



ALLEGATO 1

REGOLE PER L'USO DELLE CAPPE CHIMICHE

Le cappe chimiche sono i più importanti dispositivi di protezione collettiva presenti in laboratorio.

Esse debbono essere utilizzate sempre in caso di manipolazione delle sostanze chimiche pericolose o potenzialmente pericolose, nonché per le reazioni giudicate a rischio e per il travaso di solventi.

Le cappe chimiche sono da considerarsi zone di potenziale pericolo. All'interno di esse possono svilupparsi atmosfere anche estremamente infiammabili, esplosive o tossiche. Per tale motivo la cappa deve essere utilizzata correttamente e mantenuta sempre in perfetta efficienza.

Si prescrive quanto segue:

- Prima di iniziare le attività, accertarsi che la cappa sia in funzione.
- Controllare periodicamente la presenza di cartellino riportante la data della manutenzione periodica.
- Controllare il funzionamento con l'apposita strumentazione, se esistente, altrimenti verificare che l'aspirazione funzioni con metodi empirici (ad esempio con un foglio di carta). Verificare che il frontale scorra senza particolari resistenze. Se ci sono dubbi sul funzionamento o sulla effettuazione delle verifiche, segnalarlo al Preposto e al Responsabile dell'attività didattica/di ricerca;
- Evitare di creare delle correnti d'aria in prossimità di una cappa in funzione (apertura di porte o finestre, transito frequente di persone), per non comprometterne la capacità di aspirazione;
- Le fonti di emissione dovrebbero essere tenute almeno 15-20 cm all'interno della cappa;
- Durante la sperimentazione mantenere il frontale abbassato il più possibile; più il frontale è abbassato meno il funzionamento della cappa risente delle correnti nella stanza; durante il lavoro l'apertura massima del frontale è di 40 cm;
- Non introdurre la testa all'interno della cappa;
- Tenere sotto cappa solo il materiale strettamente necessario all'esperimento; non ostruire il passaggio dell'aria lungo il piano della cappa e qualora sia necessario utilizzare attrezzature che ingombrano il piano sollevarle almeno di 5 cm rispetto al piano stesso e tenerle distanziate anche dalle pareti; non vanno in ogni caso ostruite le feritoie di aspirazione della cappa.



ALLEGATO AL DISCIPLINARE PER L'ACCESSO E LO SVOLGIMENTO DI ATTIVITA' IN SICUREZZA NEI LABORATORI
DEGLI ISTITUTI DI BIORBOTICA, SCIENZE DELLA VITA E TeCIP DELLA SCUOLA SUPERIORE SANT' ANNA

- Non utilizzare la cappa come deposito di agenti o composti chimici e biologici;
- Non utilizzare la cappa come mezzo per lo smaltimento dei reagenti mediante evaporazione forzata;
- Qualora si utilizzino all'interno della cappa apparecchiature elettriche, queste ultime devono avere un "impianto elettrico a sicurezza". Ogni connessione alla rete elettrica deve essere esterna alla cappa;
- Mantenere pulito ed ordinato il piano di lavoro dopo ogni operazione; è opportuno che ogni operatore alla fine di ogni utilizzo della cappa la pulisca usando prodotti specifici in modo da evitare rischi impropri per chi userà la cappa in tempi successivi;
- Quando la cappa non è in uso spegnere l'aspirazione e chiudere il frontale.



ALLEGATO 2

REGOLE PER L'USO DEI DISPOSITIVI DI PROTEZIONE INDIVIDUALE

I dispositivi di protezione individuali (d.p.i.), devono essere impiegati ogni volta che le misure tecniche di prevenzione, i mezzi di protezione collettiva o l'organizzazione del lavoro non consentano di evitare o ridurre il rischio per i lavoratori.

I d.p.i. devono essere conformi ai requisiti indicati dal D.Lgs.475/92, adatti all'utilizzatore e adeguati ai rischi da prevenire, alle condizioni esistenti sul luogo di lavoro e alle esigenze ergonomiche.

Si prescrive quanto segue:

- Indossare i d.p.i. idonei a proteggere dal rischio connesso con l'operazione in corso o con la sostanza manipolata; l'uso del camice è sempre obbligatorio;
- I d.p.i. sono personali o del tipo 'usa e getta', pertanto non possono mai essere utilizzati da più lavoratori;
- In laboratorio è obbligatorio l'uso di camice e calzature idonee;
- Utilizzare camici possibilmente di puro cotone o comunque di materiali con caratteristiche a bassa reazione al fuoco;
- Indossare indumenti e/o accessori adatti (scarpe chiuse, scarpe con tacchi bassi, evitare gioielli, particolarmente con ciondoli, tenere i capelli lunghi raccolti, evitare l'uso di lenti a contatto soprattutto se non si fa uso di occhiali di sicurezza, ecc.);
- Conservare con cura i D.P.I., preservandoli dalla polvere, da eventuali contaminanti e da tutti quegli agenti che ne possano compromettere le caratteristiche di efficienza, nonché la corretta igiene nell'uso.



ALLEGATO 3

REGOLE PER L'USO DELLA STRUMENTAZIONE DI LABORATORIO

Prima di utilizzare qualsiasi apparecchio o strumentazione leggere il manuale delle istruzioni.

Accendere e spegnere la strumentazione secondo le procedure indicate dal preposto e contenute nei relativi manuali di uso e manutenzione, a disposizione nei laboratori.

Tenere le apparecchiature elettriche il più lontano possibile da fonti di umidità e/o vapori di solventi infiammabili.

E' vietato smontare, spostare, trasportare, senza autorizzazione, le attrezzature a disposizione.

In caso di avaria della strumentazione è necessario informare tempestivamente il Preposto o il docente Responsabile dell'attività didattica/di ricerca senza prendere iniziative personali. Non vanno mai effettuati interventi su dispositivi elettrici.

Segnalare tempestivamente al preposto o al docente Responsabile dell'attività didattica/di ricerca ogni situazione di potenziale pericolo di cui si venga a conoscenza.

Le autoclavi e le celle climatiche sono tra gli apparecchi più diffusi in laboratorio. Si forniscono di seguito alcune raccomandazioni d'uso.

Autoclavi

Nell'utilizzo delle autoclavi si raccomanda di fare attenzione a quanto segue:

- Sterilizzare solo materiali termo-resistenti adeguatamente incartati; per la sterilizzazione di terreno/sabbia/argilla utilizzare buste da autoclave;
- Verificare che la serpentina posta sotto il cestello sia coperta da acqua, in caso contrario aggiungere acqua deionizzata;
- Aprire l'autoclave a fine ciclo solo quando il manometro è a 0 e non prima che la temperatura indicata sul display sia a 75°C;
- Usare sempre guanti di protezione al calore durante lo scarico.



Celle climatiche

Le celle climatiche e le attrezzature ivi collocate devono essere utilizzate secondo le modalità previste dal produttore e indicate ai lavoratori dal preposto o dal docente Responsabile dell'attività didattica/di ricerca:

- E' vietato smontare, spostare, trasportare, senza autorizzazione, le attrezzature a disposizione;
- Non devono essere prese iniziative personali in caso di dubbio sull'uso della strumentazione o sulla manipolazione di sostanze chimiche, né devono essere seguite procedure alternative a quelle indicate dal preposto o dal docente Responsabile dell'attività in laboratorio senza autorizzazione da parte dello stesso;
- Qualsiasi trattamento fitosanitario deve essere effettuato adottando le dovute precauzioni; in particolare, devono essere indossate mascherine protettive per le vie respiratorie; il resto del personale deve essere informato apponendo un cartello all'esterno della cella climatica con l'indicazione del giorno e dell'ora in cui il trattamento è stato effettuato; astenersi dal frequentare la cella climatica nelle ore immediatamente successive, sulla base delle indicazioni fornite dal preposto o riportate sulle schede di sicurezza del prodotto utilizzato; attivare in ogni caso il dispositivo di aspirazione nelle due ore successive al trattamento;
- nella movimentazione di carichi adottare le precauzioni del caso; per raggiungere i piani di lavoro posti in alto utilizzare unicamente scale pieghevoli dotate di marcatura CE, integre, pulite e della giusta altezza;
- In caso di avaria della strumentazione è necessario informare tempestivamente il preposto o il docente senza prendere iniziative personali. Non vanno mai effettuati interventi su dispositivi elettrici;
- In caso di incidente o malessere, in caso d'incendio o in caso di ordine di evacuazione delle celle climatiche, attenersi alle procedure previste; l'elenco del personale adibito al primo soccorso e al servizio antincendio (con relativi numeri di telefono) è affisso all'interno di ciascuna cella climatica;

Per tutto quanto non indicato dal presente allegato e in caso di qualsiasi dubbio il lavoratore deve rivolgersi al Preposto di laboratorio o al docente di riferimento Responsabile dell'attività didattica/di ricerca.



ALLEGATO 4

REGOLE PER LO STOCCAGGIO, LA MANIPOLAZIONE, L'USO E LO SMALTIMENTO DI AGENTI CHIMICI E BIOLOGICI IN LABORATORIO

Lo stoccaggio, la manipolazione, l'uso e lo smaltimento di qualsiasi agente chimico e biologico deve avvenire nei modi indicati dal produttore nella scheda di sicurezza del prodotto medesimo. Pertanto prima dell'utilizzo di qualsiasi nuovo agente è necessario consultare attentamente tale scheda.

Stoccaggio

Per lo stoccaggio è obbligatorio utilizzare idonei armadi e contenitori, e rispettare le prescrizioni del produttore

Tenere separati i prodotti incompatibili, quali combustibili e comburenti, acidi e basi, ecc.

Manipolazione e uso

In caso di manipolazione di sostanze chimiche o biologiche, anche se sono note per essere già state utilizzate, occorre prestare attenzione ai simboli di pericolosità della sostanza e alle altre indicazioni, riportati sull'etichetta del contenitore stesso. Prendere sempre visione delle Frasi di Rischio o di Pericolo, consultando se necessario le schede di sicurezza disponibili in laboratorio. Elenchi dei simboli di pericolosità sono affissi nei laboratori.

La manipolazione di agenti chimici o biologici deve essere svolta indossando sempre guanti monouso e camice.

Inoltre, in base al tipo di pericolosità degli agenti o alla fase/modalità lavorativa in corso, può essere necessario l'uso di occhiali protettivi idonei (o di visiere paraschizzi).

Solo in casi particolari può essere infine necessario l'uso di mascherine adeguate al tipo di agenti in uso (maschere facciali filtranti).



ALLEGATO AL DISCIPLINARE PER L'ACCESSO E LO SVOLGIMENTO DI ATTIVITÀ IN SICUREZZA NEI LABORATORI
DEGLI ISTITUTI DI BIORBOTICA, SCIENZE DELLA VITA E TeCIP DELLA SCUOLA SUPERIORE SANT' ANNA

Lo spostamento o il trasporto di sostanze chimiche può essere causa di rischio. Il trasporto di sostanze chimiche e/o pericolose in soluzione, specie se contenute in recipienti di vetro, deve essere eseguito adottando le precauzioni del caso.

Al termine delle operazioni che richiedono manipolazione di qualsiasi sostanza chimica o di materiale biologico è necessario:

- pulire accuratamente e asciugare la superficie di lavoro;
- In caso di spargimento notevole di sostanze chimiche, ad esempio per rottura di vetreria, avvisare tempestivamente il Preposto o il Responsabile dell'attività didattica/di ricerca.
- ripristinare le condizioni precedenti, ricollocando al proprio posto le apparecchiature e le attrezzature utilizzate;
- chiudere i rubinetti di erogazione dei vari gas;
- prima di lasciare il laboratorio è necessario accertarsi che tutti gli apparecchi, eccetto quelli necessari che comunque devono essere segnalati, siano spenti.

Dopo essersi tolti i guanti è essenziale lavarsi accuratamente le mani con i detergenti a disposizione in laboratorio. Un lavaggio accurato delle mani è necessario anche al termine del turno di lavoro, e comunque prima di toccare cibi e bevande dopo l'attività di laboratorio.

Fare attenzione a non contaminare oggetti diversi da quelli presenti in laboratorio con i guanti da lavoro: pertanto toglierli quando si esce dal laboratorio.

Agenti chimici volatili e/o tossici devono essere manipolati rigorosamente sotto cappa in aspirazione. Le cappe devono essere utilizzate come indicato al paragrafo 3.1.

L'eventuale utilizzo di sostanze cancerogene e/o mutagene deve avvenire con la più assoluta sicurezza di non contaminazione delle superfici dei banchi di lavoro.

È obbligatorio l'uso di vassoi antisversamento, carta stagnola, carta assorbente con fondo impermeabile, ecc, secondo necessità.

Le sostanze cancerogene, classificate come R45-R49, devono essere conservate nell'armadio di deposito reagenti e potranno essere prelevate solo nella quantità necessaria e con le modalità di prelievo indicate dal Preposto o dal Responsabile dell'attività di Ricerca o Didattica;

Nel laboratorio le sostanze tossiche e/o cancerogene non devono essere accumulate in quantità superiore alle necessità dell'esperimento.



I contenitori di sostanze chimiche vanno sempre chiusi dopo i prelievi e riposti dove inizialmente rinvenuti, e comunque in luogo e condizioni sicuri.

Non si possono accumulare in laboratorio e al di fuori degli armadi di sicurezza quantitativi delle diverse sostanze chimiche superiori a quelli strettamente necessari per lo svolgimento dell'esperimento.

Ogni recipiente o contenitore nel quale sia temporaneamente introdotta una sostanza chimica o una miscela di sostanze diverse deve portare la dicitura del contenuto, mediante apposizione di etichetta o scritta temporanea, come già indicato al paragrafo 3.2. Il lavoratore deve avere cura di aggiornare tale informazione, se necessario.

Evitare il travaso di prodotti pericolosi in contenitori non idonei, privi di indicazioni sul contenuto.

Se un prelievo di liquido richiede l'utilizzo di pipette è obbligatorio l'uso dell'aspiratore meccanico.

Per attività che possono comportare un rischio non irrilevante per la salute e non basso per la sicurezza occorre adottare l'attenzione del caso, rispettando prescrizioni e divieti contenuti nel documento di valutazione dei rischi.

Ad esempio, qualora si intenda intraprendere un esperimento pericoloso, è opportuno comunicarlo ai colleghi, nonché ai colleghi dei locali adiacenti ed infine preavvisare la squadra antincendio.

Non abbandonare mai il laboratorio durante un esperimento in corso o con apparecchi in funzione e, nel caso, munirli di opportuni dispositivi di sicurezza.

Segnalare tempestivamente al proprio Responsabile eventuali anomalie o situazioni che possano fare presagire possibili incidenti o situazioni di emergenza.

Smaltimento

I rifiuti, sia il materiale di scarto, che i reflui chimici, siano essi o meno speciali e/o pericolosi, devono essere depositati temporaneamente negli appositi contenitori ad essi destinati, presenti in ogni laboratorio.

In caso di dubbio sulla destinazione dei rifiuti il lavoratore deve rivolgersi al Preposto o al docente Responsabile dell'attività didattica/di ricerca. È severamente vietato scaricare i rifiuti in fogna e nei cassonetti.



I recipienti contenenti rifiuti, una volta riempiti, devono essere etichettati ai sensi di legge e stoccati in apposite aree di deposito, in attesa di essere smaltiti.

Lo smaltimento deve essere effettuato ai sensi della normativa vigente in materia di gestione di rifiuti speciali e pericolosi.

Vetreria

Occorre prestare attenzione in quanto in laboratorio molti degli infortuni in laboratorio avvengono durante la manipolazione o il lavaggio della vetreria.

Non utilizzare vetreria rotta, scheggiata o che mostra segni di incrinature.

In caso di necessità di riscaldamento di una sostanza, accertarsi che la vetreria impiegata per contenerla sia resistente e adatta allo scopo; in caso di qualsiasi dubbio in merito rivolgersi al preposto o al docente Responsabile dell'attività didattica/di ricerca.

Prestare la massima attenzione nell'uso di fonti di calore. In nessun caso devono essere usate fiamme libere a meno che non sia prescritto dall'attività di laboratorio. Utilizzare adeguati guanti per la protezione dal calore.

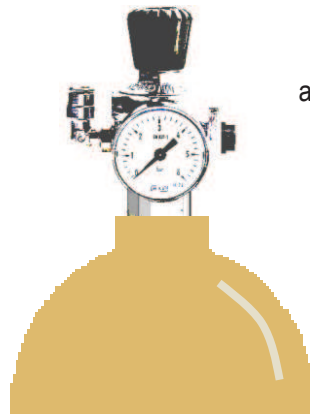
Utilizzare guanti di protezione anche nelle operazioni di svuotamento dell'autoclave e di manipolazione di materiali all'interno di congelatori, in particolare di quello a -80°C (guanti criogenici).

Nel lavaggio della vetreria, privilegiare il lavaggio con acqua senza uso di solventi infiammabili o tossici.



ALLEGATO 5

al Disciplinare per l'accesso e lo svolgimento di
attività in sicurezza nei laboratori degli Istituti
di BioRobotica, Scienze della Vita e TeCIP
della Scuola Superiore Sant'Anna



SICUREZZA nell'utilizzo di GAS COMPRESSI e GAS INERTI



SOMMARIO

PREMESSA	3
1. IDENTIFICAZIONE DEI GAS	4
1.1 COLORAZIONE DELL'OGIVA DELLA BOMBOLA	5
1.2 ETICHETTATURA	8
2. RISCHIO DA USO DI BOMBOLE DI GAS	9
3. PROCEDURE DI SICUREZZA	12
3.1 MOVIMENTAZIONE DELLE BOMBOLE	13
3.2 UTILIZZO DELLE BOMBOLE	15
3.3 STOCCAGGIO E DEPOSITO DELLE BOMBOLE	18
3.4 VERIFICHE PERIODICHE DELLE BOMBOLE	21
4. REGOLE DI COMPORTAMENTO PER IL LAVORATORE	22
APPENDICE 1 – GAS INERTI	24



PREMESSA

Il presente allegato del “**Disciplinare per l'accesso e lo svolgimento di attività in sicurezza nei laboratori degli Istituti di BioRobotica, Scienze della Vita e TeCIP della Scuola Superiore Sant'Anna**” fornisce linee guida per l'utilizzo, la movimentazione e lo stoccaggio di recipienti in pressione contenenti gas nei laboratori e negli ambienti di vita e lavoro della Scuola Superiore Sant'Anna.

Contiene inoltre un'appendice riguardante specificamente l'utilizzo dei gas inerti.

Il presente allegato non sostituisce la valutazione dei rischi, che viene e verrà effettuata caso per caso a cura del Servizio Prevenzione e Protezione della Scuola.

Mira tuttavia a prevenire situazioni di rischio dovute a errati comportamenti o scelte da parte dei lavoratori della Scuola, fornendo informazioni generali su cosa si può e cosa non si può fare quando si usano bombole di gas in pressione.



1. IDENTIFICAZIONE DEI GAS

I gas possono essere suddivisi in tre categorie, ai fini della prevenzione antincendi:

- **Gas Comburenti:** (es. aria, ossigeno, protossido di azoto) sono gas che facilitano e attivano la combustione delle sostanze combustibili.
- **Gas Combustibili:** (es. idrogeno, acetilene, ecc) sono gas che bruciano in presenza di aria (o ossigeno) se miscelate in certe proporzioni.
- **Gas Inerti:** (es. azoto, elio, anidride carbonica, ecc) sono gas che non bruciano e non consentono la combustione.

Nota.

La pericolosità di un gas è data dalle sua proprietà chimiche e fisiche.

Queste sue proprietà possono essere motivo di rischio per la salute e la sicurezza del lavoratore e dei frequentatori di un dato luogo di lavoro.

Ad esempio un gas inerte come la CO₂ – anidride carbonica – non prende parte in alcun modo alla combustione, tanto da essere utilizzato come estinguente di incendi di sostanze liquide e gassose (estintori ad anidride carbonica). Tuttavia, per quanto non tossica, la sua presenza nell'aria riduce la percentuale di ossigeno, causando un rischio di asfissia più o meno in grave in funzione della riduzione del tenore di O₂.

Ogni gas contenuto in apposita bombola viene identificato in maniera certa attraverso due parametri principali:

1. **Punzonatura** del nome commerciale sull'ogiva della bombola (per le miscele alla punzonatura "miscela" si deve accompagnare la composizione);
2. **Colore dell'ogiva** (Vedi tabelle delle pagine seguenti).

Attualmente il sistema di identificazione dei gas compressi avviene attraverso il **colore delle ogive delle bombole**, ai sensi del Decreto Ministeriale del 7 gennaio 1999 il Ministero dei Trasporti, in applicazione della norma UNI EN 1089-3.

Tale sistema è obbligatorio dal 10 agosto 1999 per le bombole nuove, mentre il precedente sistema di colorazione non viene più utilizzato dal 30 giugno del 2006.




Si ricorda che **la codifica dei colori riguarda solo l'ogiva** della bombola, mentre il corpo della bombola medesima può essere dipinto di qualsiasi colore che non comporti il pericolo di erronee interpretazioni.

1.1 COLORAZIONE DELL'OGIVA DELLA BOMBOLA

In generale la colorazione dell'ogiva della bombola non identifica il gas ma solo il rischio principale associato al gas:

TIPO DI PERICOLO	COLORAZIONE
inerte	 <i>verde brillante</i>
infiammabile	 <i>rosso</i>
ossidante	 <i>blu chiaro</i>
tossico e/o corrosivo	 <i>giallo</i>
tossico e infiammabile	 <i>giallo+rosso</i>
tossico o ossidante	 <i>giallo+blu chiaro</i>

Solo per i gas più comuni sono previsti colori specifici:

TIPO DI GAS	COLORAZIONE
acetilene C₂H₂	 <i>marrone rossiccio</i>



ALLEGATO 5 AL DISCIPLINARE PER L'ACCESSO E LO SVOLGIMENTO DI ATTIVITA' IN SICUREZZA NEI LABORATORI
DEGLI ISTITUTI DI BIOROBOTICA, SCIENZE DELLA VITA E T&CIP DELLA SCUOLA SUPERIORE SANT'ANNA

ammoniaca NH₃	 <i>giallo</i>
argon Ar	 <i>verde scuro</i>
azoto N₂	 <i>nero</i>
biossido di carbonio CO₂	 <i>grigio</i>
cloro Cl₂	 <i>giallo</i>
elio He	 <i>marrone</i>
idrogeno H₂	 <i>rosso</i>
ossigeno O₂	 <i>bianco</i>
protossido d'azoto N₂O	 <i>blu</i>

La tabella sottostante riporta il colore identificativo di altri gas:

TIPO DI GAS	COLORAZIONE
aria ad uso industriale	 <i>verde brillante</i>



ALLEGATO 5 AL DISCIPLINARE PER L'ACCESSO E LO SVOLGIMENTO DI ATTIVITA' IN SICUREZZA NEI LABORATORI DEGLI ISTITUTI DI BIORBOTICA, SCIENZE DELLA VITA E T&CIP DELLA SCUOLA SUPERIORE SANT'ANNA

aria respirabile	 <i>bianco+nero</i>
miscela elio-ossigeno ad uso respiratorio	 <i>bianco+marrone</i>

Il **raccordo filettato della valvola** normalmente presenta caratteristiche diverse in funzione del tipo di gas contenuto nella bombola, ma non può costituire un sicuro parametro di identificazione in quanto tali caratteristiche non sono sempre specifiche.

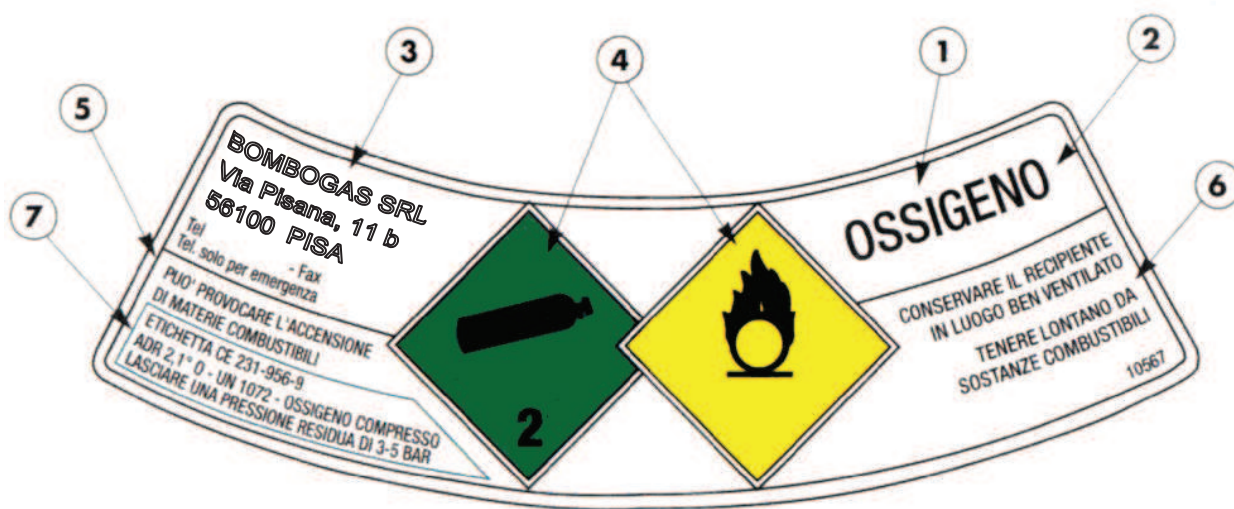
Sull'ogiva si riscontrano, inoltre, altre descrizioni quali il numero di matricola, la data **dell'ultimo collaudo ISPESL**, ecc; quest'ultimo dato va tenuto attentamente sotto controllo in quanto, **a termini di legge, bombole con data di collaudo scaduta non devono essere usate, né trasportate piene, né tanto meno riempite.**

Qualora si accerti che la data di scadenza del collaudo è prossima, allora è necessario prestare attenzione affinché l'uso sia effettuato solo entro i termini prescritti, oltre i quali deve essere immediatamente contattata la ditta fornitrice per la restituzione del recipiente.



1.2 ETICHETTATURA

Importanti informazioni circa la natura del gas sono riportate anche nell'**etichettatura della bombola**, apposta sull'ogiva. Riportiamo un esempio di etichetta a titolo indicativo:



1. N° ONU e denominazione del gas
2. Composizione del gas o della miscela
3. Nome, indirizzo e numero di telefono del fabbricante o del distributore
4. Simboli di pericolo
5. Frasi di rischio
6. Consigli di prudenza
7. Numero CE per la sostanza singola o indicazione "miscela di gas"



2. RISCHIO DA USO DI BOMBOLE DI GAS

2.1 GAS COMPRESSI

I rischi connessi con l'utilizzo di **gas compressi** sono legati ai seguenti fattori:

- ✿ **Accumulo:** si possono avere accumuli di gas nell'ambiente, che possono causare:
 - a) ***esplosioni*** in caso di gas combustibili;
 - b) ***sovra-ossigenazione*** in caso di ossigeno (in tal caso la più piccola scintilla o fiamma potrebbe innescare l'incendio delle sostanze combustibili presenti);
 - c) ***sott'ossigenazione*** (qualunque gas che non sia aria o ossigeno determina un abbassamento del tenore di ossigeno nell'ambiente, con pericolo di asfissia nel caso in cui il tenore di ossigeno nell'aria scenda al di sotto del 18%).

N.B. Un ambiente ben aerato da griglie permanenti, o dotato di un adeguato numero di ricambi orari garantiti da impianti meccanici, riduce la probabilità di accumulo di gas.

- ✿ **Pressione:** qualsiasi recipiente in pressione è estremamente sensibile alle alte e basse temperature, che possono far variare i valori della pressione o causare l'infrangimento del metallo (processo chimico-fisico che interessa diversi metalli, fra cui gli acciai ad alta resistenza, rendendoli fragili e soggetti a frattura), fino a rottura del recipiente.

- ✿ **Instabilità:** le bombole sono per natura poco stabili e quindi bastano leggeri urti per farle cadere e rotolare con rischi di schiacciamento o rottura delle valvole in assenza di cappellotto.



2.2 GAS CRIOGENICI LIQUEFATTI

Le caratteristiche principali comuni a tutti i **gas criogenici liquefatti** sono essenzialmente:

- temperature estremamente basse;
- sviluppo di grandi quantità di gas (evaporazione) da piccole quantità di liquido;
- tendenza all'accumulo dei vapori freddi negli strati più bassi dell'ambiente;

Queste caratteristiche sono già di per se stesse fonti di rischio e quindi è essenziale attenersi alle informazioni e istruzioni nelle schede di sicurezza fornite dal fornitore.

Pertanto i **rischi o pericoli più comuni** nell'uso di tali sostanze si possono riepilogare in:

- **asfissia** per concentrazioni di gas inerti;
- **incendio** in caso di concentrazioni di ossigeno;
- **ustioni da freddo** per esposizione della cute a bassissime temperature;
- congelamento in caso di esposizione prolungata;
- danni ai polmoni per inalazione di vapori a bassissime temperature;
- fenomeni di "incollamento" della cute per contatto con superfici freddissime;
- lesioni oculari in caso di contatto con gli occhi.



2.3 MISURE GENERALI DI SICUREZZA

Al fine di un **utilizzo in sicurezza dei gas compressi** è opportuno richiamare i seguenti punti:

- * **Quantità:** si deve adeguare la quantità e la capacità delle bombole alle reali necessità, onde evitare pericolosi stoccaggi in luoghi non adatti.
- * **Posizionamento:** nei limiti del possibile, è opportuno collocare le bombole a pianterreno e all'esterno dei locali/laboratori.
Nel caso di installazione nei fabbricati, è consigliabile che i recipienti da gas combustibili e tossici siano installati in luoghi equipaggiati di cappe di aspirazione e di rivelatori specifici. Lo stesso vale per gas inerti, ma potenzialmente asfissianti.
Ove ciò non sia possibile, devono essere attuate specifiche procedure di sicurezza (accesso controllato ai locali, misurazioni, ecc).
Ogni bombola in servizio deve essere – come minimo – assicurata per mezzo di catena metallica che ne impedisca la caduta.
- * **Valvole:** la manipolazione delle valvole deve essere effettuata manualmente e in modo molto progressivo sia in apertura che in chiusura. In caso di impossibilità di apertura manuale, restituire la bombola senza tentare di ottenerne l'apertura con mezzi violenti.
Allo stesso modo, per chiudere le valvole non si deve mai forzarle. In caso di possibile rischio di immissioni di sostanze estranee è opportuno utilizzare valvole di non ritorno.
- * **Raccordi:** Vanno utilizzati solo componenti forniti dal fornitore del gas, e comunque utilizzare solo materiali (es. guarnizioni, ecc) compatibili con i gas in utilizzo.
E' proibito utilizzare raccordi intermedi.

E' assolutamente proibito al fine di aumentare il flusso del gas riscaldare le bombole con una fiamma diretta.



3. PROCEDURE DI SICUREZZA

Le presenti procedure vengono distinte in funzione delle principali situazioni:

- **movimento**,
- **uso**,
- **deposito**.

per ciascuna delle quali sono riepilogati i comportamenti, suddivisi a loro volta tra:

- **prescrizioni**, cioè quello che deve essere fatto obbligatoriamente;
- **divieti**, cioè quelle cose da non fare mai.

E' necessario che il Responsabile dell'Attività di Ricerca o di Didattica in Laboratorio illustri al proprio personale (personale tecnico, ricercatori, studenti, assegnisti, PhD, Co.Co.Co., ecc) i rischi connessi alla manipolazione dei gas e le misure messe in atto per ridurli, nonché la necessità di adottare le **regole di comportamento** sicuro sintetizzate nelle procedure sotto riportate.

Tali procedure – concordate con Servizio prevenzione e Protezione della Scuola – devono essere affisse in laboratorio, previa eventuale modifica ed integrazione (per adattarle alla situazione reale del singolo laboratorio) da parte del Responsabile di Laboratorio che tramite il Preposto vigila anche sulla loro applicazione da parte degli utilizzatori del laboratorio.



3.1 MOVIMENTAZIONE DELLE BOMBOLE

Prescrizioni

- Tutte le bombole **devono** essere provviste dell'apposito cappello di protezione delle valvole, che deve rimanere sempre avvitato tranne quando il recipiente è in uso, o di altra idonea protezione, ad esempio maniglione, cappello fisso.
- Le bombole **devono** essere maneggiate con cautela evitando urti violenti tra di loro o contro altre superfici, cadute od altre sollecitazioni meccaniche che possano comprometterne l'integrità e la resistenza.
- La movimentazione delle bombole, anche per brevi distanze, **deve** avvenire mediante carrello a mano o altro opportuno mezzo di trasporto. Solo nella fase finale di posizionamento nella sede è consentito effettuare piccoli trascinamenti e rotazioni rispetto all'asse verticale. Durante la movimentazione con carrello o altro dispositivo le bombole devono essere legate con catenelle o altro apposito sistema di ritegno.
- Le bombole di peso elevato **devono** essere trasportate ai vari piani dell'edificio tramite montacarichi. Nel caso i piani in elevazione non siano serviti da montacarichi, è consentito l'uso dell'ascensore.



L'**utilizzo dell'ascensore/montacarichi** **deve** avvenire con questa **procedura**:

- 🏠 devono provvedere alla operazioni di trasporto sempre due persone;
 - 🏠 una persona provvede al carico del carrello con la/e bombola/e di gas al piano di partenza;
 - 🏠 la seconda provvede alla chiamata del montacarichi/ascensore e al suo scarico al piano di arrivo;
 - 🏠 nessuno deve entrare nel montacarichi/ascensore quando questo contenga le bombole.
- Eventuali sollevamenti a mezzo gru, paranchi o carrelli elevatori **devono** essere effettuati impiegando esclusivamente le apposite gabbie, o cestelli metallici, o appositi pallets.



Divieti

- Le bombole **non devono** essere sollevate dal cappello, **né** trascinate, **né** fatte rotolare o scivolare sul pavimento. Solo nella fase finale di posizionamento nella sede è consentito effettuare piccoli trascinamenti e rotazioni rispetto all'asse verticale.
- Per sollevare le bombole **non devono** essere usati elevatori magnetici **né** imbracature con funi o catene.
- Le bombole **non devono** essere maneggiate con le mani o con guanti unti d'olio o di grasso: questa norma è particolarmente importante quando si movimentano bombole che contengono gas ossidanti.
- Una bombola, specialmente se contenente gas tossico **non deve mai** essere spostata se non è equipaggiata del suo tappo di sicurezza e del suo cappello di protezione della valvola. Il personale incaricato di queste movimentazioni dovrà essere equipaggiato di appositi dispositivi di protezione individuale (scarpe e guanti).



Le bombole scadute di collaudo non devono essere usate, né trasportate piene né tanto meno riempite.



3.2 UTILIZZO DELLE BOMBOLE

Prescrizioni

- Una bombola di gas **deve** essere messa in uso solo se il suo contenuto risulta chiaramente identificabile. Il contenuto viene identificato nei modi seguenti:
 - a colorazione dell'ogiva, secondo il colore codificato dalla normativa di legge;
 - b nome commerciale del gas punzonato sull'ogiva a tutte lettere o abbreviato, quando esso sia molto lungo;
 - c scritte indelebili, etichette autoadesive, decalcomanie poste sul corpo della bombola, oppure cartellini di identificazione attaccati alla valvola od al cappello di protezione;
 - d tipologia del raccordo di uscita della valvola, in accordo alle normative di legge;
 - e tipologie e caratteristiche dei recipienti.

- Durante l'uso le bombole **devono** essere tenute in posizione verticale.
Prima di utilizzare una bombola è necessario assicurarla alla parete, ad un palco o ad un qualsiasi supporto solido, mediante catenelle o con altri arresti efficaci, salvo che la forma della bombola ne assicuri la stabilità.
Una volta assicurato la bombola si può togliere il cappello di protezione alla valvola.

- Le bombole **devono** essere protette contro qualsiasi tipo di manomissione provocato da personale non autorizzato.

- Le valvole delle bombole **devono essere sempre tenute chiuse**, tranne quando la bombola è in utilizzo.
L'apertura delle valvole delle bombole a pressione deve avvenire gradualmente e lentamente. Si ricorda che la sequenza da seguire nell'apertura delle valvole è la seguente:
 1. aprire in **senso anti-orario** la valvola posta sulla bombola;
 2. aprire in **senso orario** la valvola a spillo del riduttore;
 3. aprire in **senso anti-orario** la manopola di regolazione della pressione.





- ➔ Prima di restituire una bombola vuota, l'utilizzatore **deve** assicurarsi che la valvola sia ben chiusa, quindi avvitare l'eventuale tappo cieco sul bocchello della valvola ed infine rimettere il cappello di protezione. Si consiglia di lasciare sempre una leggera pressione positiva all'interno della bombola.

Divieti

- Le bombole contenenti gas **non devono** essere esposte all'azione diretta dei raggi del sole, né tenute vicino a sorgenti di calore o comunque in ambienti in cui la temperatura possa raggiungere o superare i 50°C.
- Le bombole **non devono** mai essere collocate dove potrebbero diventare parte di un circuito elettrico.
Quando una bombola viene usata in collegamento con una saldatrice elettrica, non deve essere messa a terra (questa precauzione impedisce alla bombola di essere incendiata dall'arco elettrico).
- Le bombole **non devono** mai essere riscaldate a temperatura superiore ai 50°C. È assolutamente vietato portare una fiamma al diretto contatto con la bombola.
- Le bombole **non devono** essere raffreddate artificialmente a temperature molto basse (molti tipi di acciaio perdono duttilità e infragiliscono a bassa temperatura).
- Le bombole **non devono** essere usate come rullo, incudine, sostegno o per qualsiasi altro scopo che non sia quello di contenere il gas per il quale sono state costruite e collaudate.
- L'utilizzatore **non deve** cancellare o rendere illeggibili le scritte, né asportare le etichette, le decalcomanie, i cartellini applicati sulle bombole dal fornitore per l'identificazione del gas contenuto.
- L'utilizzatore **non deve** cambiare, modificare, manomettere, tappare i dispositivi di sicurezza eventualmente presenti, né in caso di perdite di gas, eseguire riparazioni sulle bombole piene e sulle valvole.



ALLEGATO 5 AL DISCIPLINARE PER L'ACCESSO E LO SVOLGIMENTO DI ATTIVITA' IN SICUREZZA NEI LABORATORI DEGLI ISTITUTI DI BIORBOTICA, SCIENZE DELLA VITA E T&CIP DELLA SCUOLA SUPERIORE SANT'ANNA

- **Non devono** essere montati riduttori di pressione, manometri, manichette od altre apparecchiature previste per un particolare gas o gruppo di gas su bombole contenenti gas con proprietà chimiche diverse e incompatibili.
- **Non usare** mai chiavi od altri attrezzi per aprire o chiudere valvole munite di volantino. Per le valvole dure ad aprirsi o grippate per motivi di corrosione, contattare il fornitore per istruzioni.
- La lubrificazione delle valvole non è necessaria. **È assolutamente vietato** usare olio, grasso od altri lubrificanti combustibili sulle valvole delle bombole contenenti ossigeno e altri gas ossidanti.



3.3 STOCCAGGIO E DEPOSITO DELLE BOMBOLE

Prescrizioni

- Le bombole **devono** essere protette da ogni oggetto che possa provocare tagli od altre abrasioni sulla superficie del metallo.
- I locali di deposito **devono** essere asciutti, freschi, ben ventilati e privi di sorgenti di calore, quali tubazioni di vapore, radiatori, ecc.
- I locali di deposito, **devono** essere contraddistinti con il nome del gas posto in stoccaggio. Se in uno stesso deposito sono presenti gas diversi ma compatibili tra loro, le bombole devono essere raggruppate secondo il tipo di gas contenuto.
- È necessario altresì **evitare** lo stoccaggio delle bombole in locali ove si trovino materiali combustibili o sostanze infiammabili.
- Nei locali di deposito **devono** essere tenuti separati le bombole piene da quelle vuote, utilizzando adatti cartelli murali per contraddistinguere i rispettivi depositi di appartenenza.
- Nei locali di deposito le bombole **devono** essere tenute in posizione verticale ed assicurate alle pareti con catenelle od altro mezzo idoneo, per evitarne il ribaltamento, quando la forma del recipiente non sia già tale da garantirne la stabilità.
- I locali di deposito di bombole contenenti **gas pericolosi e nocivi** (infiammabili, tossici, corrosivi) **devono** essere sufficientemente isolate da altri locali o luoghi di lavoro e di passaggio ed adeguatamente separati gli uni dagli altri.
- I locali di deposito di bombole contenenti **gas pericolosi e nocivi** (infiammabili, tossici, corrosivi) **devono** essere dotati di adeguati sistemi di ventilazione. In mancanza di ventilazione adeguata, devono essere installati apparecchi indicatori e avvisatori automatici atti a segnalare il raggiungimento delle concentrazioni o delle condizioni pericolose. Ove ciò non sia possibile, devono essere eseguiti frequenti controlli e misurazioni.





- Nei locali di deposito di bombole contenenti **gas pericolosi e nocivi** devono essere affisse norme di sicurezza concernenti le operazioni che si svolgono nel deposito (per esempio: movimentazione, trasporto, ecc.), evidenziando in modo particolare i divieti, i mezzi di protezione generali ed individuali da utilizzare e gli interventi di emergenza da adottare in caso di incidente.
- I locali di deposito di bombole contenenti **gas asfissianti** devono essere dotati di adeguati sistemi di ventilazione, specie nel caso di gas inerti. In mancanza di ventilazione adeguata, devono essere installati apparecchi indicatori del tenore di ossigeno e avvisatori automatici atti a segnalare il raggiungimento della concentrazione critica di ossigeno. Ove ciò non sia possibile, devono essere eseguiti frequenti controlli e misurazioni.
- I locali di deposito di bombole contenenti gas infiammabili devono rispondere, per quanto riguarda gli impianti elettrici a sicurezza, i sistemi antincendio, la protezione contro le scariche atmosferiche, alle specifiche norme vigenti.

Divieti

- Le bombole contenenti gas non devono essere esposte all'azione diretta dei raggi del sole, né tenute vicino a sorgenti di calore o comunque in ambienti in cui la temperatura possa raggiungere o superare i 50°C.
- Le bombole non devono essere esposte ad una umidità eccessiva, né ad agenti chimici corrosivi. La ruggine danneggia il mantello del recipiente e provoca il bloccaggio del cappello.
- È vietato lasciare le bombole vicino a montacarichi sotto passerelle, o in luoghi dove oggetti pesanti in movimento possano urtarli e provocarne la caduta.
- È vietato immagazzinare in uno stesso locale bombole contenenti gas tra loro incompatibili (per esempio: gas infiammabili con gas ossidanti) e ciò per evitare, in caso di perdite, reazioni pericolose, quali esplosioni o incendi.





ALLEGATO 5 AL DISCIPLINARE PER L'ACCESSO E LO SVOLGIMENTO DI ATTIVITA' IN SICUREZZA NEI LABORATORI
DEGLI ISTITUTI DI BIORBOTICA, SCIENZE DELLA VITA E T&CIP DELLA SCUOLA SUPERIORE SANT'ANNA

Qualora per esigenze di didattica o di ricerca, le bombole in uso permangono nel laboratorio, anche nelle ore di chiusura del Dipartimento, allora è necessario attuare tutte le misure sopra riportate per quanto applicabile (ventilazione adeguata, sistemi di allarme per insufficiente tenore di ossigeno, procedure, controlli, ecc).





3.4 VERIFICHE PERIODICHE DELLE BOMBOLE












Secondo il D.M. 19 aprile 2001 tutte le bombole in acciaio senza saldatura di capacità compresa tra 0,5 e 5 litri inclusi, devono essere sottoposte a revisione periodica, con le stesse modalità e periodicità previste dalle norme vigenti per le bombole di capacità superiore.

Per quanto riguarda la periodicità delle verifiche e delle prove di revisione (collaudo recipiente, ecc) si fa riferimento al D.M. 16 gennaio 2001.



4. REGOLE DI COMPORTAMENTO PER IL LAVORATORE

In base ai rischi sopra elencati, al fine di prevenirli è opportuno che i lavoratori, e le figure ad essi equiparati secondo l'art. 2, comma 4 del D.M. 363/98 (*".....oltre al personale docente, ricercatore, tecnico e amministrativo dipendente dell'università, si intende per lavoratore anche quello non organicamente strutturato e quello degli enti convenzionati, sia pubblici che privati, che svolge l'attività presso le strutture dell'università, salva determinazione convenzionalmente concordata, nonché gli studenti dei corsi universitari, i dottorandi, gli specializzandi, i tirocinanti, i borsisti ed i soggetti ad essi equiparati, quando frequentino laboratori didattici, di ricerca o di servizio....."*) si attengano alle seguenti regole di comportamento:

-  Essere sempre in possesso delle **schede di sicurezza dei gas**; conservarle in luogo noto a tutti i lavoratori e facilmente accessibile.
-  *Conservare le bombole in luoghi aerati.*
-  Tenere separati i recipienti dei combustibili da quelli dei comburenti.
-  Verificare periodicamente la tenuta delle valvole (con acqua saponata).
-  Depositare le bombole lontano da materiali infiammabili.
-  Non fumare o usare fiamme libere.
-  Evitare esposizione a basse o alte temperature (per legge le bombole non possono esser esposte direttamente al sole né a temperature >50°. Per evitare fenomeni di infragilimento i recipienti non devono stare a temperature < -20°)
-  Tenere le bombole affiancate (in posizione verticale) e su pavimenti piani.
-  Assicurare le bombole con catene o cinghie a pareti o altri supporti stabili.
-  Utilizzare per la movimentazione carrelli *ad hoc*.
-  Utilizzare dove previsto i DPI adatti al tipo di gas in uso.



Per quanto riguarda poi nello specifico l'uso di **gas criogenici**, come precauzione dai pericoli citati precedentemente si devono prendere le ulteriori seguenti precauzioni:



Uso DPI adatti alle basse temperature: occhiali, guanti criogenici non assorbenti (rapidi da togliere), scarpe (mai sandali), pantaloni non infilati nelle scarpe e senza risvolti.



Lavoro senza contatto: usare tenaglie o altri attrezzi per immergere o estrarre materiali dal criogenico (schizzi). Per il travaso utilizzare sempre idonee attrezzature tenendo conto che l'evaporazione spontanea è normalmente sufficiente a creare la pressione necessaria per il travaso del liquido.



Contenitori: utilizzare solo contenitori – *dewar* – progettati e costruiti appositamente per contenere gas criogenici liquefatti.



Accumulo e concentrazioni: evitare spillamenti, dispersioni o scarichi dei liquidi in ambienti ristretti e/o poco ventilati.

Tenere sempre presente che esiste la possibilità di accumulo di vapori freddi in cunicoli, fosse, ecc. Assicurarsi che sia sempre presente una buona ventilazione.

Pisa, 1 marzo 2013

Il Responsabile del Servizio Prevenzione e Protezione
(Ing. Alessandro Innocenti)

.....



APPENDICE 1

GAS INERTI

1. IDENTIFICAZIONE DEI GAS


I **Gas Inerti** sono gas che non bruciano e non consentono la combustione, come ad es. l'azoto, l'elio e l'anidride carbonica.

La pericolosità di un questi gas è data dalle loro proprietà chimiche e fisiche. Queste proprietà possono essere motivo di rischio per la salute e la sicurezza del lavoratore e dei frequentatori di un dato luogo di lavoro.

Ad esempio un gas inerte come l'anidride carbonica comporta un serio rischio in quanto la presenza CO₂ nell'aria riduce la percentuale di ossigeno, causando un rischio di asfissia più o meno in grave in funzione della riduzione del tenore di O₂.

Ogni gas viene identificato in maniera certa attraverso due parametri principali:





3. **Punzonatura** del nome commerciale sull'ogiva della bombola (per le miscele alla punzonatura "miscela" si deve accompagnare la composizione);
4. **Colore dell'ogiva** (Vedi tabelle delle pagine seguenti).

TIPO DI PERICOLO	COLORAZIONE
inerte	 <i>verde brillante</i>

Per i gas più comuni sono previsti colori specifici:



ALLEGATO 5 AL DISCIPLINARE PER L'ACCESSO E LO SVOLGIMENTO DI ATTIVITA' IN SICUREZZA NEI LABORATORI DEGLI ISTITUTI DI BIORBOTICA, SCIENZE DELLA VITA E T&CIP DELLA SCUOLA SUPERIORE SANT'ANNA

TIPO DI GAS	COLORAZIONE
argon Ar	 <i>verde scuro</i>
azoto N2	 <i>nero</i>
biossido di carbonio CO2	 <i>grigio</i>
elio He	 <i>marrone</i>

Sull'**ogiva** si riscontrano, inoltre, altre descrizioni quali il numero di matricola, la data dell'ultimo collaudo ISPEL, ecc; quest'ultimo dato va tenuto attentamente sotto controllo in quanto, a termini di legge, bombole con data di collaudo scaduta non devono essere usate, né trasportate piene, né tanto meno riempite.

Qualora si accerti che la data di scadenza del collaudo è prossima, allora è necessario prestare attenzione affinché l'uso sia effettuato solo entro i termini prescritti, oltre i quali deve essere immediatamente contattata la ditta fornitrice per la restituzione del recipiente.

Altre importanti informazioni circa la natura del gas sono riportate anche nell'**etichettatura della bombola**, apposta sull'ogiva.



2. RISCHI NELL'USO DI GAS INERTI

I **gas inerti** spesso sono compressi ad una pressione tale da liquefarli.

I rischi connessi con l'utilizzo di tali gas sono legati ai seguenti fattori generali:

- ✿ **Accumulo:** si possono avere accumuli di gas nell'ambiente, che possono causare: **sott'ossigenazione**. Qualunque gas che non sia aria o ossigeno determina infatti un abbassamento del tenore di ossigeno nell'ambiente, con pericolo di **asfissia** nel caso in cui il tenore di ossigeno nell'aria scenda al di sotto del 18%).
N.B. Un ambiente ben aerato da griglie permanenti, o dotato di un adeguato numero di ricambi orari garantiti da impianti meccanici, riduce la probabilità di accumulo di gas.
- ✿ **Pressione:** qualsiasi recipiente in pressione è estremamente sensibile alle alte e anche alle basse temperature, che possono far variare i valori della pressione o causare l'infrangimento del metallo (processo chimico-fisico che interessa diversi metalli, fra cui gli acciai ad alta resistenza, rendendoli fragili e soggetti a frattura), fino a rottura del recipiente.
- ✿ **Instabilità:** le bombole sono per natura poco stabili e quindi bastano leggeri urti per farle cadere e rotolare con rischi di schiacciamento o rottura delle valvole in assenza di cappello.

I **gas criogenici liquefatti** presentano le seguenti peculiarità:

- ✿ temperature estremamente basse;
- ✿ sviluppo di grandi quantità di gas (evaporazione) da piccole quantità di liquido;
- ✿ tendenza all'accumulo dei vapori freddi negli strati più bassi dell'ambiente;

Queste caratteristiche sono già di per se stesse fonti di rischio e quindi è essenziale attenersi alle informazioni e istruzioni nelle schede di sicurezza fornite dal fornitore.



I **rischi o pericoli più comuni** nell'uso di tali sostanze si possono riepilogare in:

- **asfissia** per concentrazioni di gas inerti;
- **ustioni da freddo** per esposizione della cute a bassissime temperature;
- congelamento in caso di esposizione prolungata;
- danni ai polmoni per inalazione di vapori a bassissime temperature;
- fenomeni di "incollamento" della cute per contatto con superfici freddissime;
- lesioni oculari in caso di contatto con gli occhi.

Tra tutti i rischi elencati per i gas inerti compressi/liquefatti, il più grave è quello di asfissia dovuto a sott'ossigenazione.

Qualora infatti il gas inerte dovesse disperdersi in un ambiente chiuso, esso determinerebbe un abbassamento del **tenore di ossigeno** nell'ambiente (normalmente pari a 21%), con pericolo di asfissia nel caso in cui tale percentuale scenda al di sotto del 17÷18%.

Questo rischio è tanto più grave in quanto i gas inerti come anidride carbonica, azoto, ecc, sono inodori e quindi la loro presenza nell'aria può essere individuata solo per mezzo di appositi dispositivi dotati di sensori e allarmi, in grado di misurare la presenza di gas o il tenore di ossigeno nell'aria.

Tabella 1 – Rischi legati a insufficiente tenore di Ossigeno nell'aria.

%-ale O ₂	SINTOMI
18 ÷ 21	Nessuno.
15 ÷ 18	Aumento del ritmo respiratorio, diminuzione del movimento muscolare.
12 ÷ 15	Deficienza della respirazione, mal di testa, leggera perdita di memoria, rapida fatica, coordinamento muscolare difficile.
10 ÷ 12	Nausea, euforia, perdita di coscienza.
8 ÷ 10	Perdita di coscienza, morte.
< 8	Morte entro 1 ora.



3. ESEMPI DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO ASFISSIA

Come detto, il rischio di asfissia è il più grave tra tutti quelli legati all'uso o allo stoccaggio di gas inerti compressi.

Si forniscono di seguito alcuni approfondimenti per i gas di uso più comune, volti ad approfondire la natura e l'entità del rischio, nonché le più generali misure di tutela e prevenzione da rispettare in ogni luogo di vita e lavoro della Scuola Superiore Sant'Anna.

3.1 ANIDRIDE CARBONICA – CO₂

Il diossido di carbonio (o biossido di carbonio o anidride carbonica o gas silvestre) è un ossido acido (anidride) formato da un atomo di carbonio legato a due atomi di ossigeno. È normalmente presente nell'atmosfera con un tenore dell'ordine dello 0,035%.

È un gas incolore, e pressoché inodore e insapore (in realtà ha un odore pungente e un sapore debolmente acidulo); è più pesante dell'aria (circa 1,5 volte) e col tempo tende quindi a stratificarsi al suolo.

L'anidride carbonica è liquida nell'intervallo di temperatura tra -56°C e 31°C (temperatura critica) ed alle corrispondenti pressioni assolute di 5,28 e 74,9 bar.

Per le caratteristiche generali dell'anidride carbonica si veda la Tabella 2 a pagina seguente.

La caratteristica più rilevante della CO₂ ai fini della sicurezza è che si tratta di un gas asfissiante: esso si sostituisce all'ossigeno dell'aria e quando ne determina una diminuzione a valori inferiori al 17 % in volume, produce asfissia.

Essa può essere tollerata, senza effetti fisiologici, anche per esposizioni continue, fino ad un tenore dello 0,5%. Diviene invece decisamente pericolosa per concentrazioni superiori al 4 % nell'aria, in quanto va a saturare l'emoglobina del sangue impedendole di legarsi all'ossigeno e bloccando quindi l'ossigenazione dei tessuti.

Inoltre la CO₂ è un gas che accelera e stimola il ritmo respiratorio. Con una percentuale del 2 % nell'aria la velocità e la profondità del respiro aumentano del 50% rispetto alla normalità; con una percentuale del 3 % l'aumento è del 100%, cioè raddoppia.

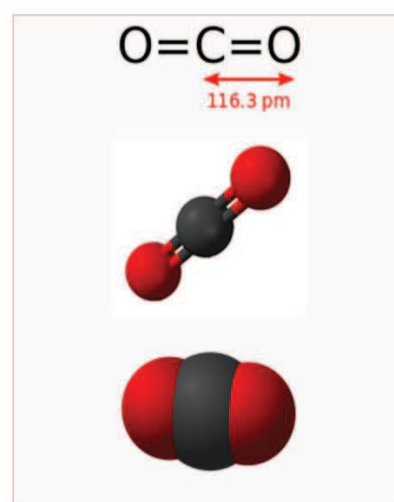




Tabella 2 – Caratteristiche generali della CO₂.

Caratteristiche generali	
Formula bruta o molecolare	CO ₂
Massa molecolare (u)	44,010
Aspetto	gas incolore
Numero CAS	[124-38-9]
PubChem	280
S ⁰ _m (J·K ⁻¹ ·mol ⁻¹)	213,74
C ⁰ _{p,m} (J·K ⁻¹ ·mol ⁻¹)	37,11
Indicazioni di sicurezza	
Frase R	--
Frase S	--

Proprietà chimico-fisiche	
Densità (kg·m ⁻³ , in c.s.)	1,98
Solubilità in acqua	1,45 g/l a 293 K
Temperatura di fusione	216,59 K (-56,56 °C)
Temperatura di ebollizione	194,7 K (-78,5 °C)
Punto triplo	216,5 K (-56,6 °C) 5,18 × 10 ⁵ Pa
Punto critico	304 K (31 °C) 7,38 × 10 ⁶ Pa
Tensione di vapore (Pa) a 293 K	5,73 × 10 ⁶
Proprietà termochimiche	
Δ _f H ⁰ (kJ·mol ⁻¹)	-393,51
Δ _f G ⁰ (kJ·mol ⁻¹)	-394,36

Vediamo in quali situazioni possono verificarsi percentuali di anidride carbonica nell'aria superiori ai valori standard.

Innanzitutto va detto che in ambienti chiusi come aule, uffici o sale riunioni, nei quali possono trovarsi molte persone, se non è presente un efficace sistema di aerazione, già dopo pochi minuti si possono riscontrare valori di anidride carbonica rilevanti (anche 5.000 ppm, pari a %-ali dello 0,5)¹. Tali valori non sono pericolosi anche se, già a partire da una concentrazione dello 0,08% (800 ppm) prestazioni, concentrazione e benessere dell'essere umano possono risentirne.

¹ Durante la respirazione l'uomo inala l'ossigeno presente nell'aria (inspirazione) e rilascia anidride carbonica durante l'espirazione. Mentre l'aria inspirata contiene il 21 % di ossigeno e lo 0,035 % di anidride carbonica, quella espirata contiene solo il 16 % di ossigeno e il 4÷4,5 % di anidride carbonica.



La CO₂ è poi presente negli omonimi estintori portatili presenti nei luoghi di lavoro, specie in prossimità dei quadri elettrici, essendo utilizzata come estinguente. Gli estintori a 'neve carbonica', contenenti normalmente 5 kg di gas compresso a circa 70 bar (2 kg le bombole più piccole), sono infatti omologati per lo spegnimento di incendi di sostanze liquide e gassose e sono assai diffusi.



E' utile ricordare che:

- la neve carbonica, che si forma per espansione a pressione atmosferica dell'anidride carbonica liquefatta, ha una temperatura di circa -78° C e quindi provoca ustioni e congelamento delle zone cutanee che ne vengono a contatto;
- occorre aerare immediatamente i locali dopo l'uso dell'estintore.

Le caratteristiche degli estintori sono normate in maniera puntuale per tutti gli aspetti relativi ai requisiti dei recipienti, del contenuto, delle manutenzioni periodiche, dei collaudi, ecc.

Il diossido di carbonio viene poi largamente utilizzato nei laboratori ricerca, sia nel settore di agraria che in quello ingegneristico, liquefatto in bombole di svariate misure (600 grammi; 14, 28, 50 litri, ecc) e pressioni d'esercizio (da 55 a 200 bar), sempre facilmente riconoscibili dalla calotta grigia.

Si noti che i recipienti vengono riempiti con il coefficiente prescritto dalle norme vigenti, di 0,75 kg di CO₂ per litro di capacità del recipiente.

Ad esempio una bombola da 14 litri contiene 10 kilogrammi di anidride carbonica, una da 50 l circa 37 kg.



Va ricordato che detti recipienti devono essere protetti dal calore in quanto la pressione cresce molto rapidamente all'aumentare della temperatura. Si veda a tal proposito la tabellina a fianco (variazione della pressione al variare della temperatura dei recipienti).

Temperatura °C	Pressione assoluta in bar
5	40,5
20	58,5
35	116,5
50	215,9



Infine la CO₂ viene utilizzata per produrre acqua gassata nei distributori di acqua, installati nei luoghi di lavoro e nei 'collegi' della Scuola Superiore Sant'Anna.

Le bombole, alla pressione di 55 ÷ 60 bar, debbono essere installate all'interno del 'mobile' e quindi avere le dimensioni previste dal costruttore della macchina. In generale valgono tutte le considerazioni svolte a proposito del gas compresso per uso in laboratorio.



CO₂ - Elementi di sicurezza

Gli effetti della presenza dell'anidride carbonica nell'aria sono riportati nella Tabella 3.

Dalla tabella si percepisce chiaramente l'entità del rischio che può essere associato all'uso di tale gas, in quanto percentuali dell'ordine del 10 % nell'aria possono causare la morte di un essere umano.

In generale il rischio causato dalle bombole di diossido di carbonio è funzione:

- della dimensione e pressione delle bombole, e quindi della quantità di gas liquefatto in esse contenuto;
- del loro utilizzo nell'ambito di un dato 'sistema' collegato alla bombola (riduttori di pressione, rete di distribuzione, macchine o strumentazioni alimentate dall'anidride carbonica, ecc);
- delle caratteristiche dell'ambiente che le ospita (dimensioni, volumetria, areazione naturale o forzata, ecc);
- dei sistemi di sicurezza (rilevazione e allarme) eventualmente installati.

Tabella 3 – Rischi legati a presenza di CO₂ nell'aria.

%-ale CO ₂	SEGNI E SINTOMI	
0 ÷ 1,5	Assenza di effetti fisiologici.	Effetti leggeri sul metabolismo dopo un'esposizione di diverse ore.
1,5 ÷ 3		Effetto debolmente narcotico: calo di prestazioni, concentrazione e benessere generale.
3 ÷ 6	Cefalea, difficoltà di respirazione (respiri più profondi e rapidi), ansietà.	
6 ÷ 10	Deficit delle capacità mentali e perdita di coscienza: respirazione difficile, emicrania, disturbi della vista, tremori.	
10 ÷ 15	Grave deficit delle funzioni mentali: perdita di coscienza in pochi minuti e morte in poche ore.	
> 15	Morte in pochi minuti, preceduta da tremori, convulsioni, perdita di coscienza.	



Il limite di esposizione raccomandato per la CO₂ è di 5000 parti per milione (0,5%) in volume, calcolato sulla base di 8 ore (media pesata del tempo) in aria.

In Europa, in funzione dei diversi regolamenti nazionali, la concentrazione limite della CO₂ in aria ambiente può essere elevata fino a 30000 ppm (3%) purché la durata dell'esposizione sia mantenuta tra i 10 minuti ed un'ora.

Eventuali problemi cardiaci o respiratori possono incrementare i rischi dell'inalazione.

In caso di dubbio, il limite di esposizione raccomandato è di 5000 parti per milione di carbonio diossido in aria:

- 0,5% deve essere considerato come il massimo livello individuale consentito.

Tabella 4 – Tempi massimi di esposizione a CO₂ in funzione della sua concentrazione.

%-ale CO ₂	TEMPO MASSIMO DI ESPOSIZIONE
< 0,5	Consentito per le 8 ore lavorative.
= 3	Tra 10 e 60 minuti al massimo.
> 3	Non consentita.
> 10	Morte in poche ore.
> 15	Morte in pochi minuti

La dispersione di gas nell'atmosfera del luogo di vita o lavoro può essere conseguenza di incidenti, rotture, guasti, comportamenti scorretti, ecc.

Il livello di rischio, prodotto tra probabilità e danno ², è determinato innanzitutto dalla probabilità del verificarsi dell'evento indesiderato. Tale probabilità è determinata dall'anello più debole della catena.

² Si ricorda che il rischio è dato dalla formula $R = P \times D$ nella quale P è la probabilità o frequenza e D è la magnitudo o intensità del danno.

Il Rischio è raffigurabile in una opportuna rappresentazione grafico-matriciale del tipo riprodotto, avente in ascisse la gravità del danno ipotizzato ed in ordinate la probabilità del suo verificarsi.

P					
4	4	8	12	16	
3	3	6	9	12	
2	2	4	6	8	
1	1	2	3	4	
	1	2	3	4	D



Tabella 4 – Rischio asfissia dovuta a CO₂ nell'ipotesi di dispersione dell'intero contenuto della bombola di gas in un locale dotato di aerazione forzata (5÷7 ricambi/h).

Anidride Carbonica			Volume della stanza [mc]						
			15	30	45	60	80	100	150
Liquida 60 bar [kg]	[litri]	Gas 1 bar [mc]							
0,6	0,8	0,36	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
2	2,8	1,2	Yellow	Green	Green	Green	Green	Green	Green
5	7	3	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Green	Green	Green
10	14	6	Red	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Green
20	28	12	Red	Red	Red	Red	Red	Yellow	Yellow
37	50	24	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red

CO ₂ < 3 %	Rischio basso
3 < CO ₂ < 6 %	Rischio accettabile
6 < CO ₂ < 10 %	Rischio superiore ad accettabile
CO ₂ > 10 %	Rischio gravissimo

Note esplicative

1. La tabella mette in relazione il contenuto della bombola (kg o litri di gas liquefatto; mc di gas a pressione atmosferica), le dimensioni dei locali (volume in mc) e le concentrazioni massime ammissibili per l'uomo.
2. La tabella è puramente indicativa e non sostituisce in alcun modo la valutazione dei rischi, da effettuare caso per caso da un valutatore professionista.
3. Le valutazioni di cui sopra si intendono per bombole alla pressione di 55 ÷ 60 bar.
4. Le valutazioni si intendono per locali con aerazione forzata che garantisca un minimo di 5 ricambi orari.
5. Nei locali privi di areazione o dotati di semplici finestre, per i quali non esista un ricambio d'aria continuo, si sconsiglia fortemente l'installazione di bombole di CO₂.



3.2 AZOTO MOLECOLARE – N₂

L'azoto è l'elemento chimico di numero atomico 7, con simbolo è N (vedi Tabella 5).

L'azoto molecolare o azoto biatomico o azoto diatomico o diazoto (N₂, composto di due atomi di azoto) è un gas incolore, inodore, insapore e inerte che costituisce il 78% dell'atmosfera terrestre (è il gas più diffuso nell'aria), e viene semplicemente ma impropriamente chiamato azoto.

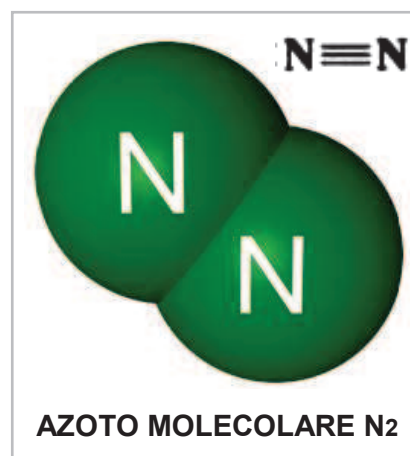


Tabella 5 – Caratteristiche generali dell'Azoto (N).

Generalità	
Nome, simbolo, numero atomico	azoto, N, 7
Serie	non metalli
Gruppo, periodo, blocco	15 (VA), 2, p
Densità	1,2506 kg/m ³
Configurazione elettronica	
Proprietà atomiche	
Peso atomico	14,0067 amu
Raggio atomico (calc.)	65 pm
Raggio covalente	75 pm
Raggio di van der Waals	155 pm
Configurazione elettronica	[He]2s ² 2p ³
e⁻ per livello energetico	2, 5
Stati di ossidazione	±3, 5, 4, 2 (acido forte)
Struttura cristallina	esagonale

Proprietà fisiche	
Stato della materia	gassoso
Punto di fusione	63,14 K, (-210,03 °C)
Punto di ebollizione	77,35 K, (-195,82 °C)
Punto critico	-147,14 °C a 3,39MPa
Volume molare	1,354 × 10 ⁻⁵ m ³ /mol
Entalpia di vaporizzazione	2,7928 kJ/mol
Calore di fusione	0,3604 kJ/mol
Velocità del suono	334 m/s a 298,15 K
Altre proprietà	
Numero CAS	7727-37-9
Elettronegatività	3,04 (scala di Pauling)
Calore specifico	1040 J/(kg K)
Conducibilità termica	0,02598 W/(m K)
Energia di prima ionizzazione	1 402,3 kJ/mol
Energia di seconda ionizzazione	2 856 kJ/mol
Energia di terza ionizzazione	4 578,1 kJ/mol



L'azoto molecolare è caratterizzato da una molecola biatomica, con un triplo legame fra i due atomi. Questo le garantisce una fortissima stabilità e per questo è detto gas inerte.

Queste le sue principali caratteristiche tecniche:

- Densità relativa: 0.97 (aria = 1);
- Aspetto: gas incolore;
- Odore: gas inodore;
- Limiti di infiammabilità in aria: non infiammabile;
- Altre proprietà: non tossico, leggermente solubile in acqua e nella maggior parte degli altri liquidi, scarso conduttore di calore ed elettricità, inerte. A condizioni di elevata temperatura e pressione, l'azoto si può combinare con metalli reattivi (quali litio e magnesio), formando nitruri e con alcuni elementi gassosi come l'idrogeno e l'ossigeno.



L'azoto è presente nei laboratori di ricerca sotto forma di gas compresso o liquefatto, nel qual caso si parla più propriamente di azoto criogenico⁵.



La caratteristica più rilevante della CO₂ ai fini della sicurezza è che si tratta di un gas asfissiante: sebbene non tossico ed inerte, l'azoto, in elevate concentrazioni, può causare asfissia. Inoltre, il contatto con il prodotto, in fase liquida, può provocare ustioni da freddo e da congelamento.

Per evitare questi effetti nocivi, produttori e consumatori devono seguire severe normative che regolano il trasporto ed il deposito e consultare le Schede di Sicurezza sull'azoto.

N₂ - Elementi di sicurezza

In generale il rischio di asfissia causato dalle bombole di azoto è funzione:

- della dimensione e pressione delle bombole, e quindi della quantità di gas liquefatto in esse contenuto;
- del loro utilizzo nell'ambito di un dato 'sistema' collegato alla bombola (distribuzione, strumentazioni collegate, ecc);
- delle caratteristiche dell'ambiente che le ospita (dimensioni, volumetria, areazione naturale o forzata, ecc);
- dei sistemi di sicurezza (rilevazione e allarme) eventualmente installati.

⁵ L'azoto ha un punto di ebollizione molto basso (-195,80 °C). Quindi se è ridotto allo stato liquido per compressione, può in seguito essere trasportato sotto pressione, e, quando è liberato, assorbe grandi quantità di calore per poter evaporare. In questo modo l'azoto liquido risulta un potente refrigerante, utilizzato in vari settori della ricerca.



In caso di dispersione nell'ambiente ***l'asfissia può intervenire unicamente come conseguenza della riduzione del tenore di ossigeno***, secondo quanto già riportato in Tabella 1.

La dispersione di gas nell'atmosfera del luogo di vita o lavoro può essere conseguenza di incidenti, rotture, guasti, comportamenti scorretti, ecc.

Il livello di rischio è funzione di due fattori, probabilità e danno.

La probabilità del verificarsi dell'evento indesiderato è determinata dall'anello più debole della catena.

Quindi, ad esempio, la probabilità che si generi un rischio da una bombola di N₂ è determinato dalla probabilità che si rompa una parte del recipiente, ed aumenta nel caso di presenza riduttori di pressione, tubi, macchine alimentate ad azoto e relativi giunti/collegamenti, ecc, in quanto in questo caso l'incidente o la rottura può riguardare più elementi, alcuni dei quali non così intrinsecamente sicuri come può esserlo un recipiente certificato e collaudato periodicamente.

Il danno è invece funzione della quantità di gas contenuto nella bombola, in relazione a dimensioni e caratteristiche dell'ambiente in cui si trova.

N₂ – Esempi di calcolo del rischio

Facciamo un doppio esempio per verificare il rischio derivante da una fuoriuscita del gas di una bombola collocata in un dato ambiente. Dati:

- Bombola di azoto molecolare da 40 litri *oppure* 14 litri
- Volume (a press. atmosferica e temp. ambiente): 8 mc *oppure* 3 mc
- Volume stanza (15 mq x 3 m altezza): 45 mc

Il gas, causa perdita, rottura, ecc, si disperde nell'ambiente andando a generare un'atmosfera con i seguenti valori significativi:

- Tenore stimato di O₂ 17,2% *oppure* 19,5%

Conclusioni: nel 1° caso ci sarebbe un rischio per il lavoratore. Infatti quando il tenore di ossigeno scende sotto il 18%, si verifica un aumento del ritmo respiratorio e una diminuzione del movimento.

Nel 2° caso (bombola da 14 litri) il rischio risulterebbe pressoché nullo. Tuttavia un sensore di ossigeno sarebbe già in grado di segnalare la riduzione del tenore dello stesso, consentendo di verificare tempestivamente la presenza di un problema e di ricambiare l'aria nel locale (ad esempio aprendo le finestre).



4. MISURE GENERALI DI SICUREZZA

Le misure di prevenzione principali legate all'utilizzo di gas sono:

- Evitare accumuli di bombole;
- Corretto posizionamento;
- Utilizzare componentistica nuova;
- Controllare ed eliminare le fughe;
- Ventilare l'ambiente;
- Controllare il tenore di gas o vapore.

Accumuli

Si deve adeguare la quantità e la capacità delle bombole alle reali necessità, onde evitare pericolosi stoccaggi in luoghi non adatti.

Posizionamento.

Nei limiti del possibile, è opportuno collocare le bombole a pianterreno e all'esterno dei locali/laboratori.

Nel caso di installazione nei fabbricati, è consigliabile che i recipienti da gas siano installati in luoghi dotati di ricambio d'aria forzato, nonché equipaggiati di cappe di aspirazione e di rivelatori specifici.

Componentistica

Vanno utilizzati solo componenti (raccordi valvole, ecc) forniti dal fornitore del gas, e comunque utilizzare solo materiali (guarnizioni, ecc) compatibili con i gas in utilizzo.

E' proibito utilizzare raccordi intermedi.

Si ricorda che la manipolazione delle valvole deve essere effettuata manualmente e in modo molto progressivo sia in apertura che in chiusura. In caso di impossibilità di apertura manuale, restituire la bombola senza tentare di ottenerne l'apertura con mezzi violenti. Allo stesso modo, per chiudere le valvole non si deve mai forzarle. In caso di possibile rischio di immissioni di sostanze estranee è opportuno utilizzare valvole di non ritorno.



Fughe

La fuga può essere definita come un rilascio involontario di gas nell'atmosfera.

Una fuga può essere prodotta da:

- un difetto di tenuta delle connessioni di una tubazione o di un contenitore;
- da fuoriuscita di gas o vapore da una valvola, da un rubinetto, da un fusto o da un flacone lasciati aperti.

La presenza di una fuga può essere controllata mettendo un po' di liquido tensioattivo nel punto da cui si sospetta fuoriesca il gas.

Ventilazione

La ventilazione dei locali ha lo scopo di assicurare un certo numero di ricambi/ora tale da diluire il gas o vapore rendendolo non più pericoloso, o comunque meno pericoloso.

La ventilazione può essere naturale (aerazione) o meccanica (forzata):

- la prima si attua negli uffici, corridoi, ecc;
- nei laboratori è presente ventilazione forzata.

Ventilazione forzata

Nella realizzazione di un impianto di ventilazione in un locale in cui devono essere usati gas si devono prendere in considerazione e seguenti parametri:

- estrazione dell'aria da rinnovare dal basso;
- prelievo dell'aria fresca da una zona distante da quella da cui fuoriesce quella espulsa;
- la capacità di estrazione deve essere tale da creare una piccola depressione;
- la capacità di estrazione deve essere adeguata al tasso di fuga del gas.

Controllo del tenore di gas

Negli ambienti ove c'è la possibilità di fuga di gas si devono installare detector di gas all'altezza opportuna.

Ve ne sono di vario tipo con sensori a conducibilità termica, raggi infrarossi, ionizzazione di fiamma; semiconduttori, combustione catalitica.



Altre misure

Relativamente ai gas criogenici, si riportano le principali misure di prevenzione necessarie per garantire la sicurezza degli operatori:

- evitare il contatto accidentale con liquidi o gas che si trovano ancora a temperature criogene, in quanto possono provocare ustioni altrettanto gravi di quelle causate da temperature elevate,
- effettuare il trasporto dei contenitori di gas criogenico con appositi carrelli; per i gas in bombole apporre l'apposito cappello,
- non lubrificare valvole o riduttori con oli e grassi in quanto si potrebbe accentuare la fuoriuscita di gas dal contenitore,
- le operazioni di travaso dell'azoto liquido devono essere fatte da operatori opportunamente informati sui rischi potenziali associati alla manipolazione,
- prima e durante le operazioni di travaso controllare:
 - che il sensore di monitoraggio dell'ossigeno, ove presente, sia correttamente funzionante,
 - la pressione su entrambi i contenitori, quello che viene svuotato e quello che viene riempito,
 - indossare i d.p.i. idonei, quali guanti resistenti al freddo e se necessario visiera o occhiali,
 - evitare ogni contatto diretto con le sostanze criogeniche,
 - mantenere attivo l'impianto di areazione o spalancate le aperture verso l'esterno.

Le misure di protezione principali legate all'utilizzo di gas sono legate al *primo soccorso*.

In caso di malessere o sintomi di asfissia:

- allontanare l'infortunato dal luogo dell'incidente trasportandolo in luogo fresco e aerato;
- chiedere l'intervento di un medico;
- se necessario, nell'attesa, praticare la respirazione artificiale.

In caso di ustioni da contatto con neve carbonica o ghiaccio secco:

- evitare di massaggiare le parti colpite e chiedere l'intervento di un medico;
- mettere in atto le stesse misure adottate nel caso di ustioni da temperature elevate.

Pisa, 18 marzo 2013

Il Responsabile del Servizio Prevenzione e Protezione
(Ing. Alessandro Innocenti)

.....



ALLEGATO 6

NORME IGIENICHE E DIVIETI

E' vietato fumare.

Il divieto di fumare vige in tutti i locali della Scuola Superiore Sant'Anna, sia in quelli aperti al pubblico che in tutti gli altri, a tutela della salute dei lavoratori, ai sensi della normativa vigente.

In caso di infrazione è prevista l'irrogazione della sanzione amministrativa di legge.

La Scuola ha adottato idonee procedure per l'applicazione della norma.

E' vietato accedere al laboratorio con cibi e bevande.

Più in generale è fatto divieto di tenere in laboratorio quanto non sia strettamente necessario per lo svolgimento delle esperienze.

Il luogo di lavoro deve essere lasciato in ordine e in condizioni tali da non costituire fonte di rischio:

- mantenere pulito ed ordinato il laboratorio, in quanto l'ordine e la pulizia sono le prime, importanti, misura di sicurezza;
- non abbandonare materiale non identificabile nelle aree di lavoro;
- etichettare correttamente tutti i contenitori al fine di individuarne facilmente il contenuto, nonché il rischio ad esso correlato, apponendo un'etichetta riportante almeno il nome chimico della sostanza, della frase di rischio e del simbolo del pericolo, e la data, in modo che l'etichetta rimanga leggibile anche a distanza di tempo;
- i contenitori contenenti preparati, ottenuti a seguito di reazioni, devono recare idonea indicazione della data di preparazione, del nome del prodotto e della frase di rischio, se conosciuti, altrimenti comunque deve essere segnalato il pericolo anche generico (per esempio mediante apposizione sul recipiente di bollino rosso);
- prima di manipolare qualsiasi sostanza chimica, leggere attentamente la relativa scheda di sicurezza e predisporre le misure per la corretta manipolazione, lo stoccaggio e lo smaltimento, nonché per limitare i danni in caso di incidente (per esempio predisporre il



ALLEGATO AL DISCIPLINARE PER L'ACCESSO E LO SVOLGIMENTO DI ATTIVITA' IN SICUREZZA NEI LABORATORI
DEGLI ISTITUTI DI BIORBOTICA, SCIENZE DELLA VITA E TeCIP DELLA SCUOLA SUPERIORE SANT' ANNA

materiale per l'assorbimento e/o la neutralizzazione del prodotto in caso di sversamento accidentale, ecc);

- intermedi e prodotti finali che si ottengono dalle singole reazioni, a meno che non si sia certi delle loro caratteristiche di innocuità, devono essere trattati come agenti potenzialmente pericolosi e quindi maneggiati con le dovute cautele.

È inoltre obbligatorio attenersi alle seguenti ulteriori regole di natura prevalentemente igienica:

- Non toccare con i guanti, con cui si sono maneggiate sostanze pericolose, superfici con le quali tutti vengono normalmente in contatto senza indossare dispositivi di protezione (maniglie delle porte, oggetti e apparecchiature varie di laboratorio non interessati dall'esperimento in corso, ecc);
- Per una corretta igiene, lavarsi le mani spesso e non portare oggetti alla bocca (p.es. è vietato l'uso di pipette a bocca);
- Non utilizzare i frigoriferi da laboratorio per riporre prodotti alimentari;
- Non tenere nelle tasche qualsiasi materiale che possa causare eventuali tagli o danni alla persona (materiale in vetro, forbici, materiale di acciaio appuntito, ecc).

Pisa, 3 febbraio 2015