

Depuratore dell'aria (Filtro)

Dispositivo destinato a trattenere gli inquinanti trasportati dal fluido. Ha lo scopo di abbattere i materiali trasportati dall'aria aspirata sotto forma sia di particolato sia di gas o vapori. L'abbattimento è necessario per prevenire l'inquinamento atmosferico secondo la normativa esistente oppure per il recupero di particolari materiali trasportati dall'aria.

Ventilatore

Macchina destinata a mantenere in moto un fluido aeriforme ad una data velocità tra due punti aventi diversa pressione. Dispositivo per la movimentazione dell'aria inquinata all'interno dell'impianto di aspirazione, attraverso la creazione di una pressione negativa (aspirazione) all'interno dei condotti che lo collegano alle varie cappe d'aspirazione. Esso è mosso da un motore alimentato da energia elettrica che viene convertita in energia di pressione ed energia cinetica della corrente d'aria movimentata.

Condotto di espulsione

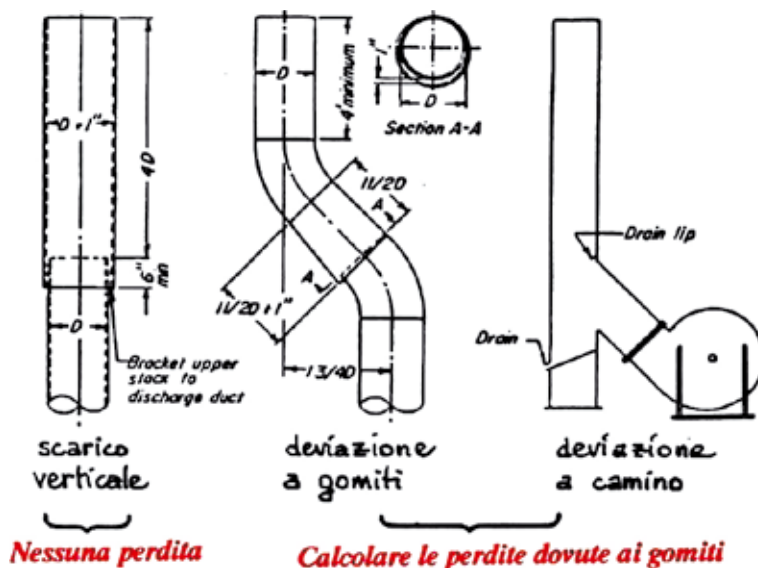
Dispositivo per l'espulsione all'esterno dell'aria inquinata in modo da diluire il più possibile l'inquinante nell'ambiente esterno circostante. Deve avere un'altezza di almeno 1 m rispetto al colmo della copertura ed essere posto ad una distanza di almeno 5 m dalla eventuale presa d'aria esterna.

3.6.4.1B CONDOTTI DI ESPULSIONE

I condotti di espulsione devono essere conformati in modo da:

- emettere ad alta velocità l'aria verso l'alto allo scopo di permettere la maggior diluizione possibile degli inquinanti emessi;
- impedire, con la sua conformazione e con la sua posizione rispetto alle strutture circostanti, il rientro dell'aria inquinata negli ambienti da cui essa è stata estratta nonché l'ingresso negli ambienti limitrofi.

I condotti di espulsione sono forniti spesso di una copertura per evitare l'ingresso nel condotto dell'acqua piovana. Tale "cappello" di fatto impedisce l'espulsione libera dell'aria inquinata e favorisce anzi la sua ricaduta nelle vicinanze del camino. Per evitare l'ingresso dell'acqua piovana e contemporaneamente favorire l'espulsione dell'aria verso l'alto, con una migliore diluizione dell'inquinante, i condotti di espulsione possono essere conformati in vari modi.



Impianto di immissione per il reintegro dell'aria

Per evitare una riduzione dell'efficienza degli impianti di aspirazione, occorre reintegrare l'aria estratta con una uguale portata di aria esterna. L'immissione dell'aria, riscaldata nella stagione fredda, non deve creare correnti d'aria che possano investire le postazioni di lavoro o che possano interferire con le correnti d'aria in ingresso agli impianti di aspirazione. La ripresa dell'aria esterna di reintegro deve essere posta lontana da fonti inquinanti in modo da garantire l'immissione di aria pulita.

Ricircolo dell'aria

Il ricircolo dell'aria è vietato per le operazioni di saldatura, verniciatura, lavorazione alle macchine utensili per la presenza di inquinanti altamente tossici. Tutti gli inquinanti aspirati devono essere sempre convogliati ed espulsi all'esterno, previa depurazione, in osservanza alle leggi contro l'inquinamento atmosferico.

ESEMPI DI DECISIONE IN SITUAZIONI FREQUENTI

| LAVORAZIONE | AMMISSIBILITÀ | MOTIVAZIONE | TIPO DI SOLUZIONE |
|--|---------------|--|---|
| TORNITURA, FRESATURA, RETTIFICA, TRONCATURA, TRAPANATURA, TAGLIO, ecc. CON USO DI OLI LUBROREFRIGERANTI. | NO | Presenza di componenti altamente tossici e con sufficiente evidenza di effetti cancerogeni sull'uomo (alcuni tipi di oli minerali, IPA, composti azotati e solforati, ecc. | Aspirazione localizzata con espulsione diretta all'esterno in accordo con le normative vigenti in materia di inquinamento atmosferico. |
| SALDATURA IN POSTAZIONE FISSA O PREVEDIBILE. | NO | Presenza di miscele di gas e fumi ed in alcuni casi vapori non facilmente identificabili e ad elevata tossicità. | Aspirazione localizzata con espulsione diretta all'esterno in accordo con le normative vigenti in materia di inquinamento atmosferico. |
| SALDATURA IN POSTAZIONE IMPREVEDIBILE | SI | È una eccezione. Nell'impossibilità di installare un impianto di aspirazione fisso, non esiste una soluzione migliore. | Aspirazione localizzata con abbattimento efficace dei fumi con segnalatore di guasti o di filtrazione inefficiente e rigorosa manutenzione. |

3.6.5 La progettazione di un impianto di aspirazione localizzata

È molto importante che un impianto di aspirazione localizzata sia ben progettato da tecnici qualificati, costruito da ditte specializzate e utilizzato correttamente dai lavoratori.

Essa deve partire da considerazioni igienistiche ricercando soprattutto la costruzione di un impianto che sia nello stesso tempo efficiente ed efficace.

EFFICIENZA IMPIANTO: Rispondenza costruttiva dell'impianto al complesso di regole di fluidodinamica e di igiene industriale

EFFICACIA IMPIANTO: Capacità dell'impianto di ridurre l'esposizione professionale dei lavoratori anche in relazione al modo in cui viene utilizzato.

Modalità d'uso

- Accendere l'impianto di aspirazione localizzata prima di iniziare la lavorazione che produce inquinanti;
- Verificare che funzioni correttamente;

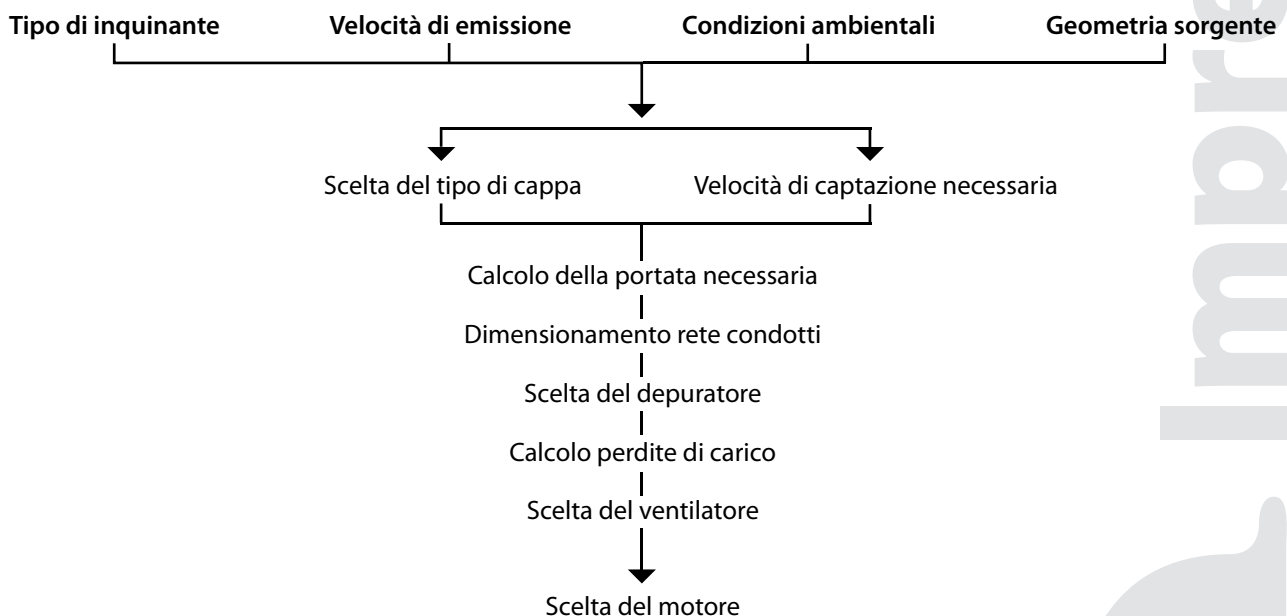
- Spostare le cappe mobili durante la lavorazione in modo che esse siano sempre il più vicino possibile alle sorgenti inquinanti;
- Durante il lavoro il flusso d'aria inquinato in ingresso all'impianto non deve mai attraversare la zona di respirazione dei lavoratori;
- Controllare periodicamente la sua efficienza;
- Effettuare una pulizia e una manutenzione periodica.

Il primo passo per progettare un impianto di aspirazione localizzata è quello di effettuare il CALCOLO DELLA PORTATA NECESSARIA per catturare gli inquinanti prodotti nella lavorazione, tenendo conto di tutti i parametri che possono influire nella loro captazione (geometria della sorgente, tipo e caratteristiche fisiche dell'inquinante, velocità con cui viene emesso, correnti d'aria nell'ambiente).

In base alla portata necessaria vengono poi scelti e dimensionati tutti gli altri componenti dell'impianto.

3.6.5.1 CALCOLO DELLA PORTATA NECESSARIA

SCHEMA DI PROGETTAZIONE

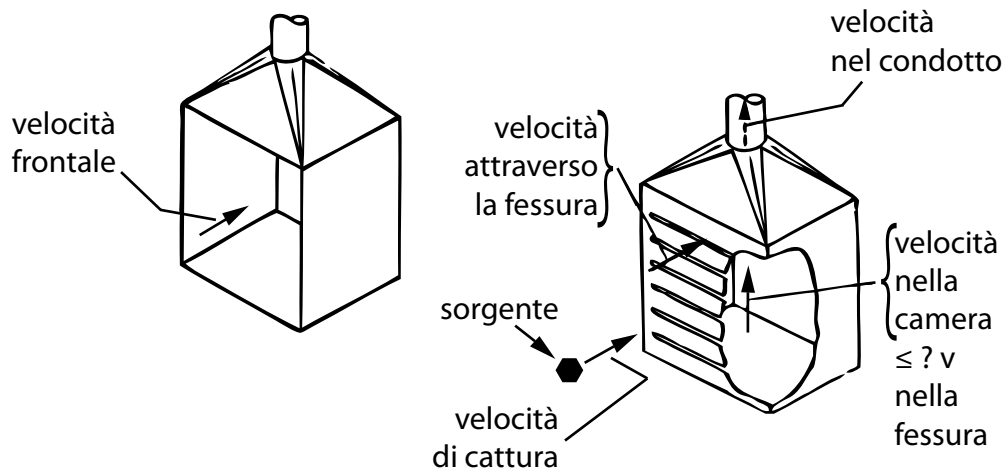


Nel caso di una cappa ad apertura circolare piana, la velocità dell'aria diminuisce rapidamente man mano che ci si allontana dalla sezione di ingresso.

Alla distanza di un diametro dalla sezione d'ingresso, la velocità dell'aria è solo il 10% di quella in ingresso alla cappa.

PRINCIPALI PARAMETRI CHE CARATTERIZZANO IL FUNZIONAMENTO DI UNA CAPPA DI ASPIRAZIONE

CAPPA: Dispositivo attraverso il quale gli inquinanti sono catturati per mezzo dei flussi d'aria che lo attraversano



Velocità di cattura: velocità dell'aria in corrispondenza ad un punto qualsiasi anteriormente alla cappa o all'apertura della cappa, necessaria a vincere le correnti d'aria contrastanti e a catturare l'aria inquinata in quel punto convogliandola all'interno della cappa.

Velocità frontale: velocità dell'aria in corrispondenza all'apertura della cappa.

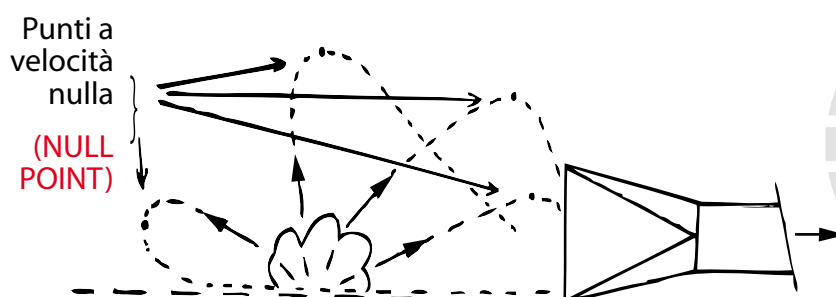
Velocità attraverso la fessura: velocità dell'aria attraverso le aperture di una cappa a fessure.

Velocità nella camera: velocità dell'aria all'interno della cappa; nei tipi a fessure per una buona distribuzione dell'aria tale velocità deve essere \leq alla metà della velocità attraverso la fessura.

Velocità nel condotto: deve essere compresa nell'intervallo di valori riportati in apposite tabelle e, in ogni caso, deve essere maggiore del valore minimo necessario per il trasporto d'inquinanti particolati.

3.6.5.1A VELOCITÀ DI CATTURA

La **VELOCITÀ DI CATTURA** viene scelta in base a determinati parametri igienistici; tiene conto della velocità e della direzione, con cui l'inquinante viene emesso dalla sorgente. Questa velocità deve essere realizzata ad una distanza dalla sezione di ingresso della cappa tale da poter catturare le particelle fino al "null point" (punti in cui le particelle riducono a zero la propria energia e quindi la propria velocità).



Le **VELOCITÀ DI CATTURA** vengono definite in funzione del tipo di inquinante (gas, vapori, fumi e polveri), delle loro condizioni di emissione, della loro dimensione e massa presunte, delle condizioni dell'aria in cui vengono emesse (aria quieta o perturbata).

Per ogni categoria o condizione di dispersione dell'inquinante esiste un intervallo di velocità consigliata; la scelta del valore corretto dipende da molti fattori.

La tabella seguente fornisce gli intervalli delle velocità di cattura consigliate in funzione delle condizioni di emissione degli inquinanti e fornisce una guida per la scelta tra i valori estremi di ciascun intervallo.

| Condizioni di dispersione dell'inquinante | Esempi di lavorazione | Velocità di cattura V_x m/s |
|---|---|-------------------------------|
| Emesso praticamente senza velocità in aria quieta | <ul style="list-style-type: none"> • evaporazione di colle o vernici • vasche di grassaggio | 0.25 – 0.50 |
| Emesso a bassa velocità in aria quasi quieta | <ul style="list-style-type: none"> • verniciatura a spruzzo a bassa pressione • riempimento di contenitori • nastri trasportatori a bassa velocità • saldatura • galvanica • decapaggio | 0.50 – 1.00 |
| Emesso a media velocità in zona di aria perturbata | <ul style="list-style-type: none"> • verniciatura a spruzzo • insaccatura automatica • nastri trasportatori | 1.00 – 2.50 |
| Emesso a elevata velocità in zona di aria con forti correnti | <ul style="list-style-type: none"> • molatura • sabbiatura | 2.50 – 10.0 |

Per ogni categoria è indicato un intervallo di velocità; la scelta del valore corretto dipende da molti fattori: le condizioni delle correnti d'aria nell'ambiente, la tossicità dell'inquinante, la continuità della lavorazione, l'entità delle portate in gioco.

I valori di velocità bassi verranno scelti in funzione di:

1. Correnti d'aria nell'ambiente molto ridotte o tali da favorire la cattura;
2. Inquinanti poco tossici;
3. Lavorazione saltuaria;
4. Cappe di grandi dimensioni, elevate masse d'aria in moto.

I valori di velocità elevati verranno scelti in funzione di:

1. Presenza di correnti d'aria nell'ambiente;
2. Inquinanti molto tossici;
3. Produzione continua;
4. Piccole cappe.

CALCOLO DELLA PORTATA NECESSARIA

Data una cappa ad apertura piana, la portata teorica necessaria a garantire una velocità di cattura v_o nella sezione di ingresso è data da:

$$Q = v_o \cdot S_o$$

dove:

v_o è la velocità di cattura nella sezione di ingresso;

S_o è la superficie di ingresso della cappa.

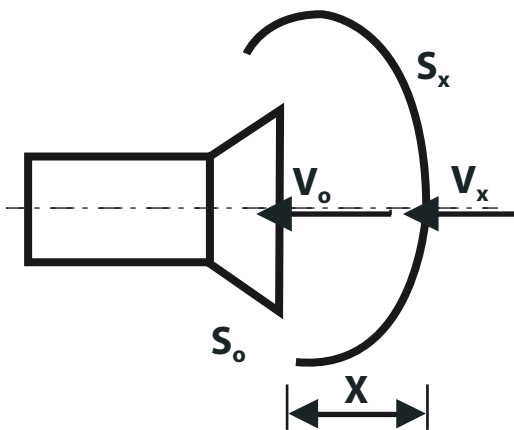
In pratica però tale formula non può essere usata per determinare la portata necessaria se la sorgente di inquinante è posta ad una distanza "x" davanti alla cappa.

In questo caso infatti si utilizza una equazione determinata sperimentalmente da Dalla Valle che esprime la portata in funzione della distanza "x" della sorgente inquinante dalla cappa e della sezione S_o di ingresso della cappa.

Data una cappa esterna ad apertura piana circolare non flangiata, la portata teorica necessaria a garantire una velocità di cattura v_x alla distanza "x" dalla sezione di ingresso è data da:

$$Q = v_x (10 x^2 + S_o) \quad (\text{Equazione di Dalla Valle})$$

$$S_o v_o = v_x \cdot (10 x^2 + S_o)$$



S_o : superficie sezione di ingresso cappa

v_o : velocità aria in sezione ingresso

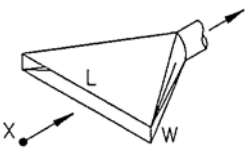
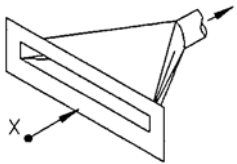
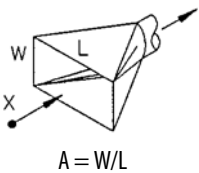
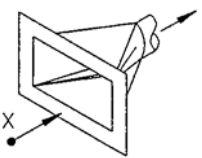
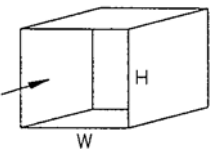
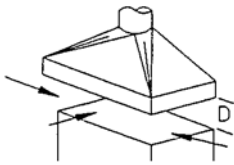
S_x : superficie di contorno a distanza x (isocinetica)

v_x : velocità aria a distanza x

x: distanza della sorgente lungo l'asse della cappa

3.6.5.1B PORTATA NECESSARIA PER DIVERSE TIPOLOGIE DI CAPPE

Partendo dalla equazione di Dalla Valle, è possibile ricavare formule per il calcolo della PORTATA NECESSARIA PER DIVERSE TIPOLOGIE DI CAPPE.

| Tipologie di cappa | Descrizione | W/L in m/m | Solo per X maggiore di | Formula per il calcolo della portata necessaria: Q_N (m ³ /s) |
|---|---|------------------------|------------------------|---|
|  | Aspirazione a fessura | 0,2 o minore | 0,3 . W | $Q = 3,7 . L . V_X . X$ |
|  | Aspirazione a fessura flangiata | 0,2 o minore | 0,4 . W | $Q = 2,6 . L . V_X . X$ |
|  | Aspirazione ad apertura piana | 0,2 maggiore o rotonda | 0 | $Q = V_X (10 . X^2 + A)$ |
|  | Aspirazione ad apertura piana flangiata | 0,2 maggiore o rotonda | $0,2 . (L . W)^{1/2}$ | $Q = 0,75 . V_X (10 . X^2 + A)$ |
|  | Cabina | — | 0 | $Q = V . A = V . W . H$ |
|  | Cappa a tetto o a baldacchino | — | 0 | $Q = 1,4 . P . V_X . D$ P = perimetro della lavorazione (m) D = altezza sulla lavorazione (m) |

Q_N : portata d'aria necessaria (m³/s)

X : distanza della sorgente dalla sezione d'ingresso della cappa (m)

L : lunghezza della cappa (m)

W : larghezza della cappa (m)

V_X : velocità di captazione indotta alla distanza X (m/s)

A : area superficie ingresso cappa = W . L

3.6.6 La scelta dei dispositivi di aspirazione (scelta della cappa)

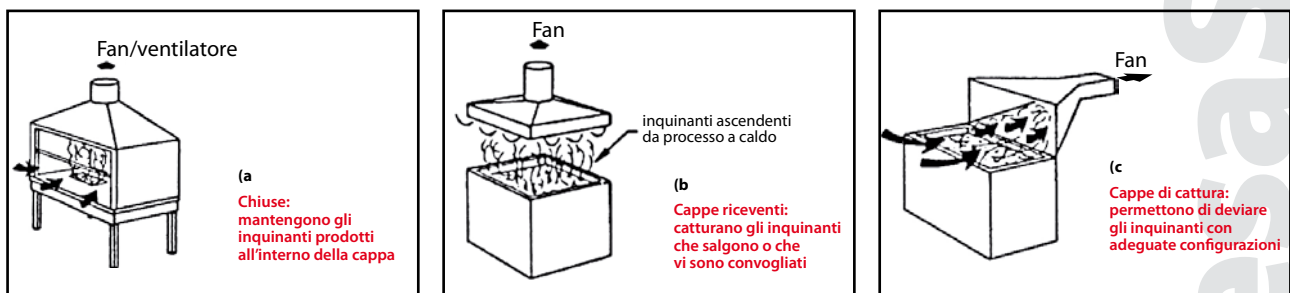
Con il termine “cappa” si intende, in generale, un qualsiasi dispositivo attraverso il quale l’aria è convogliata nell’impianto di ventilazione per la cattura o il controllo degli inquinanti.

La cappa di aspirazione è il componente più importante dell’impianto, quello che può meglio garantire che l’inquinante venga catturato e convogliato all’interno dell’impianto stesso.

La progettazione della cappa quindi è di fondamentale importanza per il buon funzionamento dell’impianto e per la sua efficacia.

TIPI DI CAPPE

Le cappe sono di tre tipi fondamentali: cappe chiuse, cappe riceventi, cappe di cattura.



3.6.6.1 SCELTA DELLA CAPPA

Sia la configurazione, sia la collocazione di una cappa d’aspirazione sono fondamentali nel determinare l’efficacia dell’aspirazione all’interno dell’ambiente da bonificare.

Una progettazione inadeguata di tale componente dell’impianto può causare inefficienza di funzionamento; in certe condizioni operative può dar luogo a costi energetici eccessivi, causati da un aumento delle dimensioni del ventilatore e della velocità della corrente d’aria, allo scopo di compensare le carenze iniziali di progettazione.

CRITERI DI SCELTA

In generale valgono i seguenti criteri.

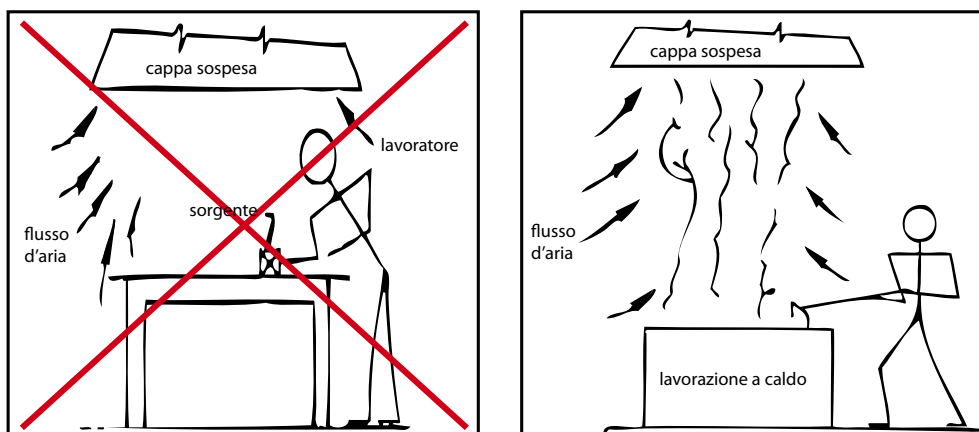
Portata minima d’aria

Rendere minima la portata d’aria necessaria, pur garantendo l’efficacia dell’aspirazione, consente di ridurre i costi di gestione.

- racchiudere la sorgente d’inquinanti al più elevato grado possibile: ciò favorisce il contenimento del materiale emesso e riduce l’effetto di dispersione dovuto alle correnti d’aria all’interno dell’ambiente;
- quando la scelta è di una cappa ricevente (ad invito, a calotta, a baldacchino), essa va collocata nella posizione più vicina possibile alla sorgente d’emissione;
- ridurre il più possibile la quantità di inquinanti generati o emessi nel processo porta alla riduzione della portata dell’aria all’impianto di ventilazione.

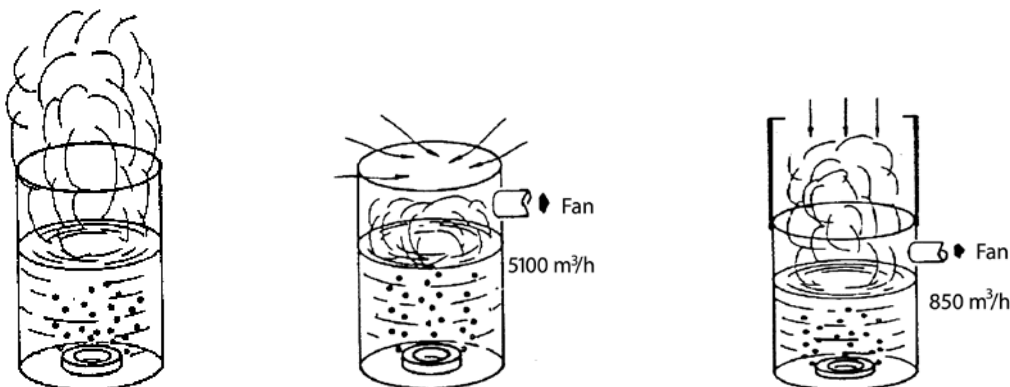
Protezione della zona di respirazione degli operatori

Va studiata una corretta collocazione della cappa per far sì che gli inquinanti emessi non attraversino mai la zona nella quale respirano gli operatori.



Racchiudere la sorgente

La sorgente deve essere racchiusa il più possibile dalla cappa per evitare dispersioni e ridurre la portata.

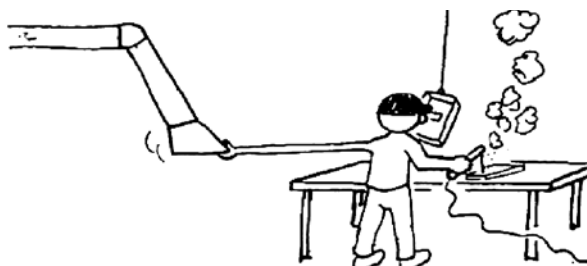


Collocazione funzionale

La cappa d'aspirazione va collocata in modo da arrecare il minimo intralcio agli operatori.

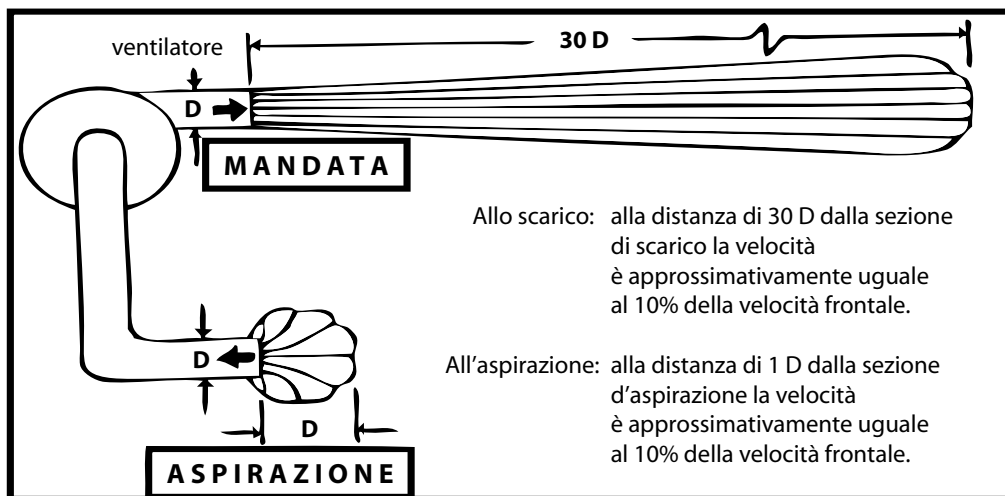
Ciò permette una utilizzazione corretta da parte degli operatori, senza, ad esempio, rendere vani tutti gli accorgimenti iniziali per rendere minima la portata d'aria attraverso la cappa.

Le cappe devono essere conformate e posizionate in modo da essere utilizzate comodamente inoltre non deve essere necessario un loro continuo riposizionamento, pena il non utilizzo dell'impianto.



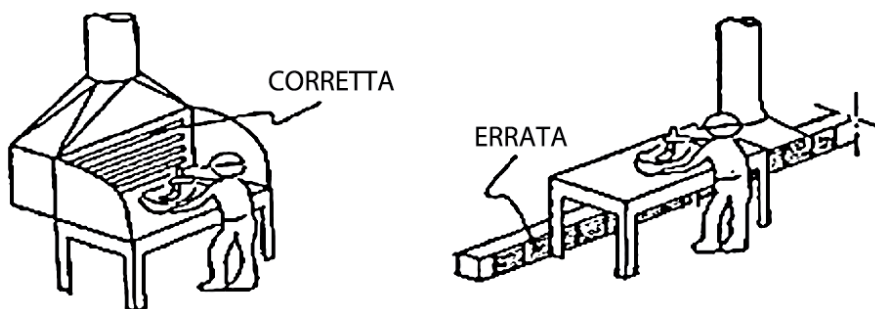
Conoscenza degli errori più comuni di progettazione

- 1) Il primo errore comune è quello di confondere l'influenza che ha sull'aria ambiente il condotto di aspirazione o quello di mandata di un ventilatore: è molto diversa infatti la sua capacità di scaricare un getto d'aria con quella di aspirare attraverso una cappa. Infatti anche la cappa di aspirazione meglio conformata non può considerarsi efficace ad una distanza di un diametro dalla sua sezione di ingresso, mentre l'aria in mandata è avvertibile ancora a 30 diametri di distanza.



- 2) Il secondo errore molto diffuso, nella pratica della bonifica ambientale, è quello secondo il quale i vapori più pesanti dell'aria tendono a sedimentare e quindi a raccogliersi, ad esempio, in prossimità del pavimento dell'ambiente, per cui possono essere catturati attraverso una cappa collocata in corrispondenza del pavimento.

In genere, date le modeste concentrazioni di vapori presenti nell'aria inquinata, la densità della miscela formata è praticamente uguale a quella dell'aria e pertanto non si ha la stratificazione dell'inquinante negli strati bassi o alti dell'ambiente in quanto le normali correnti d'aria presenti sono in grado di disperdere completamente gli inquinanti nell'ambiente.



Nella maggior parte dei casi si possono trovare soluzioni già definite in letteratura.

Un esempio è dato dalle Schede Tecniche della Regione Emilia-Romagna scaricabili in modo integrale dal sito dell'Azienda USL di Reggio Emilia: www.ausl.re.it