

4.10 *DISPOSITIVI DI PROTEZIONE COLLETTIVA (DPC)*

Si definiscono in tal modo i dispositivi che hanno lo scopo di proteggere non solo il singolo lavoratore impiegato nell'attività (come i DPI), ma tutto il personale presente nell'ambiente di lavoro. In ambito laboratoristico, i DPC per eccellenza sono le cappe chimiche di aspirazione e le cappe di sicurezza biologica.

4.10.1 **Cappe chimiche**

Sono considerate lo strumento principale per la protezione sia dai rischi di incendio ed esplosione causati da reazioni chimiche incontrollate, sia dal rischio legato alla tossicità delle sostanze chimiche utilizzate. L'installazione di questi dispositivi permette di creare un ciclo chiuso isolando l'emissione degli inquinanti. La cappa chimica rappresenta normalmente la zona di maggior pericolo del laboratorio e quindi deve rispondere ai requisiti di sicurezza definiti nelle norme tecniche (UNI EN 14175), deve essere periodicamente controllata e mantenuta efficiente. Si possono distinguere due tipi di cappe chimiche, ad espulsione d'aria o a ricircolo d'aria.

4.10.1.1 *Cappe chimiche ad espulsione d'aria*

Si compongono essenzialmente di una cabina, un condotto d'aspirazione e un elettroventilatore, gli inquinanti aspirati sono convogliati all'esterno con o senza depurazione (filtraggio).

Gli elettroventilatori devono essere costruiti in modo da avere un'elevata resistenza chimica e meccanica rispetto ad un ampio spettro di composti (acidi, basi, solventi organici, ecc.) e devono essere in grado di sopportare alte temperature. Per i motori si consiglia un isolamento a norma CEI IP66, prescritta per impianti a prova di polvere ed ondate d'acqua.

La sistemazione dei condotti di espulsione deve essere effettuata in modo che l'elettroventilatore sia posizionato in vicinanza del camino di scarico, in modo che le tubazioni siano mantenute il più possibile in depressione. Questo impedisce anche la fuoriuscita di vapori tossici in caso di eventuali fessurazioni, con il conseguente rientro nei locali. Inoltre, il distanziamento dell'elettroventilatore dal laboratorio, consente di eliminare il rumore e le vibrazioni del motore. I giunti delle tubazioni devono essere a curva aperta, con angoli superiori a 90° per diminuire ulteriormente la rumorosità del flusso d'aria ed evitare fenomeni di condensa che porterebbero col tempo alla corrosione dei condotti.

In genere è preferibile che ogni cappa abbia un sistema d'espulsione singolo (una cappa, una tubazione, un elettroventilatore, uno scarico), per evitare la formazione di miscele pericolose tra sostanze incompatibili o interferenze di flussi d'aria, con rischio di ricircolo di sostanze pericolose nell'ambiente di lavoro.

La scelta del ventilatore e il dimensionamento del condotto d'espulsione devono essere eseguiti da un tecnico qualificato. Il diametro dei condotti deve essere preferibilmente maggiore o uguale a 20 cm, per evitare eccessive perdite di carico nell'aspirazione.

Esistono diverse tipologie di cappe chimiche ad espulsione d'aria, la più semplice è composta da una cabina con vetro saliscendi frontale, un piano di lavoro, un doppio fondale e il collettore con il condotto di scarico. Il vetro frontale è normalmente a saliscendi con contrappesi, i vetri sono di solito in cristallo temperato o di sicurezza oppure in policarbonato in caso di utilizzo di acido fluoridrico. Il piano di lavoro può essere in gres monolitico, polipropilene, acciaio o resina epossidica, in un pezzo unico, con bordi antisversamento arrotondati in modo da garantire una maggiore facilità di pulizia e il contenimento in caso di versamento sul piano. Il piano di lavoro può essere ribassato per cappe che devono contenere distillatori o colonne cromatografiche.

I punti di aspirazione all'interno della cappa sono ubicati preferibilmente a diverse altezze sul pannello di fondo. Questa scelta tecnica fa sì che in corrispondenza di tali fessure la velocità d'aspirazione sia alta (a parità di portata viene ridotta l'area superficiale) mentre la diversa altezza garantisce la cattura di gas e vapori con diversa densità. Ostruire tali aperture diminuisce l'efficienza della cappa.

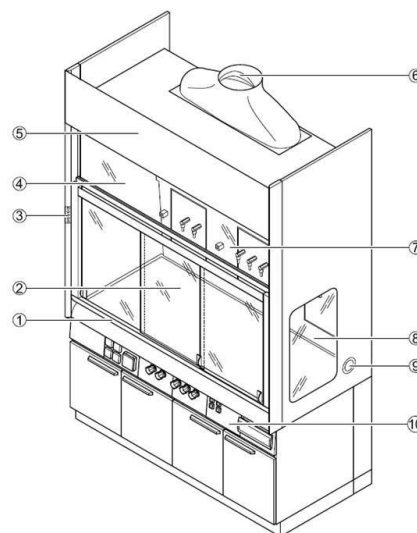
Le cappe possono essere dotate di servizi (acqua, gas, ecc) che devono essere regolati dall'esterno della cappa, come sull'esterno devono essere posizionate tutte le prese di corrente.

Le cappe ad espulsione d'aria possono essere dotate di una larga feritoia a griglia posta sopra il fronte della cappa attraverso la quale entra dell'aria supplementare (cappe con by-pass d'aria), per consentire all'operatore di lavorare in condizioni di velocità frontale costante, indipendentemente dall'altezza del vetro frontale.

Particolari cappe ad espulsione sono quelle tecniche. Utilizzate per gli impianti pilota, sono senza piano di lavoro e permettono di utilizzare come vano cappa tutta l'altezza disponibile della struttura a partire dal pavimento.

Schema semplificato di cappa chimica ad espulsione d'aria

- 1) saliscendi frontale e orizzontali;
- 2) piano di lavoro;
- 3) pulsantiera dei comandi;
- 4) vetrata;
- 5) pannello frontale mobile;
- 6) polmone di aspirazione;
- 7) parete di canalizzazione d'aria con moduli porta-servizi;
- 8) spalla laterale parzialmente vetrata;
- 9) sportello per passaggio cavi;
- 10) mobiletto autoportante con traversa.



4.10.1.2 Cappe chimiche a ricircolo d'aria

Hanno dimensioni ridotte e comprendono in un corpo solo tutti i componenti della cappa. Sono costruite in forma appoggiabile al pavimento o al banco. Il piano di lavoro è chiuso entro una cabina con frontale apribile trasparente, collegata al sistema di depurazione (trappole ad assorbimento chimico, filtri a carbone attivo, ecc) e di aspirazione (elettroventilatore). Queste cappe agiscono riciclando l'aria del locale ove sono installate.

La depurazione dell'aria dai vapori tossici viene effettuata per assorbimento in fase solida; l'aria aspirata dall'elettroventilatore attraversa un letto di sostanze assorbenti (il filtro) che la purifica trattenendo le sostanze inquinanti per assorbimento chimico o fisico. L'assorbente più utilizzato è il carbone attivo in granuli.

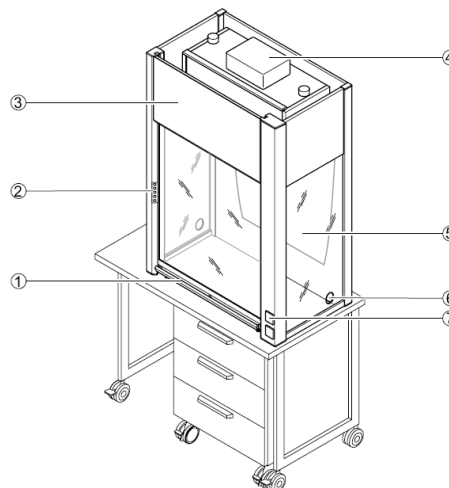
Il grado di saturazione dei filtri è un fattore critico poiché la durata di un filtro dipende, oltre che dalla sua granulometria, dalla concentrazione e frequenza d'impiego delle sostanze assorbite, anche dalle condizioni termoisometriche dell'ambiente e dalla possibilità di assorbire sostanze volatili presenti nell'aria dell'ambiente (anche quando la cappa non è attiva). L'applicazione di un doppio filtro può aumentare la durata del sistema filtrante: con il progressivo esaurimento del primo filtro, inizia l'azione d'adsorbimento del secondo.

Per evitare l'ostruzione dei micropori del carbone attivo da parte delle particelle disperse nell'aria, è necessario far precedere il filtro da un prefiltro ed ulteriori filtri ad alta efficienza (HEPA) per la purificazione assoluta dell'aria. In alternativa possono essere montati filtri polifunzionali a strati, che hanno il vantaggio di essere sostituibili in blocco.

Questo tipo di cappe non deve essere utilizzato quando: si devono trattare grandi quantità di sostanze volatili, tossiche, corrosive o infiammabili, esplosive o radioattive; quando le sostanze sono incompatibili tra loro, con il filtro o con le sostanze precedentemente assorbite; con sostanze che messe in contatto sviluppano reazioni esotermiche o esplosive; con materiali a rischio biologico.

Schema semplificato di cappa chimica a ricircolo d'aria

- 1) saliscendi frontale;
- 2) pulsantiera dei comandi;
- 3) pannello frontale mobile;
- 4) canister per filtri con ventilatore;
- 5) parete posteriore con profilo di canalizzazione d'aria;
- 6) sportello per passaggio cavi;
- 7) prese elettriche.



4.10.1.3 Corretto utilizzo di una cappa chimica

La presenza della cappa chimica non è sufficiente a garantire la sicurezza. Occorre infatti che la cappa sia utilizzata correttamente, il personale deve essere quindi addestrato in modo da ottenere i maggiori vantaggi possibili in termini di protezione e per evitare che l'uso improprio possa creare situazioni di maggior pericolo. Di seguito sono riportati consigli e raccomandazioni per il miglior utilizzo possibile di tale dispositivo:

- tutte le operazioni con prodotti chimici pericolosi devono essere svolte sotto cappa e comunque sempre quando tale indicazione è riportata sulle schede di sicurezza dei prodotti da manipolare;
- la cappa non deve essere utilizzata come magazzino di stoccaggio delle sostanze chimiche, né per lo smaltimento delle stesse per evaporazione forzata. Alla fine del lavoro le sostanze devono essere rimosse e riposte in un luogo idoneo (meglio se separato dall'ambiente di lavoro);
- la cappa deve essere posizionata nel locale lontano da ogni fonte di turbolenza d'aria (porte, finestre, impianti di ventilazione, caloriferi, termoconvettori, stufe, passaggio di persone, ecc). In particolare, durante l'attività deve essere evitata qualunque turbolenza dell'aria del locale;
- prima di iniziare il lavoro verificare che la cappa sia in funzione, (ad esempio con un fazzoletto o un foglio di carta);
- dopo aver inserito il materiale, abbassare lo schermo frontale almeno a 40 cm circa dal piano di lavoro. Se la cappa ha la regolazione automatica della velocità, abbassare lo schermo all'altezza minima indispensabile per lavorare in sicurezza e comodità. Più il frontale è abbassato meno il flusso d'aspirazione risente delle correnti d'aria dell'ambiente di lavoro. Se il pannello frontale è dotato di vetri scorrevoli orizzontalmente, tenerli chiusi. Se la cappa è funzionante ma non utilizzata, mantenere il frontale completamente abbassato;
- l'operatore deve lavorare in piedi o seduto, in posizione eretta, evitando di sporgersi con la testa verso l'area di lavoro;
- l'operatore deve posizionarsi in modo leggermente discosto dall'apertura frontale per non generare turbolenze;
- gli apparecchi elettrici introdotti devono essere alimentati dall'esterno e, se necessario, certificati per essere utilizzati in atmosfere a rischio incendio/esplosione;

Università Politecnica delle Marche Dipartimento di Scienze della Vita e dell'Ambiente	MANUALE DELLA SICUREZZA a cura del Dott. L. Lambertucci RSPP-DISVA
--	---

- è proibita la presenza di prese elettriche all'interno del vano della cappa;
- preferire, quando possibile, cappe con comandi dei gas/fluidi tecnici in remoto per evitare di entrare con le braccia all'interno del vano cappa;
- al termine dell'attività si deve pulire adeguatamente il piano di lavoro e le pareti interne;
- ridurre al minimo gli strumenti ed il materiale presente nella zona di lavoro all'interno della cappa, per minimizzare il rischio di turbolenze. Le fonti di emissione (reagenti ed apparecchiature) all'interno della cappa, dovrebbero essere tenute ad almeno 15-20 cm dall'ingresso. Questo impedisce la fuoriuscita delle sostanze dalla cappa quando turbolenze ambientali interferiscono sull'aspirazione. Potrebbe essere opportuno segnalare tale linea sul banco di lavoro della cappa stessa;
- non ostruire il passaggio dell'aria lungo il piano della cappa. Qualora sia necessario utilizzare attrezzature che ingombrano il piano di lavoro, sollevarle di almeno 5 cm al di sopra di esso e tenerle distanziate anche dalle pareti. Non devono mai essere ostruite le feritoie di aspirazione della cappa;
- approntare delle procedure d'emergenza da adottare in caso di malfunzionamento della cappa durante l'utilizzo o in caso di esplosione/incendio nella stessa;
- quando la cappa non è in uso spegnere l'aspirazione e chiudere il frontale.

4.10.1.4 Limitazioni ed errori comuni nell'utilizzo di una cappa chimica

- una cappa chimica non è progettata per contenere il rilascio ad alta velocità di polveri, a meno che il vetro non sia completamente chiuso;
- vapori e gas in pressione possono muoversi ad una velocità sufficiente per uscire dalla cappa;
- le cappe non sono in grado di contenere esplosioni a meno che non siano adottate protezioni ulteriori (barriere, schermi deflettori, ecc);
- una cappa chimica convenzionale non può essere utilizzata in presenza di acido perclorico. I vapori di tale acido possono condensare sul condotto e cristallizzare sottoforma di perclorati che hanno un elevato potere detonante;
- diverse cappe chimiche sono dotate di un deflettore sulla soglia per dirigere il flusso d'aria a lavare il piano di lavoro. Tali deflettori non possono essere rimossi;
- è importante controllare l'apertura di eventuali vetri orizzontali che si aggiungono all'apertura verticale dello schermo. Se si utilizza l'apertura verticale quella orizzontale deve essere evitata. L'apertura orizzontale va utilizzata solo a schermo completamente abbassato;
- è assolutamente da evitare l'immissione del condotto d'estrazione di un'apparecchiatura (cappa, strumento, armadio, ecc), all'interno di una cappa chimica o nel suo condotto d'estrazione. Questo porta ad una diminuzione dell'efficienza d'aspirazione della cappa, oltre all'aumento dei rischi legati alla possibile miscelazione di sostanze incompatibili e/o alla possibile contaminazione;
- una cappa chimica non può essere utilizzata per maneggiare microrganismi. Per tali attività devono essere utilizzate cappe biologiche;
- una cappa chimica ben progettata e usata correttamente può contenere fino al 99,9% dei contaminanti rilasciati al suo interno. Se la sostanza manipolata è altamente pericolosa, è consigliabile l'utilizzo di una cappa a contenimento totale (glove box).

4.10.1.5 *Efficienza delle cappe chimiche ed idoneità all'utilizzo (come da Linee guida Cappe Chimiche 13/11/12 a cura della Rip. Sicurezza ed Ambienti di Lavoro - Servizio Sviluppo e Gestione Edilizia - UNIVPM)*

L'efficacia di aspirazione della cappa è determinata dalla velocità frontale dell'aria in entrata, nella sezione libera fra il bordo inferiore del telaio del pannello scorrevole ed il piano di lavoro nella zona sottostante. Nel manuale UNICHIM192/3, sono riportate le indicazioni sulla velocità frontale in cappe per laboratori chimici fornite dalla Circolare del Ministero del Lavoro e della Previdenza Sociale da normative europee, e da enti statunitensi.

Tali indicazioni prevedono che la velocità frontale sia attestata fra 0.4 m/s, accettabile nel caso di sostanze a bassa pericolosità per la salute, a 0.85 m/s necessaria per sostanze molto tossiche, cancerogene, mutagene, ovvero sostanze con livelli di pericolosità inferiori ma i cui vapori sono pesanti.

Nel caso di lavorazioni con polveri, è opportuno che la velocità frontale sia prossima a 1 m/s, secondo l'indicazione COSHH3; velocità frontali superiori potrebbero comportare rischi di turbolenza, con possibile fuoriuscita degli inquinanti nella zona di lavoro.

Nel 2009 l'Istituto Superiore di Sanità ha pubblicato un rapporto su "lavorare con prodotti pericolosi" (Rapporti ISTISAN 09/41) nel quale afferma che: "Una buona efficienza di una cappa utilizzata per il trattamento di sostanze tossico-nocive (etichettate con croce di Sant'Andrea e/o teschio), si ha quando l'aspirazione (distribuita in tutte le direzioni) garantisce una velocità frontale dell'aria aspirata non inferiore a 0,5 m/s; tali valori sono da intendersi riferiti a 40 cm di apertura del frontale e sono da controllare con cadenza annuale. Nel caso in cui non si possa conoscere preventivamente la pericolosità di una sostanza, come può accadere in attività di ricerca, è sempre opportuno considerare i prodotti di reazione sconosciuti come potenzialmente pericolosi, prendendo di conseguenza le precauzioni del caso".

4.10.1.6 *Manutenzione e controlli periodici della cappa chimica (come da Linee guida Cappe Chimiche 13/11/12 a cura della Rip. Sicurezza ed Ambienti di Lavoro - Servizio Sviluppo e Gestione Edilizia - UNIVPM)*

È obbligo del Datore di Lavoro sottoporre a regolare manutenzione e al controllo del funzionamento tutte le cappe chimiche presenti ed in uso presso i laboratori assegnati. Ogni cappa deve essere identificata attraverso una Scheda Tecnica da apporre sulla cappa o in prossimità della stessa e corredata del Registro dei Controlli e Manutenzioni secondo quanto specificato nel paragrafo seguente.

Scheda Tecnica cappe chimiche e Registro dei Controlli e Manutenzione

Ogni cappa deve essere corredata di una SCHEDA TECNICA conforme all'allegato 1, preferibilmente da affiggere sulla cappa stessa. Per ogni cappa inoltre deve essere predisposto Il REGISTRO DEI CONTROLLI E MANUTENZIONI costituito da copia della Scheda Tecnica come frontespizio e dalle schede dei controlli e manutenzione conformi all'allegato 2 del documento "Linee_guida_Cappe_Chimiche_13_11_12", conservate in ordine cronologico. In ogni "Scheda controlli e manutenzione" devono essere annotati, oltre ai dati identificativi della cappa, tutti i dati delle manutenzioni e verifiche dell'efficienza effettuate. Devono inoltre essere allegati al suddetto Registro i verbali dei controlli e manutenzioni rilasciati dai tecnici autorizzati che hanno effettuato l'intervento.

E' Responsabilità del Datore di Lavoro, coadiuvato dal Responsabile dell'attività didattica e di ricerca in Laboratorio, la regolare tenuta ed aggiornamento della Scheda Tecnica e del Registro dei Controlli e Manutenzione.

Di seguito sono indicati gli interventi raccomandati per la generalità delle cappe chimiche; ulteriori controlli e operazioni potrebbero rendersi necessarie quando previste dalla casa costruttrice e/o installatrice della cappa secondo quanto riportato nel manuale rilasciato dal fabbricante.

Pulizie periodiche

La prima regola da rispettare per mantenere efficiente una cappa chimica è la pulizia quotidiana a fine giornata per rimuovere le macchie prodotte da eventuali spruzzi di materiale: molte sostanze chimiche possono macchiare le superfici interne della cappa se non prontamente rimosse. E' inoltre raccomandabile:

- Pulizia del plenum di estrazione: semestrale o annuale, a seconda dell'uso.
- Lavaggio interno della cappa: annuale.

Verifiche e manutenzione periodica annuale a carico della Struttura utilizzatrice

1. DOCUMENTAZIONE A CORREDO DELLA CAPP A:

- controllare che siano disponibili ed aggiornate la Scheda Tecnica, il Registro dei Controlli e Manutenzioni, le procedure operative con le istruzioni per l'operatore;
- verificare la congruità delle lavorazioni con l'efficienza della cappa.

2. VETRO FRONTALE:

- controllo del regolare scorrimento del vetro frontale (e degli eventuali vetri a scorrimento orizzontale);
- controllo della presenza ed efficienza dei distanziatori salvadita.

3. STRUTTURA ED IMPIANTI;

- controllo della struttura per la verifica di elementi non fissati o con vite allentate;
- controllo della struttura del pannello frontale, del saliscendi (eventuale sostituzione delle funicelle dei contrappesi, oliatura delle carrucole), controllo dell'integrità del ripiano interno, dei pannelli laterali, delle cerniere degli armadietti sottocappa, ecc;
- controllo dell'impianto gas/fluidi: rubinetti, vasca, ecc;
- controllo dell'impianto elettrico a servizio della cappa, compreso il funzionamento degli allarmi secondo le indicazioni del costruttore;
- controllo dell'illuminazione (garantire almeno 800 lux) e delle lampade UV, se presenti;
- controllo e rimozione dell'eventuale presenza di prese multiple o altre utenze elettriche non autorizzate all'interno del vano cappa.

4. EFFICIENZA DI ASPIRAZIONE:

- controllo delle ore di funzionamento tramite stima o apposito indicatore se presente per la sostituzione dei filtri come specificato nel paragrafo dedicato;
- misura della velocità di aspirazione frontale con anemometro secondo il manuale UNICHIM 192/3;
- verifica della direzione dell'aria nella barriera frontale (smoke test o simili).

Sostituzione dei filtri

Le cappe con espulsione d'aria all'esterno con camini convogliati al di fuori dei locali e superiormente alla maggiore altezza degli edifici circostanti, possono non richiedere l'applicazione di filtri in uscita dalla cappa sebbene siano consigliabili in caso di concentrazioni elevate di agenti particolarmente tossici (es. cancerogeni).

Viceversa, per cappe con ricircolo interno dell'aria, i filtri sono indispensabili, devono essere specifici per le lavorazioni svolte ed è fondamentale la loro sostituzione periodica.

La sostituzione dei filtri deve essere eseguita da tecnici specializzati evitando il più possibile la produzione di polveri e la contaminazione dell'ambiente. A tal fine:

- ogni filtro, una volta asportato, deve essere messo in un doppio sacco di plastica, chiuso ermeticamente e smaltito come “rifiuto speciale pericoloso”;
- se non fosse evitabile la temporanea deposizione dei filtri sul piano di lavoro della cappa o sul pavimento, tali piani vanno preventivamente ricoperti con un telo di plastica, da smaltire a sua volta chiuso in un doppio sacco di plastica, come “rifiuto speciale pericoloso”;
- qualora, malgrado tutte le precauzioni, durante le operazioni si producesse polvere, essa non deve assolutamente essere rimossa a secco (come ad esempio con panno asciutto, scopa, aspirapolvere), ma esclusivamente con panno inumidito con una soluzione di acqua e ipoclorito di sodio, partendo dalla zona più pulita verso il centro di quella più sporca, ripetendo la pulizia tre volte e cambiando ogni volta il panno usato. Al termine tutti i panni usati vanno chiusi in un doppio sacco di plastica e smaltiti come “rifiuto speciale pericoloso”.

Per quanto riguarda la periodicità della sostituzione, questa è funzione di diversi fattori (portata dell'elettroventilatore, tipologia di contaminante, ecc.), spesso difficili da controllare, soprattutto nel caso di uso saltuario della cappa. Può essere indubbiamente utile seguire le raccomandazioni fornite dal costruttore, annotando su un registro la data di sostituzione e quella di scadenza e/o verificare periodicamente la differenza di pressione sul flusso d'aria rispettivamente a monte e a valle del filtro. Il gradiente di pressione, infatti, varia in funzione della progressiva saturazione del filtro stesso. Esistono dispositivi (sostanzialmente manometri) automatici in grado di misurare in continuo tale differenza di pressione e segnalare (acusticamente o visivamente) il raggiungimento della soglia di saturazione del filtro stesso.

In ogni caso, in assenza di indicazioni più specifiche, va prevista la sostituzione dei filtri almeno ogni 12 mesi, indipendentemente dall'utilizzo della cappa (Istituto Superiore Sanità, 2009).

4.10.1.7 Verifiche e manutenzione straordinaria (come da Linee guida Cappe Chimiche 13/11/12 a cura della Rip. Sicurezza ed Ambienti di Lavoro - Servizio Sviluppo e Gestione Edilizia - UNIVPM)

Qualora in occasione dei controlli periodici e sulla base dei certificati di verifica dell'efficienza di aspirazione vengano riscontrate velocità anomale o malfunzionamenti dovuti al motore di aspirazione posto in copertura o al condotto di espulsione è compito del Datore di Lavoro darne comunicazione al SSGE- RAIT che, previa verifica di quanto dichiarato, provvederà a ripristinare il corretto funzionamento dell'impianto.

4.10.2 Cappe di Sicurezza Biologica (BSCs)

Sono dispositivi progettati per proteggere l'operatore, l'ambiente di laboratorio ed il materiale di lavoro dall'esposizione ad aerosol e schizzi infetti che possono essere generati durante la manipolazione di materiale contenente agenti infettivi quali colture primarie, ceppi e campioni diagnostici. Le particelle di aerosol si formano in qualsiasi attività nel quale un materiale liquido o semiliquido venga scosso, agitato o fatto gocciolare su una superficie o su un altro liquido. Altre attività nei quali è possibile la formazione di aerosol infetti sono quelle relative alla semina su piastre di agar, l'inoculazione in una fiasca per colture cellulari tramite una pipetta, l'uso di pipette multicanale per frazionare sospensioni liquide di agenti infetti su piastre di microcolture.

Le cappe di sicurezza biologica, se correttamente utilizzate, svolgono un'efficace azione per impedire infezioni e contaminazioni crociate di colture.

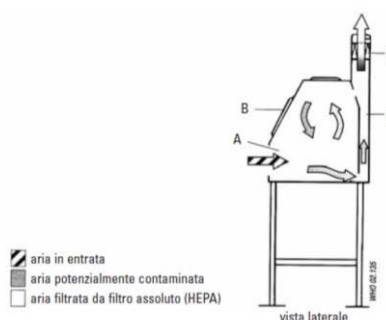
4.10.2.1 Cappe di sicurezza biologica di Classe I

In figura è riportato lo schema di una cappa di Classe I. Il flusso d'aria entra attraverso l'apertura frontale, passa sopra il piano di lavoro e fuoriesce dalla cappa attraverso l'estrattore. Il flusso direzionale dell'aria convoglia nell'estrattore le particelle di aerosol, che possono essersi generate nell'area di lavoro, allontanandole così dagli operatori del laboratorio. L'apertura frontale permette alle braccia dell'operatore di raggiungere il piano di lavoro all'interno della cappa mentre osserva le operazioni attraverso il vetro. Il vetro può essere completamente alzato per permettere la pulizia dell'area di lavoro o per altri scopi.

L'aria espulsa dalla cappa attraverso un filtro HEPA, può essere indirizzata all'interno del laboratorio ed agli estrattori del locale, oppure fatta fuoriuscire direttamente tramite canalizzazione specifica. Il filtro HEPA può essere posizionato nella cappa o sugli estrattori dell'edificio. Alcune cappe di sicurezza di Classe I, sono dotate di aspiratore integrato, altre si avvalgono dell'aspirazione dell'edificio.

Schema di una cappa di Classe I

- A) apertura frontale;
- B) vetro per la visione all'interno;
- C) uscita dell'aria estratta prefiltrata attraverso filtri HEPA;
- D) condotta dell'aria estratta in espulsione.



Le cappe di Classe I sono ampiamente utilizzate. Hanno il vantaggio di proteggere gli operatori e l'ambiente e possono essere anche utilizzate per lavori con radionuclidi e prodotti chimici volatili tossici. Poiché l'aria che penetra sul piano di lavoro attraverso l'apertura frontale non è sterile, questo tipo di cappa non è idoneo per proteggere il prodotto da eventuali contaminazioni.

4.10.2.2 Cappe di sicurezza biologica di Classe II

Sono cappe progettate per proteggere sia l'operatore che i materiali presenti sul piano di lavoro, da eventuali contaminazioni provenienti dall'aria. Ne esistono di quattro tipi: A1, A2, B1, B2. Sono strutturate in modo che l'aria d'ingresso, prima di passare sul piano di lavoro, sia filtrata attraverso filtri HEPA, in modo da renderla sterile. Questo

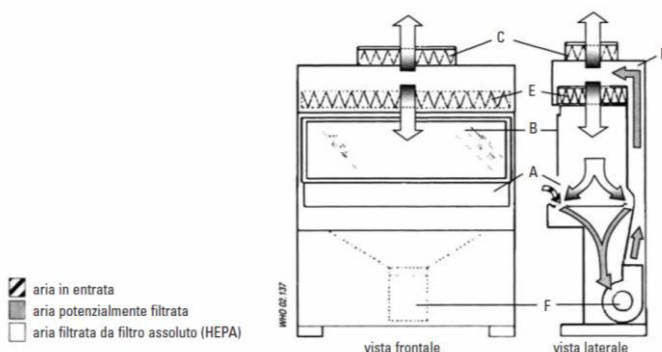
tipo di cappe può essere utilizzato per lavorare con agenti infettivi di Gruppo di rischio 2 e 3. Può essere utilizzata per organismi appartenenti al Gruppo 4, solo se gli operatori utilizzano tute complete a tenuta, pressurizzate.

Cappe di Classe II tipo A1

Hanno un ventilatore posto all'interno della cappa, che aspira l'aria esterna attraverso l'apertura frontale senza farla passare sul piano di lavoro. L'aria viene incanalata sul lato posteriormente alla cappa e indirizzata ad un sistema di filtri HEPA posti al livello superiore della cappa. A questo livello, il 70% dell'aria che viene convogliata viene riciclata e reimpressa verso il basso a formare un flusso verticale sul piano di lavoro, mentre il restante 30% viene espulso dopo essere passato attraverso il filtro HEPA. A circa 16-18 cm dal piano di lavoro il flusso d'aria in discesa si divide, metà passa attraverso a griglia frontale di recupero dell'aria e l'altra metà passa attraverso la griglia posteriore d'estrazione. Ogni particella di aerosol che si forma sul piano di lavoro nel corso delle attività svolte, viene immediatamente catturata e fatta circolare posteriormente alla cappa per poi essere intrappolata dai filtri HEPA.

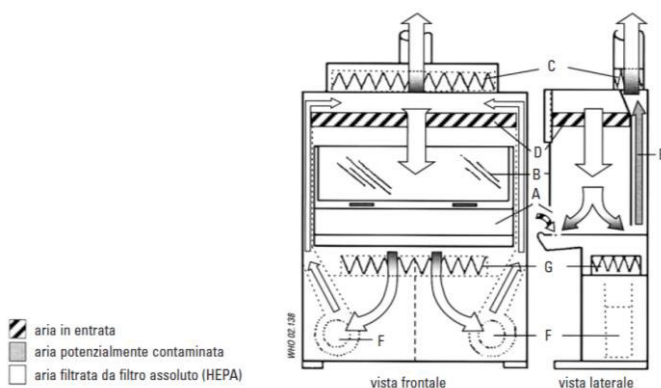
Schema di una cappa di Classe II tipo A1

- A) apertura frontale;
- B) vetro per la visione all'interno;
- C) filtro dell'aria esausta HEPA;
- D) condotta dell'aria posteriore;
- E) filtro HEPA supplementare;
- F) pompa.



Schema di una cappa di Classe II tipo B1

- A) apertura frontale;
- B) vetro per la visione all'interno con saliscendi;
- C) filtro dell'aria esausta HEPA, condotta dell'aria in espulsione;
- D) filtro HEPA supplementare;
- E) aria in pressione negativa in uscita;
- F) pompa;
- G) ulteriore filtro HEPA. Necessario il collegamento al sistema di espulsione dell'aria esausta dell'edificio.



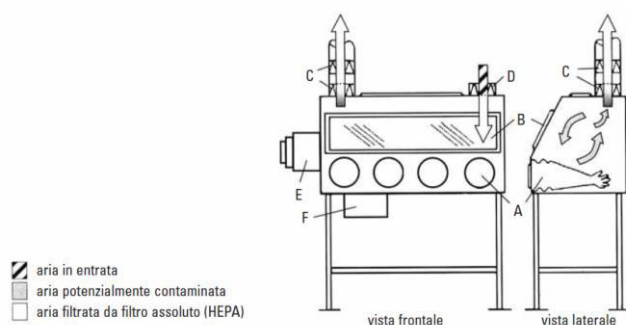
L'aria espulsa dalla cappa attraverso il filtro HEPA, può essere indirizzata all'interno del laboratorio ed agli estrattori del locale, oppure fatta fuoriuscire direttamente tramite canalizzazione specifica. Nel caso di una canalizzazione specifica per l'espulsione dell'aria, questo tipo di cappe può essere utilizzato per maneggiare piccole quantità di radionuclidi o sostanze chimiche tossiche volatili.

4.10.2.3 Cappe di sicurezza biologica di Classe III (glove-box)

Questo tipo di cappe fornisce il più alto livello di protezione personale ed è utilizzato per gli agenti patogeni appartenenti al Gruppo 4 di rischio. Tutte le aperture sono a tenuta di gas. L'aria in entrata passa attraverso un filtro HEPA e in uscita passa attraverso due filtri HEPA. Il flusso dell'aria è garantito da uno specifico sistema di aspirazione esterno alla cappa, che mantiene una pressione negativa all'interno della stessa. L'accesso al piano di lavoro è garantito da guanti a manicotto di gomma pesante, posizionati frontalmente. Tali cappe devono avere un box di passaggio a doppie porte interbloccate, che può essere sterilizzato e dotato di filtri HEPA. La cappa di Classe III può essere collegata ad una autoclave passante e usata per decontaminare tutto il materiale che entra ed esce dalla cappa. Diversi glove-box possono essere uniti insieme per ampliare il piano di lavoro. Tali cappe sono idonee per lavorare in laboratori con livelli di Biosicurezza 3 e 4.

Schema di una cappa di Classe III (glove-box)

- A) apertura frontale con buchi a tenuta per i guanti;
- B) vetro per la visione all'interno;
- C) doppio filtro HEPA per l'aria in uscita;
- D) filtro HEPA supplementare;
- E) doppia chiusura con autoclave passante o accesso attraverso una scatola chiudibile;
- F) tanica con prodotti chimici, condotta dell'aria in espulsione su impianto indipendente rispetto all'aspirazione delle altre cappe dell'edificio.



4.10.2.4 Corretta scelta di una cappa di sicurezza biologica

Il criterio principale è il tipo di protezione necessaria per le lavorazioni per cui sarà utilizzata: protezione del prodotto, protezione degli operatori da microrganismi appartenenti ai Gruppi di rischio 1-4, protezione personale dall'esposizione a radionuclidi e sostanze chimiche volatili, o la combinazione di queste.

Le sostanze chimiche tossiche o volatili non devono essere utilizzate con una cappa che ricicla l'aria nell'ambiente, cioè BSC di Classe 1 che non sono collegate al sistema di estrazione dell'edificio o con quelle di Classe II tipo A1 o Classe II tipo A2. Le cappe di Classe II tipo B1 sono ammesse per l'utilizzo di quantità minime di radionuclidi o sostanze chimiche volatili. Per lavorare con quantità significative di radionuclidi o sostanze chimiche volatili bisogna utilizzare una cappa biologica di sicurezza di Classe II tipo B2, ad estrazione totale.

Università Politecnica delle Marche Dipartimento di Scienze della Vita e dell'Ambiente	MANUALE DELLA SICUREZZA a cura del Dott. L. Lambertucci RSPP-DISVA
--	---

Classificazione delle BSC per tipo e grado di protezione

Tipo di protezione richiesto	BSC consigliata
Protezione degli operatori da microrganismi del Gruppo di rischio 1-3	Classe I, II, III
Protezione degli operatori da microrganismi del Gruppo di rischio 4, glove-box laboratory (dove la cappa è a tenuta stagna munita di guanti)	Classe III
Protezione degli operatori da microrganismi del gruppo di rischio 4, (dove il personale indossa tute complete a tenuta e pressurizzate)	Classe I, II
Protezione del prodotto	Classe II, Classe III solo se è incluso un flusso laminare
Radionuclidi volatili/protezione chimica, minima quantità	Classe II tipo B1, Classe II tipo A2 con espulsione d'aria collegata all'esterno
Radionuclidi volatili/protezione chimica	Classe I, Classe II tipo B2, Classe III

Differenze tra le BSC di Classe I, II, III

BSC	Velocità d'ingresso aria (m/s)	Distribuzione % aria		Sistema d'espulsione adottato
		Riciclata	Espulsa	
Classe I	0,36	0	100	Condotto diretto
Classe II tipo A1	0,38 – 0,51	70	30	Espulsione nella stanza o attraverso un manicotto
Classe II tipo A2 collegato con l'esterno	0,51	70	30	Espulsione nella stanza o attraverso un manicotto
Classe II tipo B1	0,51	30	70	Condotto diretto
Classe II tipo B2	0,51	0	100	Condotto diretto
Classe III	Non applicabile	0	100	Condotto diretto

4.10.2.5 Corretto utilizzo di una cappa di sicurezza biologica

Posizionamento di una BSC

La velocità del flusso d'aria che entra dall'apertura frontale in una BSC è di circa 0,45 m/s. A questa velocità l'integrità del flusso d'aria unidirezionale è fragile e può facilmente essere interrotto da spostamenti d'aria generati dal passaggio di persone vicino alla cappa, dall'apertura delle finestre, dei condizionatori, dell'apertura e chiusura delle porte. La BSC dovrebbe essere posizionata lontano dalle zone di passaggio e da zone con correnti d'aria potenziali. Dove possibile, dovrebbe essere lasciato uno spazio libero di 30 cm intorno alla cappa, per permettere le operazioni di manutenzione. Sopra la cappa può essere richiesto uno spazio libero di 30-35 cm per permettere accurate misurazioni della velocità dell'aria all'estrattore e la sostituzione dei filtri

Formazione degli operatori

L'efficacia della protezione offerta dalle BSC diminuisce fortemente se gli operatori non sono formati adeguatamente sull'uso corretto. Deve essere prestata la massima attenzione al mantenimento dell'integrità del flusso d'aria in entrata quando si effettuano le operazioni sotto cappa. Il movimento delle braccia che si spostano tra l'interno e l'esterno deve essere lento e perpendicolare rispetto all'apertura. La manipolazione dei materiali all'interno di una BSC deve avvenire almeno dopo un minuto che le braccia sono entrate all'interno del vano della cappa, per permettere il raggiungimento di un equilibrio nel flusso laminare. Anche il numero di spostamenti interno-esterno delle braccia deve essere ridotto al minimo, posizionando tutto il materiale necessario all'interno prima di iniziare il lavoro.

Posizionamento del materiale all'interno della cappa prima dell'inizio dell'attività

La griglia dell'aria in ingresso nelle BSC di Classe II non deve essere ostruita da carta, attrezzature o altri materiali. Tutti i materiali introdotti all'interno della cappa devono essere decontaminati con alcool al 70%. Utilizzare carta assorbente inumidita con disinfettante per raccogliere schizzi e spruzzi.

Tutti i materiali devono essere collocati all'interno della cappa verso il bordo posteriore del piano di lavoro in modo razionale e senza ostruire la griglia posteriore. Le attrezzature che generano aerosol (es. miscelatori, centrifughe, ecc) devono essere posizionati verso il fondo della cappa. I materiali ingombranti quali i contenitori per rifiuti, le pipette usate e le fiasche, devono essere posizionate su un lato all'interno della cappa. Deve essere effettuata un'accurata decontaminazione del piano di lavoro.

Uso e manutenzione

- La maggior parte delle BSC sono progettate per lavorare in continuo. Quelle di Classe II tipo A1 e A2, che espellono l'aria nella stanza o che sono collegate tramite un manicotto ad un condotto dedicato, possono essere spente se non utilizzate. Altri tipi come le Classe II tipo B1 e B2, che sono direttamente collegate all'esterno, devono essere attraversate costantemente da un flusso in uscita per bilanciare l'ingresso d'aria dall'esterno. Le BSC devono essere accese almeno 5 minuti prima dell'inizio del lavoro e spente almeno 5 minuti dopo, per consentire la decontaminazione della cappa.
- Tutte le riparazioni effettuate su una BSC devono essere eseguite da tecnici qualificati. Qualsiasi malfunzionamento deve essere segnalato e riparato prima che la BSC sia utilizzata.
- Nel caso nella BSC sia installata una lampada UV, questa deve essere pulita settimanalmente per rimuovere polvere e sporco che possono ridurre il suo potere germicida. L'intensità della luce ultravioletta deve essere controllata in occasione delle manutenzione ordinaria per verificarne l'idoneità. Le lampade UV devono rimanere spente nel caso sia presente un operatore nella stanza, per prevenire danni agli occhi ed alla pelle. È necessario affiggere idonea cartellonistica all'esterno del locale per avvisare il personale che potrebbe accedere, che all'interno potrebbe essere accesa una lampada UV. Soluzione ancora migliore, è quella di collegare il funzionamento della lampada UV ad un interruttore esterno al locale. In tal modo il personale può effettuare spegnimento ed accensione senza correre alcun rischio.
- L'uso di fiamme libere all'interno della BSC dove si è creato un ambiente privo di microbi deve essere vietato. Esse interrompono il flusso d'aria e possono essere pericolose quando sono utilizzate anche sostanze volatili infiammabili/esplosive. Per sterilizzare anse da semina è consigliabile e preferibile utilizzare micro bruciatori o sterilizzatori elettrici.
- Una copia della procedura da seguire in caso di sversamenti accidentali deve essere esposta in laboratorio, letta ed appresa da tutti gli operatori. Quando avviene uno sversamento di materiale potenzialmente pericoloso all'interno della cappa, occorre immediatamente pulire mentre la cappa continua ad operare. Deve essere utilizzato un disinfettante efficace, in modo da minimizzare la generazione di aerosol. Tutti i materiali che vengono a contatto con gli sversamenti devono essere disinfettati ed autoclavati.
- Ogni BSC deve avere caratteristiche conformi agli standard nazionali ed internazionali. Il funzionamento e l'integrità devono essere verificate e certificate periodicamente da parte di tecnici qualificati. La valutazione dell'efficienza della cappa deve comprendere: dei test per verificare l'integrità della cappa; eventuali perdite dai

filtri HEPA; la verifica del flusso d'aria discendente; la verifica della velocità dell'aria in entrata, il livello di pressione/ventilazione negativa e lo schema delle correnti d'aria; la verifica degli allarmi e degli interblocchi. Ulteriori verifiche possono essere effettuate su illuminazione, sulle utenze interne, sulla lampada ad ultravioletti, sul livello di rumore e sulle vibrazioni sviluppate.

- Tutti gli oggetti, incluse le attrezzature che sono all'interno di una BSC, devono essere decontaminati e rimossi dalla cappa alla fine del lavoro. Questo perché i residui delle colture possono favorire la crescita di microbi. Le superfici interne delle cappe devono essere decontaminate prima e dopo l'utilizzo. Il piano di lavoro e le pareti interne devono essere pulite con un disinfettante che sia in grado di uccidere tutti i microrganismi che potenzialmente potrebbero trovarsi all'interno della cappa. Alla fine della giornata di lavoro, la decontaminazione finale delle superfici deve includere la pulizia approfondita del piano di lavoro e tutti i lati interni ed esterni del vetro. Una soluzione di ipoclorito o alcool al 70% deve essere utilizzata per inattivare i microrganismi. Se si usano disinfettanti corrosivi come l'ipoclorito, bisogna risciacquare con acqua sterile per impedire che le superfici si rovinino. A fine procedura di pulizia, la cappa deve essere lasciata accesa per un minimo di cinque minuti al fine di pulire l'aria interna.
- Nelle cappe di sicurezza biologica devono essere sostituiti periodicamente i filtri. Tale intervento è preceduto da una decontaminazione che solitamente è fatta da tecnici qualificati mediante fumigazione con gas di formaldeide.

Dispositivi di protezione individuale

Quando si svolgono attività che necessitano l'uso di una BSC, è necessario utilizzare anche opportuni Dispositivi di Protezione Individuale. Per livelli di sicurezza 1 e 2 è ammesso l'uso di un comune camice da laboratorio, mentre per livelli di contenimento di tipo 3 o 4, è necessario utilizzare almeno un camice rinforzato sul davanti e chiuso dietro (eccetto per laboratori il cui livello di contenimento necessita di tute e scafandri).

Devono essere indossati dei guanti lunghi che vanno a ricoprire i polsini del camice o dei manicotti elasticizzati che coprano i polsi degli operatori. Per particolari attività e livelli di contenimento è opportuno l'utilizzo di maschere ed occhiali di protezione.