

Alessandro Leone



PMP RISCHIO CHIMICO e CANCEROGENO – VERDUNO 24 NOVEMBRE 2023





Ventilazione e aspirazione localizzata

La **ventilazione generale** agisce diluendo l'inquinante diffuso nell'ambiente di lavoro. Può essere naturale o forzata

Ventilazione generale forzata

- poco efficace, richiede elevate portate d'aria, non utilizzabile in caso di inquinanti con elevata tossicità, in quanto raramente permette di rimuovere l'inquinante prima che questo raggiunga le vie di respirazione dell'operatore
- **Nelle operazioni di saldatura non è da considerarsi sufficiente come unico presidio di rimozione degli inquinanti**
- Garantire condizioni microclimatiche
- Fornire aria di reintegro per garantire l'efficacia delle aspirazioni localizzate
- Necessaria in presenza di impianti di aspirazione a ricircolo



L'aspirazione localizzata

- richiede flussi d'aria decisamente inferiori a quelli necessari con la ventilazione generale
- **La velocità di cattura degli inquinanti diminuisce velocemente allontanandosi dalla cappa.**
- E' possibile migliorare l'efficacia di aspirazione utilizzando paratie che delimitino la zona di influenza della cappa
 - Cabine di aspirazione
 - Banchi aspirati
 - Cappe sospese con paratie fisse o bandelle in gomma
- La presenza di fessure lineari o circolari o di grigliati non migliora la velocità di cattura, ma distribuisce in modo più uniforme il flusso di aspirazione



In ditta è possibile valutare visivamente

La presenza di ventilazione naturale e forzata

La presenza di presidi di aspirazioni localizzate, la loro distribuzione rispetto alle postazioni di saldatura e la distanza dalle postazioni di saldatura.

la tipologia e la geometria delle aspirazioni e gli eventuali confinamenti

la corretta posizione delle cappe rispetto alla sorgente durante l'utilizzo

la presenza di sistemi di intercettazione dei flussi di aspirazione (serrande manuali o automatiche) e la praticità del loro utilizzo

La diffusione di fumi negli ambienti di lavoro





In ditta è possibile valutare

Il numero dei ricambi/ora in caso di ventilazione forzata (in genere da dati di progetto)

I flussi di aspirazione delle cappe, in genere tramite misurazioni anemometriche da effettuarsi lungo le condotte, in tratti rettilinei.

La velocità di cattura delle cappe e la coerenza con i requisiti previsti dai riferimenti tecnici (ACGIH, ISO 21904, altro)

Misurare la distanza dell'aspirazione rispetto al punto di saldatura

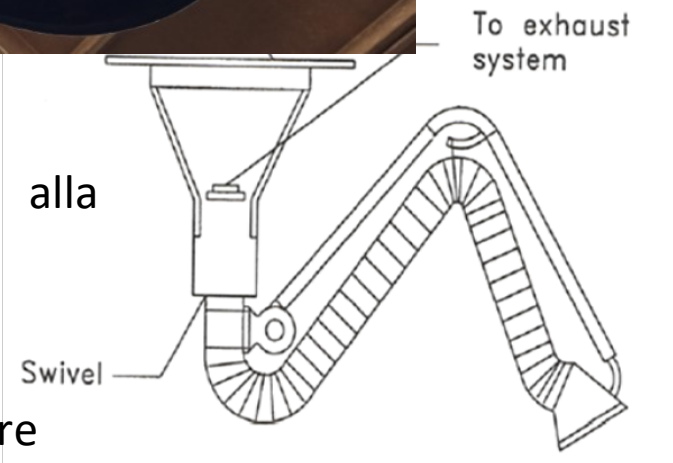
I livelli di esposizione professionale tramite misure ambientali, al fine di verificare l'efficacia dei sistemi di prevenzione adottati e il rispetto dei limiti di esposizione occupazionali





è la più utilizzata nel controllo dei fumi nella saldatura manuale

- Da valutare i flussi di aspirazione (<< rispetto ad altre soluzioni)
- Geometria della cappa
 - Posizione rispetto alla postazione di lavoro e alla forma/dimensione dei pezzi in lavorazione
 - La velocità di cattura
 - Distanza di utilizzo
 - Posizione rispetto alle vie di respirazione dell'operatore





Q

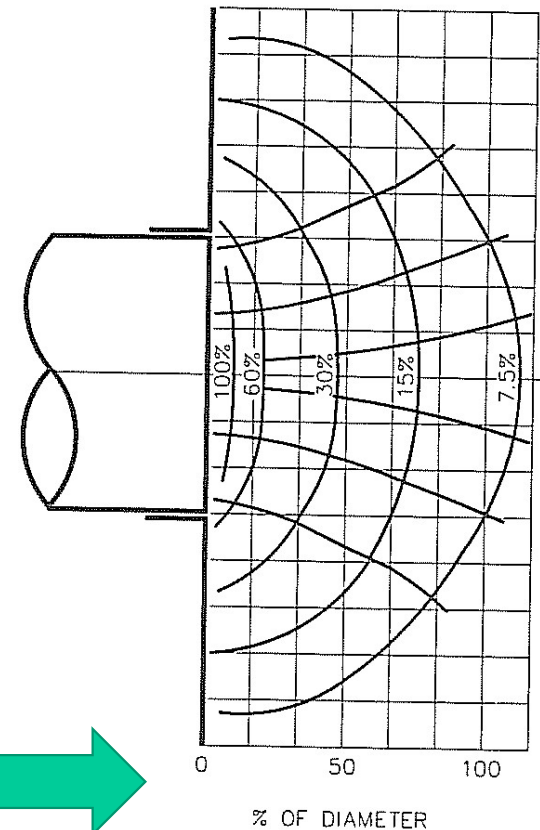
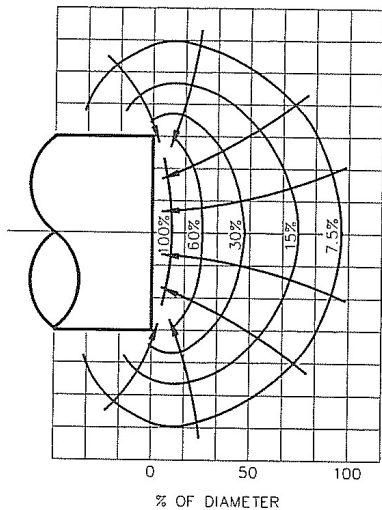
NOZIONI SULLA CAPPA DI
ASPIRAZIONE

$S = 4 \pi X^2$

$V = Q/S$

In genere si ritiene che la velocità si riduca a circa un decimo di quella presente sulla superficie aperta della cappa a distanze pari alla misura del diametro.

Miglioramento del 25% a parità di flusso





La formula che regola le cappe di aspirazioni è la seguente

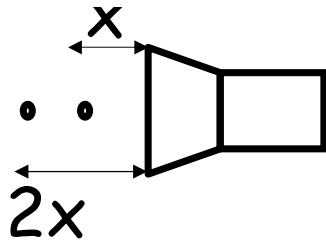
$$Q = V \times (10 X^2 + A)$$

in caso di cappe flangiate $Q = 0,75 \times V \times (10 X^2 + A)$

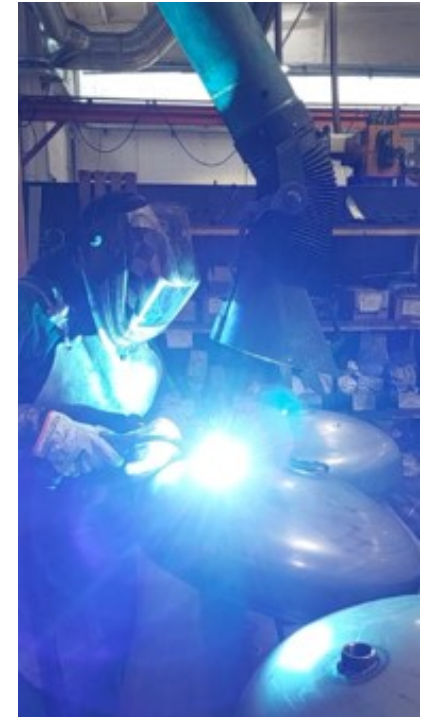
in caso di cappa appoggiata $Q = V \times (5 X^2 + A)$

$$\frac{V}{V_x} = \frac{10x^2 + A}{A}$$

N.B. banalmente, se raddoppio la distanza X



1. Per avere la stessa velocità, devo moltiplicare per 4 la portata
2. A parità di flusso di aspirazione, la velocità diminuisce di 4 volte

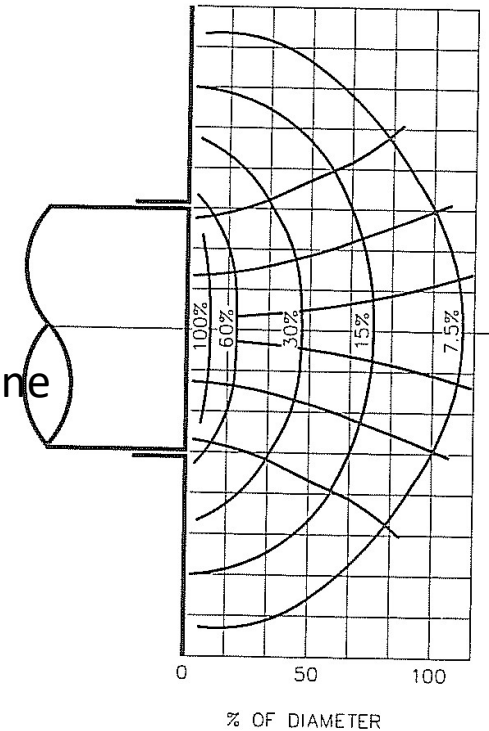




L'aspirazione localizzata nelle lavorazioni di saldatura

- In genere è assimilabile ad una cappa flangiata
- Non sempre è simmetrica
- Deve essere progettata e collocata in modo da catturare e rimuovere l'inquinante prima che questo raggiunga le vie di respirazione dell'operatore
- Deve essere posizionata correttamente, in quanto ha un campo di efficacia limitato
- Se correttamente progettata e gestita, può garantire livelli di esposizione sufficientemente contenuti

- Necessita di manutenzione e di verifiche periodiche
- Necessita di formazione specifica per il suo corretto utilizzo
- Se prevede l'espulsione all'esterno deve essere autorizzata





Parametri di controllo nelle operazioni di saldatura

Industrial Ventilation dell'ACGIH: la velocità di cattura necessaria per le operazioni di saldatura deve essere compresa tra **0,5 m/s e 1 m/s**.

La **Norma UNI EN ISO 21904 del 2020, parte 1 e parte 4**, fornisce indicazioni utili alla progettazione e al controllo dell'efficacia delle aspirazioni localizzate con diverse casistiche, prevedendo una velocità di controllo di almeno **0,3 m/s**

Sebbene i due requisiti non siano confrontabili, in quanto uno è una velocità di cattura nel punto di saldatura, l'altro è una velocità ad una distanza predefinita, appare evidente che i requisiti minimi della norma UNI ISO 21904 siano «inferiori» a quelli richiesti dal manuale di ventilazione industriale dell'ACGIH.

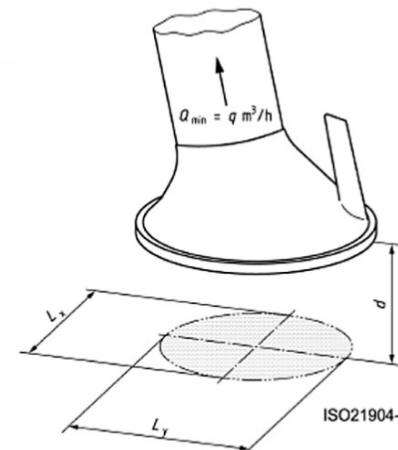
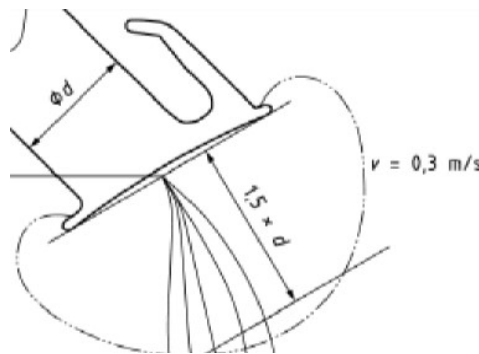


Industrial Ventilation:

Velocità di cattura: velocità dell'aria in qualsiasi punto «x» di fronte alla cappa necessaria a trasportare l'inquinante dal punto in cui si trova all'interno della cappa

	PLAIN OPENING	0.2 OR GREATER AND ROUND	$Q = V(10X^2 + A)$
	FLANGED OPENING	0.2 OR GREATER AND ROUND	$Q = 0.75V(10X^2 + A)$

La Norma UNI EN ISO 21904 del 2020: la cappa deve garantire una velocità di 0,3 m/s ad almeno 1,5 D (diametro della tubazione), su una superficie di almeno 1,5 D x D





Industrial Ventilation:

Con velocità di cattura comprese tra 0,5 m/s e 1 m/s siamo di fronte ad una cappa «catturante» in grado di intercettare i fumi e modificarne la traiettoria verso la cappa.



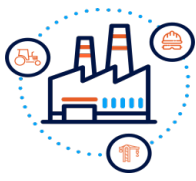
La Norma UNI EN ISO 21904 del 2020:

Dopo una prima fase di studio, la cappa prevista dalla Norma UNI 21904 sembra assimilabile solo in parte ad una cappa «catturante». Cappe che rispettano i requisiti «minimi» della norma UNI, richiedono quindi un'attenzione particolare nel loro corretto posizionamento, per garantire un'efficacia cattura degli inquinanti.



In prossimità del punto di saldatura, in caso di distanza massima ($v = 0,3 \text{ m/s}$), è possibile che sia più assimilabile ad una cappa «ricevente», dove i fumi si muovono influenzati dal gradiente di temperatura, espandendosi.

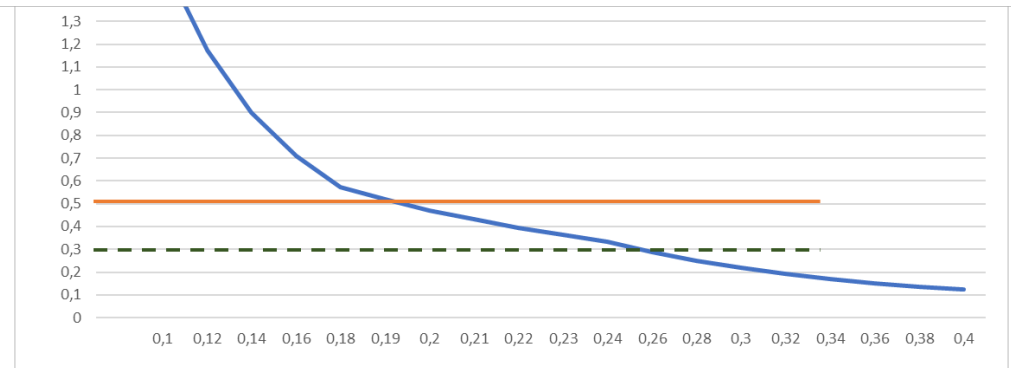
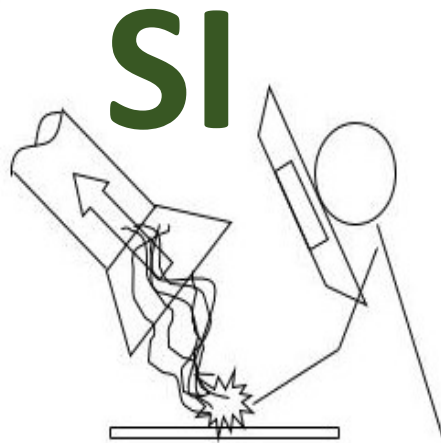
Solo successivamente, **SE** entrano nel raggio di influenza della cappa (dove la velocità è maggiore di $0,5 \text{ m/s}$) vengono catturati.



Posizionamento e distanza

La **velocità di cattura di una cappa**: dipende dalla forma, dalla distanza e dalla portata

Distanze massime sono comprese tra 30 e 40 cm, MA cappe meno performanti possono perdere efficacia anche a distanze inferiori

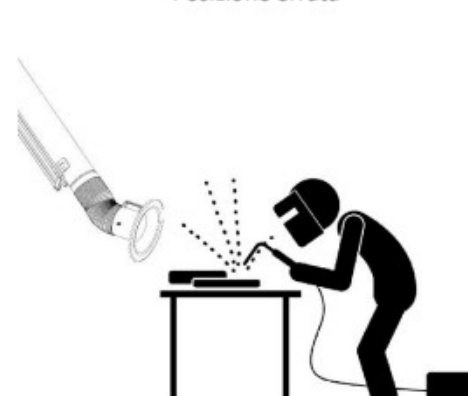




Posizione corretta



Posizione errata



- Posizionare il braccio aspirante, cosicché la cappa aspirante sia collocata trasversalmente rispetto al punto di saldatura, a circa 25 cm di distanza.

- La cappa aspirante deve essere posizionata in modo da consentire una captazione efficace dei fumi di saldatura, in funzione del loro andamento al variare della temperatura e del raggio di aspirazione.

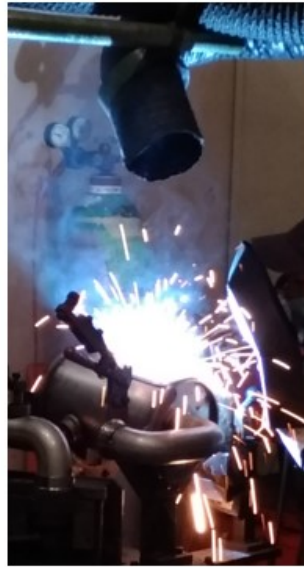
- Accostare sempre la cappa aspirante al rispettivo punto di saldatura.



AVVERTENZA

In caso di errato posizionamento della cappa aspirante e di insufficiente capacità di aspirazione, non verrà garantita una captazione efficace dell'aria contenente sostanze pericolose.

In tal caso le sostanze pericolose potranno penetrare nelle vie respiratorie dell'utente, provocando danni alla salute!



Posizione NON corretta dell'aspirazione



Alternanza di posizioni corrette e scorrette. L'addetto è chiaramente formato all'utilizzo della cappa. Difficoltà nella saldatura di pezzi di medie dimensioni, con forma complessa. Il presidio di aspirazione non sempre permette di raggiungere tutti i punti di saldatura (distanza, ingombro, flessibilità).



L'addetto che ha compreso le modalità di utilizzo della cappa, la ricolloca man mano che procede con la saldatura. E' agevolato dall'utilizzo di una visiera vincolata alla testa (a caschetto) che gli garantisce una mano libera con la quale gestire l'aspirazione.



VALUTAZIONE DETTAGLIATA DELL'IMPIANTO DI ASPIRAZIONE LOCALIZZATA

Al fine di una verifica dell'efficienza di captazione e di disporre di cappe di aspirazioni almeno coerenti con i requisiti minimi indicati dalle norme tecniche, è necessaria una valutazione dettagliata dell'impianto di ventilazione.

E' necessario definire e valutare

- i flussi di aspirazione delle cappe
- la velocità di cattura nel punto di presenza degli inquinanti, ovvero la distanza del punto di saldatura dalla cappa di aspirazione
- il rispetto dei requisiti minimi definiti dalla Norma ISO 21904

Condizione necessaria ma non sufficiente del rispetto dei limiti di esposizione è che le aspirazioni localizzate siano conformi almeno ai requisiti della Norma ISO 21904.

L'aspirazione deve inoltre essere utilizzata correttamente, ovvero posizionata ad una distanza che garantisca velocità superiori a 0,3 m/s.



I flussi di aspirazione necessari dipendono essenzialmente dalla distanza del punto di saldatura

Da ISO 21904-1

Flussi normalmente compresi tra 700 m³/h e 1500 m³/h

Distanze massime 30 – 40 cm

Da Industrial Ventilation

Distanza 'X' (cm)	Condotta senza cappa (m ³ /h)	Condotta con cappa a <u>cono</u> o cappa flangiata (m ³ /h)
Fino a 15	569	425
15 – 23	1282	950
23 – 30	2268	1699



Rappresentatività della misura

- Flusso di aspirazione: quello normalmente utilizzato
- Numero di aspirazioni collegate e funzionanti: situazione rappresentativa della routine lavorativa o numero di postazioni massime contemporaneamente possibili o tutte le aspirazioni aperte
- Hp di schema decisionale: tutte le aspirazioni sino a 3 cappe. Poi a campione, prendendo rispetto alla linea della condotta almeno la prima e l'ultima e una o più intermedie.





Verifica in campo della conformità dei requisiti tecnici

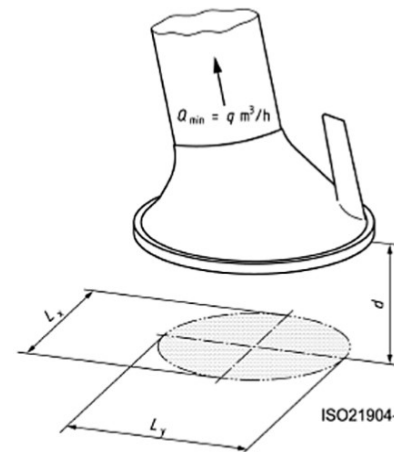
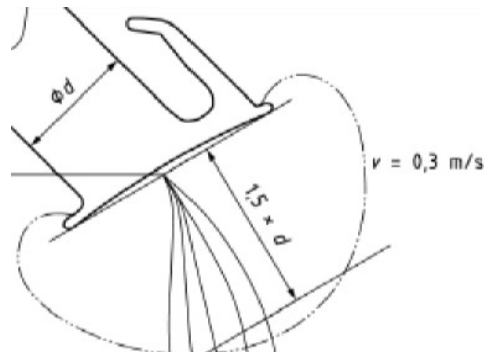
Abbiamo bisogno di misurare la velocità di cattura della cappa ad una determinata distanza e di confrontarla con parametri definiti dalla norma ISO 21904 e dall'ACGIH (industrial ventilation)

Su quale piano di aspirazione eseguire le misure?

A quale distanza?

Quanti punti di misura?

Quali velocità di controllo utilizziamo?





Requisito minimo della norma.

La Norma richiede di definire un flusso minimo di aspirazione che garantisca che ad una distanza dalla cappa pari a 1,5 volte il diametro della condotta, sia possibile misurare una velocità di aspirazione di 0,3 m/s su una superficie ellissoidale con assi pari ad almeno 1,5xD e D.

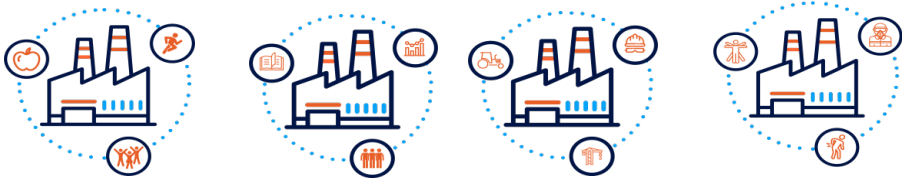
Identificazione della superficie di riferimento.

Misura e ricerca della velocità di cattura su una superficie ideale perpendicolare alla cappa e in cui si verifica la condizione minima:

$v > 0,3 \text{ m/s}$ (UNI EN ISO 21904).

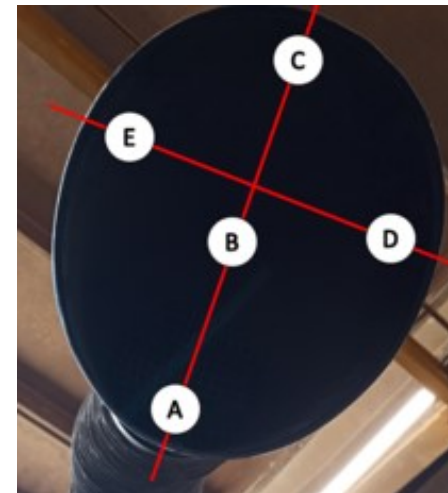
Ambiente di prova.



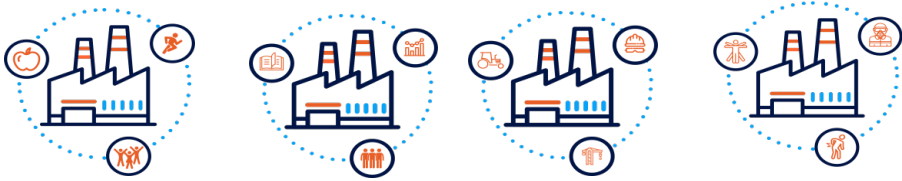


Prestazione degli anemometri.

Confronto tra misurazioni effettuate con anemometro a filo caldo «direzionale» e «omnidirezionale». Ci poniamo in un piano in cui $V > 0,3$ m/s.



	omnidirezionale	direzionale
punti	BSV105 m/s	TESTO m/s
A	0,46	0,52
B	0,64	0,62
C	0,46	0,37
D	0,49	0,47
E	0,41	0,44

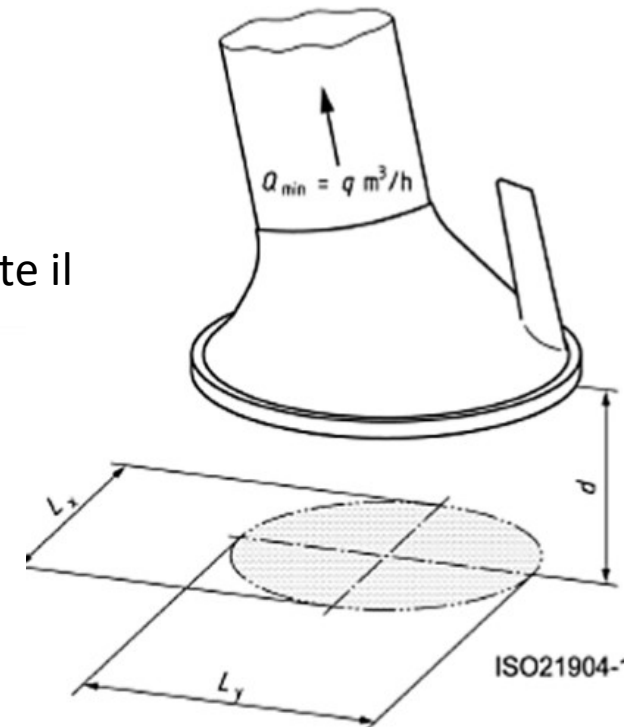
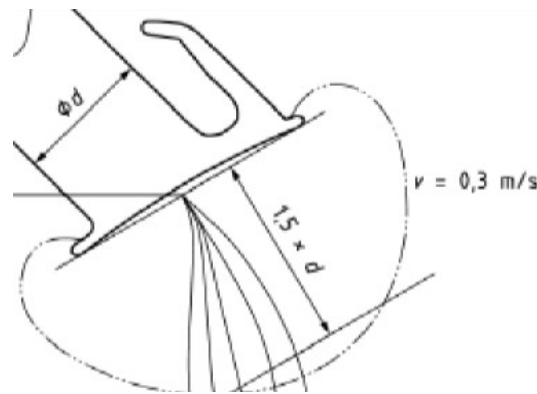


Il piano di misura è parallelo alla cappa

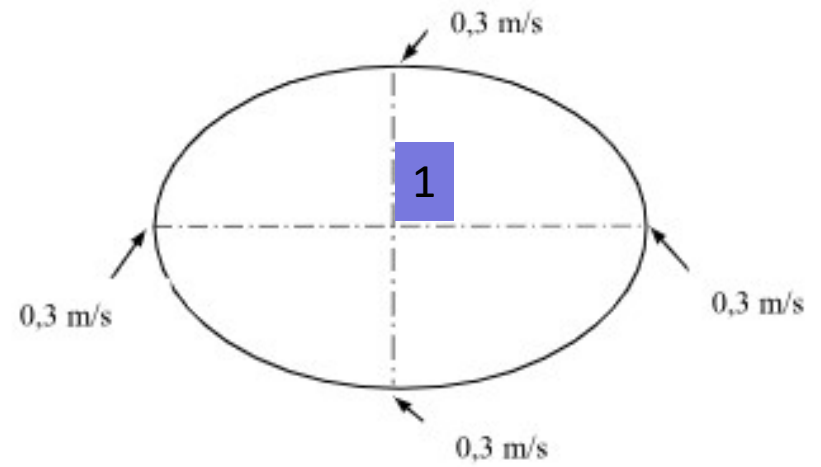
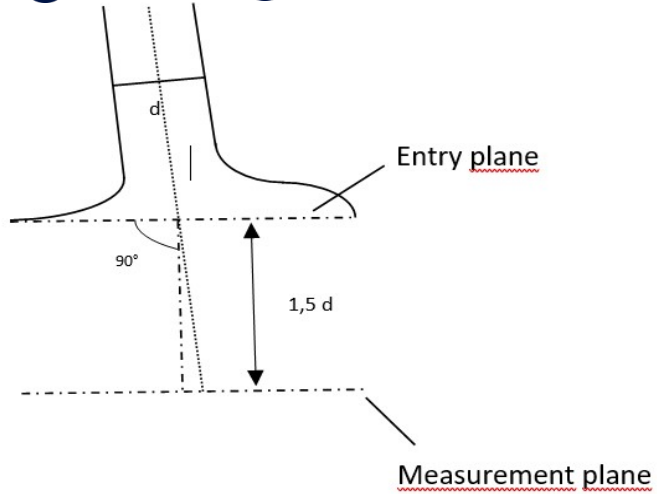
Il piano di misura deve essere il più possibile perpendicolare alla tubazione (per evitare turbolenze)

Il piano di misura deve essere posizionato ad una distanza di 1,5 volte il diametro della tubazione

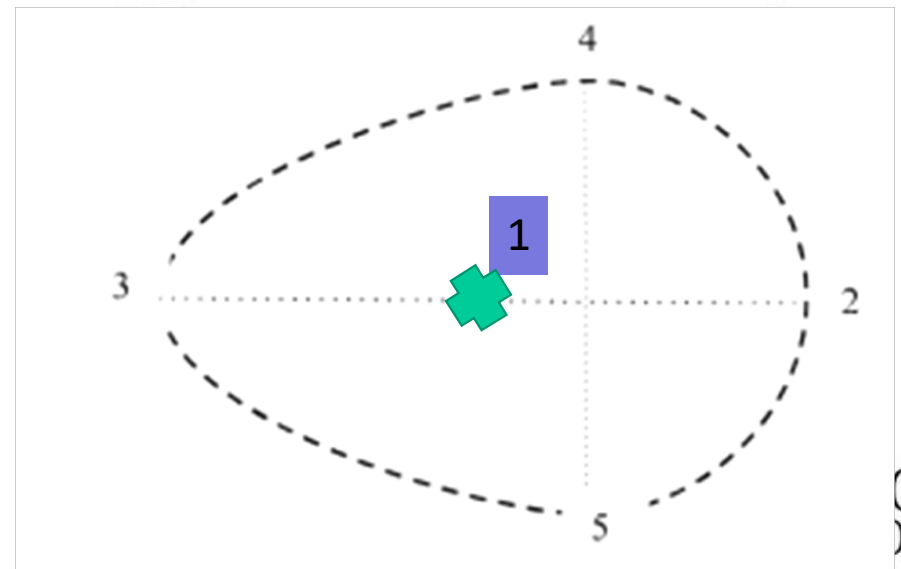
La norma richiede misure di 5 minuti.



La Norma richiede definire l'area dove è garantito il valore minimo di 0,3 m/s e verificare che i due assi siano almeno pari a 1,5xD e D.



□ Forma assunta dall'area al cui interno $v \geq 0,3 \text{ m/s}$



ONE
ONTE

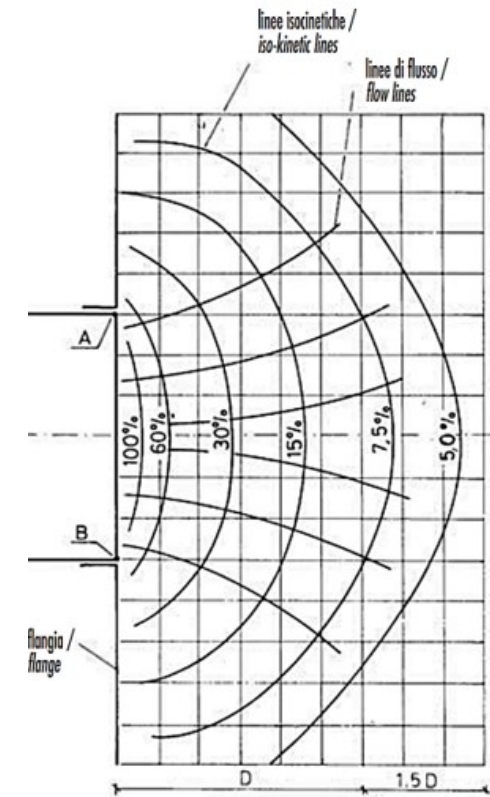


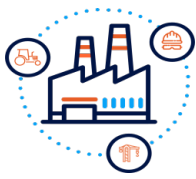
Nel caso di dubbi sull'efficienza di aspirazione di una cappa, si propone un approccio semplificato.

Utilizzare un tempo di misura di circa un minuto. Più il valore è prossimo al valore di controllo e maggiore sarà il tempo.

Sul piano di misura le velocità non sono costanti. Dalle misure effettuate in campo, si è riscontrato che quando ai bordi siamo su valori di circa 0,3 m/s, i valori centrali sono intorno allo 0,35 m/s.

In prima battuta, la cappa verrà valutata prendendo il dato centrale (PUNTO 1) e confrontandolo con 0,35 m/s.

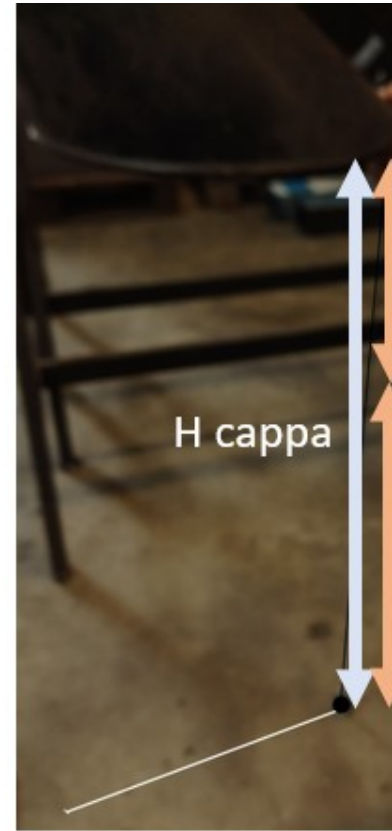




- Misura del diametro della tubazione (in genere tra 10 e 20 cm)
- Posizionare la tubazione il più verticale possibile
- Posizionare la cappa in posizione parallela al pavimento (serve per evitare il più possibile le turbolenze legate ad un cambio di direzione del flusso d'aria)
- Utilizzare se possibile un filo a piombo per tracciare la proiezione della cappa sul pavimento
- Serve almeno proiettare l'asse maggiore
- Misurare l'altezza della cappa dal pavimento, in quanto le misure con l'anemometro andranno effettuate a una distanza predefinita dalla cappa
- Posizioniamo l'anemometro
 - fissandolo ad un treppiede
 - la sonda è parallela al piano di misura e perpendicolare al flusso teorico dell'aria.
 - Ad una altezza pari a quella della cappa meno 1,5 volte il diametro



$$H \text{ anemometro} = H \text{ cappa} - 1,5xD$$



1,5xD

H cappa

H anemometro





PRIMA IPOTESI DI SCHEMA DECISIONALE

Velocità centrale inferiore a 0,30 m/s. La cappa è da considerarsi NON rispondente ai requisiti minimi della ISO 21904. Potrebbe essere utilizzabile solo a distanze inferiori a $1,5xD$. Difficile che possa in ogni caso garantire un buon controllo dei fumi di saldatura.

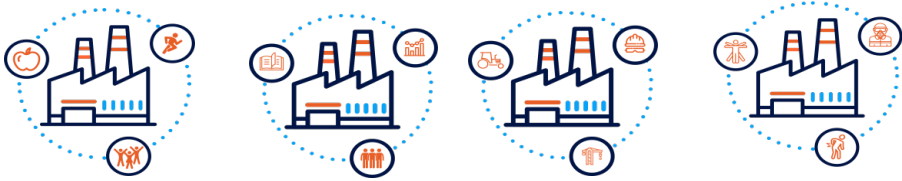
Velocità centrale superiore a 0,30 m/s ma inferiore a 0,35 m/s. Giudizio sospeso in assenza di ulteriori misure lungo l'asse. Se possibile effettuare almeno ulteriori due misure a $0,75 D$ dal centro. Se sono entrambe uguali o superiori a 0,30 m/s la cappa rispetta i requisiti minimi, ma deve essere garantito un rigoroso controllo della distanza durante l'utilizzo ($< 1,5xD$) e il corretto posizionamento.



PRIMA IPOTESI DI SCHEMA DECISIONALE

Velocità centrale superiore a 0,35 m/s ma inferiore a 0,50 m/s. La cappa rispetta i requisiti minimi della ISO 21904, ma non i valori tecnici definiti dall'ACGIH. Per garantire cattura efficace dei fumi necessita di un corretto posizionamento della cappa (distanza massima di $1,5xD$ + circa 3-4 cm).

Velocità centrale superiore a 0,50 m/s. La cappa rispetta i requisiti minimi della ISO 21904 e i valori tecnici definiti dall'ACGIH. Alla distanza di $1,5xD$ è una cappa catturante efficace.



Aspirazione localizzata a braccio snodato carrellata

Da valutare

i flussi di aspirazione (<< rispetto alle altre soluzioni)

Geometria cappa

Facilità di utilizzo rispetto ai pezzi in lavorazione

Velocità di cattura

Distanza di utilizzo

Posizione rispetto all'utilizzatore

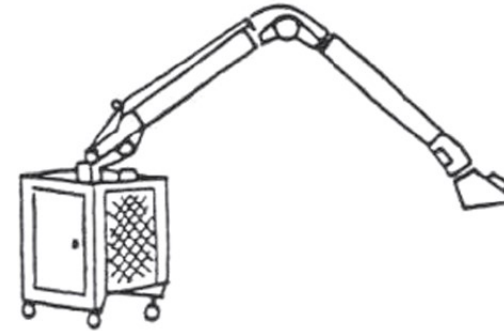
il ricircolo → ventilazione generale (forzata)

La possibilità di alternative

la tipologia (certificazione W3 >99%) e lo stato e manutenzione dei filtri

Registro manutenzione e sostituzione filtri

La presenza di sistemi di allarme in caso di intasamento dei filtri



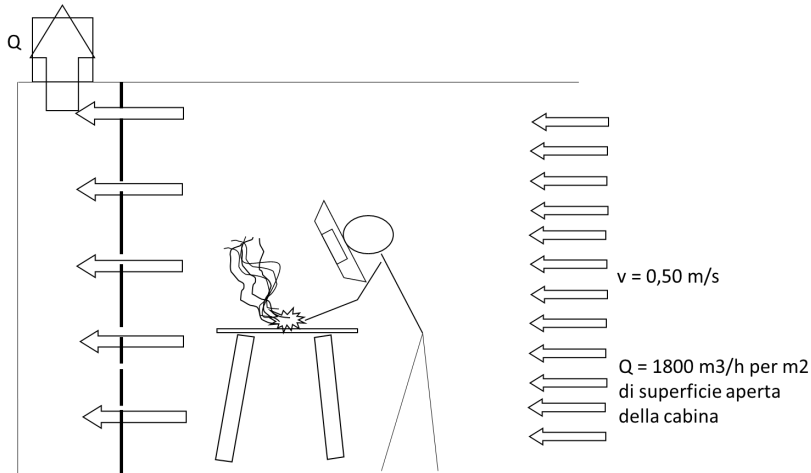
BRACCIO D'ASPIRAZIONE	
Modello	KUA
Lunghezza	3 o 4 m
Diametro	ø160
Ventola	Radiale
Portata alla bocca	Max. 1200 m ³ /h
Rumorosità	72 dB(A)

- **[Posizione 3.]**
Led di segnalazione con luce alternata verde che indica l'avviamento del ciclo di pulizia delle cartucce mediante aria compressa; questa segnalazione è attiva solo su versioni che prevedono l'autopulizia.
- **[Posizione 4.]**
Led di segnalazione con luce fissa gialla, si accende dopo 600 ore di funzionamento per indicare di eseguire un controllo sulla sezione filtrante (qualora non sia mai stata mantenuta e/o sostituita) ed un controllo generale sulla macchina per verificarne il corretto funzionamento.
- **[Posizione 5.]**
Led di segnalazione con luce fissa rossa, si accende quando il pressostato differenziale di tipo digitale rileva la differenza di pressione (dato impostato dal produttore) tra l'ingresso dell'aria sporca e l'uscita dell'aria pulita.

*CARATTERISTICHE TECNICHE CON CERTIFICATO IFA W3 E FILTRO MERV 16

FILTRO	
Sup. filtrante	10 m ²
Materiale	100 % in poliestere BiCo con membrana PTFE
Idoneo per fumi di saldatura classe W3 secondo EN-ISO 15012-1:2013	





Cabina aspirata

Richiede elevate portate d'aria (>> dell'aspirazione a braccio snodato)

Verifica delle portate (da progetto o con anemometro, in condotta o sulla superficie della cappa)

Va valutato visivamente il corretto posizionamento del saldatore e le dimensioni dei pezzi (piccole) e posizionamento dei pezzi all'interno della cabina

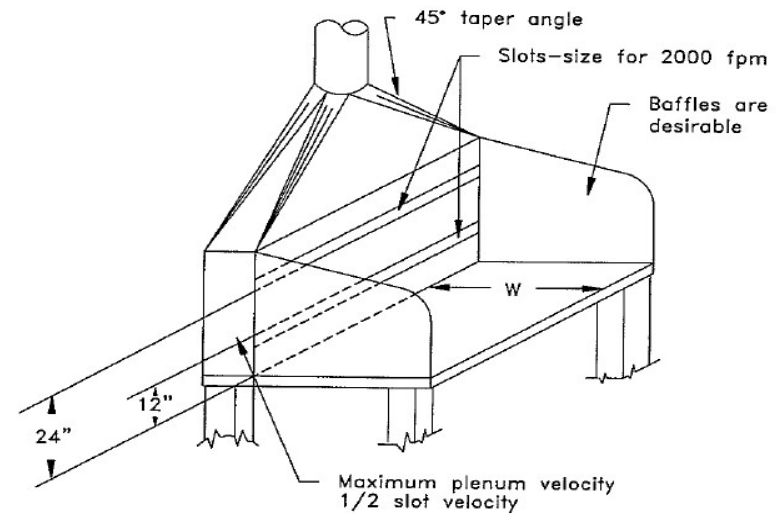


Banco aspirato

Richiede alte portate d'aria (> dell'aspirazione a braccio snodato), inferiori alla cabina (circa 2000 m³/h per metro di larghezza del banco). Profondità del banco massima di circa 60 cm.

Verifica delle portate (da progetto o con anemometro, in condotta o in prossimità del punto di saldatura)

Va valutato visivamente il corretto posizionamento del saldatore e le dimensioni dei pezzi (piccole) e il posizionamento dei pezzi sul banco aspirato



$$Q = 350 \text{ cfm/ft of hood length}$$

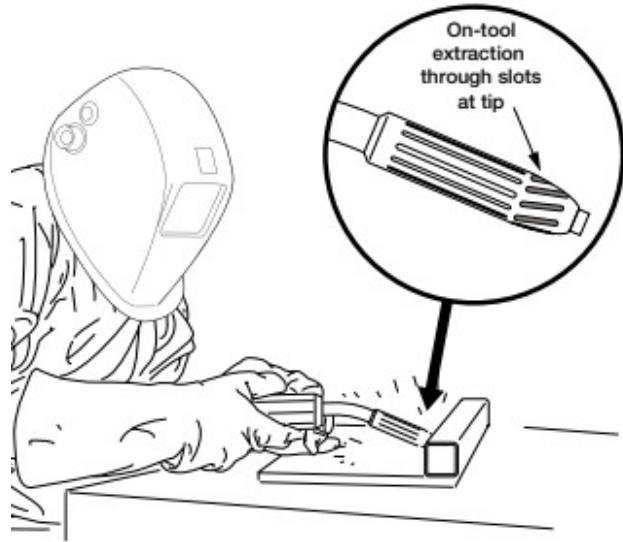
$$\text{Hood length} = \text{required working space}$$

$$W = 24" \text{ maximum, if } W > 24" \text{ see chapter 3}$$

$$\text{Minimum duct velocity} = 2000 \text{ fpm}$$

$$h_e = 1.78 V_R + 0.25 V_R$$





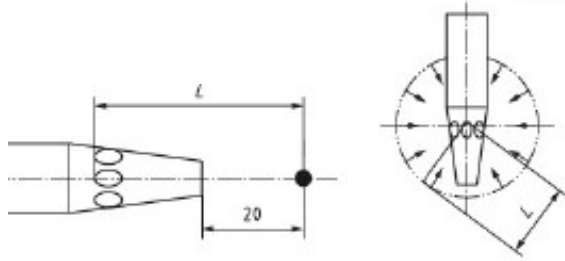
Saldatrice aspirata

Non richiede riposizionamento dell'aspirazione in quanto solidale con il punto di saldatura
Necessita di basse portate di aspirazione
Buon controllo dell'esposizione nelle puntature, meno nella saldatura continua (limitata zona di aspirazione)
Problema del peso e del gas di protezione
Poco utilizzata





Dimensions in millimetres



Controllo

Misura della velocità indotta V_i
(ad una distanza di 20 mm)

$$Q = 4 * 3,14 * L * L * V_i$$

V_i = velocità indotta

$V_i > 0,4$ m/s possono portare alla cattura del gas di protezione.

V_i devono essere comprese tra 0,35 – 0,4 m/s

Controllo visivo

Cattura dei fumi durante la saldatura (diffusione limitata in ambiente di lavoro)

Puntatura o cordone di saldatura limitata





Cappa ricevente o a baldacchino

Buon controllo dell'esposizione nel caso di saldature robotizzate o automatiche

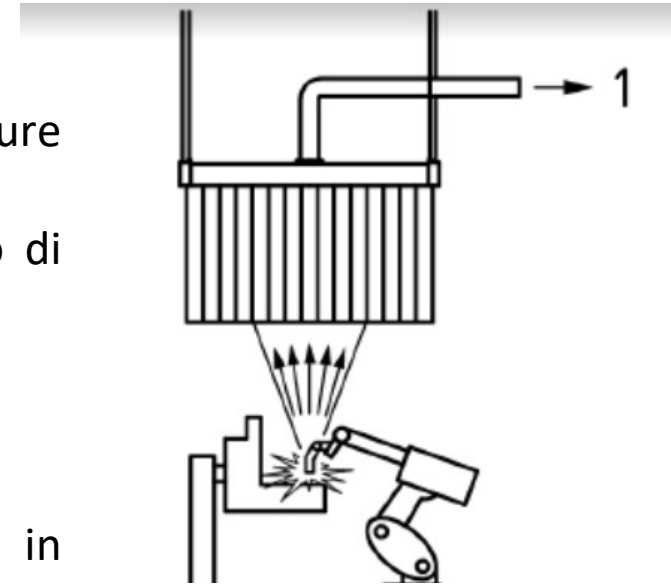
Necessita di un corretto posizionamento rispetto al punto di saldatura

Deve permettere il movimento del braccio saldante

Utilizzata nelle saldature automatiche, robot

Verifica da dati di progetto dei flussi d'aria o misura in condotta.

La Norma ISO 21904 dà valori di portata, l'ACGIH non fornisce indicazioni specifiche per la saldatura (è possibile utilizzare informazioni per cappe riceventi)



Legenda

1 flusso d'aria e pressione comune, da 2 000 m³/h a 4 000 m³/h, da 100 Pa a 500 Pa





CAPPA RICEVENTE: a volte utilizzata in modo non corretto sui banchi di saldatura



Grazie per l'attenzione

