

**Formazione per gli utenti del  
Laboratorio di Ateneo**

# **PoliFAB**

**Edificio 30, via G. Colombo 81, 20133 Milano**

---

**Istruzioni per l'utilizzo  
di prodotti chimici**

---

## Descrizione generale

Nel laboratorio PoliFAB vengono utilizzati, con frequenza giornaliera, agenti chimici di varia natura a servizio delle lavorazioni effettuate. Scopo del presente documento è informare gli utenti dei rischi connessi all'utilizzo dei prodotti chimici e formarli al loro corretto utilizzo, tenendo conto dell'organizzazione degli spazi e delle istruzioni operative interne a PoliFAB. Di seguito riportiamo una tabella con l'elenco dei prodotti chimici più comunemente utilizzati in laboratorio con le frasi di rischio H ad essi associate e la rispettiva descrizione del rischio relativo all'uso.

Specie chimica	Rischio H	Frase H	Descrizione rischio
Acetone	225 - 319 - 336 - EUH066	225	Liquido e vapori facilmente infiammabili
Isopropanolo	225 - 319 - 336	226	Liquido e vapori infiammabili
Acido fluoridrico (HF)	300 - 310 - 314 - 330 - EUH071	271	Può provocare un incendio o un'esplosione; molto comburente
Acido cloridrico	280 - 314 - 331	272	Può aggravare un incendio; comburente
Acido solforico	314 - 290	280	Contiene gas sotto pressione; può esplodere se riscaldato
Acido fosforico	314 - 290	290	Può essere corrosivo per i metalli
Acido nitrico	272 - 311 - 314 - 330	300	Letale se ingerito
Fluoruro d'ammonio	331 - 311 - 301	301	Tossico se ingerito
Fluoruro d'ammonio + HF mix	H301 - H331 - H310 - H314	302	Nocivo se ingerito
Idrossido di potassio	314 - 302 - 290	310	Letale per contatto con la pelle
AZ 100 remover	290 - 314	311	Tossico per contatto con la pelle
AZ 726 MIF	290 - 302 - 312 - 314 - 371 - 373	312	Nocivo per contatto con la pelle
AZ 1505	226	314	Provoca gravi ustioni cutanee e gravi lesioni oculari
AZ 5214E	226	318	Provoca gravi lesioni oculari
TI Prime	226	319	Provoca grave irritazione oculare
Ammonia solution	314 - 335 - 336 - 400	330	Letale se inalato
HMDS	225 - 302 - 311 - 314 - 412	331	Tossico se inalato
TMAH 25%	301 - 311 - 314	332	Nocivo se inalato
Ammonium hydroxide solution	302 - 314 - 335 - 400	335	Può irritare le vie respiratorie
4-Metil-2-Pentanone	225 - 319 - 332 - 335	336	Può provocare sonnolenza o vertigini
Remover AR 300-70 (NEP)	318	371	Può provocare danni agli organi
AR-P 7400	226 - 302 - 312 - 319	373	Può provocare danni agli organi in caso di esposizione prolungata o ripetuta
AZ 400 K Developer	290 - 314	400	Molto tossico per gli organismi acquatici
Acqua ossigenata	271 - 302 - 314 - 332 - 335	412	Nocivo per gli organismi acquatici con effetti di lunga durata
Etanolo	225	EUH066	L'esposizione ripetuta può provocare secchezza o screpolature della pelle

L'utilizzo delle sopracitate sostanze e di qualunque altro agente chimico presente nel laboratorio dovrà essere effettuato da ogni operatore nel totale rispetto delle norme di sicurezza. E' pertanto obbligatorio l'utilizzo dei dispositivi di protezione individuale (DPI) ed è permesso l'impiego di sostanze chimiche solo sotto cappa aspirata. **Ogni operatore è tenuto a**

conoscere i rischi connessi con l'utilizzo delle sostanze chimiche e le procedure di primo intervento in caso di contatto diretto e indiretto o contaminazione da agenti chimici. Inoltre è obbligatorio per ogni utente scegliere la dotazione di DPI più conforme alla sostanza in utilizzo. Ad esempio, nel caso di acetone o isopropanolo, l'uso di occhiali e guanti in latex, unitamente al camice da cleanroom sono da considerarsi sufficienti. Nel caso invece di HF, sarà obbligatorio indossare maschera protettiva per occhi e volto, guanti in neoprene e camice di protezione chimica. Sul sito di Polifab, nella pagina "Processes", visibile dopo login, sono scaricabili i Material Safety Datasheet (MSDS) delle sostanze presenti a Polifab. **Prima dell'utilizzo di una qualsiasi sostanza, è richiesta agli utenti la conoscenza della relativa scheda di sicurezza, al fine di operare in completa sicurezza e di poter gestire eventuali infortuni.** Gli operatori non possono autonomamente introdurre in laboratorio altre sostanze, senza prima averne comunicata l'intenzione al Capo Servizio di Polifab e aver ottenuto relativa autorizzazione scritta, previa valutazione dei rischi, verifica di compatibilità dei processi e integrazione del presente documento.

Nel laboratorio PoliFAB sono presenti 8 cappe aspirate per la manipolazione di sostanze chimiche. Di seguito, la loro denominazione, collocazione nel laboratorio e principale destinazione in termini di agenti chimici impiegati.

Denominazione	Collocazione	Utilizzo
Cappa sviluppo	Camera gialla	Solventi, developer (basi)
Cappa spinner e hotplates	Camera gialla	Resist, solventi
Cappa singola fetta	Area wet	Acidi, basi
Cappa multipurpose	Area wet	Acidi, basi (destra), solventi (sinistra)
Cappa Lift-off	Area wet	Solventi
Cappa PDMS	Back-end	Solventi, PDMS
Cappa Spinner PDMS	Back-end	Solventi, PDMS, Polimide
Cappa magnetic	Magnetic thin films	Solventi, Soluzioni galvaniche

Le sostanze chimiche sono stoccate in 6 appositi armadi aspirati presenti nel laboratorio. Di seguito la loro collocazione e destinazione di utilizzo.

Denominazione	Collocazione	Utilizzo
Armadio acidi	Corridoio grigio	Acidi
Armadio solventi	Corridoio grigio	Solventi
Armadio basi	Corridoio grigio	Basi e altri reagenti
Armadio litografia	Camera gialla	Sviluppatori, stripper, solventi
Armadio misto	Area wet	Acidi, basi, solventi (piccole quantità)
Armadio reflui	Corridoio grigio	Reflui misti

Sono anche presenti due frigoriferi in camera gialla contenente i resist da conservare al freddo. Eventuali altri resist per litografia che non necessitano la conservazione in frigorifero possono essere stoccati nell'Armadio litografia in camera gialla.

Per ciascuna delle cappe e indipendentemente dal tipo di agente da utilizzare, durante la manipolazione di sostanze chimiche è obbligatorio utilizzare i DPI. La dotazione di DPI comprende: occhiali e maschere per la protezione di occhi e viso, guanti per la protezione delle mani e camice a protezione chimica per il corpo. Nel laboratorio sono presenti 2 docce dotate di lavaocchi da utilizzare in caso di incidente. Queste sono posizionate in zona wet e a metà del corridoio grigio.

# Istruzioni operative

**L'utilizzo di qualsiasi agente chimico è consentito esclusivamente sotto cappa aspirata.** Prima di utilizzare una cappa chimica è obbligatorio verificare che la stessa sia accesa (la luce sotto cappa è accesa) e, ove previsto, non in allarme (semaforo verde). Un eventuale malfunzionamento dell'impianto di aspirazione provoca lo spegnimento delle cappe o la presenza di allarme visivo (semaforo rosso) e acustico. In caso di cappa spenta o in allarme, per nessun motivo è consentito l'utilizzo delle cappe. E' altresì obbligatorio il controllo visivo da parte dell'operatore dell'indicatore differenziale di pressione Magnehelic (ove presente), che deve segnare una depressione di almeno 10 mm di H<sub>2</sub>O rispetto all'esterno. Se ciò non fosse, la cappa non può essere utilizzata e l'operatore è tenuto a comunicare rapidamente il guasto al Personale. **L'utente deve inoltre verificare che il piano d'appoggio della cappa sia pulito, che non siano presenti sotto cappa sostanze chimiche o strumentazioni pericolose per la lavorazione da effettuare.**

Sulle visive di chiusura delle cappe è chiaramente indicata con "Maximum Operating Level" la massima apertura consentita per ogni cappa al fine di mantenere la corretta velocità frontale di aspirazione; durante le operazioni è vietato aprire la visiva più di quanto indicato. Infine, prima di lavorare sotto cappa, è obbligatorio indossare i DPI necessari (guanti, occhiali, maschera, camice). Riassumendo, prima di utilizzare una cappa è obbligatorio: controllare che la cappa sia accesa (luce sotto cappa accesa), controllare che la cappa sia sotto aspirazione (assenza luce rossa/indicatore di pressione differenziale), verificare che il piano di lavoro sia pulito e in ordine, alzare la visiva al massimo fino al livello indicato e indossare i necessari DPI.

Per l'utilizzo delle cappe, si definiscono due modalità di operazione, data la natura delle stesse e le tipiche necessità degli utenti. La prima prevede l'uso dei vasconi (bagni) di reazione per fetta singola o cassetta (25 wafer), mentre la seconda prevede l'utilizzo di contenitori (becker/Petri dish) per lavorazione di pezzi piccoli/wafer singoli che necessitano di minori volumi. Nel primo caso, l'operatore dovrà informare il Personale di PoliFAB che eseguirà la procedura di riempimento e scarico dei bagni di reazione. Gli utenti non sono autorizzati a caricare/scaricare i bagni di reazione. Nel caso di utilizzo di becker invece, ogni utente ha la responsabilità del proprio lavoro e può operare in autonomia. **Un'unica eccezione è costituita dall'utilizzo di HF per il quale si richiede la presenza di un'altra persona vicino all'operatore, data la grande pericolosità del reagente.**

Al termine dell'utilizzo delle cappe, l'utente dovrà lasciare in stato di perfetto ordine e pulizia la cappa. E' vietato lasciare sotto cappa contenitori di agenti chimici di qualsiasi natura, con l'unica eccezione rappresentata dalle spruzzette contenenti solventi di comune utilizzo (ad esempio acetone e isopropanolo) che possono essere lasciate sul piano di lavoro, ma sempre sotto cappa aspirata, data la natura infiammabile delle sostanze contenute. Pertanto, i reagenti devono essere riposti nell'armadio di stoccaggio dopo il loro utilizzo. Nel caso si debba allontanare dalla cappa in utilizzo anche solo per pochi minuti, è necessario lasciare accanto al proprio becker/Petri dish un messaggio con le seguenti informazioni: Nome e Cognome dell'utente, nome del/i reagente/i e l'orario in cui si è lasciato lo stesso incustodito. Infine, l'utente dovrà chiudere completamente la visiva della cappa dopo aver concluso il proprio lavoro.

A fine lavoro, i reflui devono essere raccolti in appositi contenitori messi a disposizione dal Personale e stoccati nell'Armadio reflui posizionato nel corridoio grigio vicino all'uscita di emergenza o negli armadi di zona Wet e Gialla. La raccolta dei reflui deve essere eseguita differenziando tra reagenti di natura affine, evitando di mischiare sostanze non compatibili (ad esempio solventi con acidi). A tal fine, è presente semplice codice colore per distinguere le

bottiglie di waste: nero per gli organici (non clorurati); VERDE per le basi; ARANCIONE per gli acidi. Per questi ultimi è presente anche un sistema automatizzato per la gestione del waste di cui si occupa il personale di Staff a richiesta dell'utente. **Nel caso si debba smaltire soluzione Piranha o altre soluzioni in grado di sviluppare gas è necessario: attendere almeno 4 ore prima di effettuare lo smaltimento e diluire la soluzione versando la stessa in un volume di acqua almeno pari a quello da smaltire.** Se il prodotto chimico da smaltire non rientra nelle tre categorie di cui sopra, consultare il personale. Le cappe sono infine dotate di vasche di risciacquo ad acqua deionizzata. Queste vasche devono essere usate solo per il rinse e possono essere scaricate con apposito comando da tutti gli utenti. Lo scarico dei rinse va in fognatura ed è quindi vietato smaltire reagenti chimici direttamente in queste vasche.

---

## Gestione delle emergenze

In caso di incidenti durante le lavorazioni l'operatore deve agire nella più totale sicurezza per se stesso e per i colleghi presenti nel laboratorio. Anche in caso di incidenti senza danno a persone (versamento di sostanze, emissione incontrollata di vapori, etc...) è fatto obbligo all'operatore di dare tempestiva e circostanziata segnalazione dell'accaduto al Personale del laboratorio. L'operatore è anche obbligatoriamente tenuto ad informare il Personale del laboratorio di situazioni o comportamenti che ritenesse pregiudizievoli della sicurezza della camera bianca stessa o contrari alle prescrizioni contenute in questo documento.

In caso di versamento di sostanze, ove l'agente chimico non fosse nocivo per gli operatori e il versamento di lieve entità, provvedere ad asciugare il liquido con i panni presenti in dotazione ad ogni cappa, smaltendoli nei cestini posti a servizio dell'area in questione. Quindi comunicare tempestivamente l'evento al Personale. Qualora si trattasse di sostanze nocive o di versamenti di grandi quantità, assicurarsi di poter lasciare la postazione di lavoro in sicurezza e chiamare a voce o per telefono il Personale del laboratorio.

Nel caso di emergenza sanitaria, definita come qualsiasi situazione in cui uno o più operatori mostrano problemi di salute anche lievi, è necessario valutare la pericolosità dell'evento che ha causato l'emergenza. Solo dopo aver verificato la non ulteriore pericolosità dell'evento per il soccorritore sarà possibile provvedere ad aiutare direttamente il/gli infortunato/i. Contemporaneamente è necessario informare a voce o telefonicamente il Personale. Nel caso in cui questo non sia possibile e si valuti l'evento come potenzialmente pericoloso per altri utenti è necessario attivare l'allarme antincendio tramite gli appositi pulsanti. Qualora non si riesca a contattare il Personale, telefonare in Portineria Centrale (interno 2006). Solo nel caso in cui non si riesca a contattare nessun riferimento interno al Politecnico (Personale di PoliFAB e portineria), chiamare direttamente il 118.

In caso di incendio, attivare il pulsante antincendio e segnalare l'evento al Personale. Qualora si sentisse un allarme antincendio, prepararsi immediatamente all'evacuazione tramite la porta d'emergenza posizionata in fondo al corridoio dell'area grigia. Quindi dirigersi al punto di raccolta situato in cortile, in corrispondenza con il cancello verso via Pascoli. Se l'uscita di emergenza fosse bloccata o l'accesso verso di essa impedito, uscire dalla cleanroom attraverso l'Air-lock, lasciando aperte le porte verso il corridoio grigio e verso il corridoio esterno. Dirigersi poi al medesimo punto di raccolta, attraverso l'uscita presente in fondo al corridoio esterno con mattonelle rosse.

## Esempi di incidenti

Di seguito si riportano due immagini dove si vede l'effetto di ustioni provocate rispettivamente da acido fluoridrico (a sinistra) e acido solforico (a destra).



Si ricorda che una crema a base di calcio gluconato è tenuta nell'armadio trasparente della zona Wet ed è particolarmente indicata per combattere l'esposizione cutanea all'HF.

---

## Allegati

Si allegano al presente documento: una tabella indicante, in funzione del tipo di prodotto chimico, la resistenza dei diversi tipi (materiali) di guanti e un elenco dei prodotti chimici più normalmente utilizzati con l'indicazione della famiglia di waste di appartenenza e il rispettivo codice colore.