



tecno habitat

società di ingegneria

PRINCIPI DI PROGETTAZIONE DEI SISTEMI DI ASPIRAZIONE DEGLI INQUINANTI AERODISPERSI

PIANO DEL CORSO

- **TIPOLOGIE DI INQUINANTI AERODISPERSI**
- **COMPONENTI DI UN CIRCUITO DI ASPIRAZIONE**
- **PRINCIPI BASE DELLA VENTILAZIONE INDUSTRIALE**
- **PARAMETRI DI CALCOLO DEL CIRCUITO DI ASPIRAZIONE**
- **VENTILATORI: TIPOLOGIE E LEGGI**
- **VELOCITA' DI CATTURA E VELOCITA' DI TRASPORTO**
- **TIPOLOGIA DI CAPPE**
- **SISTEMA PUSH-PULL**
- **ELEMENTI BASE DI PROGETTAZIONE DI UN SISTEMA DI ASPIRAZIONE**

TIPOLOGIE DI INQUINANTI AERODISPERSI

Gli inquinanti aerodispersi possono essere di vario tipo

- **Particolato.** Particolato è un termine che sta ad indicare sostanze esistenti sotto forma di **particelle separate solide o liquide.**
- **Aerosol.** Il termine aerosol è equivalente al termine particolato, ed indica la dispersione di **particelle solide o liquide in masse gassose.**
- **Polveri.** Sono **particelle solide**, derivanti da disgregazione meccanica, sospese in aria od in altri gas.
- **Goccioline.** Piccole **particelle di liquido** in grado di rimanere sospese nell'aria in condizioni di turbolenza.
- **Sospensioni.** (inglese = mist - sospensione a bassa concentrazione; fog - sospensione ad alta concentrazione). Questo termine si usa nel caso di **particelle liquide**, formatesi generalmente per condensazione o per atomizzazione .

TIPOLOGIE DI INQUINANTI AERODISPERSI

- **Ceneri.** (inglese = fly ash). Sono **particelle solide** in genere molto piccole che si originano nel corso dei fenomeni di combustione; possono contenere anche combustibile incombusto .
- **Condense solide.** (inglese = fume). Sono **particelle solide** generate per condensazione dello stato gassoso (ad esempio da sostanze fuse).
- **Fumo.** (inglese = smoke). **Aerosol** derivanti da fenomeni di incompleta combustione o da sublimazione.
- **Fuliggine.** (inglese = soot). Agglomerazione di **particelle di carbone** derivanti da fenomeni di incompleta combustione.
- **Vapore.** Fase aeriforme di una sostanza (in genere liquida) al di sotto della temperatura critica.
- **Gas.** Fase aeriforme di una sostanza al di sopra della temperatura critica.

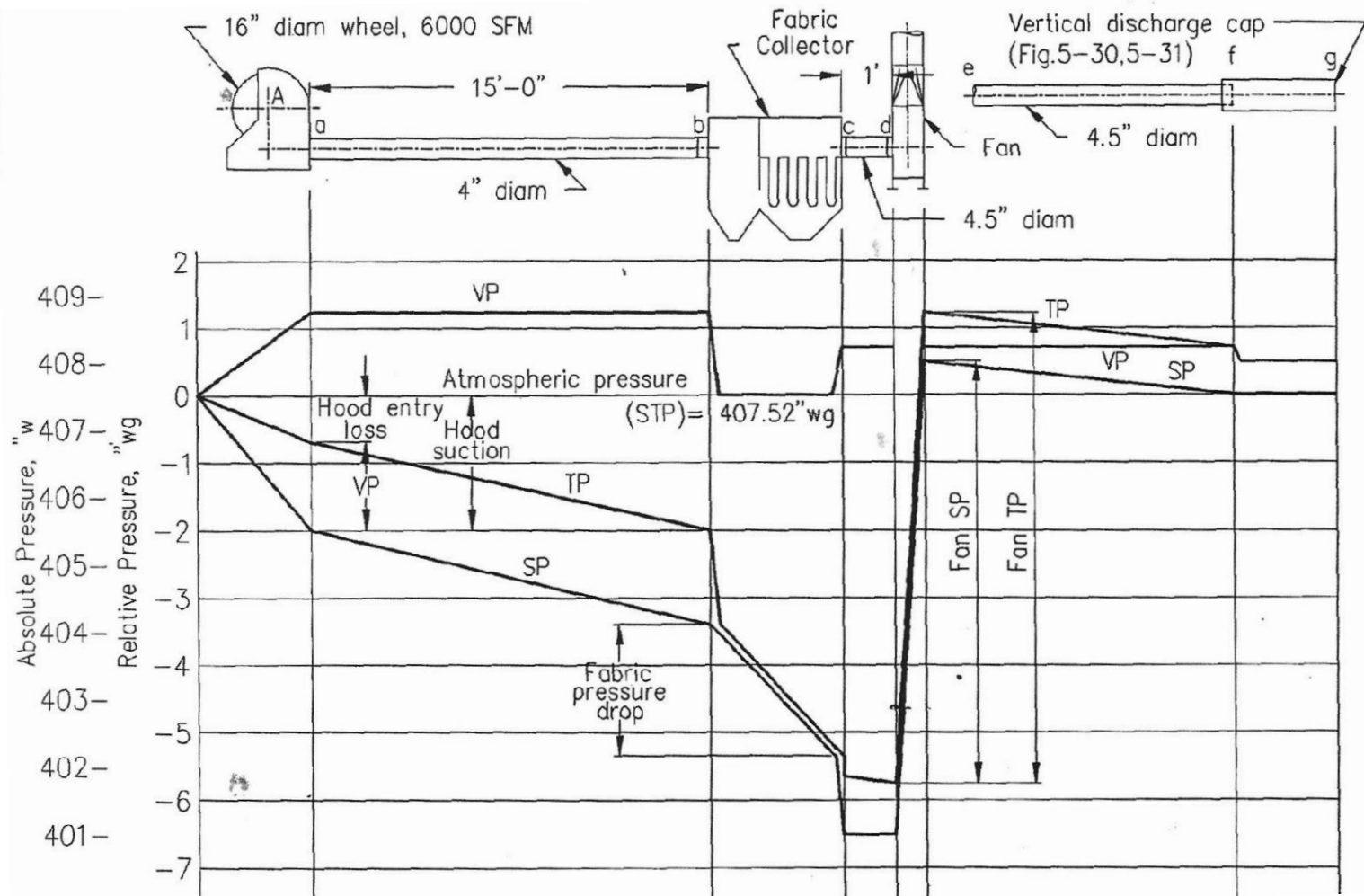
TIPOLOGIE DI INQUINANTI AERODISPERSI

Dal punto di vista della captazione (non dell'eventuale trattamento) gli inquinanti aerodispersi si possono raggruppare in due grandi categorie.

- **Polveri** intendendo con questo termine le particelle che hanno un peso specifico significativamente maggiore di quello dell'aria e per le quali si può considerare un'ulteriore suddivisione in base alla **velocità di rilascio** ed al **peso specifico** del materiale che le origina..
- **Gas e vapori** intendendo con questo termine gli inquinanti aeriformi e per i quali si può considerare un'ulteriore suddivisione in base alla loro **temperatura: ambiente o più elevata** ed al **peso specifico relativo all'aria**.

COMPONENTI DI UN CIRCUITO DI ASPIRAZIONE

I componenti essenziali di un impianto di aspirazione sono: cappe, tubazioni, abbattitore eventuale, ventilatore, camino.



PRINCIPI BASE DELLA VENTILAZIONE INDUSTRIALE

PRINCIPI

I flussi d'aria nella ventilazione industriale sono governati dai due principi base della meccanica dei fluidi:

- **LA CONSERVAZIONE DELLA MASSA**

Da qui discende l'EQUAZIONE DI CONTINUITÀ

$$Q = V_1 A_1 = V_2 A_2 = \text{costante}$$

- **LA CONSERVAZIONE DELL'ENERGIA**

Il principio nel caso dei sistemi di aspirazione si traduce NELL'EQUAZIONE DI BERNOULLI

$$z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + \Delta P_c + \Delta P_L$$

PRINCIPI BASE DELLA VENTILAZIONE INDUSTRIALE

- *Energia potenziale* = Fz $[P = \frac{F}{A}]$
- *Energia di pressione* = $Fh = F \frac{P}{\gamma}$ $[P = \frac{F}{A} = \frac{V\gamma}{A} = \frac{Ah\gamma}{A} = h\gamma = \rho gh]$
- *Energia cinetica* = $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \frac{F}{g} v^2 = F \frac{v^2}{2g}$ $[P = \frac{1}{2} \rho v^2]$
- $z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g}$
- $z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + \Delta P_c + \Delta P_L$
- M = massa kg F = forza peso N
- Q = portata m³/h - Nm³/h - Sm³/h - cfm
- P = pressione Pa = N/m² = kg/m s²
- V = volume m³ ρ = densità kg/m³ γ = peso specifico N/m³
- v = velocità m/s - fpm n = numero di giri rpm
- N = potenza kW

PRINCIPI BASE DELLA VENTILAZIONE INDUSTRIALE

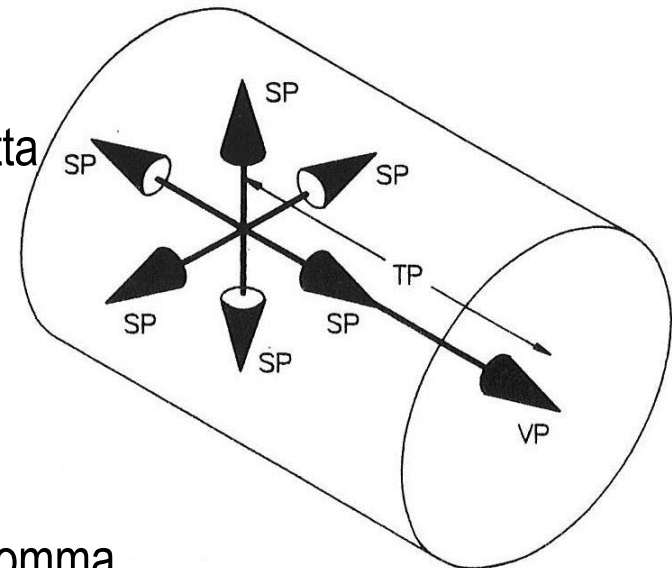
All'interno di questi principi **si assumono QUATTRO SEMPLIFICAZIONI**

- I - Si considerano nulli i trasferimenti di calore dovuti a ΔT tra l'aria nella tubazione e l'esterno (a meno che non si ricerchi un raffreddamento dell'aria).
- II - Si trascura l'effetto di comprimibilità dell'aria.
Fino a valori di 500 mm C.A. – 5000 Pa - la riduzione della densità dell'aria e quindi della portata resta al di sotto del 5%.
- III - Si assume che l'aria sia secca. Eventuali considerazioni sull'umidità dell'aria vengono fatte nel caso di analisi delle emissioni.
- IV - Si considera nullo il volume e il peso degli inquinanti presenti nell'aria.

PARAMETRI DI CALCOLO DEL CIRCUITO DI ASPIRAZIONE

PRESSIONE TOTALE , STATICA, DINAMICA

Nel caso della ventilazione industriale la **pressione è prodotta dal ventilatore e serve per mettere e per mantenere l'aria in movimento vincendo le resistenze (perdite di carico) prodotte dal circuito (cappe, tubazioni, abbattitori)**. La pressione prodotta dal ventilatore è la pressione totale **Pt** –(TP) e si manifesta in due diverse forme: come **pressione statica**, che si esercita in ogni direzione, e come **pressione dinamica**, che si esercita sempre ed esclusivamente nella direzione del flusso d'aria.



Pressione totale (Pt) fornita da un ventilatore è la somma algebrica della pressione statica (Ps) e della pressione dinamica (Pd): **$Pt = Ps (SP) + Pd (VP)$**

PARAMETRI DI CALCOLO DEL CIRCUITO DI ASPIRAZIONE

Pressione statica (P_s) E' la pressione esercitata dal fluido sulle pareti della condotta o del recipiente in cui è contenuto. Dipende dalle caratteristiche aerodinamiche del ventilatore e agisce ugualmente in tutte le direzioni ed è indipendente dalla velocità del fluido. Prendendo come riferimento la pressione ambiente, **la pressione statica è positiva quando è maggiore della pressione ambiente, negativa quando è minore.** **La pressione statica fornisce l'energia necessaria per accelerare l'aria dalla quiete alla velocità richiesta e per mantenerla in movimento ovvero per vincere le resistenze dovute all'attrito e alle turbolenze** (perdite di carico continue e localizzate).

Pressione dinamica (P_d) E' la pressione posseduta dall'unità di massa del fluido a causa della sua velocità (energia cinetica). La pressione dinamica si crea a spese della pressione statica ed è la pressione che l'aria esercita per effetto del suo movimento. Essa agisce nella stessa direzione del moto del fluido e **viene sempre considerata di segno positivo.** **La pressione dinamica è funzione della velocità e della densità del fluido.**

PARAMETRI DI CALCOLO DEL CIRCUITO DI ASPIRAZIONE

MISURA DELLE PRESSIONI La pressione statica si misura collegando un manometro tra la parete della condotta e l'ambiente esterno. La pressione dinamica si misura collegando un manometro tra la parete della condotta ed un punto interno tramite un tubo con l'apertura terminale esattamente opposta alla direzione del flusso. La pressione totale, infine, si misura collegando un manometro tra l'ambiente esterno ed un punto interno tramite un tubo con l'apertura terminale esattamente opposta alla direzione del flusso.

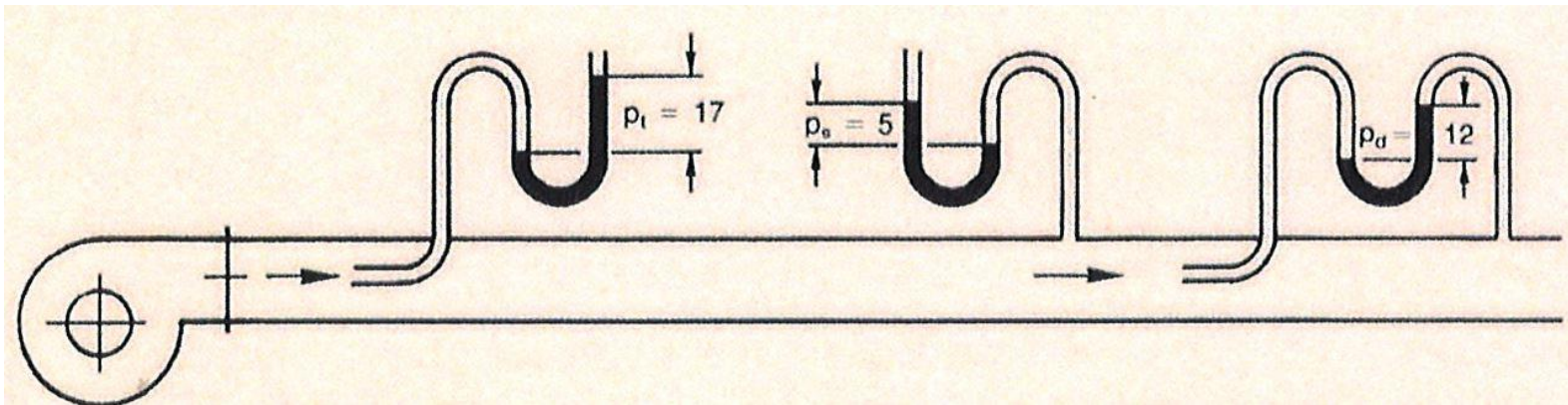


Fig. 1 - Ventilatore collegato in mandata. La pressione nella condotta è superiore alla pressione ambiente.

pressione totale - pressione statica = pressione dinamica

$$P_t (+ 17) - P_s (+5) = P_d (+ 12)$$

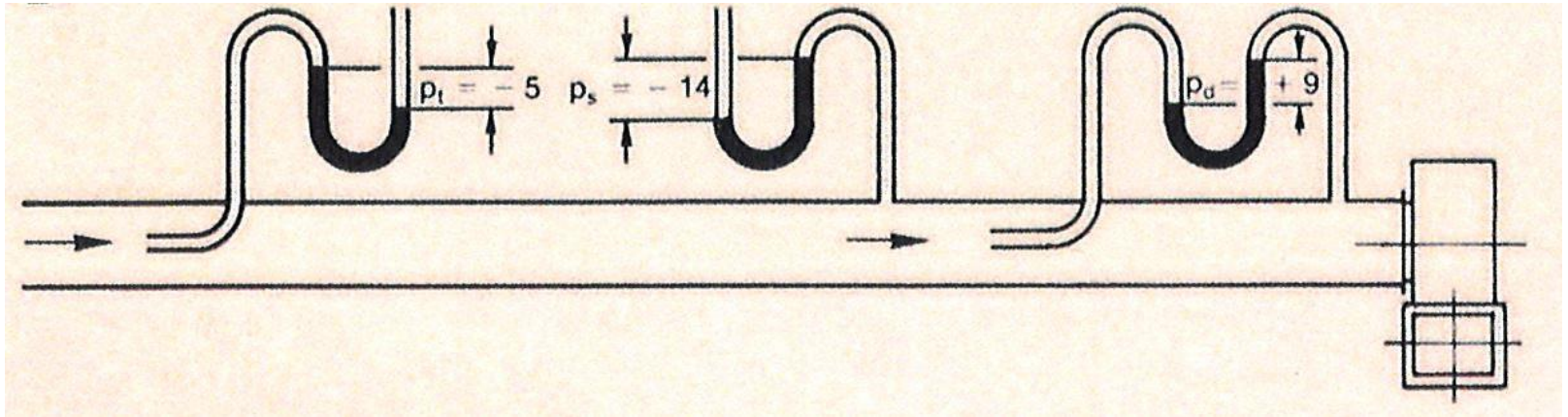
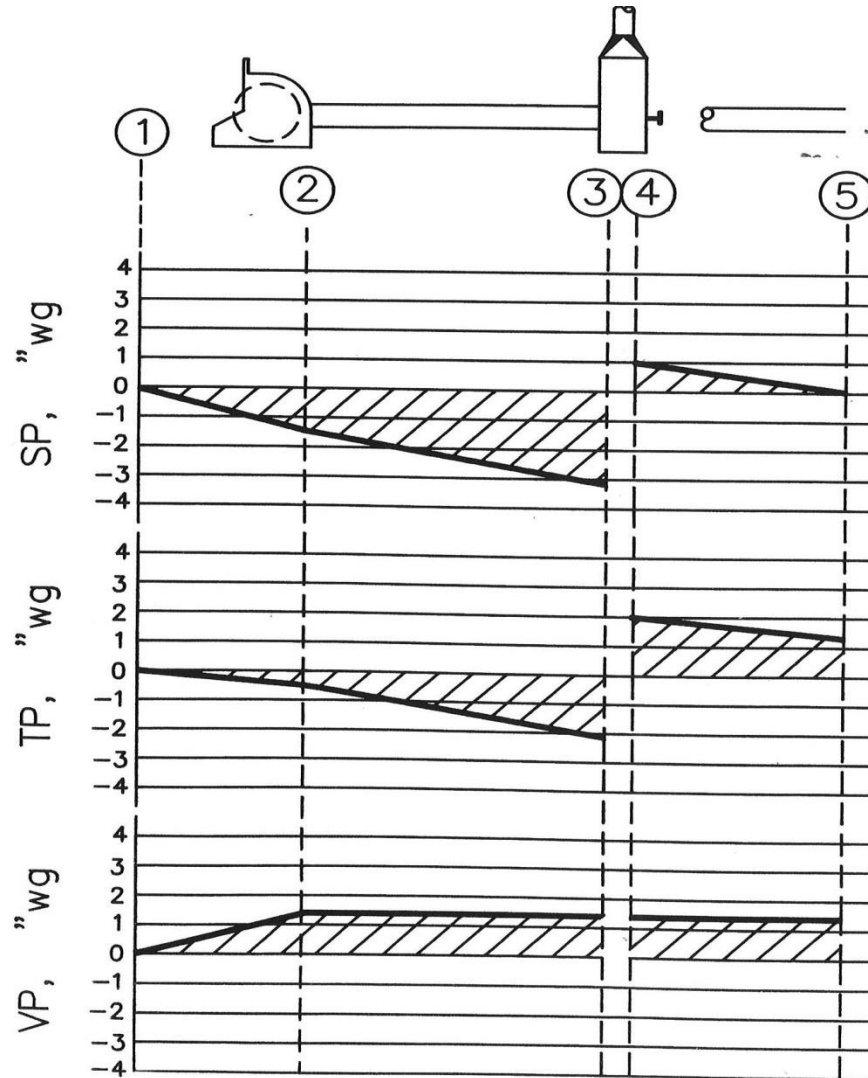
PARAMETRI DI CALCOLO DEL CIRCUITO DI ASPIRAZIONE

Fig. 2 - Ventilatore collegato in aspirazione. La pressione nella condotta è inferiore alla pressione ambiente.

pressione totale - pressione statica = pressione dinamica

$$P_t (- 5) - P_s (- 14) = P_d (+ 9)$$

PARAMETRI DI CALCOLO DEL CIRCUITO DI ASPIRAZIONE



VENTILATORI: TIPOLOGIE E LEGGI

Il ventilatore è il cuore di un sistema di aspirazione. E' la macchina operatrice rotante che trasmette al fluido che la attraversa una determinata **energia sotto forma di un aumento di pressione**. La pressione totale elaborata da un ventilatore corrisponde all'incremento di pressione totale del flusso fra la sezione di aspirazione e quella di mandata.

I ventilatori si possono suddividere in due grandi famiglie

Assiali: flusso in uscita il linea con quello in ingresso

Centrifughi: flusso in uscita perpendicolare a quello in ingresso

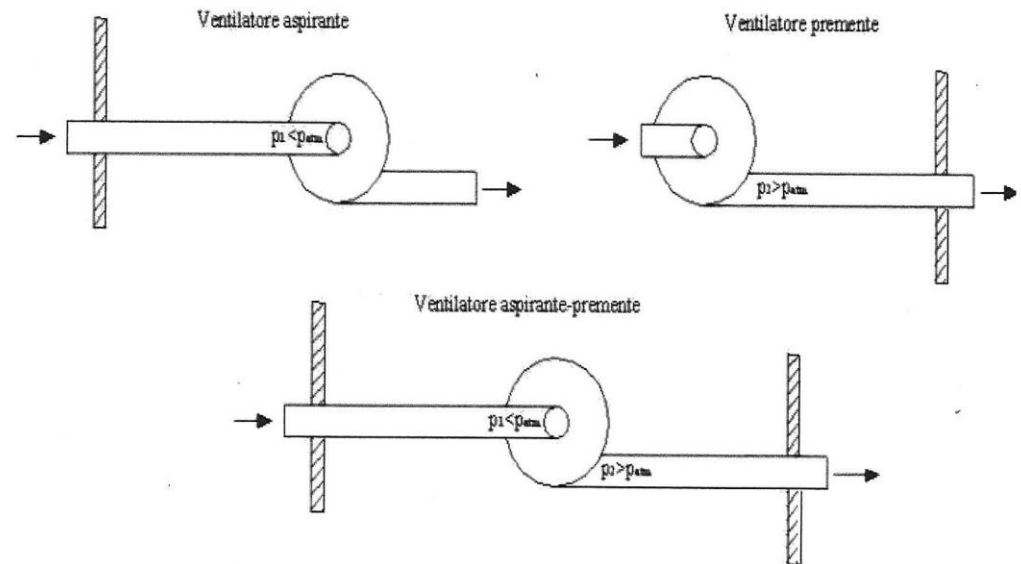


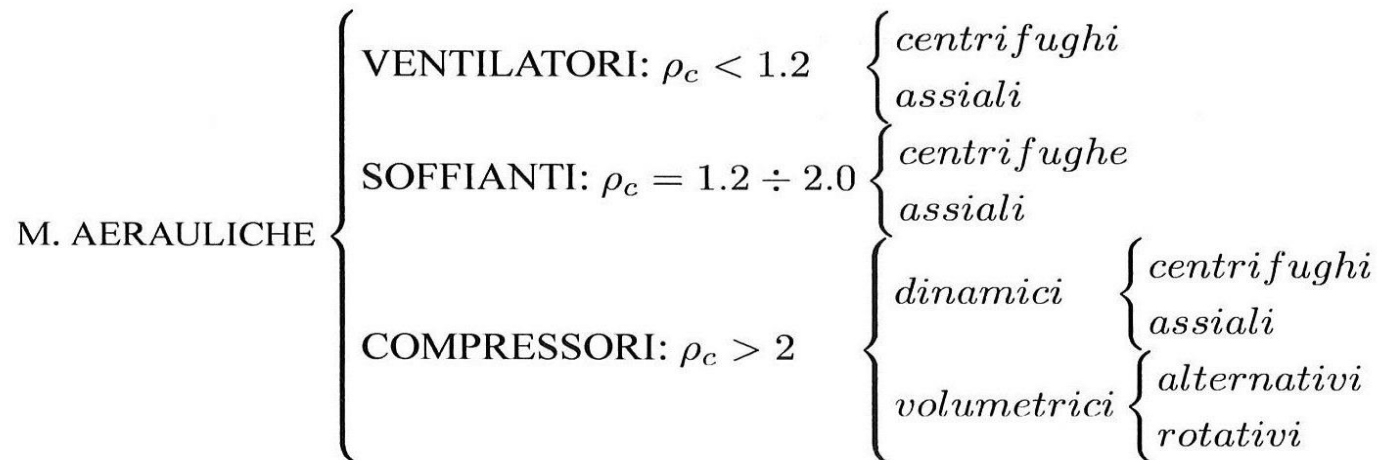
Figura 3.1: Esempi di installazione di un ventilatore

PARAMETRI DI CALCOLO DEL CIRCUITO DI ASPIRAZIONE

La classificazione delle macchine aerauliche avviene sulla base del *rapporto di compressione*:

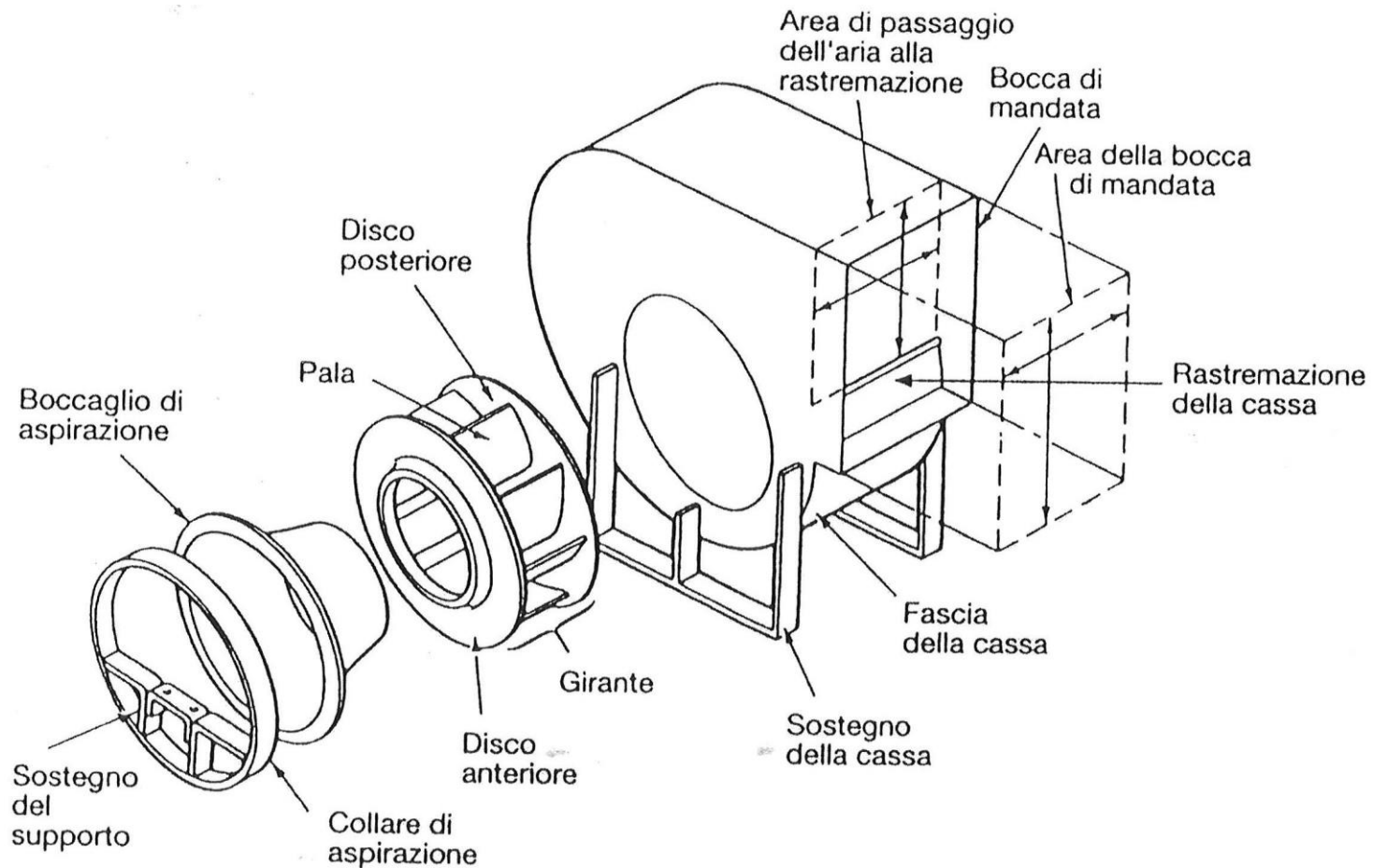
$$\rho_c = \frac{\text{pressione totale fluido in mandata}}{\text{pressione totale fluido in aspirazione}} = \frac{p_{t2}}{p_{t1}}$$

Si hanno le seguenti tipologie di macchine:



VENTILATORI: TIPOLOGIE E LEGGI

Un ventilatore è essenzialmente composto da cassa/chiocciola, girante, motore.



VENTILATORI: TIPOLOGIE E LEGGI

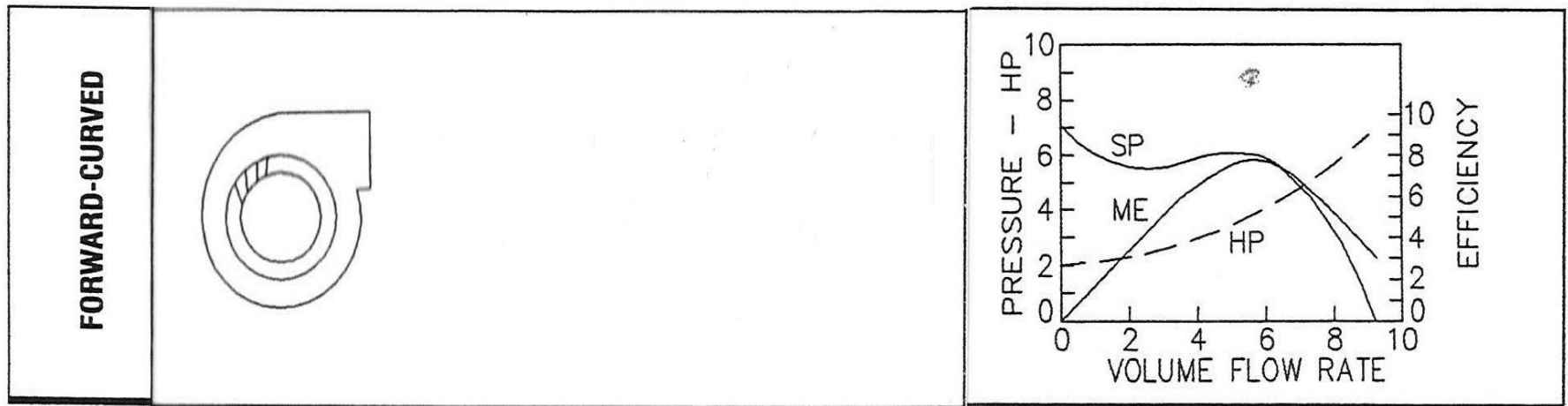
PALE IN AVANTI (tamburo, a gabbia di scoiattolo) – inclinate nello stesso senso rispetto a quello di rotazione.

Rendimenti 0,6 – 0,7. Numero pale 40 – 60

Rapporto di compressione: $1,01 \div 1,04$

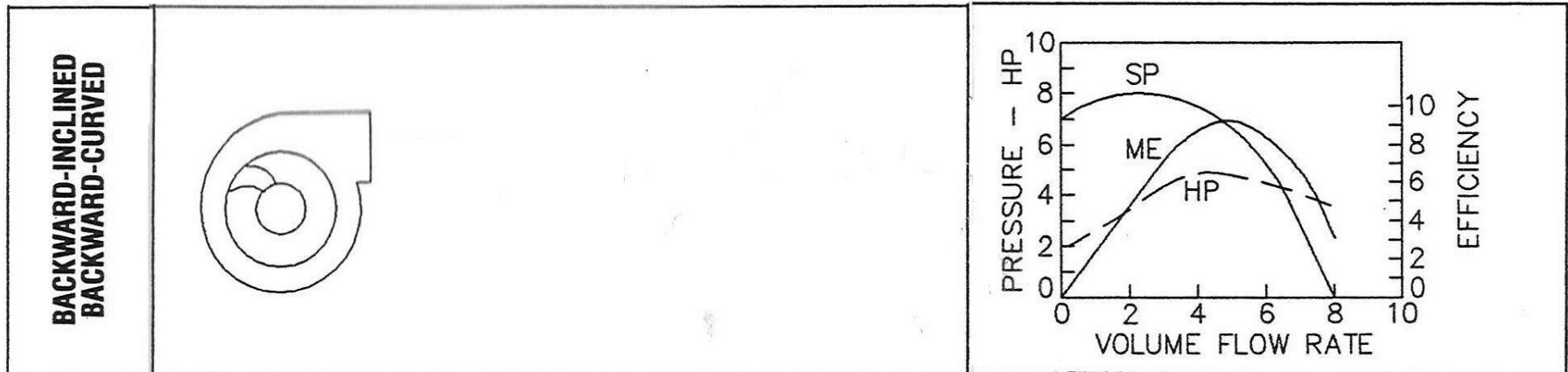
La curva di potenza sale rapidamente pertanto se il ventilatore si trova a lavorare ad una portata superiore a quella nominale tende a sovraccaricare il motore.

Inoltre la curva della PS (SP) presenta una sella con due possibili punti di funzionamento per la stessa pressione.



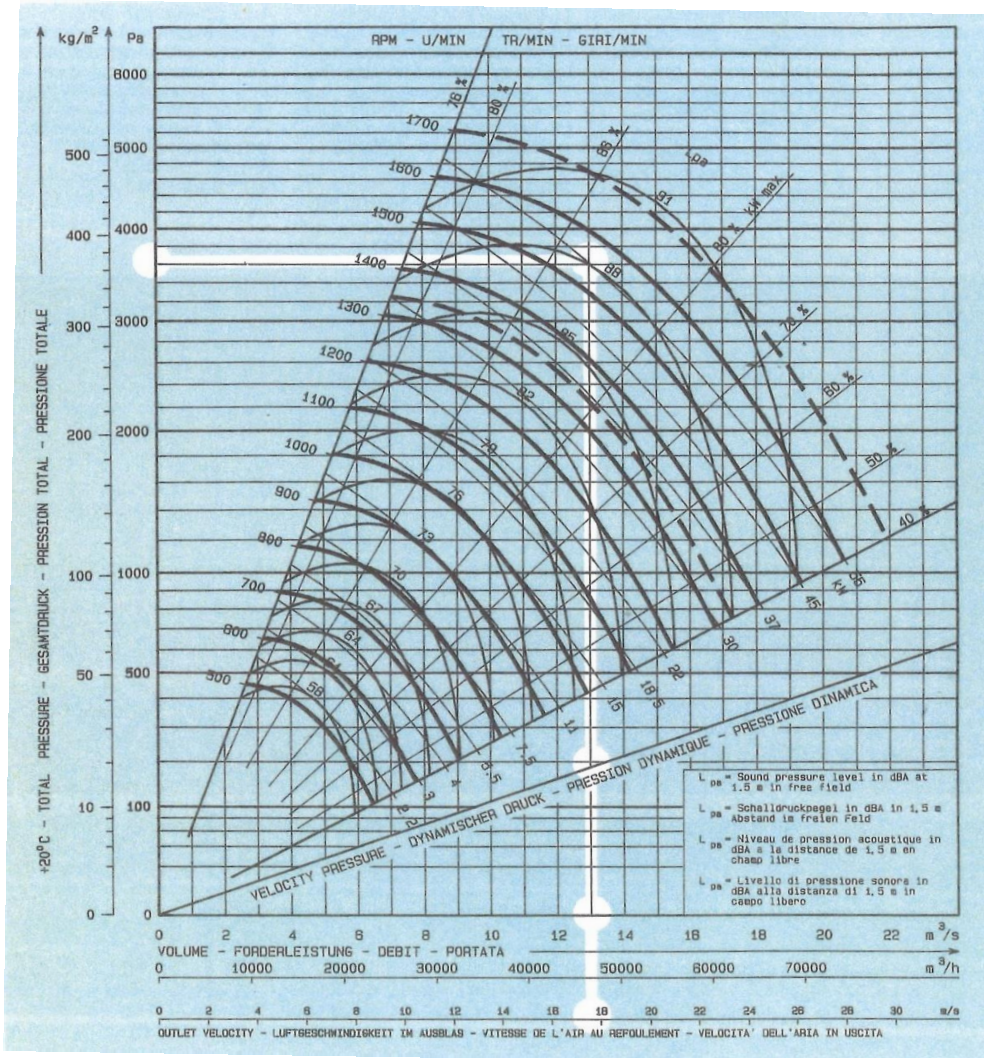
VENTILATORI: TIPOLOGIE E LEGGI

- PALE ROVESCE (all'indietro) – inclinate in senso opposto rispetto a quello di rotazione. Pale curve o rettilinee, a spessore costante o a profilo alare.
- Rendimenti 0,6 ÷ 0,8 (fino a 0,9 per profili alari). Numero inferiore a 20
- Rapporto di compressione: 1,04 ÷ 1,2
- Pale: dritte, curve, a spessore costante, a profilo alare
- Pale radiali per flussi polverosi



PER GLI IMPIANTI DI ASPIRAZIONE INDUSTRIALI INTERESSANO SOSTANZIALMENTE SOLO I VENTILATORI CENTRIFUGHI A PALE RADIALI O ROVESCE.

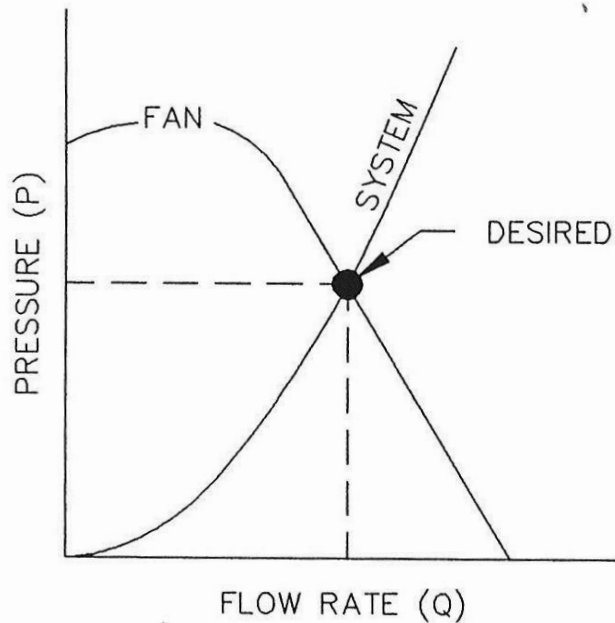
VENTILATORI: TIPOLOGIE E LEGGI



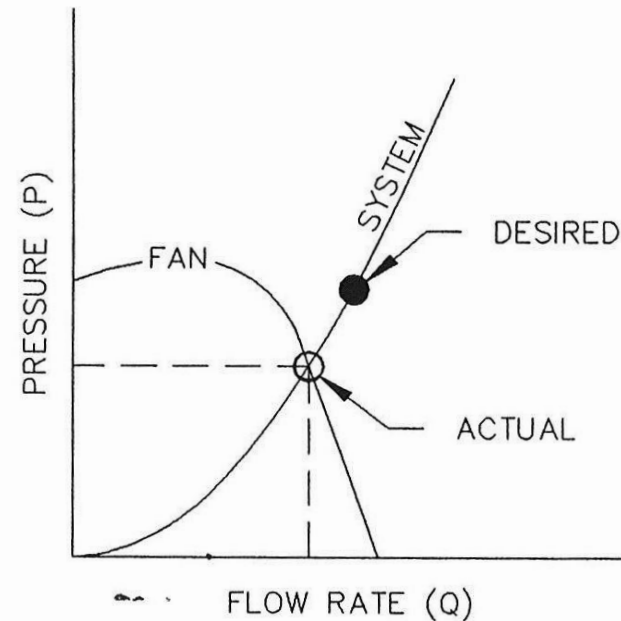
Un ventilatore lavora esclusivamente sulla propria curva determinata dalla geometria della girante e velocità di rotazione della girante (numero di giri al minuto) definita nelle condizioni di temperatura, umidità e densità dell'aria standard

VENTILATORI: TIPOLOGIE E LEGGI

- PUNTO DI FUNZIONAMENTO DI UN SISTEMA DI ASPIRAZIONE
- Un sistema di aspirazione si autoregola sulle perdite di carico del circuito.

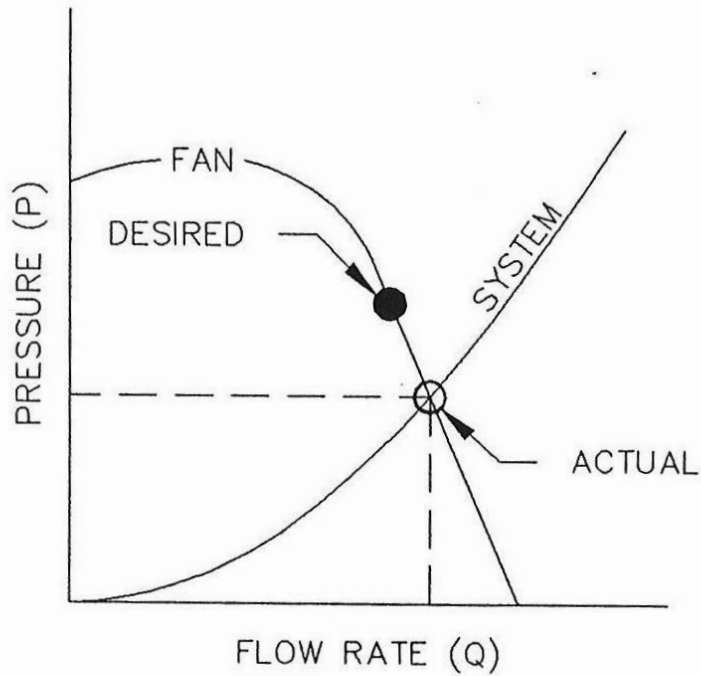


A. FAN AND SYSTEM MATCHED

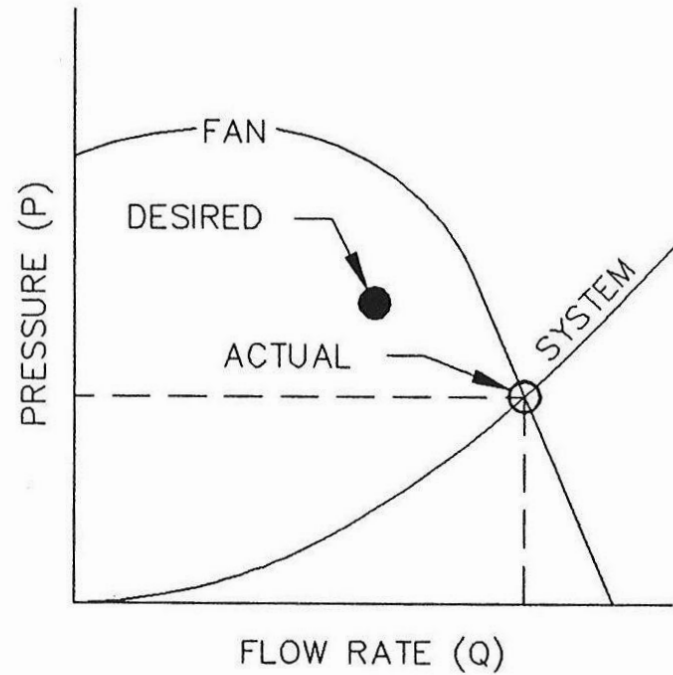


B. WRONG FAN.

VENTILATORI: TIPOLOGIE E LEGGI



C. WRONG SYSTEM.



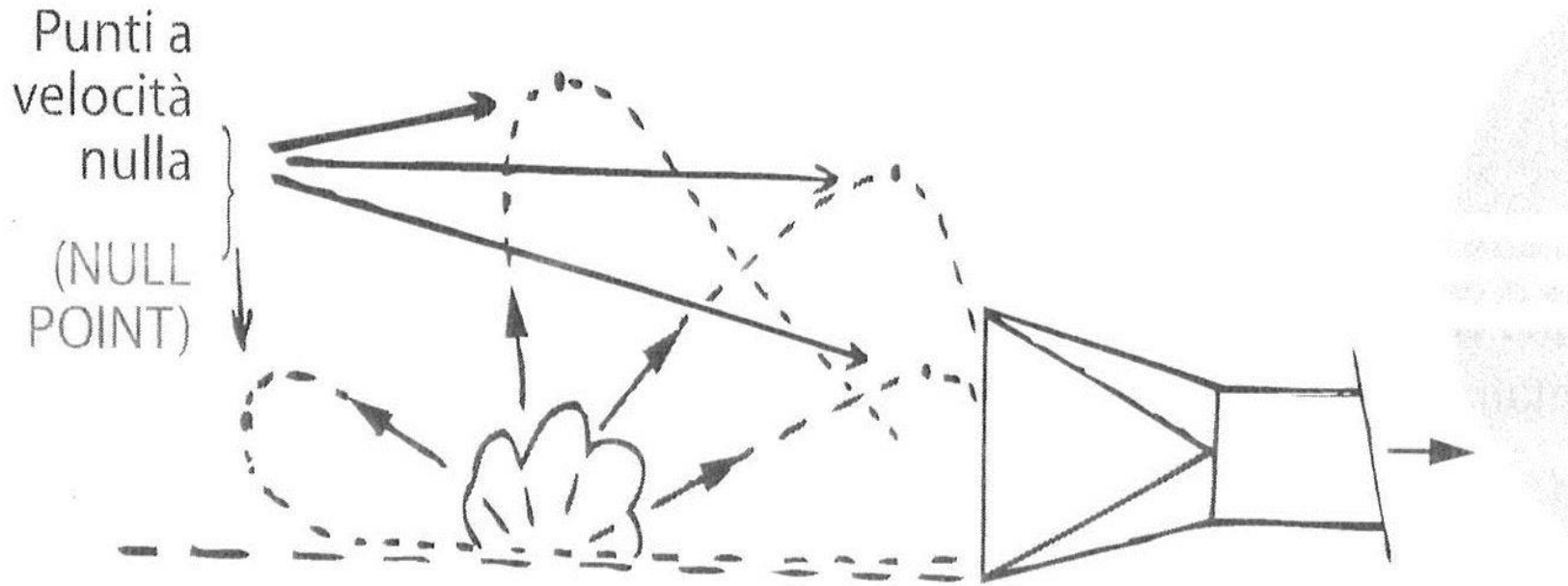
D. BOTH FAN AND SYSTEM WRONG

VENTILATORI: TIPOLOGIE E LEGGI

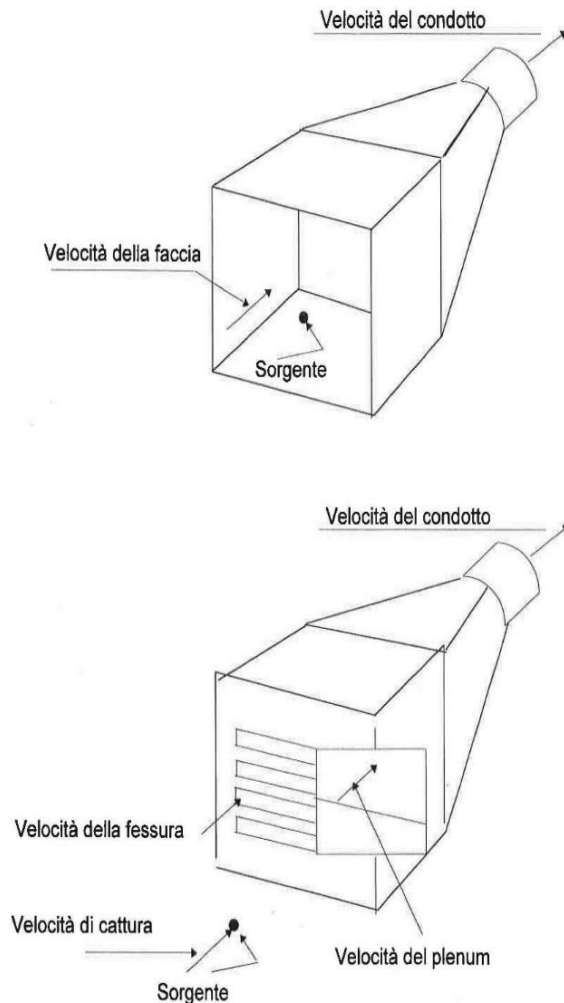
Leggi ventilatori valide (valide per un determinato diametro della girante)

- $Q_2 = Q_1 \frac{n_2}{n_1}$
- La portata varia proporzionalmente al rapporto del numero di giri della girante
- $P_2 = P_1 \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2$
- La pressione fornita varia con quadrato del rapporto del numero di giri della girante
- $N_2 = N_1 \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^3$
- La potenza assorbita dal motore varia col cubo del rapporto del numero di giri della girante
- $n = \frac{2 \times f \times 60}{p}$ numero di giri del motore f = frequenza Hz p = n° poli motore

VELOCITA' DI CATTURA E VELOCITA' DI TRASPORTO



VELOCITA' DI CATTURA E VELOCITA' DI TRASPORTO



VELOCITA' DI CATTURA: velocità dell'aria, misurata in qualsiasi punto di fronte alla cappa, necessaria per contrastare le correnti d'aria e a catturare l'inquinante forzandolo ad entrare nella cappa.

VELOCITA' FRONTALE: velocità dell'aria misurata sul piano di ingresso della cappa.

AREA FRONTALE: area dell'apertura della cappa.

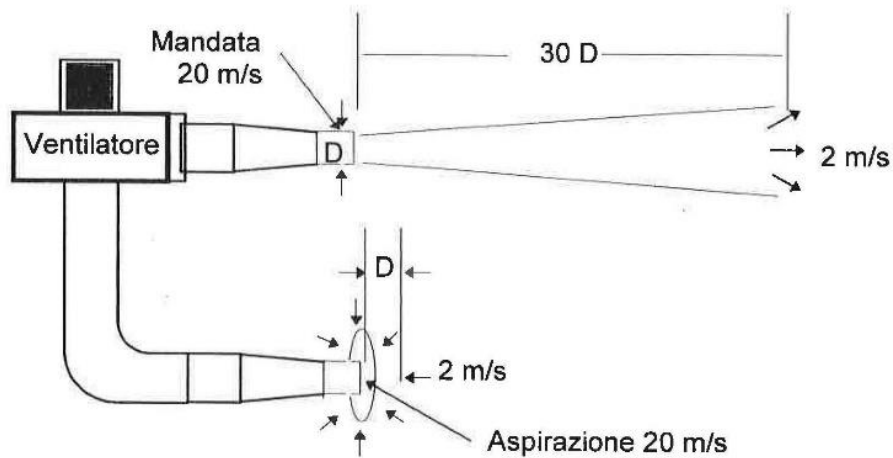
VELOCITA' DELLA FESSURA: velocità dell'aria che passa attraverso la/le fessura/e di una cappa;

VELOCITA' DEL PLENUM: velocità dell'aria all'interno del plenum; per una buona distribuzione dell'aria.

VELOCITA' NEL CONDOTTO - DI TRASPORTO: velocità dell'aria nella sezione trasversale del condotto.

Figura 36 - Nomenclatura essenziale

VELOCITA' DI CATTURA E VELOCITA' DI TRASPORTO



L'effetto aspirante di un ventilatore è molto inferiore a quello premente

Figura 64 - Getto in confronto con aspirazione.⁸

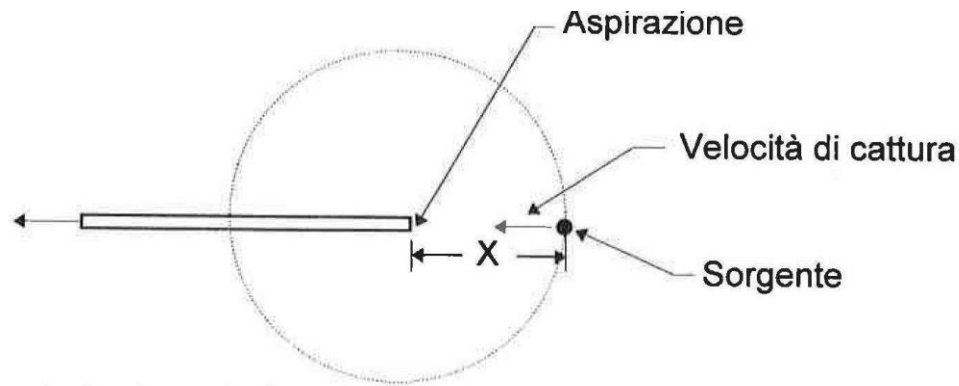
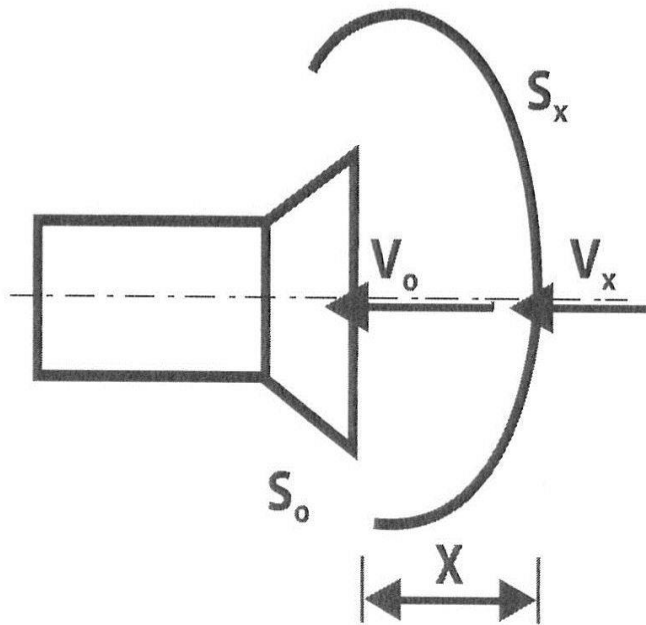


Figura 39 - Aspirazione idealizzata

VELOCITA' DI CATTURA E VELOCITA' DI TRASPORTO

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

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



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

VELOCITA' DI CATTURA E VELOCITA' DI TRASPORTO**VELOCITA' DI CATTURA****Tabella 7 - Velocità di cattura consigliate**

Generazione dell'inquinante	Esempi	Velocità di cattura (m/s)
1. L'inquinante entra, a velocità trascurabile, in aria calma	Sgrassaggio, evaporazione	0,25 - 0,50
2. L'inquinante entra, a bassa velocità, in aria in leggero movimento	Saldatura, riempimento	0,50 - 1,00
3. L'inquinante, generato energicamente, entra in aria in rapido movimento	Verniciatura a spruzzo	1,00 - 2,50
4. L'inquinante entra, ad alta velocità, in aria in rapido movimento	Smerigliatura, mola abrasiva	2,50 - 10,00
Valori inferiori di velocità di cattura	Valori superiori di velocità di cattura	
movimenti di aria ambiente minimi o agevolanti la cattura	movimenti di aria ambiente avversi la cattura	
inquinanti di bassa tossicità	inquinanti di elevata tossicità	
uso intermittente o basse velocità di produzione	uso continuo o velocità di produzione elevate	
cappe larghe o grandi masse di aria mosse	cappe piccole o piccole quantità di aria mosse	

VELOCITA' DI CATTURA E VELOCITA' DI TRASPORTO

VELOCITA' DI TRASPORTO

TABLE 3-2. Range of Minimum Duct Design Velocities*

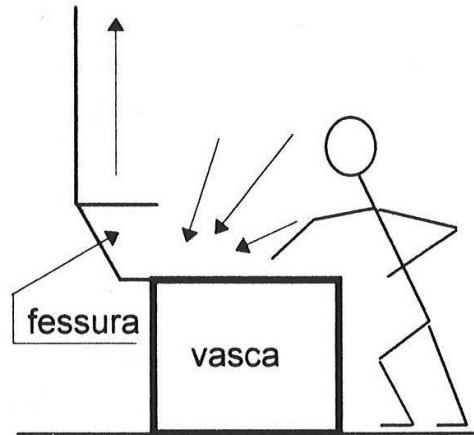
Nature of Contaminant	Examples	Design Velocity
Vapors, gases, smoke	All vapors, gases, and smoke	Any desired velocity (economic optimum velocity usually 1000–2000 fpm)
Fumes	Welding	2000–2500
Very fine light dust	Cotton lint, wood flour, litho powder	2500–3000
Dry dusts & powders	Fine rubber dust, Bakelite molding powder dust, jute lint, cotton dust, shavings (light), soap dust, leather shavings	3000–4000
Average industrial dust	Grinding dust, buffing lint (dry), wool jute dust (shaker waste), coffee beans, shoe dust, granite dust, silica flour, general material handling, brick cutting, clay dust, foundry (general), limestone dust, packaging and weighing asbestos dust in textile industries	3500–4000
Heavy dusts	Sawdust (heavy and wet), metal turnings, foundry tumbling barrels and shake-out, sand blast dust, wood blocks, hog waste, brass turnings, cast iron boring dust, lead dust	4000–4500
Heavy or moist	Lead dusts with small chips, moist cement dust, asbestos chunks from transite pipe cutting machines, buffing lint (sticky), quick-lime dust	4500 and up

TIPOLOGIA DI CAPPE

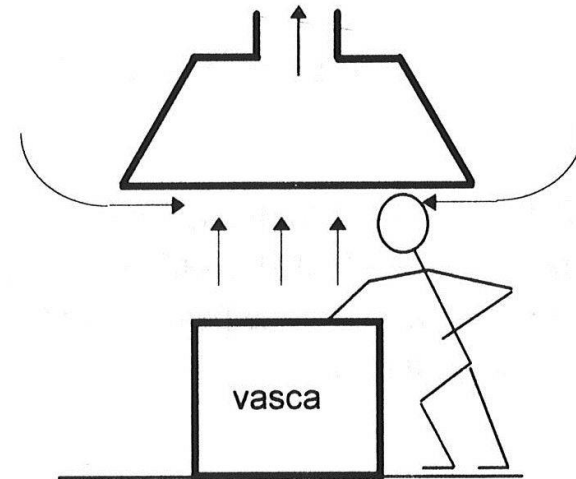
- **Cappa.** Il termine cappa indica genericamente il sistema attraverso il quale l'aria inquinata viene aspirata per rimuovere gli inquinanti nel punto di emissione.
- Indica una funzione a prescindere dalla forma geometrica.
- La forme e le dimensioni delle cappe sono svariate e sono in stretta relazione con la portata e gli inquinanti da aspirare.
- L'aspirazione, a seconda dei casi, può essere sia dal basso, che laterale o dall'alto.
- **Cappe a cabina**: sono quelle che chiudono totalmente o parzialmente il processo che genera gli inquinanti. Sono preferibili se il processo lo consente. Esempi: cappe di laboratorio, cabine di verniciatura a spruzzo, tunnel su linee galvaniche automatiche.
- **Cappe esterne**: quelle collocate in adiacenza alla sorgente delle emissioni senza racchiuderla. Esempi: a bordo vasca su vasche galvaniche, operazioni di saldatura.
- **Cappe a cortina**: sono quelle sospese sopra processi che emettono aria in temperatura. Si possono considerare una via di mezzo: a cabina se sono protette su due o tre lati, esterne nel caso siano libere.

TIPOLOGIA DI CAPPE

L'aspirazione deve essere tale da evitare che l'operatore venga investito dall'aria aspirata



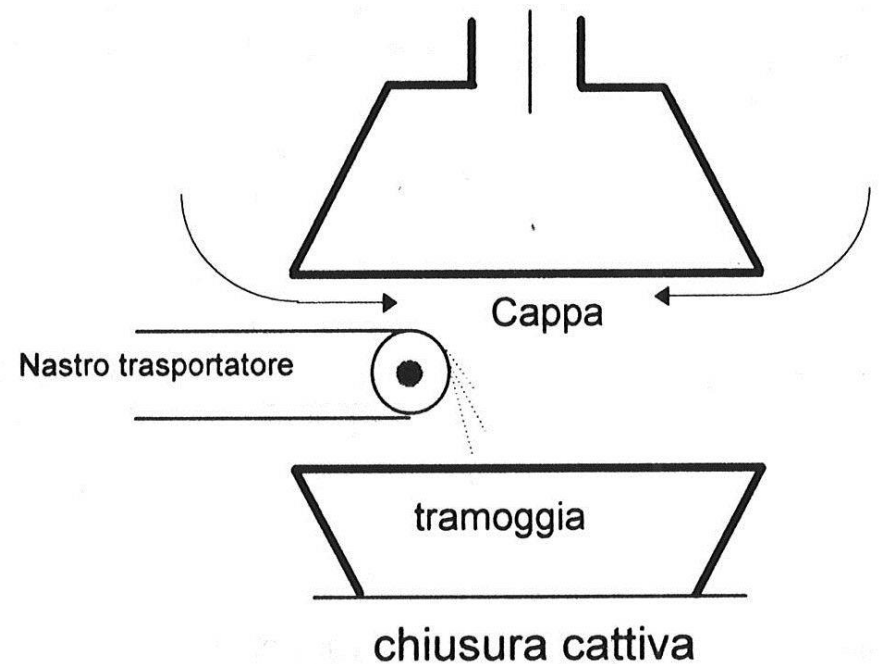
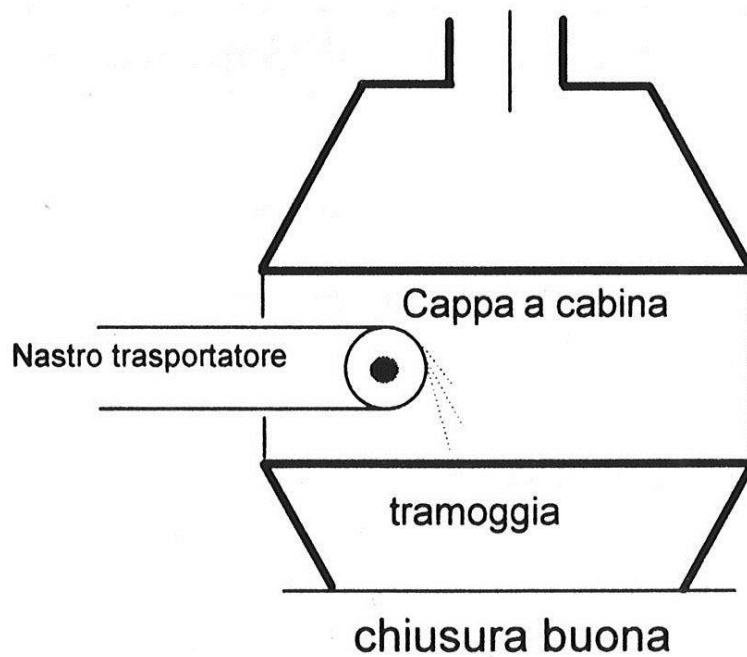
Direzione del flusso d'aria: buona



Direzione del flusso d'aria: cattiva

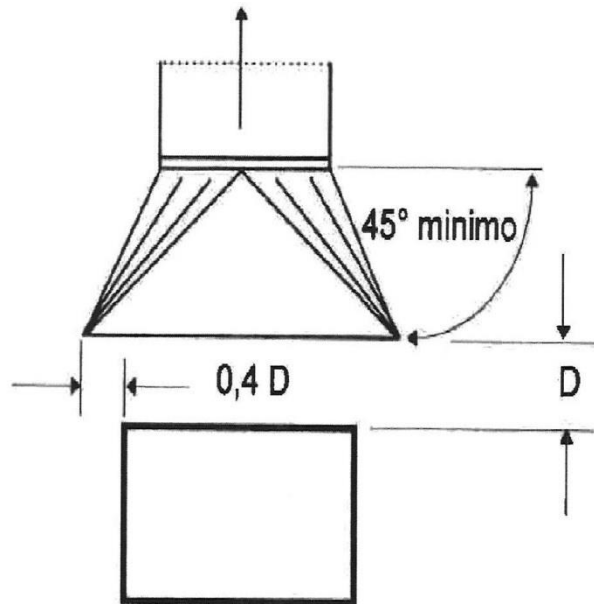
TIPOLOGIA DI CAPPE

L'aspirazione di gas, polveri o vapori deve essere fatta per quanto possibile in prossimità di dove si sviluppano e racchiudendo la sorgente.

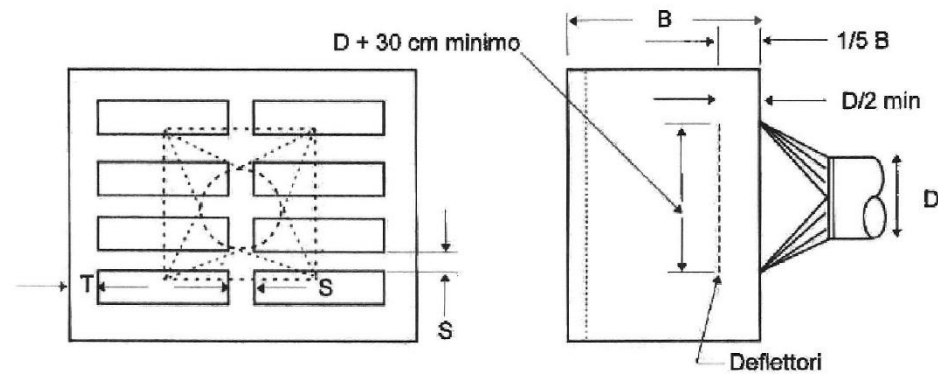


TIPOLOGIA DI CAPPE

CAPPA A CORTINA

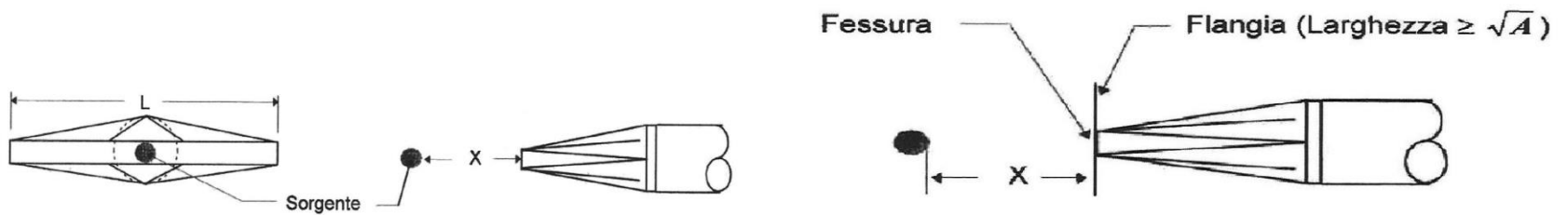
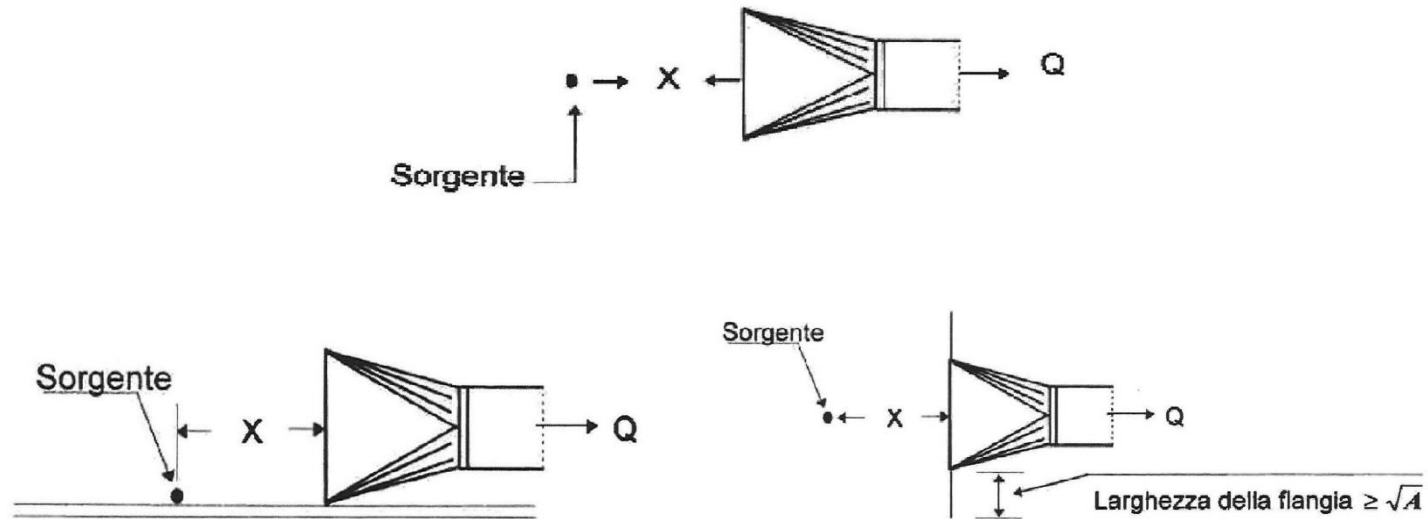


CAPPA A CABINA



TIPOLOGIA DI CAPPE

CAPPE LATERALI



TIPOLOGIA DI CAPPE

CAPPE LATERALI A FESSURA

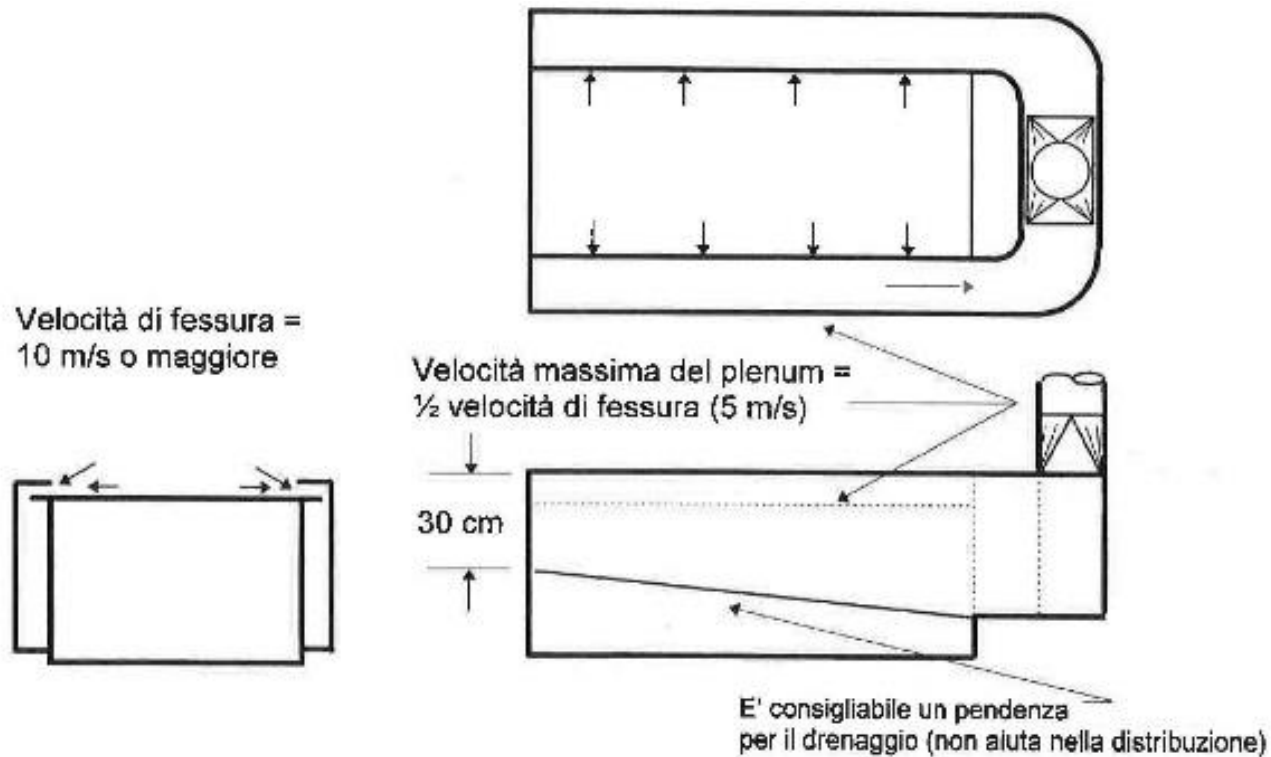


Figura 53 - Distribuzione a fessura. Una buona distribuzione si ottiene con basse velocità del plenum e alta velocità di fessura. Fessure superiori a 3 ÷ 3,5 m di lunghezza, richiedono di norma prese multiple.

TIPOLOGIA DI CAPPE

CAPPE A FESSURA CENTRALE

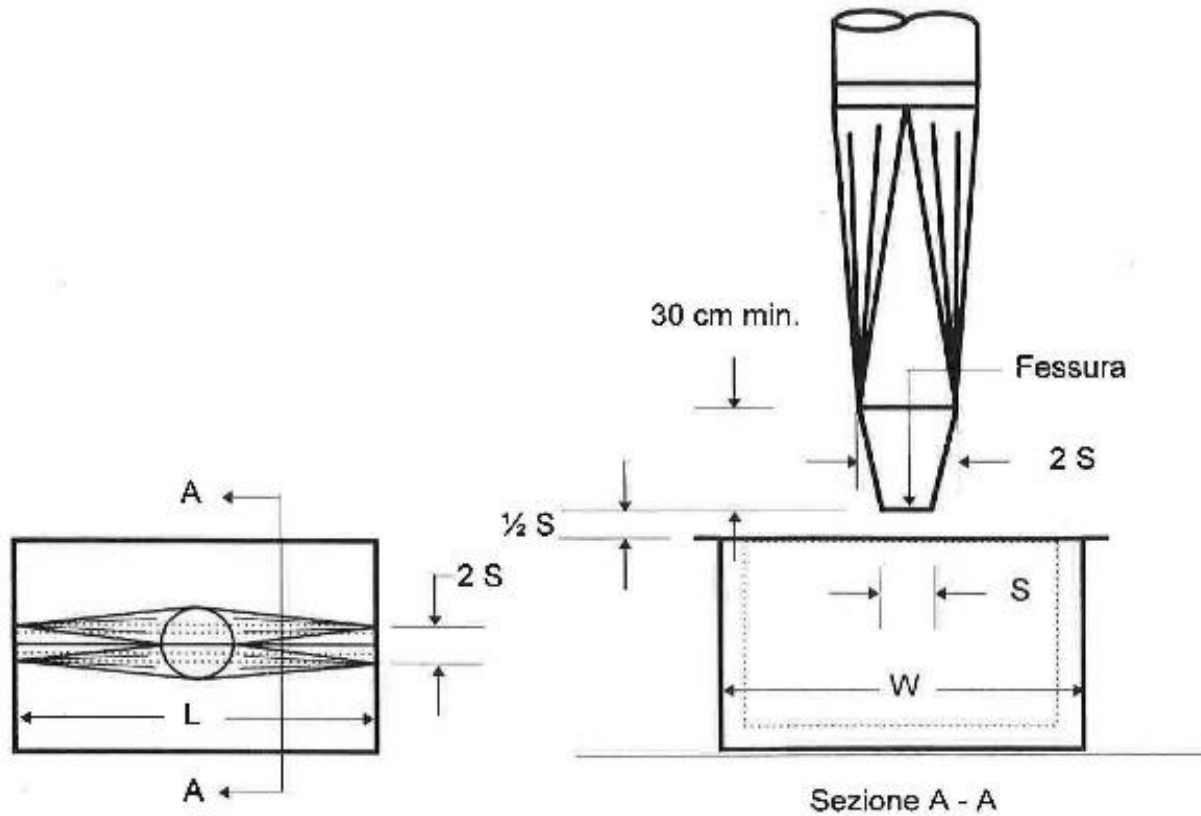
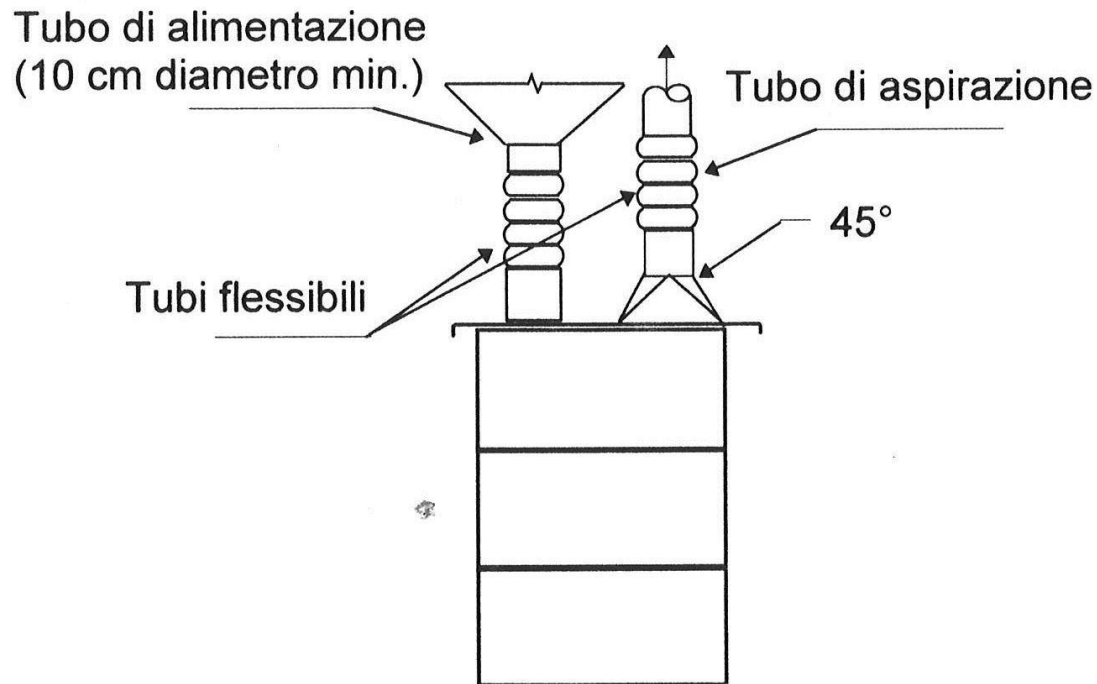


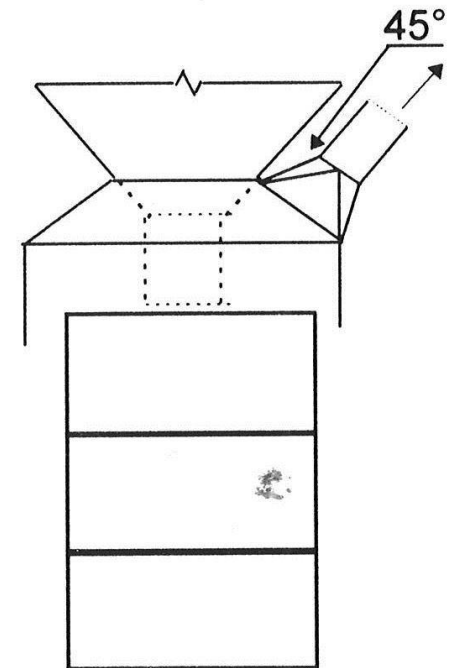
Figura 60 - Fessura centrale

TIPOLOGIA DI CAPPE

CAPPE SU OPERAZIONI DI RIEMPIMENTO



$$Q = 280 \text{ (m}^3\text{/h)} \times \text{diametro del fusto (m)}$$



$$Q = 500 - 650 \text{ (m}^3\text{/h)}$$

TIPOLOGIA DI CAPPE

CABINE SU VASCHE DI ZINCATURA A CALDO



TIPOLOGIA DI CAPPE



Captazione dei fumi

Protezione degli operatori dagli schizzi di zinco



TIPOLOGIA DI CAPPE

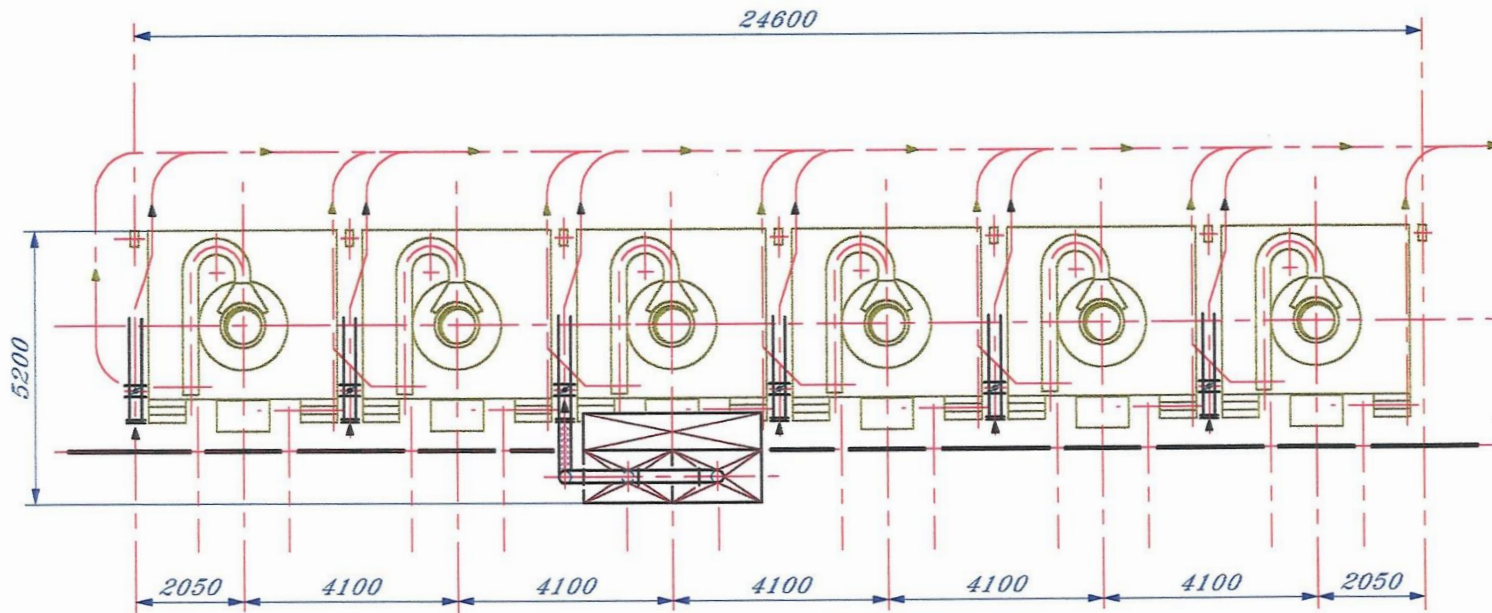
CAPPE SU CROGIOLI
PRODUZIONE DI OSSIDO DI ZINCO



TIPOLOGIA DI CAPPE



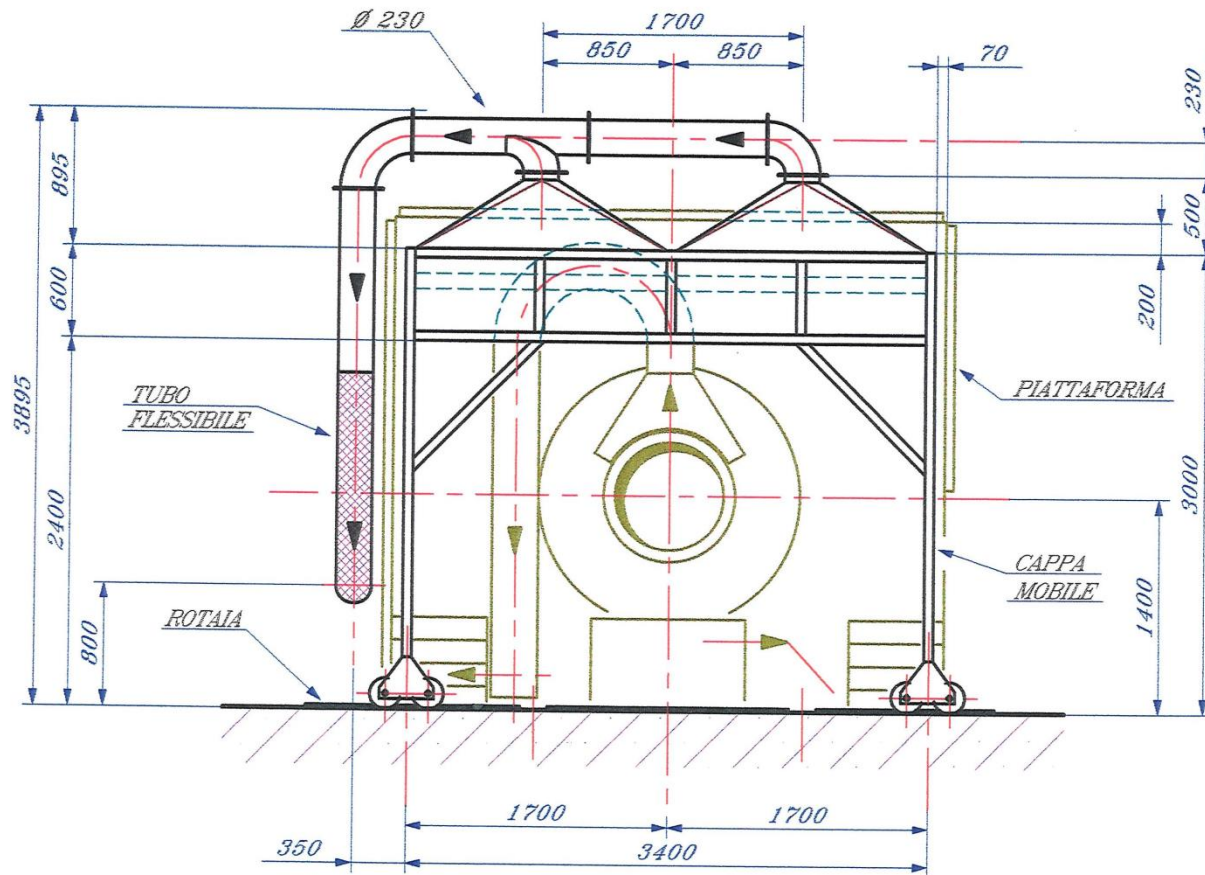
TIPOLOGIA DI CAPPE



IMPIANTO PRODUZIONE OSSIDO DI ZINCO
DISPOSIZIONE IN PIANTA DEI FORNI DISTILLAZIONE

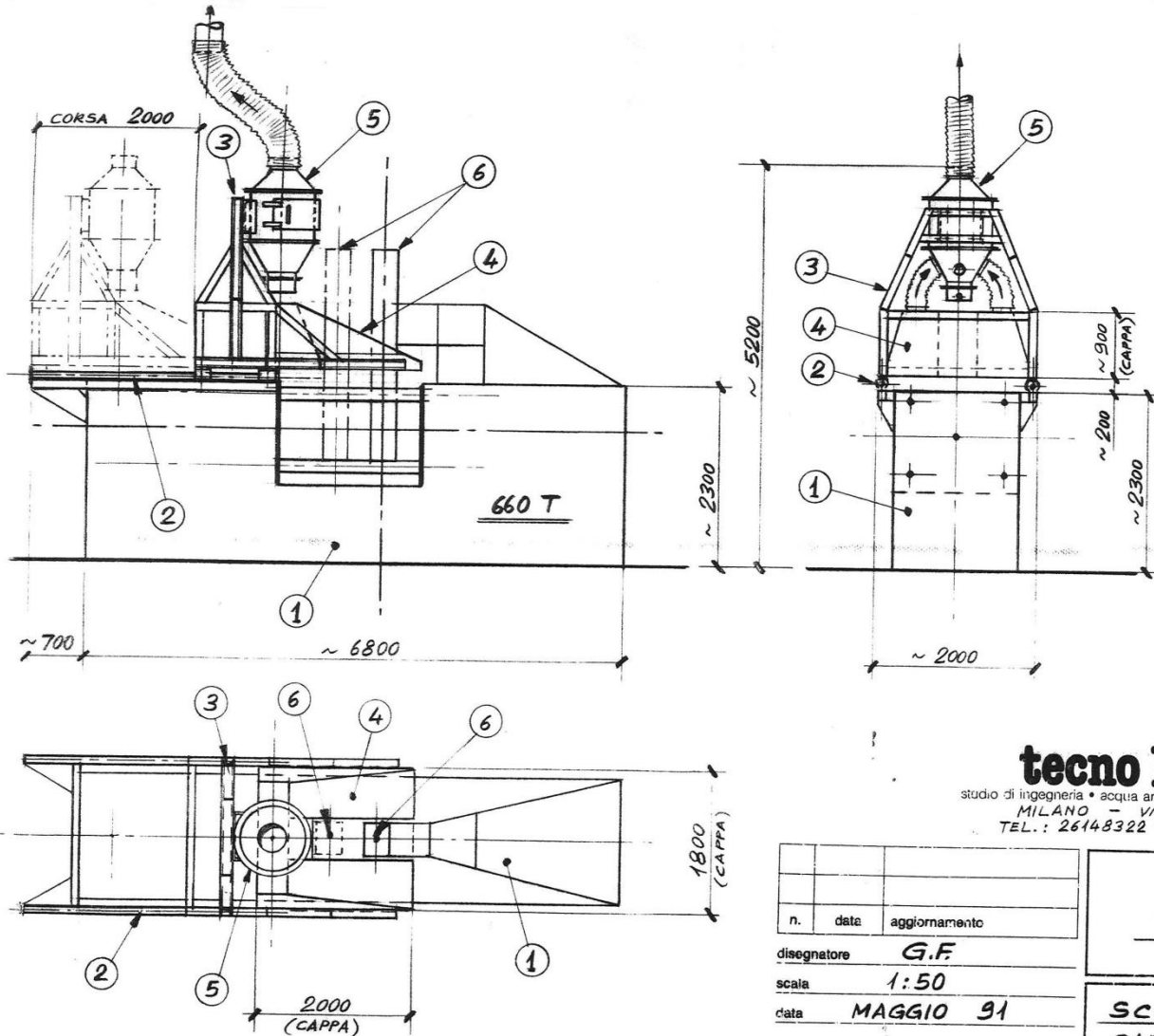
ASPIRAZIONE FUMI PULITURA CROGIUOLO - PRIMA PROPOSTA

TIPOLOGIA DI CAPPE



PARTICOLARE TIPICO POSTAZIONE
VISTA FRONTALE

TIPOLOGIA DI CAPPE



LEGENDA	
POS.	DESCRIZIONE
1	PRESSA (CORPO MACCHINA)
2	GUIDE SCORRIMENTO GRUPPO ASPIRAZ.
3	TELAIO SOSTEGNO CAPP E FILTRO
4	CAPP SPECIALE DI ASPIRAZIONE
5	FILTRO ABBATIM. PARTICOLATO

tecno habitat

studio di ingegneria • acqua aria energia • strutture civili industriali
MILANO - VIA DEI CYBO, 4
TEL.: 26148322 - FAX: 26145697

n.	data	aggiornamento
disegnatore	G.F.	
scala	1:50	
data	MAGGIO 91	

FOMMA S.A.S. MONTE MARENZO (BG)	
SCHEMA SISTEMA CAPTAZIONE.	2

SISTEMA PUSH-PULL

Il sistema push-pull utilizza **un getto di spinta ed una cappa aspirante** per ricevere il getto. Viene usato comunemente, ma non solo, su recipienti a superficie aperta come vasche di trattamento.

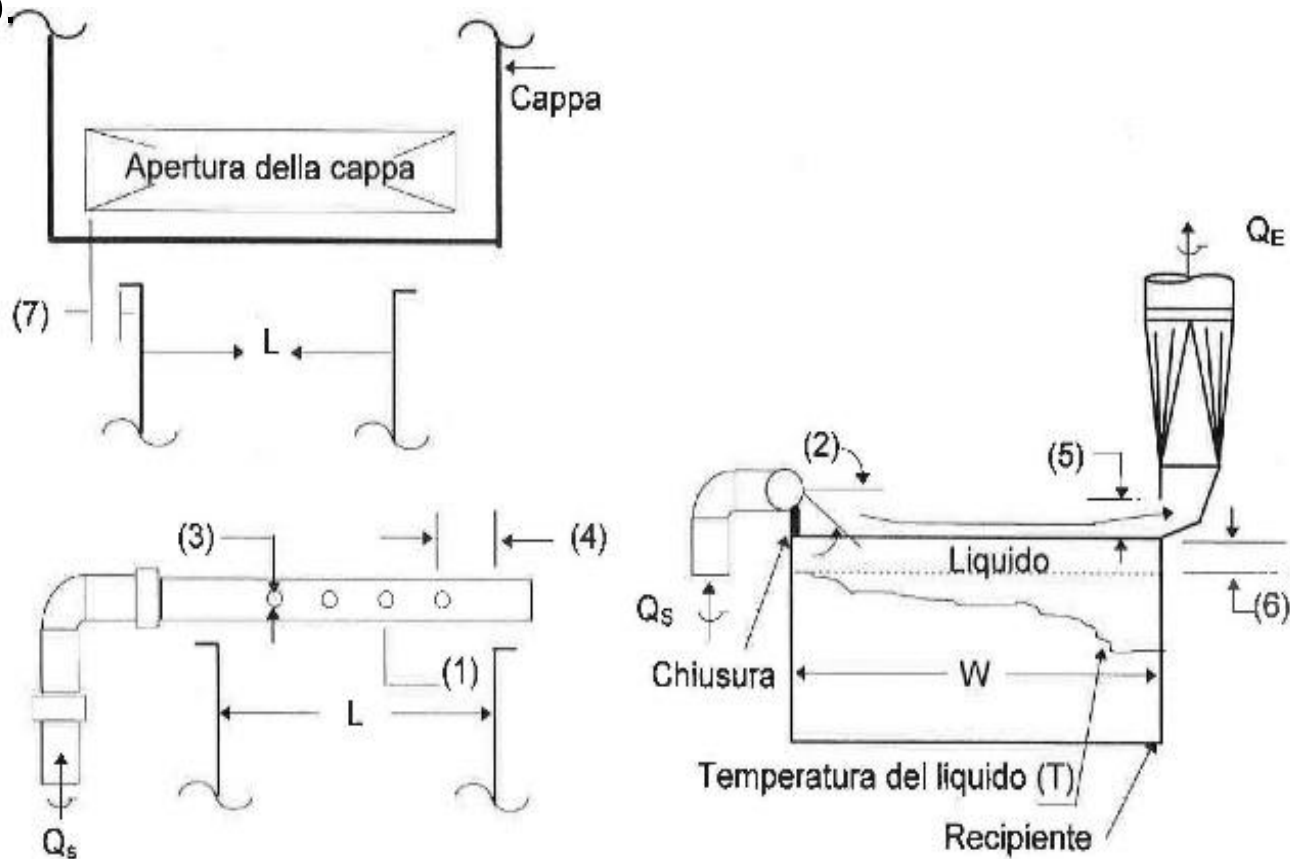


Figura 65 - Dati caratteristici per la progettazione di aspirazioni push-pull (larghezza < 3 m)

SISTEMA PUSH-PULL

Il vantaggio del sistema push-pull deriva dal fatto che il getto conserva la sua velocità per lunghe distanze, mentre la velocità di cattura di una cappa di aspirazione decade molto rapidamente con la distanza dalla cappa. Se impiegato in modo corretto, **il getto intercetta l'aria inquinata e la trasporta a distanze relativamente grandi fino alla cappa aspirante** fornendo un controllo altrimenti difficile o impossibile.

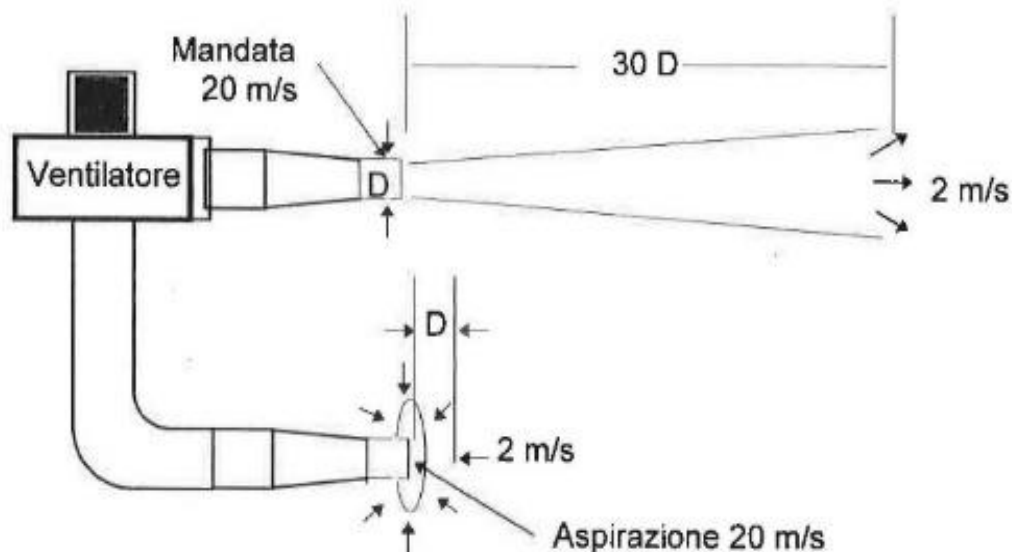


Figura 64 - Getto in confronto con aspirazione.⁸

SISTEMA PUSH-PULL

- Il getto d'aria dà luogo ad un flusso verso la cappa di aspirazione con una portata complessiva che può essere molto maggiore di quella iniziale in uscita dagli ugelli.
- **Il getto cattura l'aria circostante e cresce sia sul piano orizzontale che verticale.**
- All'opposto la **velocità del getto decade con la distanza dagli ugelli.**
- Gli ugelli del getto possono essere costituiti da **fessure orizzontali** o da **fori**.
- Il collettore degli ugelli può avere una sezione trasversale rotonda, rettangolare, o quadrata.
- Per la cappa di aspirazione destinata a ricevere il flusso del getto di spinta valgono le stesse considerazioni di progetto delle cappe aspiranti.
- Gli ugelli normalmente sono costituiti da una fessura orizzontale di 3-6 mm o da fori di 4-6 mm di diametro con delle spaziature di 3-8 diametri.
- Su questa base si può impostare il **calcolo della portata del getto.**
- La **portata di aspirazione della cappa è calcolabile con un'equazione.**

SISTEMA PUSH-PULL

Non è sufficiente inviare un getto d'aria. E' **fondamentale il bilanciamento tra l'aria soffiata e quella aspirata** intese come velocità di arrivo e di ripresa.

L'obiettivo è **far coincidere la velocità dell'aria in arrivo con la velocità di cattura.**

$$\frac{Q_x}{Q_0} = 1,2 \sqrt{\left(\frac{ax}{b_0}\right) + 0,41}$$

$$\frac{V_x}{V_0} = \frac{1,2}{\sqrt{\left(\frac{ax}{b_0}\right) + 0,41}}$$

Q_0 = portata del getto immessa dagli ugelli (m^3/s)

Q_x = portata del getto ad una distanza x dagli ugelli (m^3/s)

V_0 = velocità di uscita dagli ugelli (m/s)

V_x = velocità massima del getto alla distanza x dagli ugelli (m/s)

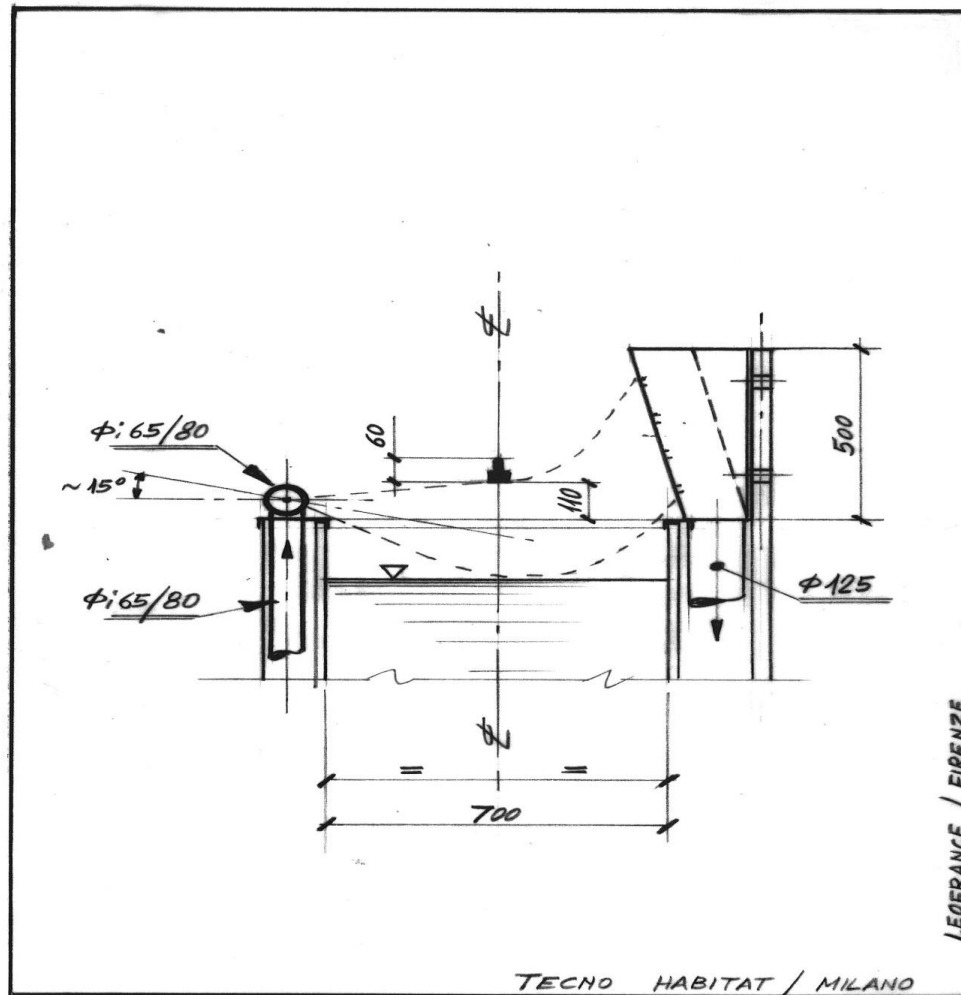
a = fattore caratteristico dell'ugello (0,13 per fessure e tubazioni)

x = distanza dall'ugello (m)

b_0 = se l'ugello è sospeso liberamente (getto libero piano), b_0 è uguale alla metà della larghezza totale dell'apertura. Se è posto sopra o molto vicino ad una superficie piana (getto a parete) b_0 è uguale alla intera larghezza dell'apertura. Per tubazioni con fori, b_0 è la larghezza di una fessura di area equivalente.

SISTEMA PUSH-PULL

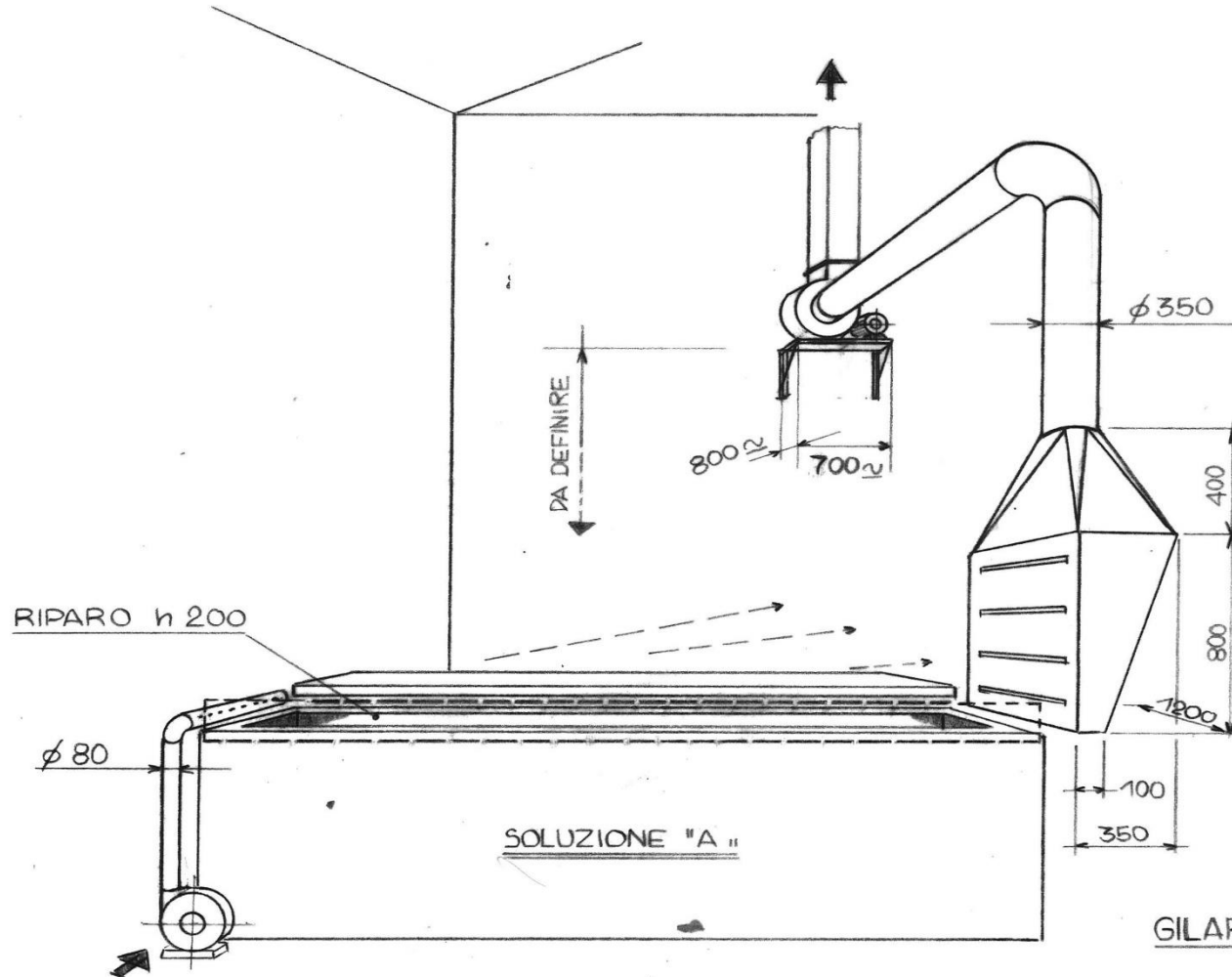
Le ostruzioni sul percorso del getto sono un problema frequente e devono essere ridotte al minimo in particolar modo in prossimità degli ugelli.



tecno habitat

società di ingegneria

SISTEMA PUSH-PULL



tecno habitat MILANO

GILARDONI SPA

SISTEMA PUSH-PULL



PROGETTAZIONE DI UN SISTEMA DI ASPIRAZIONE - ELEMENTI BASE

- Un impianto di aspirazione localizzata, come qualsiasi impianto, dovrebbe essere progettato da tecnici qualificati, realizzato a regola d'arte e correttamente utilizzato dai lavoratori. L'obiettivo è ottenere un sistema

EFFICIENTE ED EFFICACE

- **Sistema efficiente:** quando c'è corrispondenza costruttiva dell'impianto alle regole della fluidodinamica e dell'igiene industriale.
- **Sistema efficace:** quando l'impianto ha la capacità di ridurre l'esposizione personale dei lavoratori anche in relazione al modo in cui viene utilizzato.
- Un sistema, naturalmente, può essere

Efficiente e non efficace – Efficace e non efficiente

NORMALMENTE UN IMPIANTO DI ASPIRAZIONE CHE E' IL RISULTATO DI UN BUON COMPROMESSO TECNICO CON I PARAMETRI DI PROGETTAZIONE DI RIFERIMENTO ED ECONOMICO SI PUO' CONSIDERARE UN BUON IMPIANTO

PROGETTAZIONE DI UN SISTEMA DI ASPIRAZIONE - ELEMENTI BASE

Le voci da considerare per la progettazione sono

- IL TIPO DI INQUINANTE
- LA VELOCITA' DI EMISSIONE
- LE CONDIZIONI AMBIENTALI
- LA GEOMETRIA DELLA SORGENTE
- IL TIPO DI CAPPА
- LA VELOCITA' DI CATTURA
- LA DETERMINAZIONE DELLA PORTATA
- IL DIMENSIONAMENTO DELLA RETE DEI CONDOTTI
- (LA SCELTA SISTEMA DI ABBATTIMENTO)
- IL CALCOLO DELLE PERDITE DI CARICO
- LA SCELTA DEL VENTILATORE
- LA SCELTA DEL MOTORE

La sequenza non è rigorosa salvo che per i primi quattro punti

PROGETTAZIONE DI UN SISTEMA DI ASPIRAZIONE - ELEMENTI BASE

APPROCCI ERRATI DI OPERATORI DEL SETTORE

1. Per aumentare la portata di un circuito di aspirazione si aumenta la velocità dell'aria intervenendo sulle tubazioni restringendo la sezione di passaggio.

in realtà la velocità aumenta ma la portata diminuisce perché aumentano le perdite di carico.

2. Per aumentare la portata o la prevalenza fornite dal ventilatore si installa un motore più grosso.

Il corollario è:

Per una portata del genere ci vuole un motore da tot cavalli (kW).

3. Si aumenta la velocità di ingresso in cappa per aumentare la velocità di cattura. Per aumentare la velocità di cattura si aumenta la portata.

4. A volte si sente dire: quel ventilatore a valle del filtro non ce la fa ad aspirare. Spostiamolo a monte per farlo lavorare in mandata e avere più prevalenza.

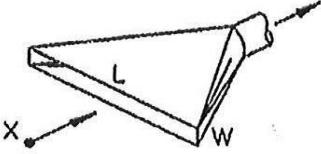
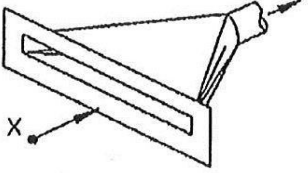
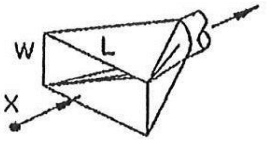
Un ventilatore che lavora con le stesse modalità fornisce le stesse prestazioni indipendentemente dalla posizione.

PROGETTAZIONE DI UN SISTEMA DI ASPIRAZIONE - ELEMENTI BASE

AI FINI DELLA DETERMINAZIONE DELLA PORTATA E' NECESSARIO CONSIDERARE

- Il risultato generale che si vuole conseguire.
- I parametri da rispettare richiesti dalle autorizzazioni, dalle norme e dalle leggi.
- Il costo di realizzazione impianto di aspirazione
- Il costo dell'eventuale impianto di abbattimento
- I costi di esercizio degli impianti
- La necessità o meno di aria di reintegro
- La necessità o meno di riscaldare l'aria di reintegro
- Le possibilità di variazioni future

PROGETTAZIONE DI UN SISTEMA DI ASPIRAZIONE - ELEMENTI BASE

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	$Q = 3,7 \cdot L \cdot V_X \cdot X$
	Aspirazione a fessura flangiata	0,2 o minore	0,4 . W	$Q = 2,6 \cdot L \cdot V_X \cdot X$
 <p>$A = W/L$</p>	Aspirazione ad apertura piana	0,2 maggiore o rotonda	0	$Q = V_X (10 \cdot X^2 + A)$

Q_N : portata d'aria necessaria (m^3/s)

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

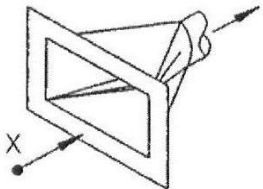
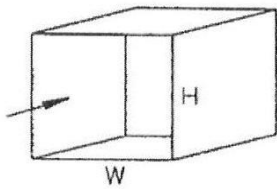
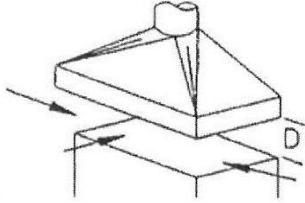
L : lunghezza della cappa (m)

W : larghezza della cappa (m)

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

A : area superficie ingresso cappa = W . L

PROGETTAZIONE DI UN SISTEMA DI ASPIRAZIONE - ELEMENTI BASE

	<p>Aspirazione ad apertura piana flangiata</p>	<p>0,2 maggiore o rotonda</p>	<p>$0,2 \cdot (L \cdot W)^{1/2}$</p>	<p>$Q = 0,75 \cdot V_x (10 \cdot X^2 + A)$</p>
	<p>Cabina</p>	<p>—</p>	<p>0</p>	<p>$Q = V \cdot A = V \cdot W \cdot H$</p>
	<p>Cappa a tetto o a baldacchino</p>	<p>—</p>	<p>0</p>	<p>$Q = 1,4 \cdot P \cdot V_x \cdot D$ P = perimetro della lavorazione (m) D = altezza sulla lavorazione (m)</p>

Q_N : portata d'aria necessaria (m^3/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 = $W \cdot L$

PROGETTAZIONE DI UN SISTEMA DI ASPIRAZIONE - ELEMENTI BASE**Tabella 8 - Determinazione del potenziale di rischio**

Potenziale di rischio	TLV per gas (ppm)	TLV per polveri (mg/m ³)	Flash point (°C)
A	0-10	0-0,1	
B	11-100	0,11-1,0	< 37
C	101-500	1,1-10	38-93
D	> 500	> 10	> 93

Tabella 13 - Classificazione di processi tipici

Produzione	Inquinante	Rischio	Sviluppo inquinante
Alluminio	acidi cromico - solforico	A	1
Galvanica	acido cromico	A	1
	nebbie di cianuri	C	2
Pulizia dei metalli	nebbie alcaline	C	1
Acqua calda - ebollizione	vapore d'acqua	D	1
id. - non al bollore		D	2
Decapaggio	acido cloridrico	A	2
	acido solforico	B	1

PROGETTAZIONE DI UN SISTEMA DI ASPIRAZIONE - ELEMENTI BASE**Tabella 11 - Velocità di controllo (m/s)**

Classi (v. Tabelle 8 e 9)	Cappa a cabina		Aspirazione laterale	Cappe a cortina	
	1 lato aperto	2 lati aperti		3 lati aperti	4 lati aperti
A1, A2	0,50	0,75	0,75	non usare	non usare
A3*, B1, B2, C1	0,38	0,50	0,50	0,63	0,88
B3, C2, D1	0,33	0,45	0,38	0,50	0,75
A4*, C3, D2	0,25	0,38	0,25	0,38	0,63
B4, C4, D3, D4	Necessaria adeguata ventilazione generale dell'ambiente				

(*) *non usare cappe a cortina per processi di classe A*

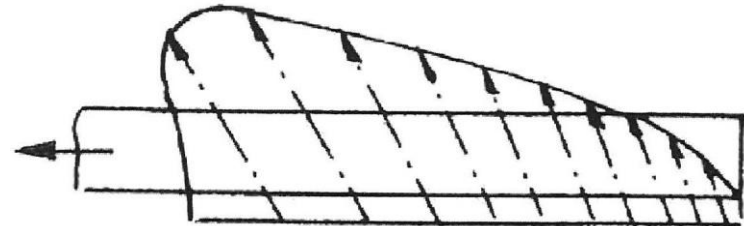
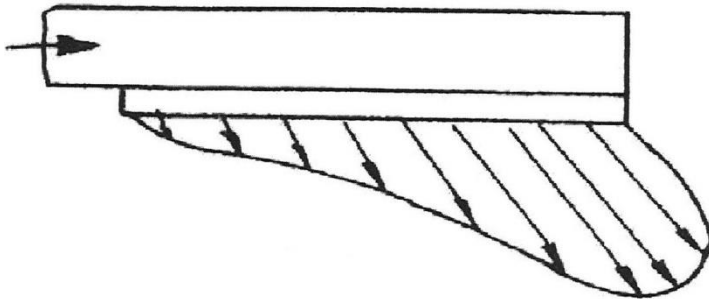
PROGETTAZIONE DI UN SISTEMA DI ASPIRAZIONE - ELEMENTI BASE

Tabella 12 - Portate di aria in m³/s per m² di superficie del recipiente per aspirazione laterale						
Velocità di controllo richiesta	$\frac{W}{L} = \frac{\text{larghezza del serbatoio}}{\text{lunghezza del serbatoio}}$					
(m/s) (da Tabella 11)	0,0 - 0,09	0,1 - 0,24	0,25 - 0,49	0,5 - 0,99	1,0 - 2,0 ⁶	
Cappe laterali appoggiate contro il muro o flangiate (v. nota⁷; Tabella 14 punto 12; Figura 59)						
0,25	0,25	0,30	0,38	0,45	0,50	
0,38	0,38	0,45	0,55	0,65	0,75	
0,50	0,50	0,63	0,75	0,88	1,00	
0,75	0,75	0,95	1,13	1,25	1,25	
Cappe laterali sospese libere (v. nota⁷ e Figure 61 e 62)						
0,25	0,38	0,45	0,50	0,55	0,63	
0,38	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95	
0,50	0,75	0,88	1,00	1,13	1,25	
0,75	1,13	1,25	1,25	1,25	1,25	

PROGETTAZIONE DI UN SISTEMA DI ASPIRAZIONE - ELEMENTI BASE

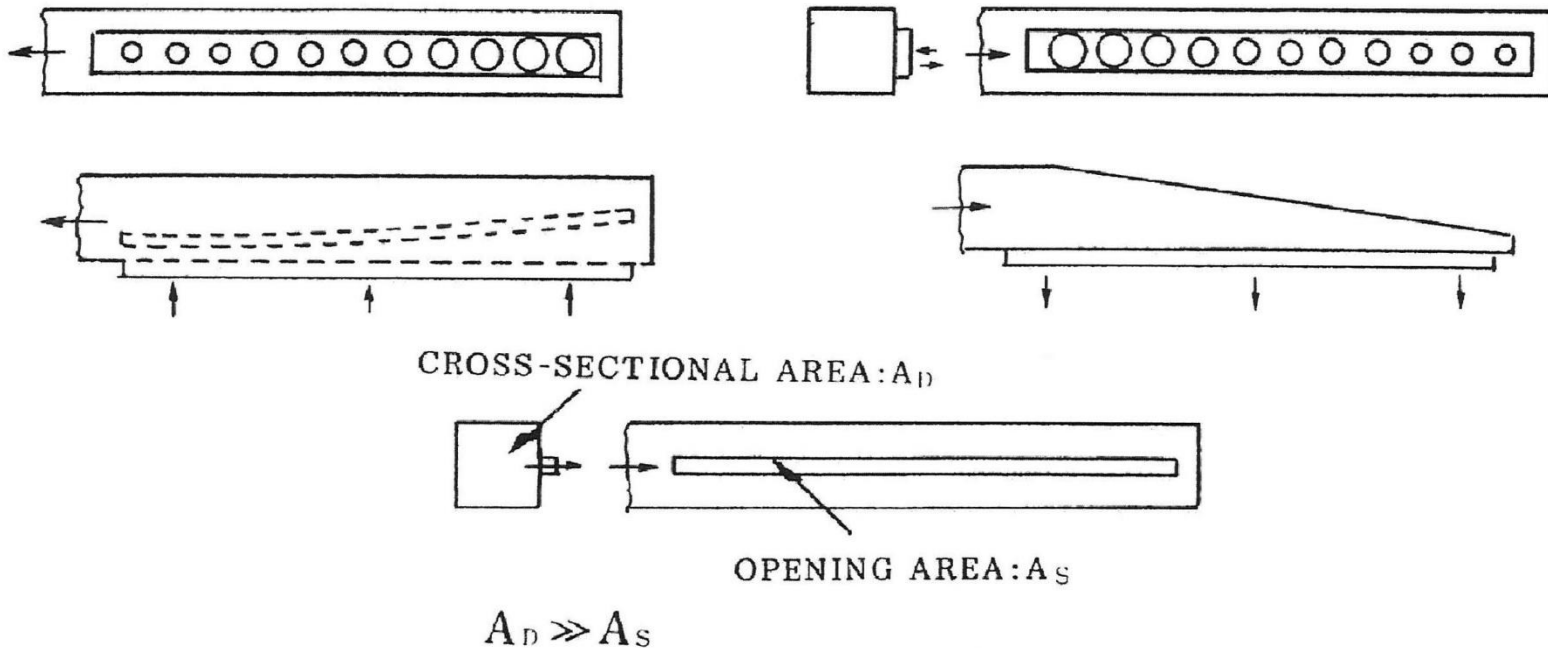
LA DISTRIBUZIONE DELL'ARIA

- Non è sufficiente soffiare o aspirare. **L'aria non corre su binari ed ama scegliersi vie preferenziali, quelle più facili e meno dispendiose.** E' necessario provvedere alla **distribuzione uniforme dell'aria** sui fronti soffianti e aspiranti.
- Le fessura hanno lo scopo primario di ottenere una migliore uniformità di distribuzione dell'aria sia in uscita che in ingresso.
- Ma anche le fessure devono essere indirizzate



PROGETTAZIONE DI UN SISTEMA DI ASPIRAZIONE - ELEMENTI BASE

Prevedere una area della fessura più ampia alla estremità del plenum più lontana dal collegamento all'aspirazione. Viceversa per il soffiaggio.



Velocità di fessura normalmente adottata = 10 m/s

La massima velocità nel plenum di un cappa a fessura deve essere pari o inferiore al 50% della velocità della fessura.

PROGETTAZIONE DI UN SISTEMA DI ASPIRAZIONE - ELEMENTI BASE

Le cappe a cortina possono essere usate per qualsiasi dimensione della sorgente se il processo lo permette.



PROGETTAZIONE DI UN SISTEMA DI ASPIRAZIONE - ELEMENTI BASE

ASPIRAZIONE SU VASCHE

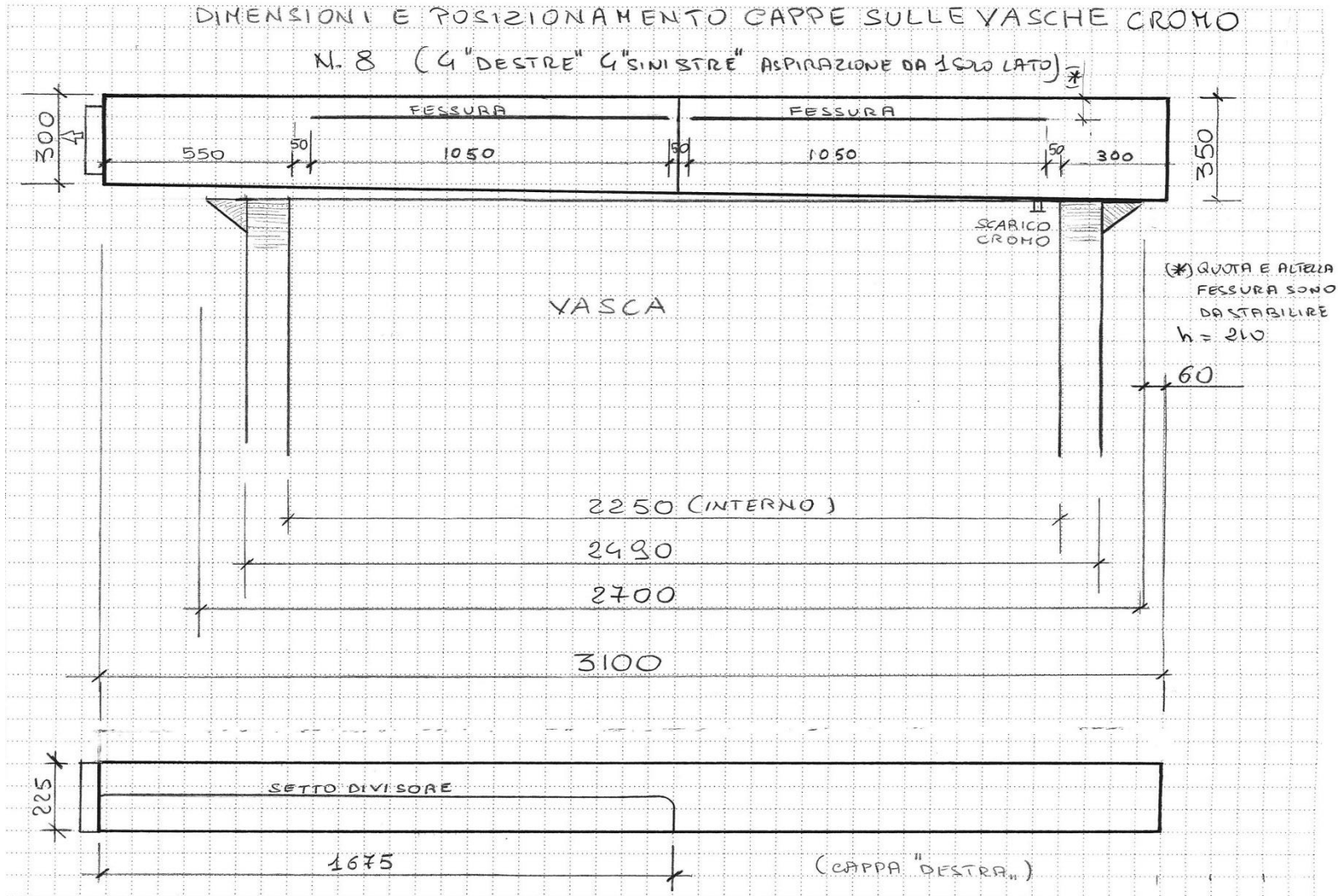
Data la larghezza della vasca W

- Se $W = 50$ cm, è sufficiente una aspirazione su un lato.
- Se $W = 50 \dots 90$ cm, sono da preferire aspirazioni su ambedue i lati.
- Se $W = 50 + 120$ cm, devono essere usate aspirazioni su ambedue i lati o lungo la linea centrale del vasca o sistemi push-pull. Una aspirazione singola su di un lato non deve essere usata a meno che le altre condizioni siano ottimali.
- Se $W = 120$ cm o più, l'aspirazione laterale di norma non è applicabile. Meglio applicare sistemi push-pull.

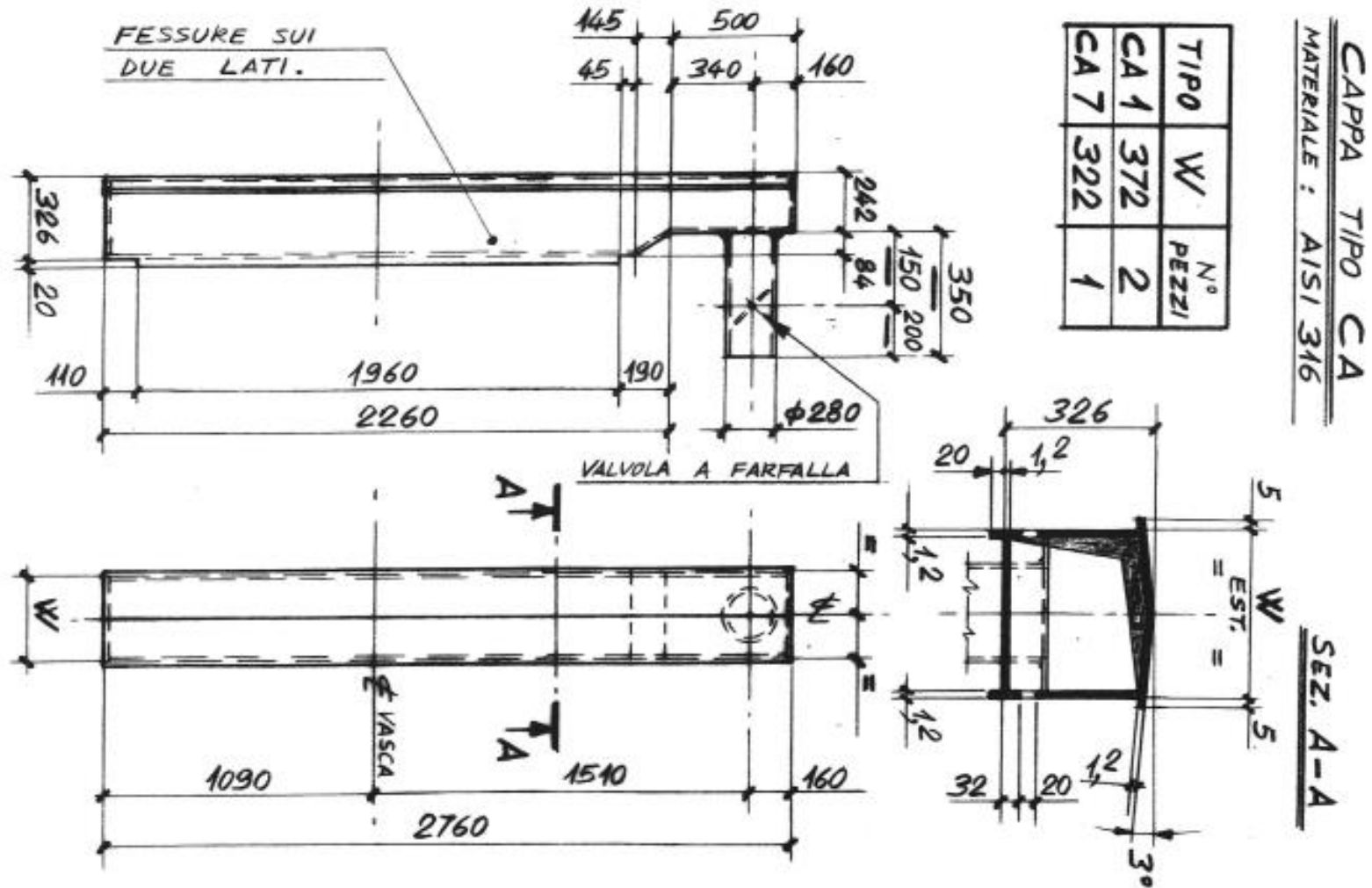
TIPOLOGIA DI CAPPE



TIPOLOGIA DI CAPPE

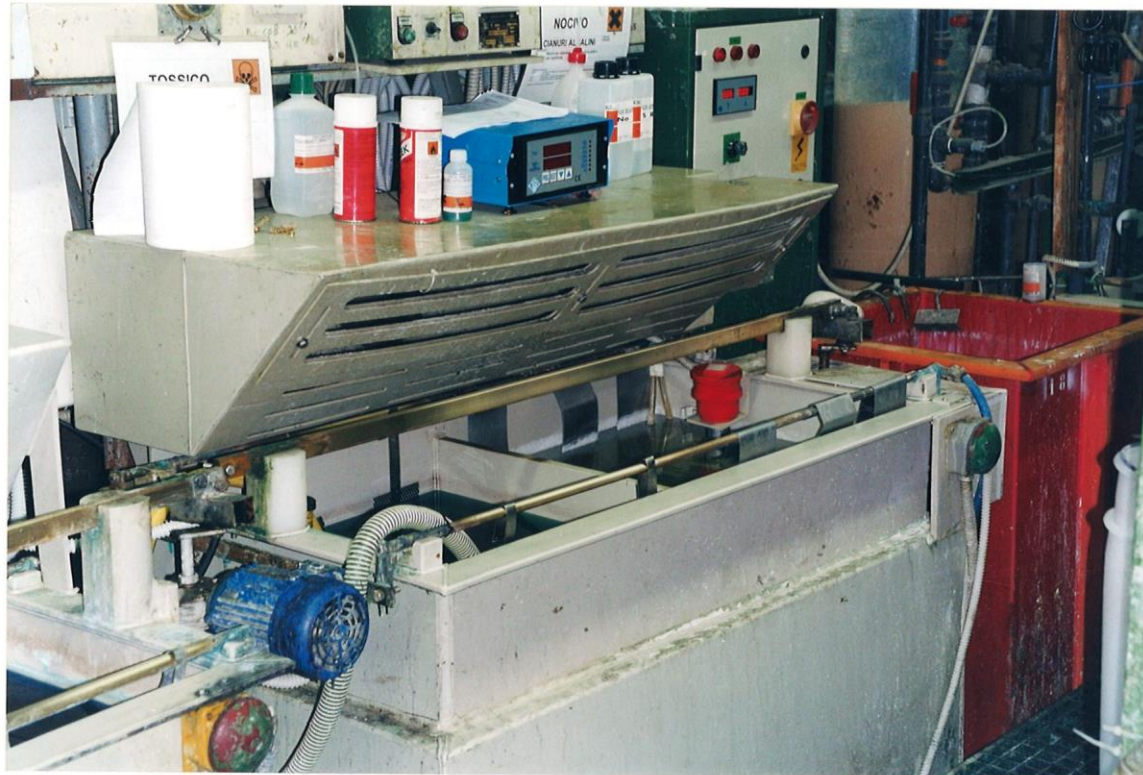


TIPOLOGIA DI CAPPE



PROGETTAZIONE DI UN SISTEMA DI ASPIRAZIONE - ELEMENTI BASE

Sono da preferire cappe laterali del tipo con il plenum che agisce da flangia a protezione dalle correnti d'aria dell'ambiente.



PROGETTAZIONE DI UN SISTEMA DI ASPIRAZIONE - ELEMENTI BASE

Installare flange per ridurre le correnti spurie laterali. Se la cappa di aspirazione è sul lato di una vasca contro il muro dell'edificio o vicino a questo, si considera flangiata.

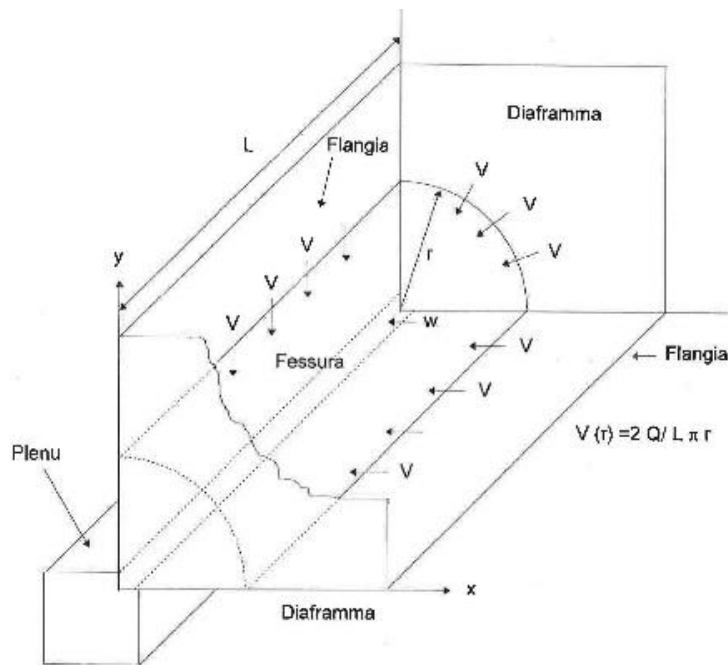
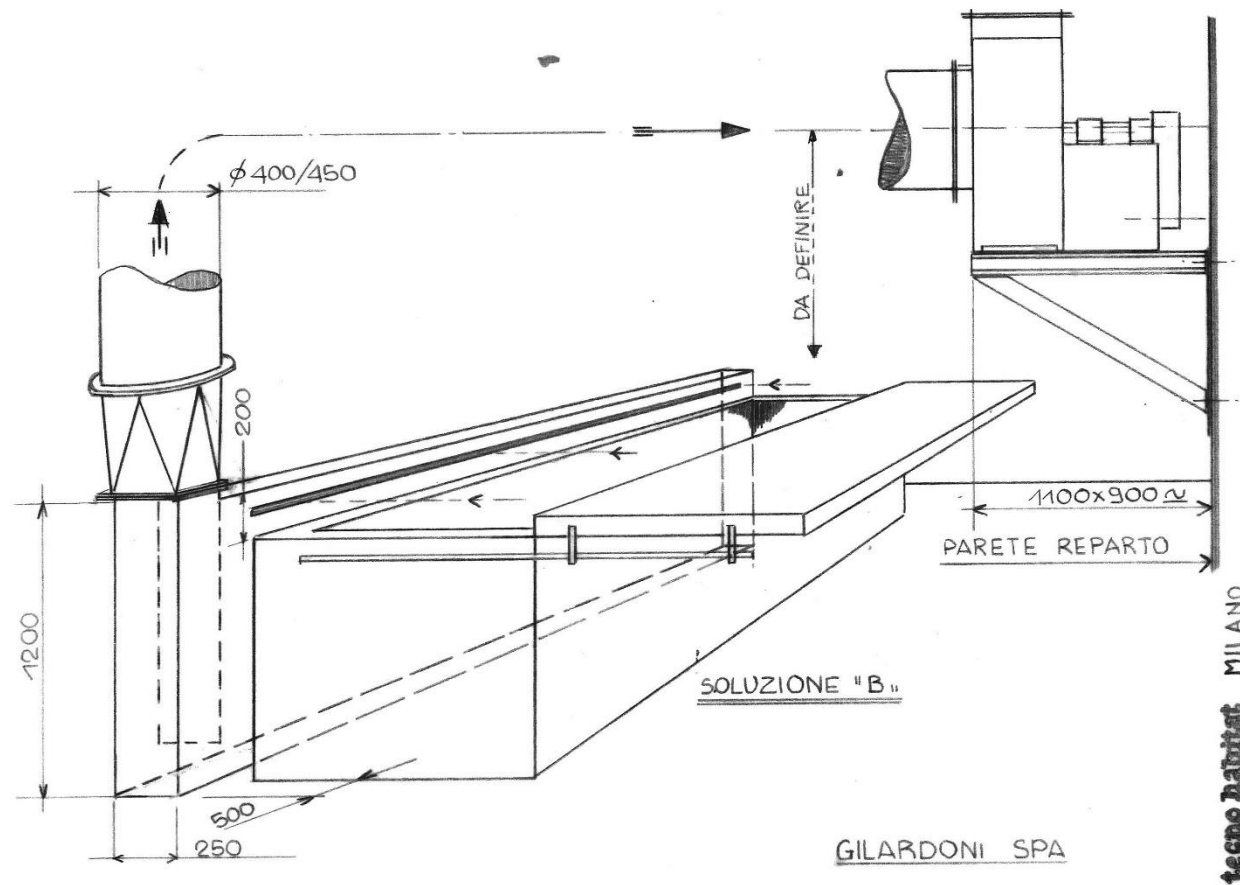


Figura 41 - Fessure lungo il bordo di flange perpendicolari

PROGETTAZIONE DI UN SISTEMA DI ASPIRAZIONE - ELEMENTI BASE

Dotare le vasche, per quanto possibile, di coperture rimuovibili

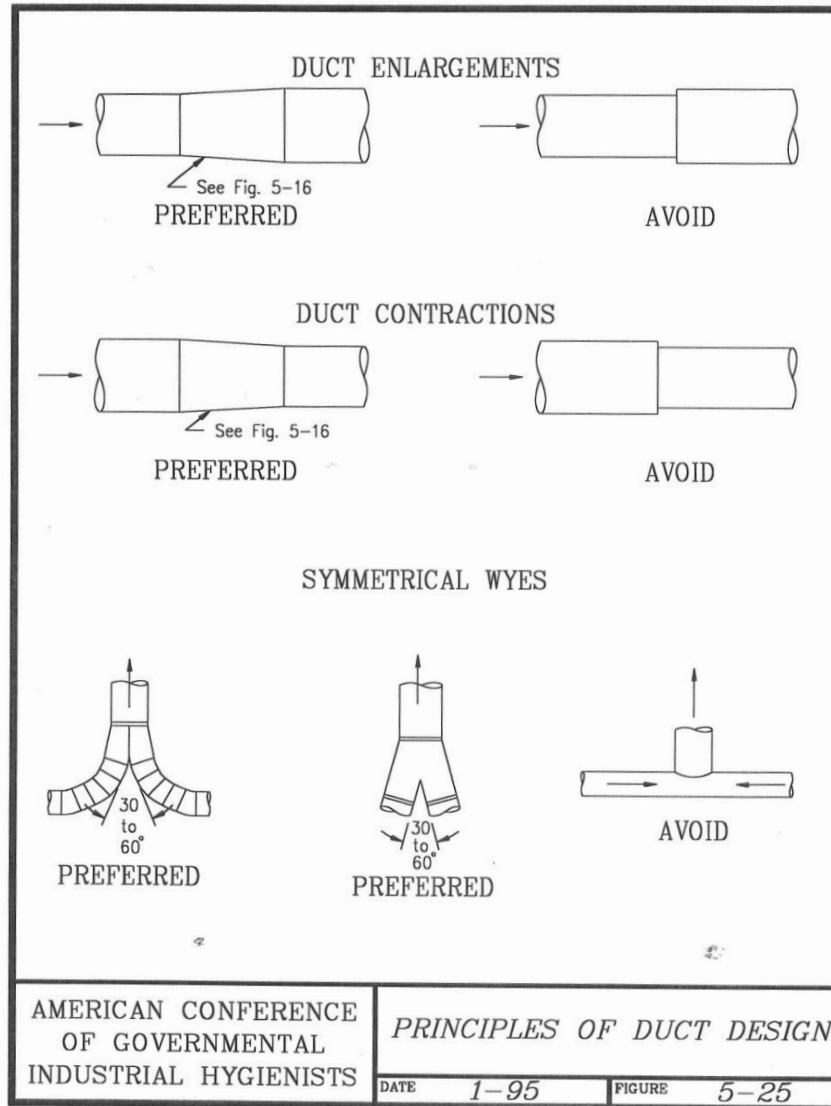


PROGETTAZIONE DI UN SISTEMA DI ASPIRAZIONE - ELEMENTI BASE

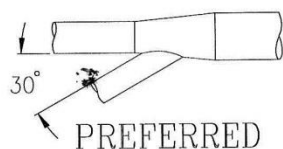
DIMENSIONAMENTO RETE CONDOTTI

- Sono il mezzo per il convogliamento dell'aria aspirata ed hanno una grande importanza nell'economia della realizzazione e gestione dell'impianto.
- Dei condotti si devono considerare **diametri, lunghezze, materiali, curve, serrande di regolazione.**
- **I condotti circolari** sono preferibili rispetto a quelli **rettangolari** perché consentono una migliore distribuzione dell'aria nella sezione.
- Definita la portata e la velocità di trasporto si determina il diametro dei condotti, se circolari, o i lati, se rettangolari, con la $Q = V A$
- Si individuano le **tubazioni commerciali** aventi le misure del diametro o dei lati più prossime e si ricalcola la velocità.
- **I cambiamenti di sezione, direzione, gli innesti devono essere il meno bruschi possibile.**

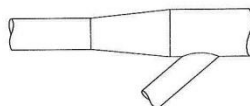
PROGETTAZIONE DI UN SISTEMA DI ASPIRAZIONE - ELEMENTI BASE



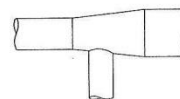
PROGETTAZIONE DI UN SISTEMA DI ASPIRAZIONE - ELEMENTI BASE



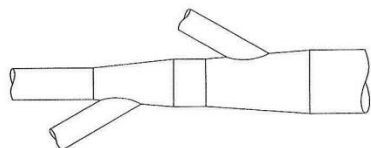
PREFERRED



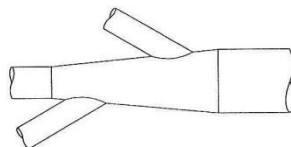
ACCEPTABLE



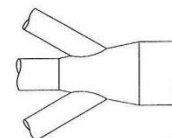
AVOID



PREFERRED

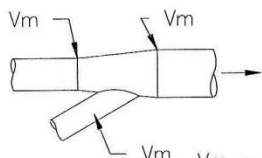


ACCEPTABLE
BRANCH ENTRY

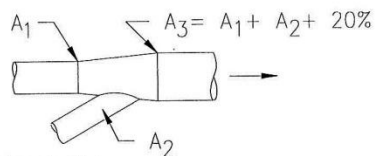


AVOID

Branches should enter at gradual expansions and at an angle of 30° or less (preferred) to 45° if necessary. Expansion should be 15° maximum. See Fig. 5-15 for loss coefficients.



PREFERRED



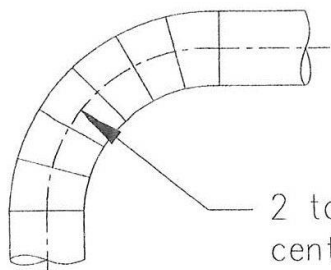
AVOID

V_m = Minimum transport velocity
A = Cross section area

PROPER DUCT SIZE

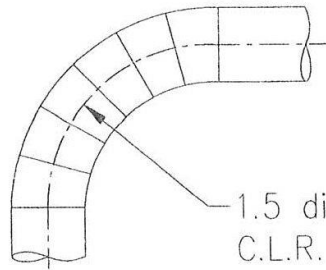
Size the duct to maintain the selected or higher transport velocity.

PROGETTAZIONE DI UN SISTEMA DI ASPIRAZIONE - ELEMENTI BASE



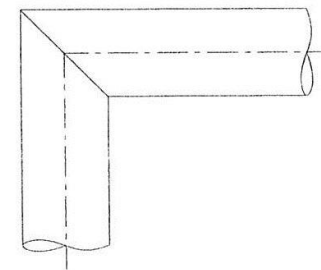
2 to 2.5 dia.
center line
radius (C.L.R.)

PREFERRED



1.5 dia.
C.L.R.

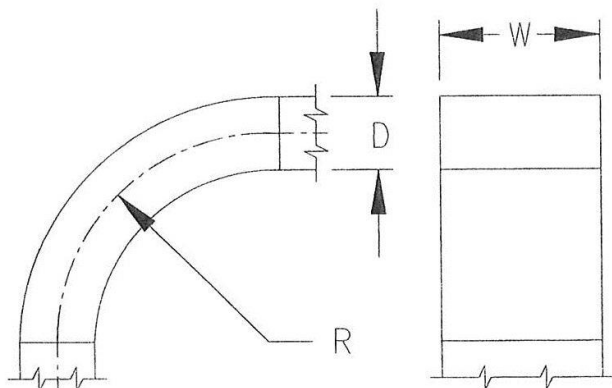
ACCEPTABLE



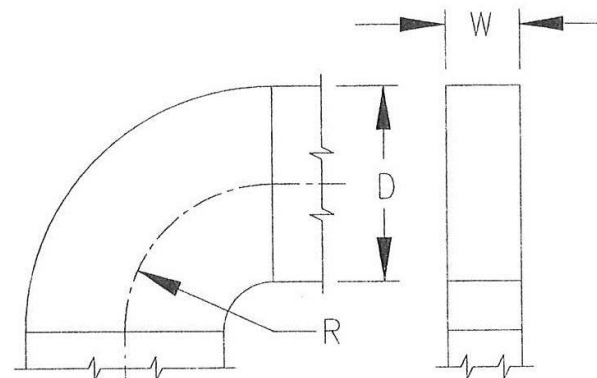
AVOID

ELBOW RADIUS

Elbows should be 2 to 2.5 diameter centerline radius except where space does not permit. See Fig. 5-13 for loss factor.

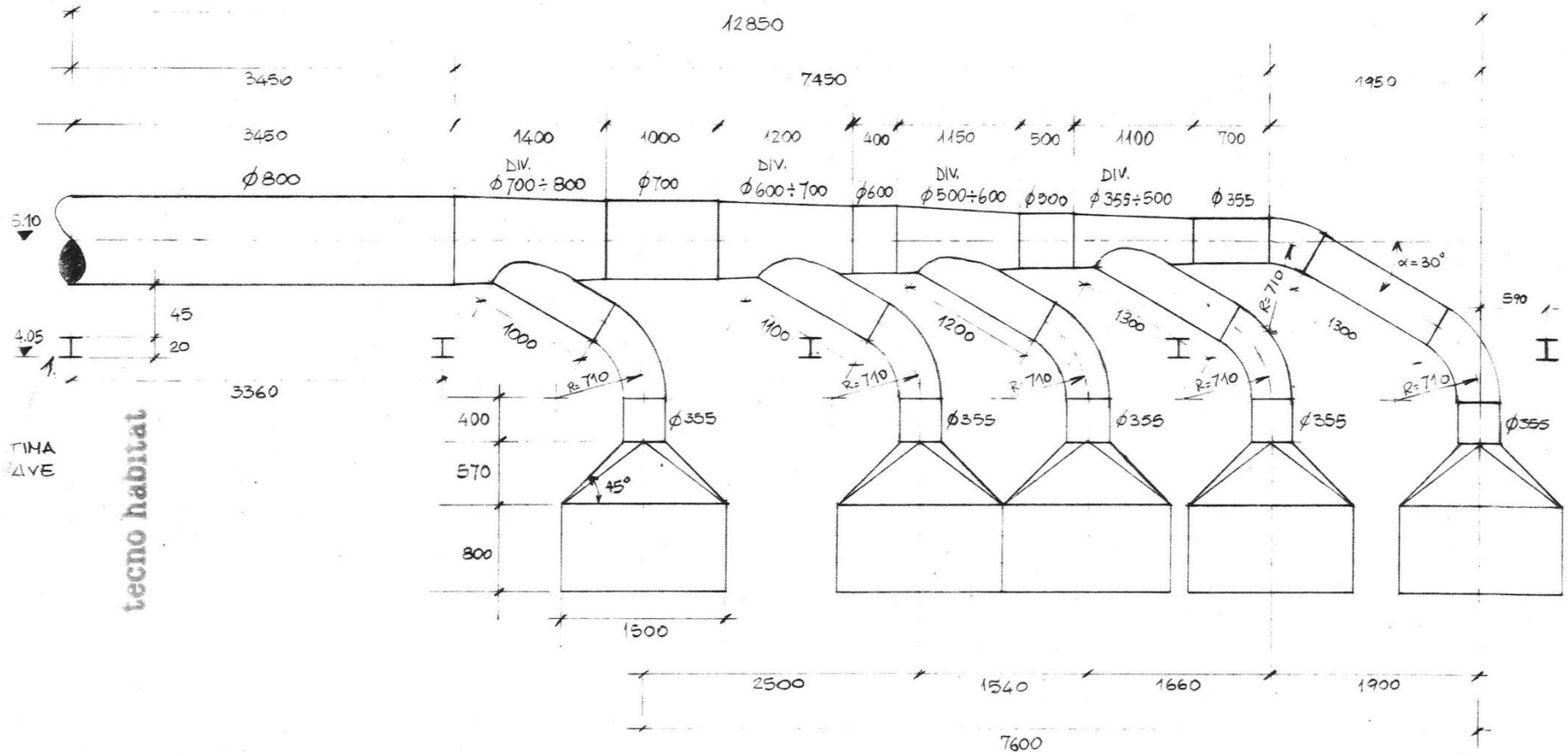


PREFERRED



AVOID

PROGETTAZIONE DI UN SISTEMA DI ASPIRAZIONE - ELEMENTI BASE



PROGETTAZIONE DI UN SISTEMA DI ASPIRAZIONE - ELEMENTI BASE

CALCOLO DELLE PERDITE DI CARICO DEL CIRCUITO

- **Perdite di carico continue:** si manifestano lungo tutto il sistema di convogliamento e sono dovute **all'attrito interno (viscosità) e all'attrito esterno (dovuto al contatto dell'aria con le pareti dei condotti)**.
- Sono funzione di: velocità, viscosità, densità dell'aria, diametro e rugosità dei tubi.
- **Perdite di carico localizzate:** si manifestano localmente per effetto di brusche variazioni di dimensione o di direzione del flusso d'aria, presenza di valvole, inserimenti di canali secondari

PROGETTAZIONE DI UN SISTEMA DI ASPIRAZIONE - ELEMENTI BASE

CALCOLO PERDITE DI CARICO - DUE METODI

METODI DELLA PRESSIONE DINAMICA E DELLA LUNGHEZZA EQUIVALENTE

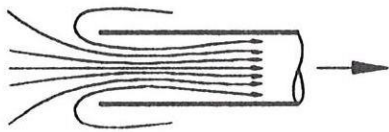
- Metodo della Pressione dinamica
- Il metodo si basa sul fatto che tutte **le perdite di carico (di attrito e dinamiche)** nelle cappe e nei condotti sono **funzione della Pressione dinamica Pd** e possono essere calcolate tramite un fattore moltiplicativo della stessa.
- Velocità dell'aria e Pressione dinamica sono legate dalla

$$v = 4,043 (Pd)^{1/2} \text{ con } v \text{ (m/s) } Pd \text{ (mm C.A.)}$$

- I fattori di calcolo per cappe, condotti rettilinei, curve, innesti sono riportati in specifiche tabelle.

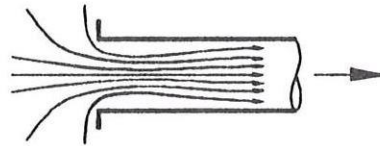
PROGETTAZIONE DI UN SISTEMA DI ASPIRAZIONE - ELEMENTI BASE

Metodo della Pressione dinamica



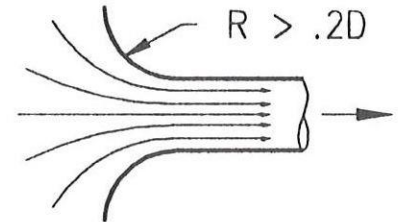
$$h_e = 0.93 VP_d$$

PLAIN DUCT END



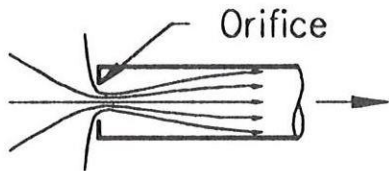
$$h_e = 0.49 VP_d$$

FLANGED DUCT END



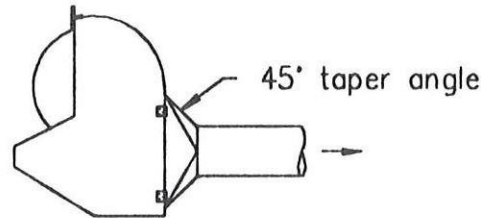
$$h_e = 0.04 VP_d$$

BELLMOUTH ENTRY



$$h_e = 1.78 VP_{Orifice}$$

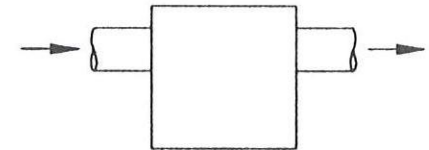
SHARP-EDGED
ORIFICE



$$h_e = 0.4 VP_d \text{ (tapered t.o.)}$$

$$h_e = 0.65 VP_d \text{ (no taper)}$$

STANDARD GRINDER HOOD

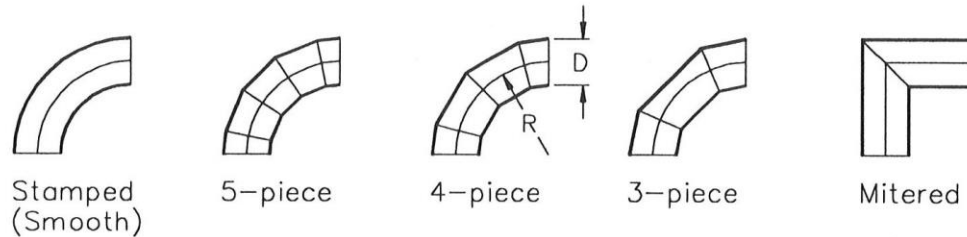


$$h_e = 1.5 VP_d$$

TRAP OR SETTLING CHAMBER

PROGETTAZIONE DI UN SISTEMA DI ASPIRAZIONE - ELEMENTI BASE

■ Metodo della Pressione dinamica



	R/D					
	0.5	0.75	1.00	1.50	2.00	2.50
Stamped	0.71	0.33	0.22	0.15	0.13	0.12
5-piece	–	0.46	0.33	0.24	0.19	0.17*
4-piece	–	0.50	0.37	0.27	0.24	0.23*
3-piece	0.90	0.54	0.42	0.34	0.33	0.33*

* extrapolated from published data

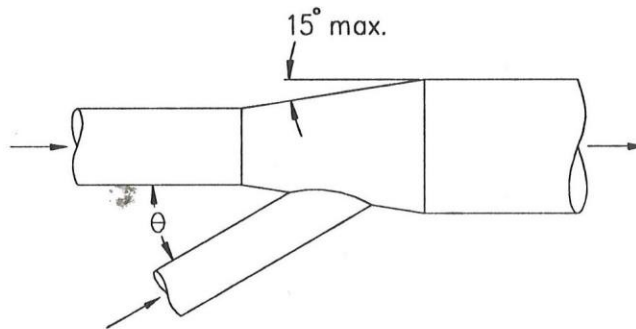
OTHER ELBOW LOSS COEFFICIENTS

Mitered, no vanes	1.2
Mitered, turning vanes	0.6
Flatback (R/D = 2.5)	0.05 (see Figure 5-23)

NOTE: Loss factors are assumed to be for elbows of "zero length." Friction losses should be included to the intersection of centerlines.

PROGETTAZIONE DI UN SISTEMA DI ASPIRAZIONE - ELEMENTI BASE

- Metodo della Pressione dinamica



Note: Branch entry loss assumed to occur in branch and is so calculated.

Do not include an enlargement regain calculation for branch entry enlargements.

Angle θ Degrees	Loss Fraction of VP in Branch
10	0.06
15	0.09
20	0.12
25	0.15
30	0.18
35	0.21
40	0.25
45	0.28
50	0.32
60	0.44
90	1.00

BRANCH ENTRY LOSSES

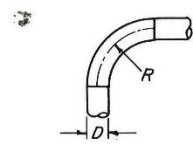
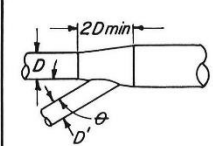
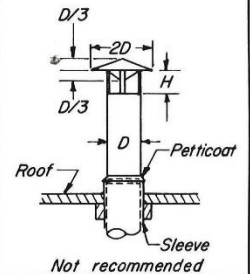
PROGETTAZIONE DI UN SISTEMA DI ASPIRAZIONE - ELEMENTI BASE

- Metodo della lunghezza equivalente
- Il metodo calcola le perdite di carico (di attrito e dinamiche) **riportando i componenti dell'impianto (curve e innesti) ad una lunghezza equivalente di condotto rettilineo.**
- Per il calcolo delle perdite di carico nei condotti rettilinei ci sono formule o grafici.
- Di seguito un grafico, valido per tubazioni a sezione circolare il lamiera zincata, che correla portata, diametri, velocità e perdite di carico in mm C.A./metro di tubazione.
- Analoghi grafici correlano portata, diametri, velocità e perdite di carico in n° di Pd/metro di tubazione
- Anche con questo metodo le perdite di carico delle cappe si calcolano in funzione della Pressione dinamica.
- Le lunghezze equivalenti sono tabellate.

PROGETTAZIONE DI UN SISTEMA DI ASPIRAZIONE - ELEMENTI BASE

Metodo della lunghezza equivalente

EQUIVALENT RESISTANCE IN METERS OF STRAIGHT PIPE

Pipe in mm	90° Elbow * Centerline Radius			Angle of Entry		H, No of Diameters		
	1.5D	2.0D	2.5D	30°	45°	1.0H	0.75 H	0.5 H
75	1.4	0.9	0.7	0.5	0.9	0.3	0.5	2.0
100	2.0	1.3	1.1	0.8	1.3	0.5	0.8	3.4
125	2.6	1.7	1.4	1.1	1.7	0.6	1.1	4.4
150	3.2	2.2	1.8	1.4	2.2	0.8	1.4	5.5
175	3.9	2.6	2.2	1.7	2.6	0.9	1.7	6.6
200	4.6	3.1	2.5	2.0	3.1	1.1	2.0	7.8
250	6.0	4.0	3.3	2.6	4.0	1.4	2.6	10
300	7.4	5.0	4.1	3.2	5.0	1.8	3.2	13
350	8.9	6.0	5.0	3.8	6.0	2.1	3.8	15
400	10	7.0	5.8	4.5	7.0	2.5	4.5	18
450	12	8.1	6.7	5.2	8.1	2.8	5.2	21
500	14	9.2	7.6	5.9	9.2	3.2	5.9	23
600	17	11	9.5	7.3	11	4.0	7.3	29
700	21	14	11	8.8	14	4.8	8.8	35
800	24	16	13	10	16	5.7	10	41
900	28	19	15					
1000	32	21	18					
1200	39	26	22					
1400	47	32	26					
1600	55	37	31					
1800	64	43	36					
2000	72	49	40					

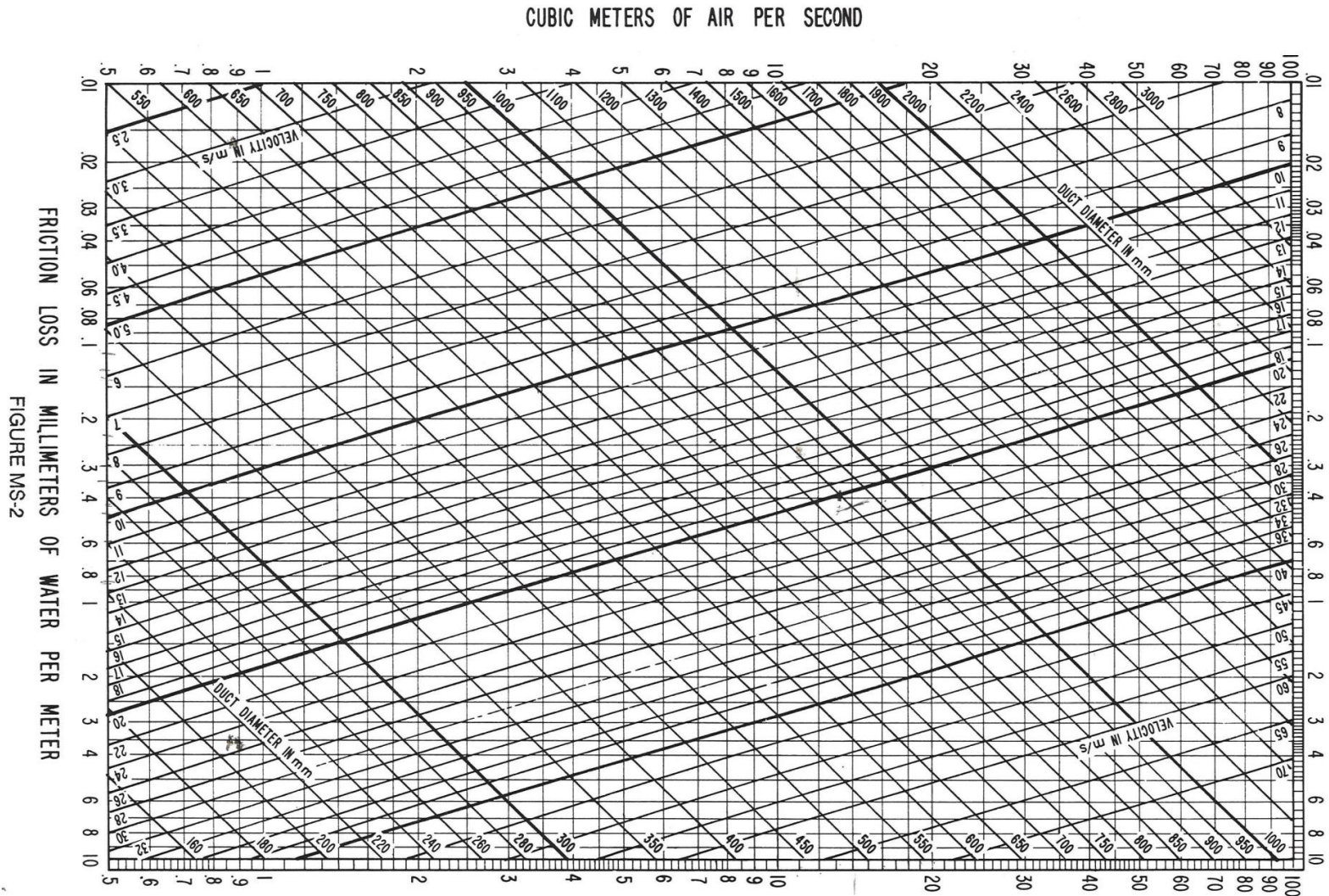
* For 60° elbows — x.67
For 45° elbows — x.5

AMERICAN CONFERENCE OF
GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS

DUCT DESIGN DATA

DATE 1-70 FIGURE MS-4

PROGETTAZIONE DI UN SISTEMA DI ASPIRAZIONE - ELEMENTI BASE

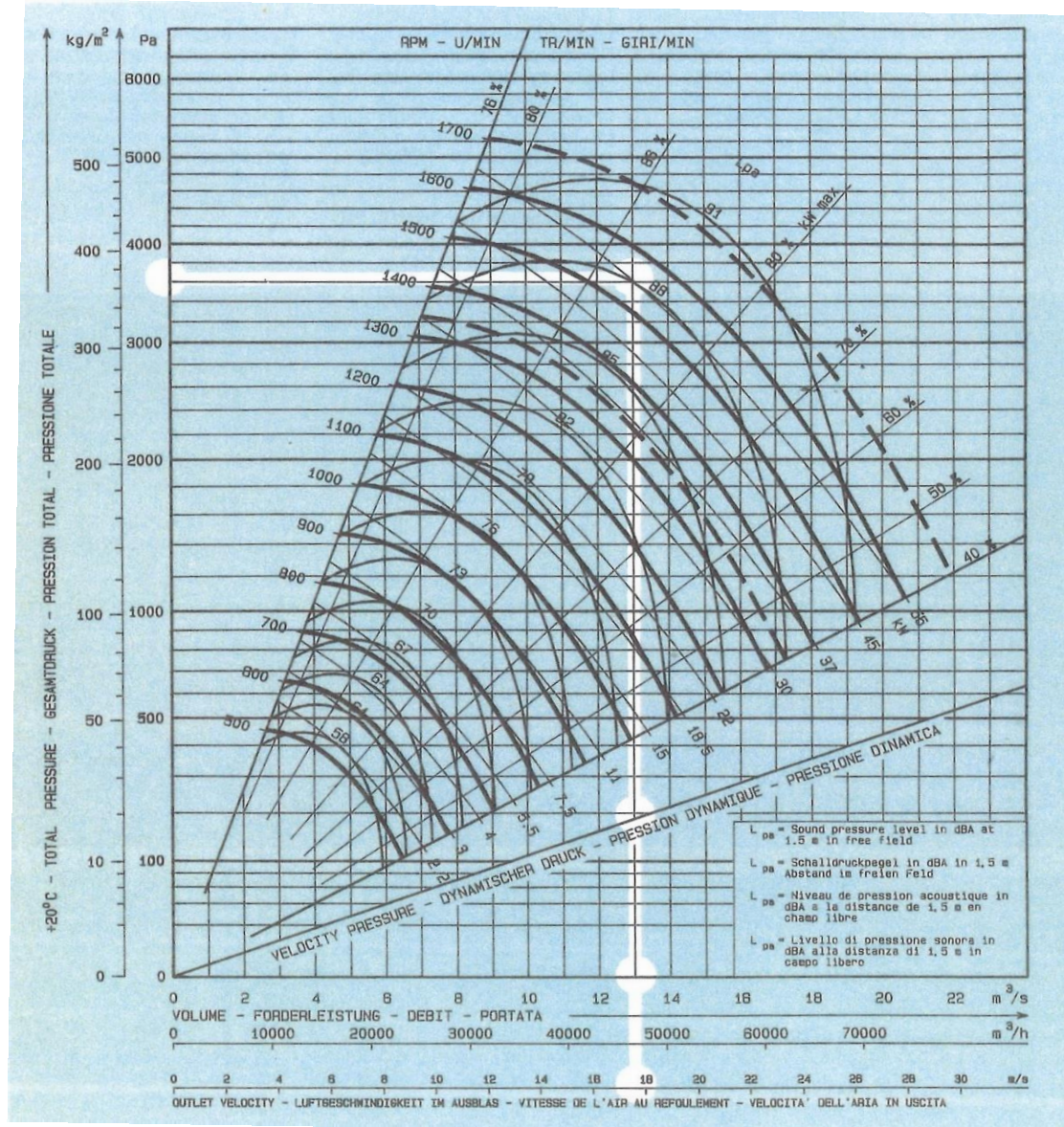


PROGETTAZIONE DI UN SISTEMA DI ASPIRAZIONE - ELEMENTI BASE

SCELTA DEL VENTILATORE E DEL MOTORE

- Dati Portata e Pressione statica richieste, si ricerca sulle curve del ventilatore un equilibrio tra potenza installata, rendimento, rumorosità
-
- Potenza assorbita:
- $$N = \frac{Q \times P_t}{367.200 \times \eta} \text{ kW} \quad \text{con } Q \text{ in m}^3/\text{h}$$
- $$N = \frac{Q \times P_t}{102 \times \eta} \text{ kW} \quad \text{con } Q \text{ in m}^3/\text{s}$$
- Indicativamente la taglia del motore deve essere di potenza un 20 – 25% superiore a quella assorbita.

PROGETTAZIONE DI UN SISTEMA DI ASPIRAZIONE - ELEMENTI BASE



PROGETTAZIONE DI UN SISTEMA DI ASPIRAZIONE - ELEMENTI BASE

SISTEMI DI REGOLAZIONE DELLA PORTATA DEI VENTILATORI

- Il numero di giri della girante è determinato dal motore che può essere ad accoppiamento diretto o a trasmissione.
- **Regolazione** della resistenza del circuito **tramite una serranda sulla mandata.**
- **Regolazione della velocità di rotazione** della girante del ventilatore tramite
 - Installazione di motori a **doppia polarità**
 - Cambio del **rapporto di trasmissione** (diametro pulegge) se la trasmissione è a cinghie.
 - **Inverter**
$$n = \frac{2 \times f \times 60}{p}$$
- **Regolazione** con parzializzazione assiale dell'aspirazione **tramite regolatore a palette orientabili** che modifica il flusso in ingresso generando un vortice concorde con il senso di rotazione che riduce così le prestazioni.

PROGETTAZIONE DI UN SISTEMA DI ASPIRAZIONE - ELEMENTI BASE

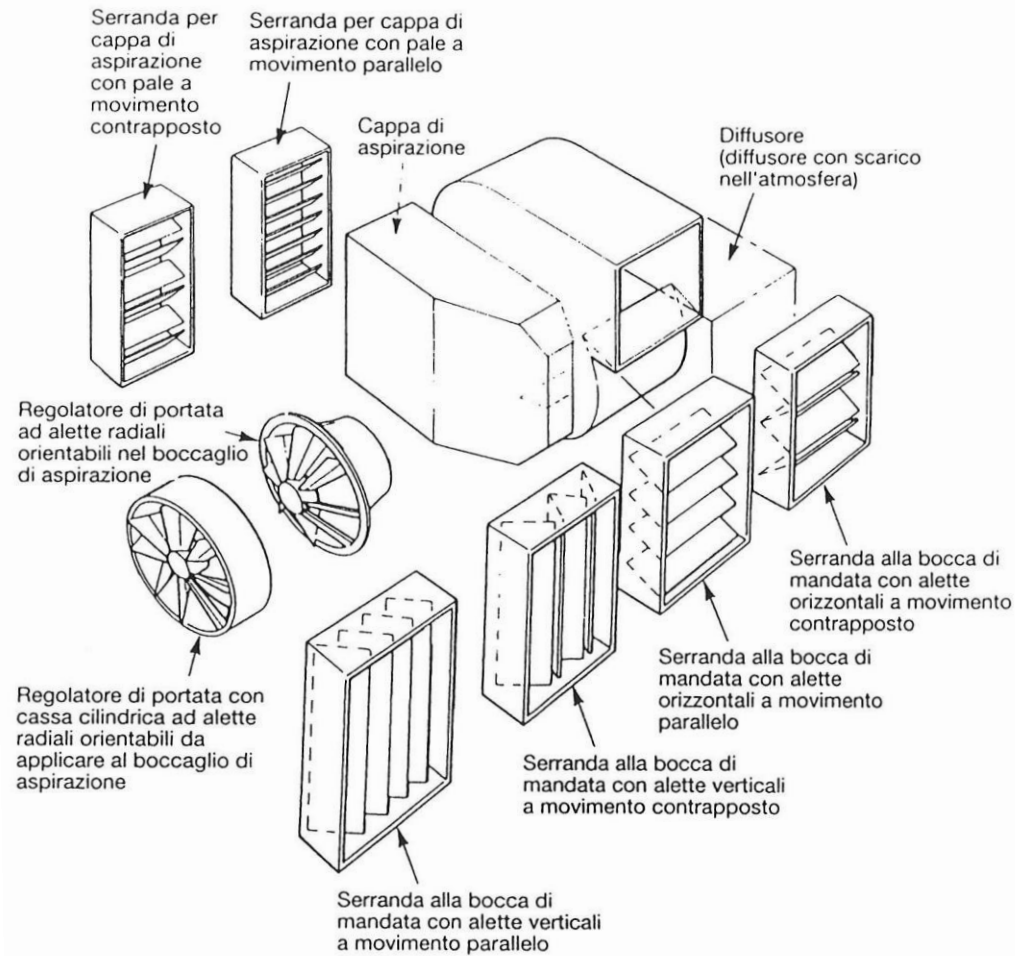


Fig. R.3 Terminologia corrente relativa agli accessori dei ventilatori centrifughi.

PROGETTAZIONE DI UN SISTEMA DI ASPIRAZIONE - ELEMENTI BASE

RIPARTIZIONE DELLA PORTATA NEI SISTEMI MULTI RAMI

- Nei sistemi multi rami c'è la necessità di distribuire la portata perché **l'aria sceglie sempre il percorso che offre la minor resistenza.**

IMPORTANTE

- Nei sistemi multi rami il ventilatore lavora sulla linea principale che è quella che comporta le maggiori perdite di carico. Non importa quante siano quelle secondarie. Se si aggiungono cappe o linee il sistema si autoregola e suddivide la portata totale tra le linee ma mantiene la portata se le aggiunte non aumentano le perdite di carico iniziali.

PROGETTAZIONE DI UN SISTEMA DI ASPIRAZIONE - ELEMENTI BASE

- Bilanciamento con serrande
- Con questo sistema si usano serrande distribuite nei vari rami per regolarne le perdite di carico.
- Le serrande devono essere regolate dopo la realizzazione dell'impianto per ottenere in ogni ramo la portata desiderata.
- E' un sistema molto flessibile che consente interventi a posteriori per modifiche o ampliamenti dell'impianto.
- E' una progettazione con un'approssimazione maggiore e di conseguenza comporta consumi maggiori di energia rispetto al sistema di bilanciamento della Pressione statica.
- E' sensibile alla presenza di polveri nel flusso che si accumulano sulle serrande.
- Le serrande sono una componente soggetta ad erosione.

PROGETTAZIONE DI UN SISTEMA DI ASPIRAZIONE - ELEMENTI BASE

- Bilanciamento della Pressione statica.
- Si fa rigorosamente in fase di progetto. Con questo sistema il calcolo normalmente inizia dalla cappa più lontana dal ventilatore e procede dal ramo secondario al ramo principale, e da sezione a sezione del ramo principale fino al ventilatore.
Ad ogni inserzione di un ramo nell'altro, la pressione statica necessaria per avere la portata richiesta nel ramo che si innesta, deve essere uguale a quella del ramo che lo riceve.
- La Pressione statica si bilancia dimensionando i diametri dei condotti, i raccordi, i raggi di curvatura.
- E' un sistema molto preciso ma poco o niente flessibile. E' preferibile nel caso di trattamento di materiali molto tossici o pericolosi (esplosibili) per i quali è sconsigliabile il metodo con le serrande in quanto queste possono costituire un ostacolo con conseguente accumulo dei materiali ed aumento del rischio.

PROGETTAZIONE DI UN SISTEMA DI ASPIRAZIONE - ELEMENTI BASE

Bilanciamento con Plenum.

Questo sistema prevede il convogliamento dei vari rami in un plenum/condotto principale.

Il condotto principale è sovradimensionato e le velocità scendono sensibilmente al di sotto dei normali valori adottati. La funzione del condotto principale è quella di determinare **basse perdite di carico** che favoriscono un **flusso d'aria regolare** dai vari rami **bilanciando, in modo spesso accettabile, il flusso dei vari rami con una sorta di autoregolazione.**

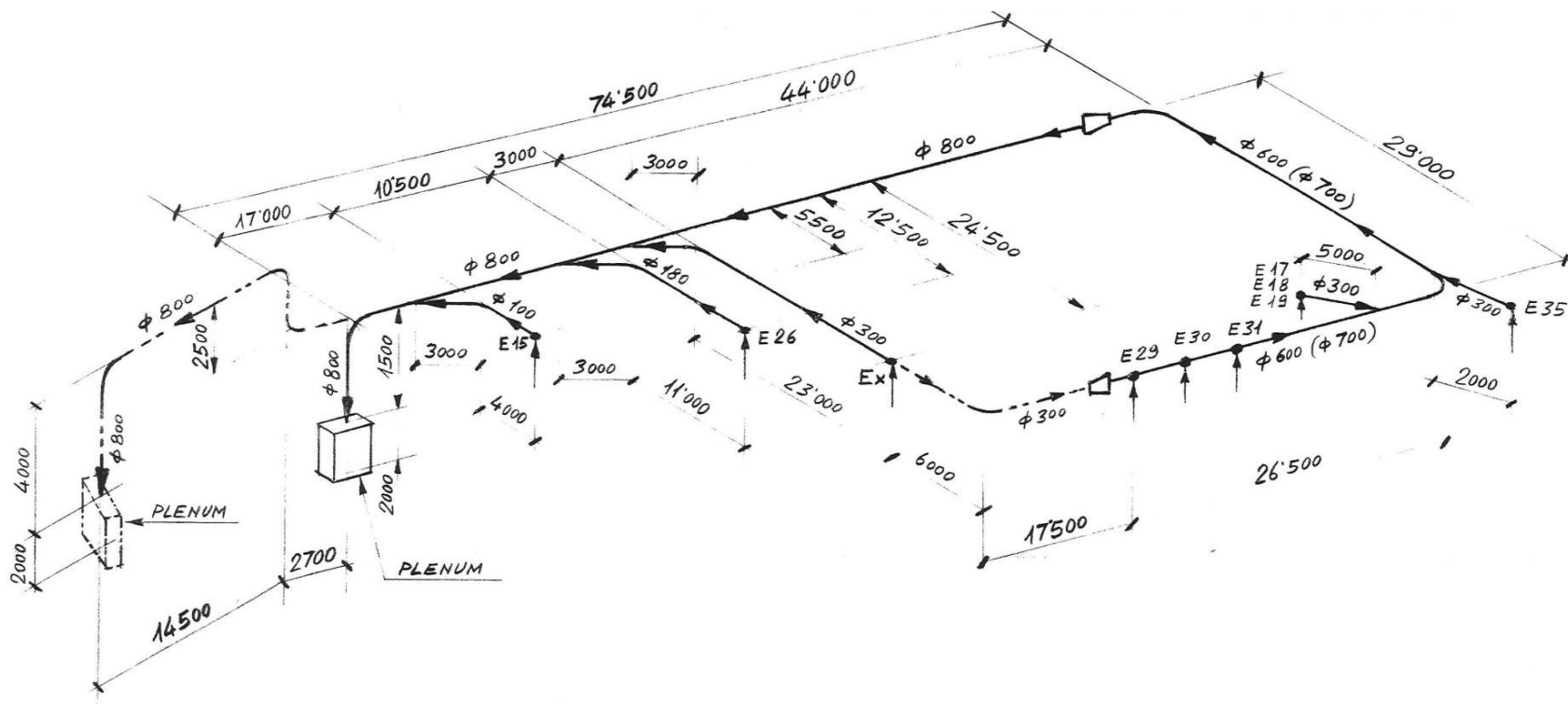
Con questo sistema la velocità minima di trasporto è richiesta solo nei condotti per prevenire il deposito di materiali particolato.

Offre grande flessibilità per aggiunta o eliminazione di rami.

Il plenum agisce come prima camera di sedimentazione.

Non è adatto per presenza di materiali che possono ostruire il plenum, appiccicosi, soggetti a combustione spontanea.

PROGETTAZIONE DI UN SISTEMA DI ASPIRAZIONE - ELEMENTI BASE



φ TUBO	LUNGHEZZA
100	7'000
180	14'000
300	28'000
600 (700)	57'000 *
800	74'500 *

* CON PERCORSO ALTERNATIVO LG. = 25'500 (φ 600/700)

* CON SISTEMAZ. ALTERNATIVA LG. = 96'700 (φ 800)

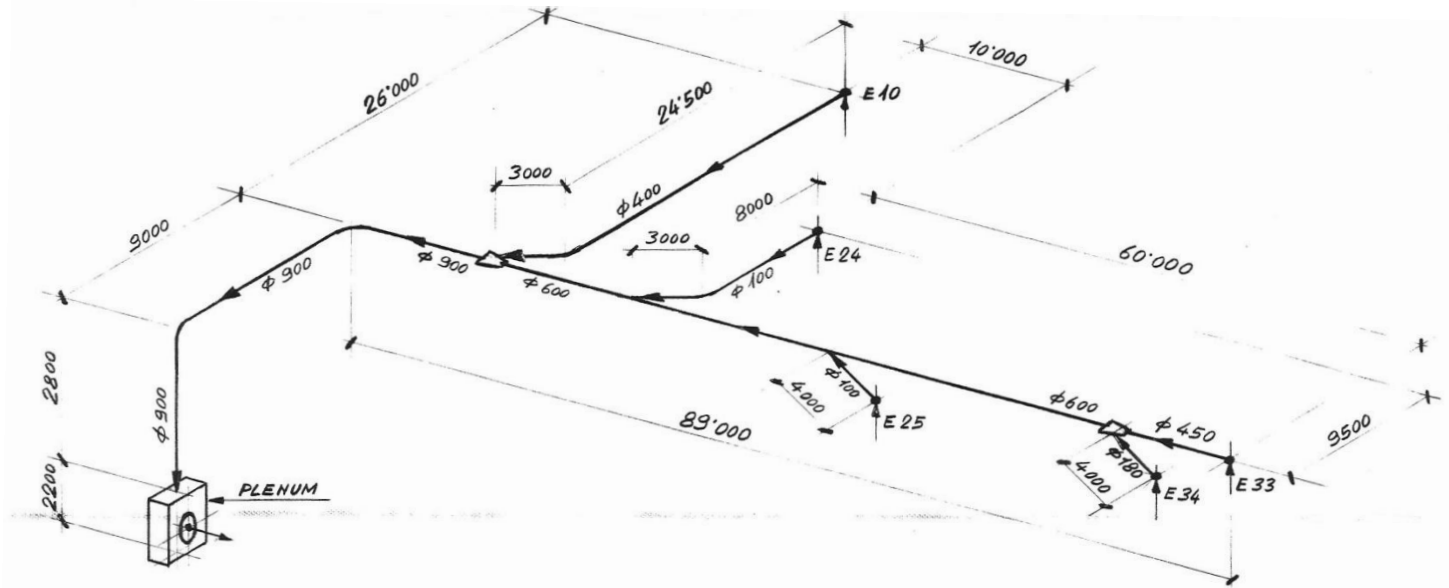
tecno habitat

studio di ingegneria • acqua aria energia • strutture civili industriali

n.	data	aggiornamento
disegnatore		G.F.
scala		✓
data		MAGGIO 91

CST EUTRON S.p.A. TREZZO D'ADDA	
LINEA DI ASPIRAZIONE SENZA TORRE DI ABBATTIMENTO	3 n.

PROGETTAZIONE DI UN SISTEMA DI ASPIRAZIONE - ELEMENTI BASE



φ TUBO	LUNGHEZZA
100	15'000
180	4'000
400	27'500
450	3'000
600	69'000
900	29'000

tecno habitat

studio di ingegneria • acqua aria energia • strutture civili industriali

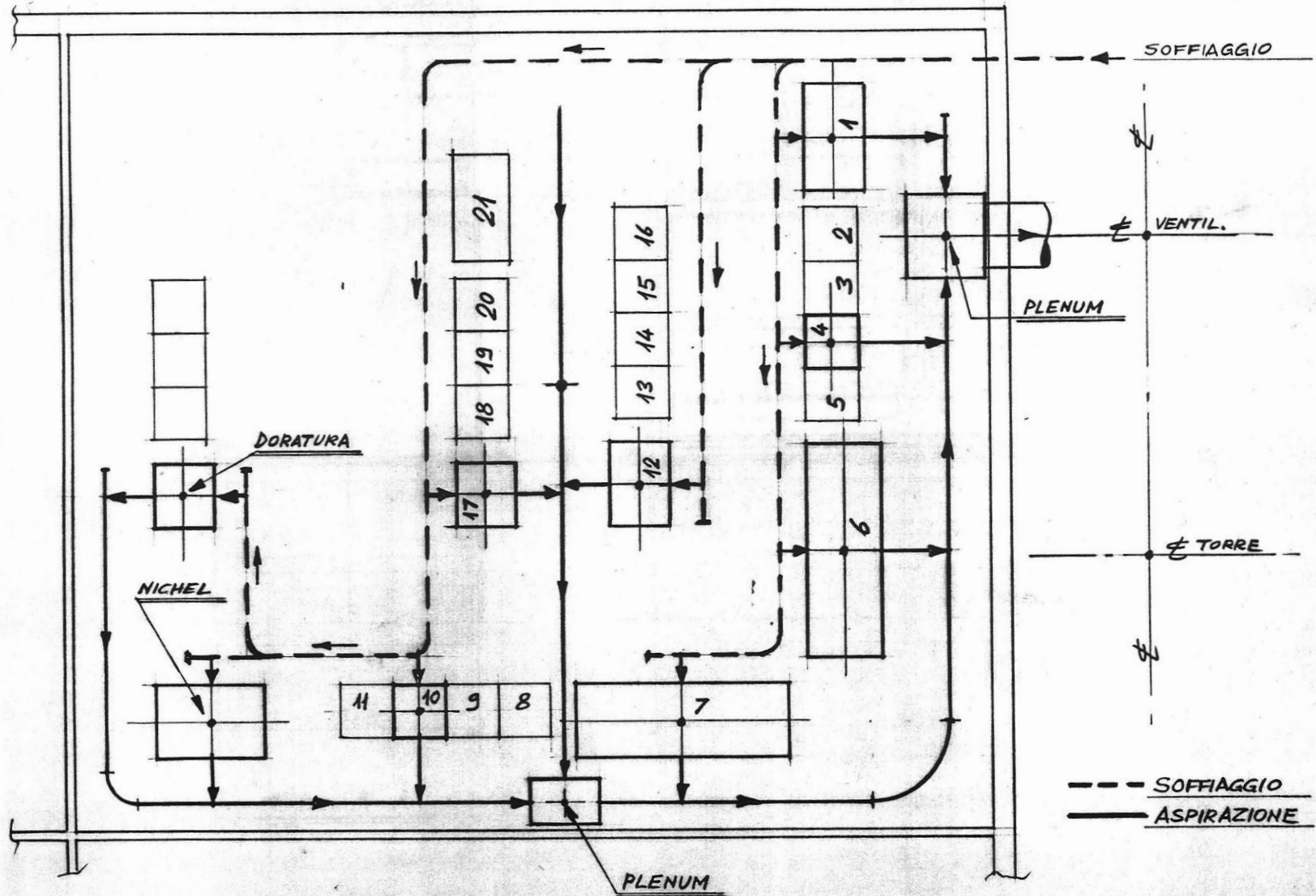
n.	data	aggiornamento
disegnatore	G.F.	
scala	/	
data	MAGGIO 91	

CST EUTRON S.p.A.
TREZZO D'ADDA

**LINEA DI ASPIRAZIONE
CON TORRE DI
ABBATTIMENTO.**

n. **4**

PROGETTAZIONE DI UN SISTEMA DI ASPIRAZIONE - ELEMENTI BASE



grazie per l'attenzione

tecno habitat

