particelle. In genere, il diametro del particolato dipende da numerosi fattori. In prossimità della fiamma predominano le particelle più fini; al contrario, nella combustione senza fiamma predominano grandezze maggiori di un ordine o più. Anche la tipologia del combustibile e la disponibilità di ossigeno, nonché il tasso di umidità,

influiscono pesantemente sulla distribuzione dimensionale delle particelle. Altri fenomeni entrano in gioco quando il fumo si allontana dalla fonte, causando una diminuzione percentuale dei corpuscoli più fini: a causa della diminuzione della temperatura, molte particelle si aggregano, alcune fino a raggiungere una massa tale da precipitare in breve tempo. Anche il vapore acqueo, normalmente presente in grande quantità, tende a condensare allontanandosi dalla fonte di combustione, aumentando la propria opacità. Da quanto finora esposto si può immaginare il variare della costituzione fisica del fumo di un incendio, veicolato nelle condutture di un impianto di condizionamento: con il crescere della distanza dal punto di immissione, questo diventerà via via più visibile, mentre la sua concentrazione tenderà a diminuire.

#### ***Variazioni di concentrazione***

Il fumo immesso all'interno delle canalizzazioni subisce una diluizione da parte dell'aria proveniente dalle zone non interessate dalla combustione: una semplice operazione matematica ci indica che la concentrazione è pari a  $Q/V$ , dove  $Q$  è la quantità di particolato e  $V$  è il volume d'aria in cui questa è dispersa. Se in un punto confluiscono quattro canali di ripresa, ognuno con la stessa portata, a valle di questo punto la concentrazione dovrebbe ridursi a  $Q/4V$ . In realtà la dispersione delle particelle è tutt'altro che uniforme, variando da zero al valore massimo possibile per fenomeni di turbolenza, particolarmente a valle di ogni punto di confluenza con altri flussi. I testi insegnano che una dispersione ragionevolmente uniforme si potrà avere solo ad una distanza dalla confluenza pari a  $6-10$  diametri del canale di transito. In alcuni casi particolari si possono instaurare fenomeni di stratificazione che impediscono comunque una omogenea concentrazione del fumo.



### **Struttura dei sensori**

La tipica struttura di un sensore di fumo è costituita da un corpo esterno che contiene il sensore vero e proprio, in comunicazione con la sezione interna del condotto tramite un tubo di campionamento (Figura 2). L'elemento sensibile può essere costituito da una camera di ionizzazione o da un dispositivo fotoelettrico. L'aria in transito viene raccolta dal tubo di campionamento posto trasversalmente nel canale, analizzata dal sensore e reimpressa nel flusso tramite un altro tubo di lunghezza inferiore (Figura 3). In alcuni casi può essere conveniente adattare un sensore di fumo ambientale per l'uso in condotta, sospendendolo nel flusso in transito (Figura 4). Quando si renda necessario il campionamento del fumo in plenum di grandi dimensioni, sarà conveniente adottare un sensore a trasmissione di luce, formato da un emettitore e da un ricevitore installati alle estremità del plenum ed allineati tra loro, nella stessa direzione del flusso (Figura 5). In questo caso, il fumo in transito provocherà delle variazioni nell'intensità luminosa che verranno registrate dal ricevitore ed inviate alla centralina di controllo.

### **Esempio di installazione**

La Figura 6 mostra un esempio tipico di applicazione in un impianto destinato a trattare una singola zona. Quando uno qualsiasi dei sensori rileva la presenza di fumo, i ventilatori vengono disattivati, mentre le serrande si dispongono nella posizione di chiusura. In alternativa, è possibile fermare il ventilatore di mandata, mantenendo in funzione quello di ripresa e chiudendo tutte le serrande tranne quella di espulsione; in questo modo è possibile ottenere una rapida evacuazione del fumo dal locale. Se esiste un impianto antincendio centralizzato, è necessario portare a quest'ultimo un segnale in caso di attivazione dei sensori nell'impianto di condizionamento, in modo da avere una segnalazione generale di allarme. Rispetto allo schema illustrato, è possibile anche

inserire un sensore supplementare immediatamente a valle della serranda di immissione, in modo da bloccare quest'ultima in caso di aspirazione di fumo dall'esterno.

### ***Messa in opera***

Innanzitutto occorre individuare con precisione la struttura dell'impianto. In mancanza del progetto originale, si dovrà procedere alla identificazione dei singoli componenti. L'installazione del sensore nel tratto di mandata dovrà essere effettuata a valle di ventilatore, filtri, batteria termica e umidificatore, in una posizione distante dai 6 ai 10 diametri da ogni immissione laterale, deflettore, curve a gomito o simili (Figura 6). Nel tratto di ripresa, si dovrà prevedere il posizionamento di un sensore in ogni segmento che raccoglie l'aria reflua di un singolo locale, prima dell'interconnessione al tratto principale. Una volta localizzate le posizioni più idonee, si dovrà praticare un foro nella parete del canale, attraverso il quale si dovranno misurare temperatura, umidità e velocità dell'aria con apposita strumentazione: se i parametri osservati rientrano tra quelli raccomandati dal costruttore del sensore, si potrà procedere alla installazione vera e propria, altrimenti occorrerà trovare una collocazione alternativa.

### ***Manutenzione***

I sensori di fumo sono progettati per ridurre al minimo gli interventi di manutenzione; tuttavia, data la loro collocazione, essi si sporcano facilmente perché tendono a raccogliere la polvere ed i corpuscoli trascinati dal flusso d'aria in cui sono immersi. Per questo motivo, i sensori devono assolutamente essere ispezionati e puliti periodicamente, seguendo le indicazioni del costruttore. Lo strumento più idoneo alla pulizia è rappresentato da un aspirapolvere munito di spazzola. Dopo la pulizia, ogni singolo



senore deve essere testato per verificarne il buon funzionamento. Bisogna inoltre tenere presente che questo tipo di sensore rappresenta un ostacolo per eventuali sistemi di pulizia delle condutture che utilizzano dei pulitori automatici semoventi (carrellini con spazzole rotanti e simili): in tal caso occorre rimuovere completamente i sensori. Questo inconveniente può comunque costituire una buona occasione per una accurata pulizia di questi ultimi, in modo senz'altro più efficace rispetto alla semplice operazione di aspirazione della sporcizia dai portelli di ispezione.

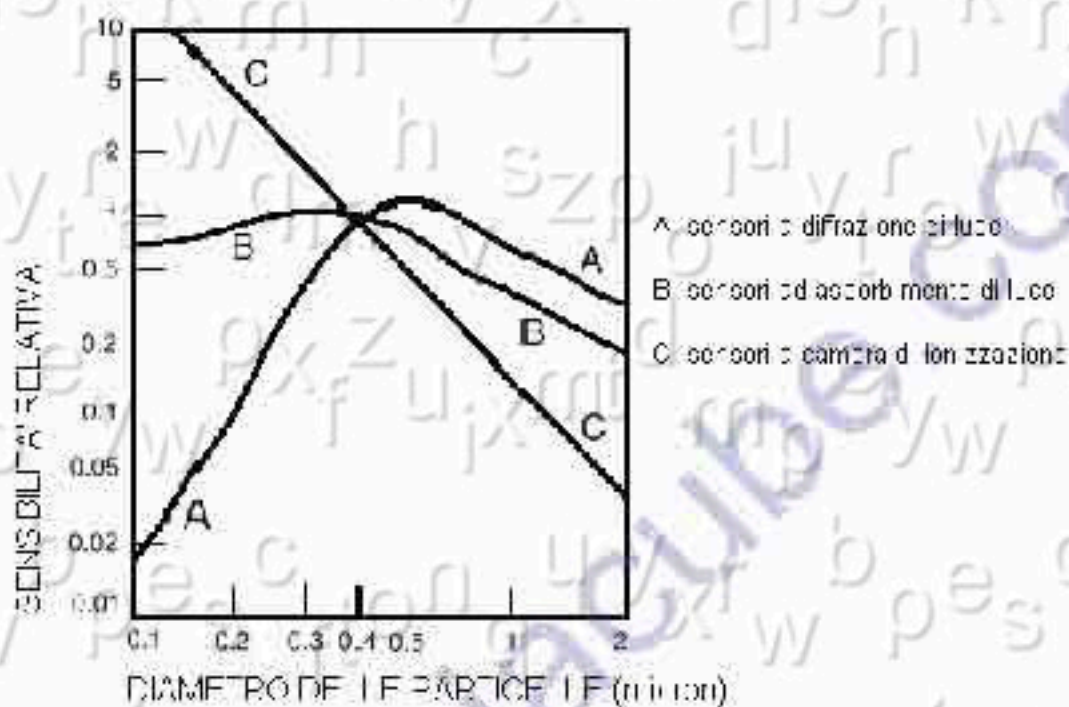


Figura 1

Sensibilità a confronto delle tre principali tecnologie disponibili per i sensori di fumo, in funzione del diametro delle particelle.



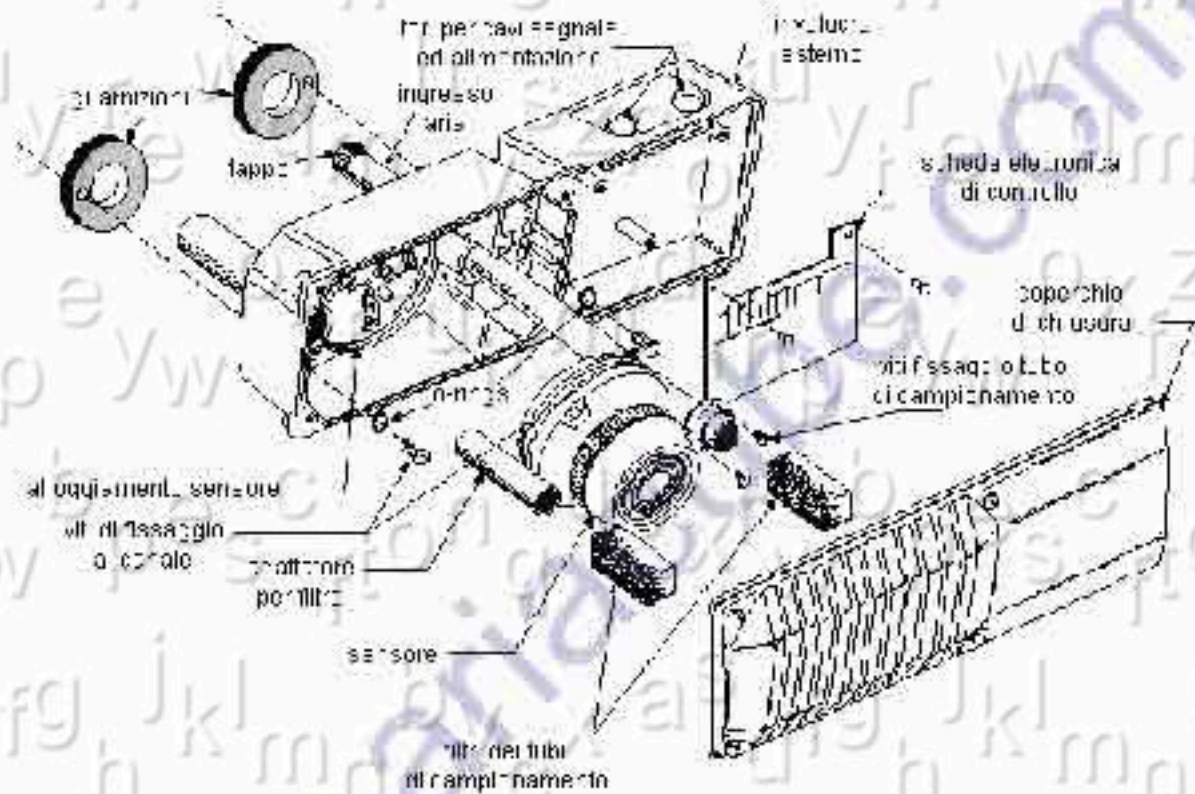


Figura 2  
Esploso di un tipico sensore di fumo per canalizzazioni.

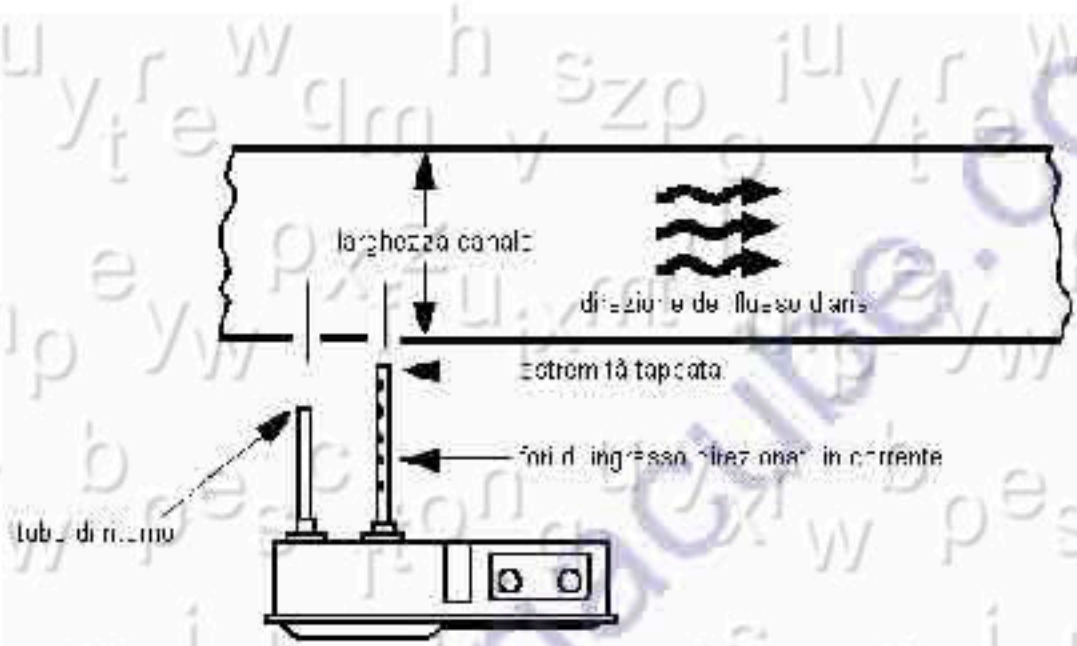


Figura 3  
Installazione di un sensore munito di tubi di campionamento.



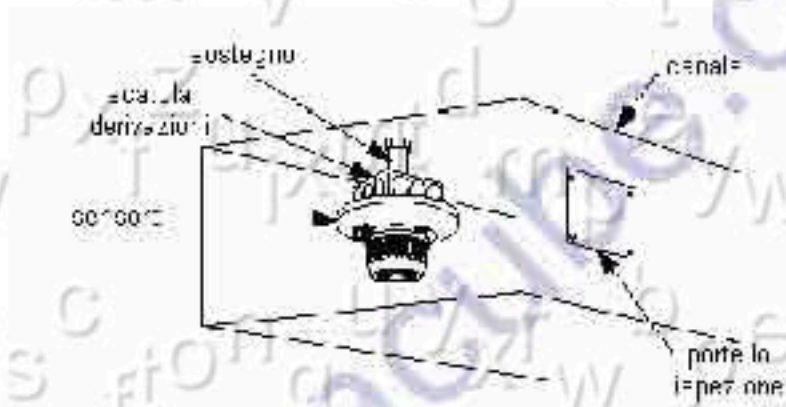


Figura 4  
Installazione nel canale di un sensore del tipo  
sospeso per ambienti.

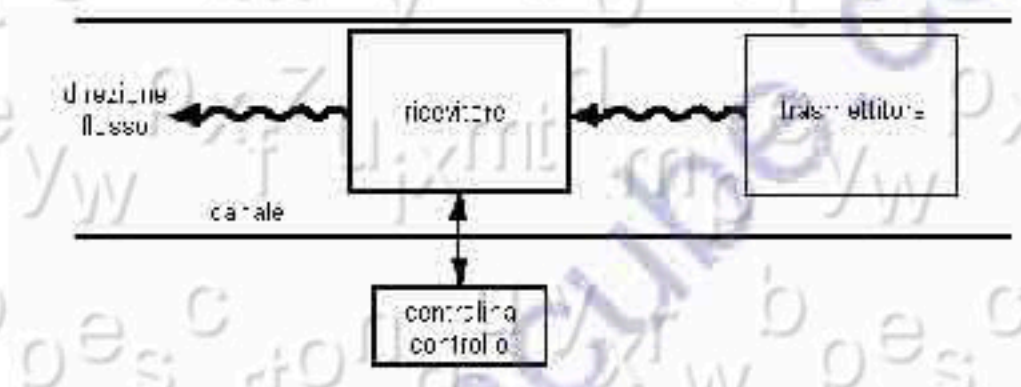


Figura 5

Schema di un sensore di fumo a trasmissione di luce, adatto per plenum di grandi dimensioni.



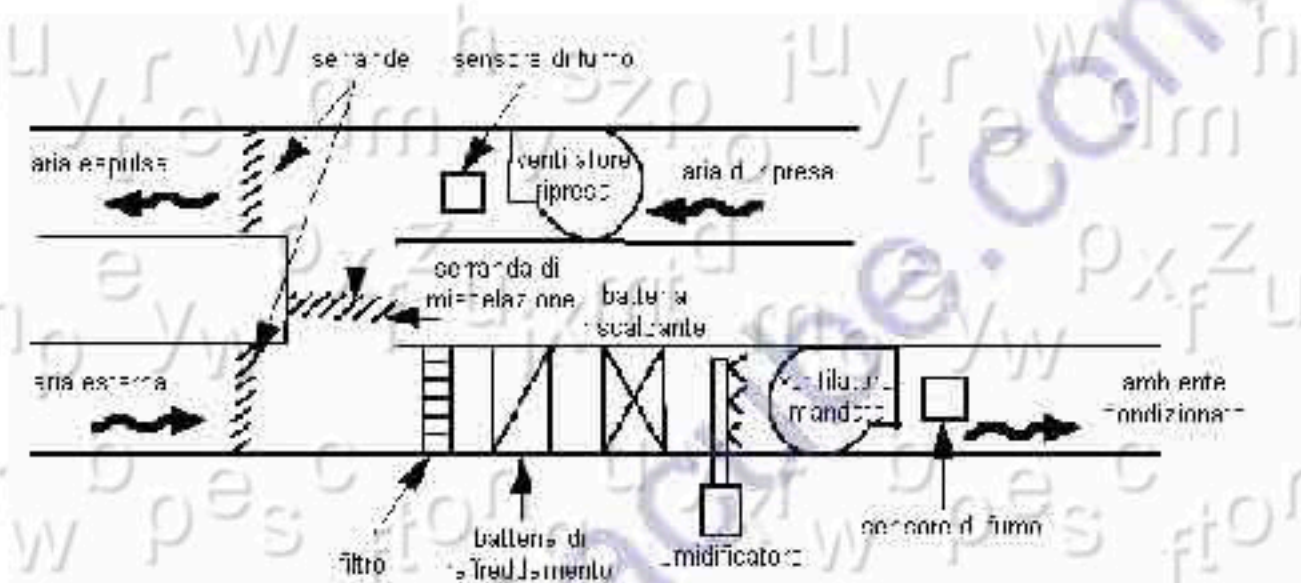


Figura 6

Esempio di applicazione dei sensori di fumo in un impianto destinato a trattare una singola zona.

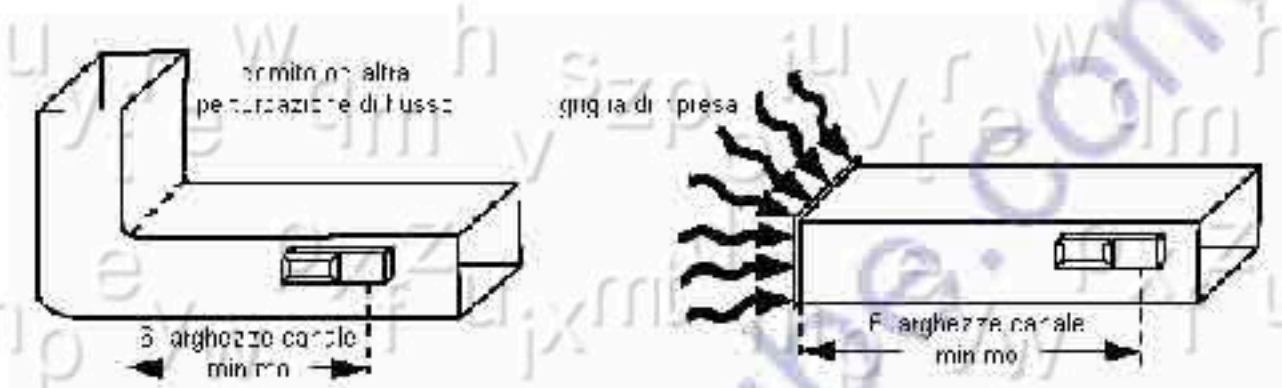


Figura 7

Per evitare il più possibile gli effetti delle turbolenze, i sensori dovranno essere installati ad una distanza pari almeno a 6 volte la larghezza del canale da curve a gomito, griglie di immissione, deflettori ecc.



### **Bibliografia**

#### **Standard di riferimento**

U.L. Standard 268A, *Standard for Smoke Detectors for Duct Applications*

NFPA Standard 92A *Recommended Practice for Smoke Control Systems*

ASHRAE Handbook and Product Directory, "Fire and Smoke Control"

#### **Siti di consultazione su Internet**

[www.systemsensor.com](http://www.systemsensor.com)

[www.workaci.com](http://www.workaci.com)