



UNIVERSITÀ DI PARMA

Direzione Generale - U.O. Ambiente, Sostenibilità e Sicurezza
(Prevenzione e Protezione)

Sistema di Gestione UniPR per la Sicurezza sul Lavoro

Sezione SG-01

Sicurezza nei laboratori didattici, di ricerca e di servizio

SG-01-05 (R.01/2024)

Regola Tecnica per l'utilizzo di liquidi criogenici

nei Dipartimenti e Centri dell'Università degli Studi di Parma

Versione: R. 01

Data: ottobre 2024

Redazione elaborato: F. Merusi, L. Pelosi – Servizio Prevenzione e Protezione di Ateneo



Contenuti

1.	INTRODUZIONE.....	1
1.1	Campo di applicazione e definizioni	1
1.2	Responsabilità	1
1.3	Formazione, informazione e addestramento	2
1.4	Fattori di rischio.....	3
2.	FORNITURA, TRASPORTO E DEPOSITO TEMPORANEO	6
2.1	Erogazione e fornitura	6
2.2	Attività dell'operatore economico titolare del contratto di appalto	8
3.	REQUISITI DEI LOCALI	9
3.1	Requisiti dei depositi temporanei e dei locali per crioconservazione.....	9
3.2	Requisiti minimi dei laboratori destinati ad impiego di liquidi criogenici	11
4.	CRITERI GENERALI DI UTILIZZO	13
4.1	Personale abilitato.....	13
4.2	Movimentazione interna	13
4.3	Operatività in laboratorio (misure tecniche e precauzionali di esercizio)	14
4.4	Procedure e istruzioni operative	14
4.5	Dispositivi di protezione individuale (DPI).....	15
5.	GESTIONE DELLE EMERGENZE	17
5.1	Contatto accidentale, ustioni da freddo e lesioni criogeniche	17
5.2	Sversamento accidentale e generazione di atmosfere sotto ossigenate.....	17
6.	RIFERIMENTI NORMATIVI E BIBLIOGRAFICI	19

1. INTRODUZIONE

Il presente documento costituisce riferimento per l'utilizzo di liquidi criogenici (gas liquefatti refrigerati) all'interno delle strutture dell'Università degli Studi di Parma.

Nelle seguenti sezioni sono riportate in sintesi: i) indicazioni generali riguardanti i rischi derivanti dall'utilizzo di liquidi criogenici; ii) indicazioni e disposizioni di sicurezza per l'utilizzo di liquidi criogenici nelle attività didattiche, di ricerca e di servizio; iii) indicazioni e disposizioni di sicurezza per la movimentazione ed il deposito temporaneo di dewar e contenitori di liquidi criogenici.

1.1 Campo di applicazione e definizioni

Il presente documento si applica all'interno di tutte le strutture dell'Università degli Studi di Parma per la gestione dei liquidi criogenici (gas liquefatti refrigerati).

Ai fini della sicurezza e prevenzione, possono essere adottate le seguenti definizioni:

- Liquidi criogenici (o gas liquefatti refrigerati): sono i gas conservati allo stato liquido, a pressione atmosferica o di poco superiore (in funzione del tipo di contenitore utilizzato) e a bassa temperatura, di norma fino a -184 °C. Sono esempi caratteristici l'azoto liquido, l'elio liquido e l'argon liquido. In alcuni casi, che tuttavia devono essere oggetto di valutazioni specifiche, possono considerarsi anche l'idrogeno liquido e l'ossigeno liquido.
- Dewar (o vaso dewar): i liquidi criogenici vengono depositati e trasportati in contenitori denominati "dewar" in grado di garantire l'isolamento termico, solitamente mediante una intercapedine in cui viene prodotto il vuoto. I dewar possono essere **non pressurizzati o pressurizzati**. I dewar non pressurizzati sono aperti, ovvero senza chiusura ermetica, e di conseguenza il contenuto si trova a pressione pari a quella atmosferica. In questo caso il vapore generato dalla continua evaporazione del liquido fuoriesce liberamente dal contenitore senza produrre sovrappressioni. I dewar pressurizzati sono invece di tipo chiuso e ammettono una pressione interna lievemente superiore a quella atmosferica. In questo secondo caso i dewar sono muniti di tappo a chiusura ermetica, connesso con apposita valvola di sfiato o altro dispositivo di sicurezza che permette lo scarico del vapore ed evita l'originarsi di sovrappressione superiore a quella di progetto del contenitore.

1.2 Responsabilità

Il Responsabile delle Attività Didattiche o di Ricerca in Laboratorio (RADRL) cura l'attuazione di quanto previsto nel seguito della presente regola tecnica per quanto concerne le proprie attività didattiche, di ricerca e di servizio. In particolare, il RADRL progetta le attività di laboratorio in modo che i dewar siano sempre posizionati in uno spazio appositamente dedicato e che le operazioni di manipolazione non esponano gli operatori ai rischi più avanti richiamati.

Il RADRL verifica che all'interno del gruppo di ricerca di cui è responsabile vengano, con sistematicità e continuità, adottate tutte le misure di sicurezza previste nella presente regola tecnica, oltre che quanto specificatamente indicato all'esito della valutazione dei rischi. Il RADRL, nell'esercizio di attività comprendenti liquidi criogenici, si attiene alle previsioni degli atti normativi ed a quanto disciplinato da disposizioni interne adottate dall'Ateneo e di carattere trasversale.

Il RADRL vigila inoltre sull'osservanza delle procedure per l'esecuzione delle attività in sicurezza, sia quando riconducibili a regolamentazioni di Ateneo sia quando redatte localmente all'interno del gruppo di ricerca.

Le attività di vigilanza operate dal RADRL sono complementari a quelle condotte dagli altri organi di Ateneo, ivi comprese quelle condotte dal Servizio Prevenzione e Protezione nell'ambito dell'espletamento delle attività previste dal sistema di gestione per la sicurezza del lavoro (SGSL UniPR).

Le funzioni del Responsabile delle Attività Didattiche o di Ricerca in Laboratorio (RADRL) nelle strutture universitarie sono pubblicate sul sito web di Ateneo, nella sezione del Servizio Prevenzione e Protezione, all'indirizzo <https://www.unipr.it/spp>.

All'interno dell'Università degli Studi di Parma:

- i) le **operazioni di ritiro e riempimento** dei recipienti vuoti e consegna dei recipienti pieni presso l'edificio sono esclusivamente eseguite dal personale dell'operatore economico esterno, titolare del contratto di appalto per la fornitura dei liquidi criogenici;
- ii) il **trasporto e posizionamento in laboratorio** di liquidi criogenici risultano operazioni riservate al personale dell'operatore economico titolare del contratto di Ateneo per la fornitura dei liquidi criogenici o, alternativamente, al personale universitario, strutturato o non strutturato, preventivamente abilitato e autorizzato dal RADRL e dal direttore della struttura universitaria di riferimento (dipartimento, centro, area dirigenziale). Per i dettagli si rimanda al successivo cap. 2;
- iii) l'**utilizzo** dei liquidi criogenici in **laboratorio** è riservato al personale universitario, strutturato o non strutturato, preventivamente abilitato e autorizzato dal RADRL anche sulla base dei criteri e delle attività descritte nel seguito del presente elaborato.

1.3 Formazione, informazione e addestramento

Il RADRL eroga, nei confronti dei lavoratori e studenti abilitati all'utilizzo di liquidi criogenici, adeguata informazione, formazione specifica e addestramento. Le fasi di cui al periodo precedente sono propedeutiche al rilascio dell'autorizzazione all'uso di liquidi criogenici in laboratorio.

Il RADRL nell'espletamento delle funzioni formative può avvalersi della collaborazione del Servizio Prevenzione e Protezione di Ateneo. Il RADRL nella fase di formazione prende in considerazione i seguenti elementi:

1. Schede di sicurezza (SDS) dei liquidi criogenici impiegati;
2. Fattori di rischio e norme di sicurezza per l'esercizio di liquidi criogenici nelle specifiche attività di laboratorio;
3. Procedure e istruzioni operative per l'utilizzo dei liquidi criogenici in laboratorio;
4. Procedure per la gestione delle situazioni di emergenza o di funzionamento anomalo;
5. Dispositivi di protezione individuale (DPI) necessari per l'impiego dei liquidi criogenici in laboratorio;
6. Dispositivi di protezione collettiva (es. dispositivi di allarme ambientali, sistemi di ventilazione meccanica, ove applicabile anche in funzione di quanto indicato nelle sezioni successive).

Il percorso formativo, complementare e integrativo rispetto ai corsi e-learning per la sicurezza erogati dall'Ateneo, deve consentire di acquisire le modalità operative per realizzare in sicurezza ogni operazione con liquidi criogenici prevista dalle attività didattiche o di ricerca.

Come anticipato il percorso formativo deve trasferire le conoscenze connesse all'impiego di dispositivi di sicurezza per l'esecuzione delle operazioni previste e deve esplicitare il rispetto di divieti ed obblighi finalizzati a limitare la probabilità di verificarsi di incidenti o infortuni.

I registri della formazione relativa ai punti precedenti, redatti sulla base del modello previsto dal SGSL di Ateneo (<https://www.unipr.it/spp>) sono conservati all'interno del gruppo di ricerca e resi disponibili in qualsiasi momento.

Il personale universitario che eventualmente sia stato individuato dal RADRL e dal direttore di dipartimento per svolgere operazioni di **movimentazione interna dei dewar di liquidi criogenici** o per svolgere operazioni di **collegamento dei dewar di liquidi criogenici ad attrezzature scientifiche** (es. magneti) deve svolgere una

formazione dedicata, con articolazione analoga a quanto descritto sopra ma con contenuti inerenti le attività specifiche che sono state assegnate, ed essere di conseguenza autorizzato allo svolgimento delle operazioni previste. In questo caso la formazione è erogata dal RADRL o dal direttore di dipartimento o dal Coordinatore di Unità, con la collaborazione del Servizio Prevenzione e Protezione di Ateneo. Di conseguenza, a seguito della richiesta del responsabile della struttura universitaria di riferimento (direttore di dipartimento o centro, dirigente di Area), il Servizio di Prevenzione e Protezione fornisce il proprio contributo nell'erogazione del corso di formazione per l'impiego, la movimentazione ed il trasporto di dewar contenenti liquidi criogenici, con verifica finale dell'apprendimento.

1.4 Fattori di rischio

I liquidi criogenici rappresentano specifica fonte di pericolo per diversi aspetti relativi alla salute e sicurezza nei luoghi di lavoro. I fattori di rischio associati alla manipolazione di liquidi criogenici possono essere identificati come segue.

- **Infortuni durante la movimentazione**

Un importante fattore di rischio derivante dall'impiego di liquidi criogenici è relativo a movimentazione e trasporto del dewar. I dewar sono recipienti che possono avere capacità di diverse decine di litri, pertanto è necessario selezionare opportunamente i percorsi ed utilizzare appositi ausili per il trasporto all'interno delle strutture, dal punto di consegna al laboratorio. Il percorso deve essere privo di ostacoli, non deve prevedere attraversamento di aree didattiche o sensibili per presenza di pubblico, non deve presentare dislivelli altimetrici (scale, gradini, ecc.). Il percorso deve essere noto e seguito univocamente da tutti gli operatori abilitati, avendo anche cura di definire il momento della giornata in cui effettuare il trasposto al fine di **evitare le interferenze** con altre attività. Deve essere per quanto possibile evitato il trasporto su livelli diversi dell'edificio. In tale caso devono essere impiegati ascensori o montacarichi avendo cura di seguire le indicazioni di sicurezza nel seguito esplicitate.

Inoltre, considerato che i dewar possono presentare elevato peso, l'eventuale perdita di controllo da parte dell'operatore, anche in conseguenza di dislivelli lungo il percorso, può generare ribaltamento, dispersione del contenuto in ambiente e conseguente generazione dei rischi richiamati nei punti seguenti.

- **Basse temperature (lesioni criogeniche, ustioni e congelamenti)**

I liquidi criogenici sono caratterizzati da **temperature estremamente basse** (figura 1). L'utilizzo di liquidi criogenici presenta pertanto pericoli intrinseci derivanti da ustioni da freddo (criogeniche) o congelamento. Il contatto può avvenire con viso, mani o altre parti del corpo dell'operatore, ad esempio con l'infiltrazione di liquido all'interno delle calzature. In determinate condizioni di esposizione possono presentarsi danni polmonari e lesioni oculari. È necessario proteggere mucose e tessuti particolarmente sensibili come nel caso degli occhi, che possono essere danneggiati anche da una esposizione di durata molto breve. Anche l'inalazione di vapori freddi può causare danni alle vie respiratorie e deve essere evitata. In generale l'entità del danno aumenta con il diminuire della temperatura e con il prolungarsi della durata del contatto. Pertanto risulta di fondamentale importanza l'adozione di dispositivi di protezione individuale (v. paragrafi seguenti) e l'applicazione di precise norme comportamentali.



Figura 1 – Serbatoio esterno per azoto liquido (sinistra) e segnaletica di sicurezza (destra)

- **Riduzione della concentrazione di ossigeno**

L'evaporazione dei liquidi criogenici in aria comporta rischi di sottossigenazione e asfissia. In seguito a rilascio di concentrazioni eccessive ed incontrollate di gas, l'ambiente si satura con conseguente riduzione della concentrazione di ossigeno presente in aria, comportando rischi per la salute dell'operatore (**asfissia**). L'evaporazione anche di una piccola quantità di liquido criogenico può generare un notevole volume di gas inerte freddo (ad esempio, un litro di azoto liquido sviluppa circa 680 litri di azoto gassoso); in un locale scarsamente ventilato il gas si sostituisce all'aria dell'ambiente, provocando carenza di ossigeno. In genere, in conseguenza delle basse temperature il gas tende a stratificarsi sul fondo del locale. In condizioni di ossigeno non inferiore alle soglie minime vitali, l'esposizione ad atmosfera interessata da gas di liquidi criogenici può essere suddivisa in breve e prolungata. Una breve esposizione può causare sensazioni di malessere, riduzione della velocità di reazione, difficoltà di coordinazione, respiro faticoso e vertigini. Una prolungata inalazione può provocare **asfissia** e **danni al funzionamento polmonare**. Poiché la maggior parte dei liquidi criogenici risulta essere incolore e inodore, in ambienti destinati alla loro conservazione e manipolazione è necessario mantenere assoluta cautela e seguire ogni misura di sicurezza nel seguito esplicitata. In caso di emergenza generata da situazione anomala (es. sversamento) occorre immediatamente aerare attraverso finestre apribili e allontanarsi. Ove si sia generata una atmosfera potenzialmente sottossigenata occorre allertare i soccorsi esterni (VVF e assistenza pubblica) e accedere esclusivamente con ausilio di autorespiratore.

Ai fini della valutazione dei rischi derivanti da potenziale generazione di atmosfera sotto ossigenata in laboratorio, preliminarmente all'avvio delle attività sperimentali, occorre prendere in considerazione i seguenti elementi.

- **Volume del recipiente:** il volume di gas inerte freddo che tende ad accumularsi sul fondo sostituendo l'aria, provocando carenza di ossigeno dipende dalla quantità massima di liquido presente all'interno del laboratorio. È pertanto necessario che la capacità dei dewar in laboratorio non ecceda la quantità minima indispensabile per le operazioni programmate e che in ogni caso il complessivo contenuto non sia tale da provocare rischio di sotto ossigenazione nel laboratorio;

- **Volume del locale:** Il volume del locale deve essere sufficientemente ampio da poter contenere il gas derivante dalla completa evaporazione del liquido evitando il rischio di sotto ossigenazione. Non sono comunque ammessi deposito ed utilizzo di dewar all'interno di locali privi di aerazione e finestre apribili, indipendentemente dalla superficie (v. anche cap. 3);
- **Ricambi d'aria:** i ricambi d'aria prodotti dai sistemi di ventilazione meccanica o naturale devono essere in numero sufficiente per evitare l'originarsi di atmosfere sotto ossigenate (v. anche cap. 3).

- **Espansione in contenitore chiuso (aumento di pressione)**

I liquidi criogenici travasati all'interno di contenitori diversi dai dewar isolati termicamente subiscono una espansione dovuta all'aumento delle temperature e alla conseguente transizione allo stato gassoso. Se erroneamente si travasa il liquido all'interno di un contenitore non isolato e dotato di chiusura ermetica l'aumento di volume viene impedito e si converte in **aumento di pressione**. Questo aumento di pressione facilmente può superare la resistenza meccanica del contenitore o del tappo e causare un'espansione volumetrica improvvisa e repentina con carattere di esplosione locale e proiezione di materiali (anche costituenti il contenitore stesso). Ai fini preventivi non devono essere utilizzati contenitori chiusi diversi dai dewar appositamente realizzati per la conservazione e l'uso dei liquidi criogenici.

2. FORNITURA, TRASPORTO E DEPOSITO TEMPORANEO

2.1 Erogazione e fornitura

Nelle sedi dell'Università degli Studi di Parma i liquidi criogenici vengono riempiti e trasportati all'interno degli edifici dal personale dell'operatore economico titolare del contratto di appalto per la fornitura dei liquidi criogenici (di seguito anche "*operatore esterno*"). I dewar vuoti vengono riempiti di liquido criogenico proveniente da serbatoi interni all'Ateneo (es. azoto liquido) o trasportati mediante autocarro direttamente dal sito di produzione (es. elio liquido).

La struttura universitaria (Dipartimento, Centro, Area) titolare della gestione degli spazi, è chiamata ad individuare un'area dedicata alla consegna o, ove necessario, allo stoccaggio temporaneo dei dewar. All'interno di tale area, identificata anche all'interno del DUVRI che regola la gestione della sicurezza nell'appalto (art. 26, D.lgs. 81/08), avviene la consegna dei dewar pieni ed il ritiro dei dewar vuoti.

A differenza dell'utilizzo, per il quale si prevedono le condizioni di seguito indicate (cap. 3), il deposito dei dewar e la consegna degli stessi avvengono quindi esclusivamente in aree dell'edificio opportunamente individuate e concordate da parte della struttura universitaria con il responsabile unico di progetto (RUP) dell'appalto per la fornitura dei liquidi criogenici e con il Servizio Prevenzione e Protezione di Ateneo.

In funzione delle specifiche esigenze della sede universitaria possono essere di norma identificate tre tipologie di aree di consegna presso le sedi dell'Ateneo:

A) Consegna in deposito temporaneo

Nelle sedi scientifiche, ove l'azoto liquido è utilizzato principalmente per refill (riempimento) di magneti o altre attrezzature per la ricerca, il punto di consegna dei dewar deve assolvere di norma anche alla funzione di deposito temporaneo e zona di scambio fra dewar pieni e dewar vuoti (figura 2). In questo caso l'operatore esterno consegna diversi dewar destinati a più laboratori dell'edificio in un'unica area (deposito temporaneo). Qui i dewar permangono per il periodo di tempo necessario (comunque limitato) in attesa di essere distribuiti nei vari laboratori dell'edificio. Nella stessa area, ma in zona separata, vengono riconsegnati i dewar vuoti in attesa di essere prelevati e successivamente riempiti dall'operatore esterno. In questo caso l'operatore esterno accede al deposito in presenza di un referente della struttura universitaria.

B) Consegna in laboratorio

La consegna all'interno del laboratorio può avvenire in alcuni ambiti specifici ove le caratteristiche del percorso e della consegna rendano maggiormente efficace e sicuro l'approvvigionamento diretto sul punto finale di utilizzo. Questo tipo di consegna, fatto salvo condizioni particolari, è di norma utilizzato nel caso delle sedi di Ateneo con un unico punto di utilizzo (unico laboratorio in cui si utilizzano liquidi criogenici). In questo caso l'operatore esterno accede al laboratorio in presenza del docente o ricercatore responsabile delle attività o di suo delegato.

C) Consegna in deposito per crioconservazione

Nelle sedi dell'ambito biologico o medico-chirurgico l'azoto liquido è solitamente impiegato per crioconservazione di materiali biologici (cellule, tessuti, ecc.). In questo caso la sede universitaria è dotata di un locale destinato a crioconservazione, che al tempo stesso assolve alla funzione di deposito e punto di consegna. In questo caso l'operatore esterno accede al deposito di crioconservazione in presenza del referente del deposito.



Figura 2 – Esempio di locale destinato a deposito dewar



Figura 3 – Esempio di segnaletica identificativa e di sicurezza per il posizionamento di dewar contenenti azoto liquido

L'operatore economico esterno, opportunamente individuato da contratto di appalto per la fornitura di liquidi criogenici, previo ritiro dei dewar vuoti, si occupa pertanto, nelle tre alternative individuate, delle operazioni di riempimento e consegna dei recipienti pieni, secondo le indicazioni riportate all'interno del DUVRI (art. 26, D.lgs. 81/08).

2.2 Attività dell'operatore economico titolare del contratto di appalto

Di seguito, vengono indicati i compiti relativi ai dewar, che di norma, salvo specifici accordi intercorsi fra le strutture di Ateneo e il RUP del contratto, sono eseguiti dall'operatore economico titolare del contratto di appalto per la fornitura dei liquidi criogenici.

- **Ritiro dewar vuoto, riempimento e riconsegna del recipiente pieno**

L'operatore economico titolare del contratto di appalto ritira i dewar vuoti e consegna i dewar pieni. L'operatore economico titolare del contratto di appalto si occupa del riempimento dei dewar anche nei casi in cui l'operazione avvenga all'interno dell'Università degli Studi di Parma, mediante i serbatoi posizionati all'interno delle aree universitarie. Il ritiro e la consegna avvengono secondo le modalità determinate all'interno del contratto di appalto e con osservanza di ogni prescrizione riportata nel DUVRI allegato al medesimo contratto. Il personale dell'operatore economico consegna e ritira i dewar esclusivamente servendosi delle aree di consegna determinate secondo le indicazioni del paragrafo 2.1 (caso A, B o C).

Si segnala inoltre quanto segue in merito al rabbocco di attrezzature di laboratorio.

- **Rabbocco di strumentazioni scientifiche**

Il rabbocco delle strumentazioni scientifiche (es. magneti) non è un'operazione che di norma può essere svolta dall'operatore economico titolare del contratto di appalto, rimanendo invece ambito del personale universitario responsabile dell'attrezzatura. In casi speciali, ove previsto dagli atti contrattuali e concordato con il RUP dell'appalto, l'esecuzione di queste operazioni può essere svolta dal personale dell'operatore economico esterno, purché:

- preventivamente formato e addestrato per lo svolgimento delle operazioni, anche in relazione a specifiche situazioni di anomalia o emergenza;
- acceda sempre al laboratorio in presenza del personale universitario di riferimento.

- **Rabbocco di dewar per crioconservazione di materiali biologici**

Il rabbocco dei dewar utilizzati per crioconservazione dei materiali biologici è un'operazione che, se previste dagli atti contrattuali e concordate con il RUP dell'appalto, può essere svolta dall'operatore economico titolare del contratto (v. anche paragrafo 2.1, caso C). In questo caso, il personale dell'operatore economico esterno:

- è preventivamente informato sul contenuto dei dewar, formato e addestrato per lo svolgimento delle operazioni, anche in relazione a specifiche situazioni di anomalia o emergenza;
- accede sempre al deposito in presenza del personale universitario di riferimento.

Si ricorda che in questo caso i dewar devono essere adeguatamente segnalati utilizzando il cartello con il simbolo del rischio biologico riportato nella figura seguente.



Figura 4 – Segnaletica indicante il pericolo biologico (biohazard)

3. REQUISITI DEI LOCALI

3.1 Requisiti dei depositi temporanei e dei locali per crioconservazione

In ciascuno dei due casi sopra identificati (paragrafo 2.1, casi A e C), il locale destinato al posizionamento (temporaneo o permanente dei dewar) deve rispettare i requisiti minimi di seguito indicati.

- Lo spazio individuato per il deposito deve presentare un **volume** sufficientemente elevato da poter limitare efficacemente il rischio di sotto ossigenazione in caso di sversamento accidentale. Il volume, ovvero la superficie minima del locale, dipendono dal quantitativo di liquidi criogenici presente e dalle condizioni locali di ventilazione; a titolo di primo orientamento si indica che non sono in nessun caso idonei i ripostigli chiusi di piccolo volume;
- Presenza di adeguate condizioni di **ventilazione**. In generale devono essere presenti griglie di aerazione naturale permanente ubicate nella parte bassa del locale. Le griglie devono essere dimensionate in funzione degli elementi caratteristici del deposito (quantitativo liquido stoccato, volume deposito). In ogni caso la superficie delle griglie deve essere **non inferiore a 1/20** della superficie in pianta del deposito. Le aperture di aerazione devono essere dislocate sulla parte bassa del perimetro e, ove possibile, ricavate su pareti opposte. In alternativa alle griglie di aerazione possono essere utilizzati locali dotati di impianti di ventilazione meccanica controllata (VMC) e finestre apribili. In assenza di indicazioni specifiche derivanti dalla progettazione impiantistica, gli impianti di ventilazione meccanica devono essere dotati di canalizzazioni di mandata e di ripresa dell'aria e devono assicurare un numero di ricambi aria commisurato alla quantità di liquidi stoccata e di norma non inferiore a **6.0 volumi/ora**. In caso di depositi dotati di pareti perimetrali comunicanti con l'esterno possono essere impiegati ventilatori assiali combinati con griglie di transito per il reintegro dell'aria estratta. Non sono ammessi depositi di dewar all'interno di locali privi di griglie di aerazione permanente e privi, al contempo, di finestre apribili e impianti VMC;
- Presenza di un **impianto per la rilevazione continua dell'ossigeno** dotato almeno di un sistema di allarme locale con display e segnalatori ottico-acustici posizionati internamente ed esternamente al deposito e soglia di allarme individuata in corrispondenza di una concentrazione di ossigeno in aria pari a 20.0%. I dispositivi di rilevazione dell'ossigeno devono essere posti ad un'altezza compresa fra 0.70 m e 1.00 m rispetto al piano di calpestio. L'impianto deve essere provvisto di cartello segnaletico del tipo riportato in figura 5 (cartello esterno al locale).



Figura 5 – Esempio di segnaletica identificativa e di sicurezza per sistemi di rilevazione e allarme ossigeno

Nella scelta degli impianti e dispositivi possono essere utilizzati gli indirizzi riportati nella norma tecnica UNI CEI EN 45544-4:2016 *“Atmosfere di lavoro - Strumentazione elettrica usata per la rivelazione e la misura diretta della concentrazione di gas e vapori tossici - Parte 4: Guida per la scelta, l'installazione, l'uso e la manutenzione”*. In funzione del quantitativo di liquido criogenico presente nel deposito, del volume del locale e delle condizioni di ventilazione l'installazione dell'impianto fisso può essere sostituita da un misuratore di ossigeno portatile;

- Identificazione dello spazio destinato al posizionamento dei dewar con **segnaletica verticale e orizzontale** (strisce giallo-nere a pavimento e catenelle con supporti). La segnaletica verticale in prossimità dei dewar deve mettere in evidenza i seguenti elementi secondo lo schema riportato in figura 6:
 - il pericolo derivante dal congelamento e dalla potenziale generazione di atmosfere sottossigenate;
 - l'obbligo di indossare i dispositivi di protezione individuale (DPI) necessari;
 - il nominativo e il recapito telefonico del referente interno per la gestione dei dewar e del deposito.



Figura 6 – Segnaletica verticale di sicurezza per dewar di azoto liquido

- Presenza di una porta di accesso al locale dotata di una superficie trasparente per ispezione dall'esterno;
- Separazione dei dewar pieni rispetto ai dewar vuoti, individuata da apposita segnaletica;
- Assenza di promiscuità con aree destinate ad aule didattiche o servizi con presenza di pubblico;
- Ubicazione che non costituisca intralcio per le vie di circolazione e di esodo, anche interne al locale, e che non abbia caratteristiche tali da interdire le misure per la gestione delle emergenze (es. segnaletica, attrezzature antincendio, chiusura porte tagliafuoco, ecc.);
- Preliminare definizione e individuazione dei percorsi di fornitura e movimentazione interna, dall'esterno dell'edificio fino al punto finale di utilizzo. I percorsi devono essere il più possibile esenti da pericoli di sversamento accidentale (es. dislivelli, scalini, ecc.) e non prossimi a spazi didattici o frequentati dal pubblico.

Ad integrazione di quanto precede, il deposito che funge esclusivamente da punto di consegna e zona di scambio fra dewar pieni e dewar vuoti (paragrafo 2.1 – Caso A) deve sempre avere carattere temporaneo,

con permanenza dei dewar per quanto possibile limitata. Per i dewar pieni **la durata massima del posizionamento nel deposito temporaneo**, fermo restando quanto sopra indicato, **non deve essere superiore ad 1 ora**, a decorrere dal momento della consegna. I dewar non devono essere comunque lasciati incustoditi al di fuori dell'area circoscritta e destinata a deposito temporaneo.

Inoltre, nel caso in cui i depositi temporanei da utilizzare come zone di scambio fra dewar pieni e dewar vuoti siano ubicati in aree esterne, le stesse devono essere delimitate e protette dalle intemperie (ad esempio mediante grigliati metallici perimetrali e pensiline).

3.2 Requisiti minimi dei laboratori destinati ad impiego di liquidi criogenici

I laboratori in cui vengono eseguite attività sperimentali richiedenti utilizzo di liquidi criogenici devono di norma essere conformi ai medesimi requisiti per i depositi già indicati nel paragrafo 3.1. Gli stessi requisiti devono tuttavia applicarsi, nel caso dei laboratori, tenendo conto delle quantità di azoto liquido effettivamente presenti nei singoli locali. In taluni casi risulta infatti ragionevole considerare che il quantitativo di azoto liquido presente in un singolo laboratorio sia di norma inferiore rispetto al quantitativo nominale presente all'interno di un deposito temporaneo o di un deposito per crioconservazione di materiale biologico. Pertanto, l'applicazione integrale o parziale dei requisiti indicati al paragrafo 3.1, nel caso dei laboratori, deve essere definita di volta in volta per il caso specifico.

Fatto salvo quanto precede, si può indicare in questa sede che, ove il quantitativo presente in laboratorio sia limitato alla sola quantità necessaria per **singole operazioni di laboratorio** (es. un solo dewar di volume ridotto e comunque < 10 L) i requisiti tecnici di cui al paragrafo 3.1 possono essere ridefiniti come segue.

- Superficie e volume adeguati;
- Presenza di sistemi per la **ventilazione** naturale o meccanica dell'ambiente;
- Adeguata **segnaletica** orizzontale di identificazione e delimitazione dello spazio destinato ai dewar (ad esempio strisce giallo-nere a pavimento oppure catenelle con supporti) e adeguata segnaletica verticale (si veda figura 3), in cui mettere in evidenza:
 - il pericolo derivante dal congelamento e dalla potenziale generazione di atmosfere sotto ossigenate;
 - l'obbligo di indossare i dispositivi di protezione individuale (DPI) necessari;
 - il nominativo e il recapito telefonico del referente interno della gestione dei dewar.
- Ubicazione che non costituisca intralcio per le vie di circolazione e di esodo, anche interne al locale, e che non abbia caratteristiche tali da interdire le misure per la gestione delle emergenze (es. segnaletica, attrezzature antincendio, chiusura porte tagliafuoco, ecc.).

Si può inoltre indicare che, ove il quantitativo presente in laboratorio sia limitato alla sola quantità necessaria **per uso quotidiano** (es. un solo dewar di volume ridotto e comunque < 25 L), i requisiti tecnici di cui al paragrafo 3.1 possono essere ridefiniti come segue.

- Superficie e volume adeguati;
- Presenza di sistemi per la **ventilazione** naturale o meccanica dell'ambiente;
- **Misuratore fisso o portatile** di ossigeno dotato di un sistema di allarme locale e individuato dal cartello segnaletico riportato in figura 3;
- Adeguata **segnaletica** orizzontale di identificazione e delimitazione dello spazio destinato ai dewar (ad esempio strisce giallo-nere a pavimento oppure catenelle con supporti) e adeguata segnaletica verticale (si veda figura 3), in cui mettere in evidenza:



- il pericolo derivante dal congelamento e dalla potenziale generazione di atmosfere sotto ossigenate;
 - l'obbligo di indossare i dispositivi di protezione individuale (DPI) necessari;
 - il nominativo e il recapito telefonico del referente interno della gestione dei dewar.
- Ubicazione che non costituisca intralcio per le vie di circolazione e di esodo, anche interne al locale, e che non abbia caratteristiche tali da interdire le misure per la gestione delle emergenze (es. segnaletica, attrezzature antincendio, chiusura porte tagliafuoco, ecc.).

Ove invece il quantitativo di liquidi criogenici presente all'interno del laboratorio sia equiparabile al quantitativo normalmente stoccato all'interno di un deposito, ovvero nel caso in cui siano presenti più dewar di capacità complessiva non trascurabile rispetto al volume del locale, devono applicarsi integralmente i requisiti di cui al paragrafo 3.1.

4. CRITERI GENERALI DI UTILIZZO

4.1 Personale abilitato

All'interno delle strutture dell'Università degli Studi di Parma, il personale universitario che esegue: i) operazioni di movimentazione e posizionamento di dewar in laboratorio; ii) collegamento degli stessi con attrezzature scientifiche; iii) utilizzo di liquidi criogenici per attività didattiche o di ricerca, deve essere preventivamente abilitato e sottoposto ad adeguata informazione, formazione ed addestramento.

La formazione e la conseguente abilitazione avvengono ad opera del RADRL per quanto attiene le specifiche attività di laboratorio.

La formazione e la conseguente abilitazione sono invece assicurate dal direttore di dipartimento o dal coordinatore di unità qualora le attività previste siano trasversali ed avvengano a servizio di un più esteso numero di gruppi di ricerca.

La formazione degli operatori può essere eseguita avvalendosi della collaborazione del Servizio Prevenzione e Protezione di Ateneo e del medico competente.

4.2 Movimentazione interna

Il personale dell'Università degli Studi di Parma abilitato, nell'ambito della movimentazione interna dei dewar, opera secondo quanto di seguito definito.

- Il personale abilitato effettua la movimentazione interna dei dewar, in particolare nel caso A di cui al paragrafo 2.1. In generale il personale universitario posiziona i recipienti vuoti in corrispondenza della zona individuata per lo stoccaggio temporaneo degli stessi e ritira i dewar pieni dal medesimo deposito temporaneo. Le operazioni avvengono nella stretta osservanza delle misure generali di comportamento riportate nelle nel presente documento, unitamente al rispetto dei principi fondamentali indicati dal D.lgs. 81/08;
- I dewar che non siano dotati di carrello integrato devono essere trasportati su idonei carrelli muniti di ruote. In questi casi, in ogni operazione, al fine di ridurre la possibilità di infortuni e di limitare le azioni di movimentazione manuale dei carichi, occorre utilizzare appositi carrelli ed ausili meccanici, indipendentemente dal peso lordo del contenitore. Si ricorda in ogni caso che non è consentito sollevare, nemmeno sporadicamente, carichi superiori ai limiti indicati dalle norme tecniche di settore e dalle specifiche attività di valutazione dei rischi. In assenza di esplicite indicazioni derivanti dai processi di cui al periodo precedente, il carico (dewar + contenuto) non deve eccedere il valore di 20 kg;
- Il trasporto avviene lungo i percorsi interni preliminarmente individuati. I percorsi non devono attraversare aree destinate ad aule didattiche e spazi di circolazione e di servizio ad esse annessi. I percorsi non devono attraversare aree di pubblica frequentazione (es. atrii di edifici). I percorsi devono essere per quanto possibile rettilinei e ove possibile non devono prevedere sviluppo altimetrico. Ove necessario e indispensabile, è consentito l'utilizzo di ascensori e montacarichi, con le seguenti condizioni:
 1. Ascensori e montacarichi non devono essere utilizzati contemporaneamente per il trasporto di persone ma, durante il trasporto, devono contenere esclusivamente i dewar;
 2. Il trasporto deve avvenire per mezzo di due addetti abilitati universitari o dipendenti dell'operatore economico titolare del contratto di fornitura. Il primo addetto provvede al carico del materiale al piano di partenza, il secondo addetto provvede alla chiamata del montacarichi ed al suo scarico al piano di arrivo.

4.3 Operatività in laboratorio (misure tecniche e precauzionali di esercizio)

Le principali misure tecniche e precauzionali per l'esercizio di attività con liquidi criogenici sono individuate come segue.

- Utilizzo esclusivo di contenitori e chiusure specificatamente progettati e realizzati per l'uso richiesto, dotati delle certificazioni previste dalla legislazione vigente, dei libretti di uso e manutenzione e della segnaletica identificativa e di sicurezza;
- Verifica periodica dell'integrità dei contenitori ed in generale delle componenti destinate ad essere utilizzate con liquidi criogenici. L'utilizzo di tubazioni, condotti, raccordi e altri sistemi deve avvenire nel rispetto dei vincoli derivanti dalla compatibilità dei materiali e delle specifiche procedure di laboratorio. Occorre in ogni caso, ad ogni singolo utilizzo:
 - Controllare visivamente l'integrità di ogni parte dei dispositivi utilizzati;
 - Controllare le pressioni esercitate all'interno del sistema;
 - Verificare la funzionalità degli impianti di ventilazione meccanica, delle griglie di transito e areazione e la corretta apertura delle finestre;
 - Verificare il corretto funzionamento dei dispositivi di rilevazione dell'ossigeno.
- Preventiva pulizia dei contenitori, dei raccordi, delle valvole e degli sfiati ed in generale delle componenti destinate ad essere utilizzate con liquidi criogenici;
- Impiego in **ambiente ventilato**;
- Preventiva formazione, informazione e addestramento per l'esecuzione dei compiti specifici (v. anche paragrafi 1.3 e 4.1);
- Rispetto delle procedure e istruzioni operative per l'esecuzione dei compiti specifici (v. anche paragrafo 4.4);
- Vigilanza e supervisione delle attività ad opera del preposto / RADRL;
- Utilizzo dei **dispositivi di protezione individuale (DPI)** selezionati secondo le informazioni della scheda dei dati di sicurezza (SDS) specifica ed in accordo con le indicazioni di cui al paragrafo seguente (paragrafo 4.5).

Oltre a quanto precede è sempre necessario che la **capacità (volume) dei dewar** in laboratorio non ecceda la quantità indispensabile per le operazioni programmate e che in ogni caso il complessivo contenuto non sia tale da provocare rischio di sotto ossigenazione nel laboratorio.

Gli operatori universitari devono essere abilitati secondo le procedure sopra esposte e devono avere maturato adeguata esperienza nell'esecuzione della specifica operazione (es. travasi). In ogni caso l'operatività di laboratorio, anche inerente il solo travaso fra dewar iniziale e contenitori di più ridotte dimensioni, è subordinata alla presenza contemporanea di due operatori.

Non possono essere miscelati liquidi criogenici diversi al fine di evitare processi di evaporazione del liquido a più basso punto di ebollizione.

Come premesso nel cap. 2, le operazioni di rabbocco o consegna effettuate all'interno dei laboratori da parte dell'operatore economico esterno, ove previste, devono essere sempre svolte con la supervisione del personale universitario di riferimento.

4.4 Procedure e istruzioni operative

L'impiego in sicurezza di liquidi criogenici nei laboratori prevede l'adozione delle seguenti regole comportamentali che devono essere contestualizzate all'interno delle istruzioni operative redatte dal RADRL per la singola attività.

■ PRIMA DELL'UTILIZZO

- Consultare le indicazioni riportate nella scheda dei dati di sicurezza (SDS) della sostanza fornita dalla ditta produttrice;
- Verificare che i contenitori ed ogni altro componente siano specificatamente progettati e realizzati per liquidi criogenici (dewar), in grado di sostenere rapidi cambiamenti e differenze di temperatura;
- Verificare l'integrità dei contenitori e di ogni altro componente (assenza di anomalie o segni di cedimento strutturali);
- Verificare la pulizia e lo stato di efficienza di attrezzature e utensili destinati ad essere utilizzati con i liquidi criogenici;
- Verificare il corretto funzionamento dei sistemi di ventilazione e l'apertura delle finestre;
- Verificare il corretto funzionamento dei dispositivi di rilevazione dell'ossigeno;
- Indossare i dispositivi di protezione individuale (DPI) indicati dalle schede dei dati di sicurezza (SDS) e nel successivo paragrafo 4.5;

■ DURANTE L'UTILIZZO

- Manipolare sempre i liquidi con massima cautela ed in zone ben ventilate per evitare una eccessiva concentrazione di gas;
- Evitare il contatto con tubazioni o recipienti non isolati contenenti i liquidi criogenici;
- Impiegare apposite pinze per immergere o estrarre oggetti dal liquido e tenersi sempre a distanza di sicurezza da liquido criogenico e dal gas o vapore da esso rilasciato;
- Allontanarsi e seguire le procedure di emergenza in caso di perdite con formazione di nubi di vapore.

■ DOPO L'UTILIZZO

- Procedere alla chiusura del dewar;
- Verificare che non vi siano anomalie.

4.5 Dispositivi di protezione individuale (DPI)

I dispositivi di protezione individuale (DPI) devono essere selezionati in accordo con le informazioni contenute nella scheda dei dati di sicurezza (SDS) rilasciata dal produttore per lo specifico liquido criogenico, tenuto conto delle effettive condizioni di esposizione e delle indicazioni restituite nei punti seguenti.

- DPI per la movimentazione interna dei dewar
 - Occhiali di sicurezza muniti di ripari laterali conformi a Norma Tecnica UNI EN 166:2004 *"Protezione personale degli occhi - Specifiche"*;
 - Guanti per liquidi criogenici conformi a Norma Tecnica UNI EN 511:2006 *"Guanti di protezione contro il freddo"*;
 - Camice da laboratorio con polsini chiusi;
 - Scarpe di sicurezza idonee resistenti a rischi meccanici, resistenza allo scivolamento, rischi termici e comportamento ergonomico, conformi a norma tecnica UNI EN ISO 20345:2024 *"Dispositivi di protezione individuale - Calzature di sicurezza"*.

- DPI per l'uso di azoto liquido in laboratorio
 - Occhiali di sicurezza muniti di ripari laterali conformi a Norma Tecnica UNI EN 166:2004 *“Protezione personale degli occhi - Specifiche”*;
 - Guanti per liquidi criogenici conformi a Norma Tecnica UNI EN 511:2006 *“Guanti di protezione contro il freddo”*;
 - Camice da laboratorio con polsini chiusi.
- DPI per operazioni speciali (esempio refill grandi attrezzature, rabbocchi, travasi, ecc.)
 - Occhiali di sicurezza muniti di ripari laterali conformi a Norma Tecnica UNI EN 166:2004 *“Protezione personale degli occhi - Specifiche”*;
 - Guanti per liquidi criogenici conformi a Norma Tecnica UNI EN 511:2006 *“Guanti di protezione contro il freddo”*;
 - Indumenti di protezione da selezionarsi in funzione dell'uso specifico e del conseguente profilo di rischio;
 - Scarpe di sicurezza idonee resistenti a rischi meccanici, resistenza allo scivolamento, rischi termici e comportamento ergonomico, conformi a norma tecnica UNI EN ISO 20345:2024 *“Dispositivi di protezione individuale - Calzature di sicurezza”*.



Figura 7 – Esempio di guanti (sinistra) e occhiali di protezione (destra) caratteristici per l'impiego di liquidi criogenici

Nel caso del camice da laboratorio si indica la necessità di utilizzare un camice con polsini chiusi di tipo elastico al fine di evitare che possa verificarsi contatto diretto fra liquido criogenico e cute. Occorre inoltre evitare sempre l'utilizzo di calzature aperte.

5. GESTIONE DELLE EMERGENZE

Nel presente capitolo si forniscono alcune indicazioni generali per la redazione di procedure di emergenza connesse all'uso di liquidi criogenici nei laboratori dell'Ateneo. Gli elementi riportati nel seguito devono essere considerati dai responsabili delle attività al momento della predisposizione di procedure e istruzioni specifiche e al momento della formazione e addestramento degli operatori del laboratorio. Si precisa che la formazione ed in particolare l'addestramento circa i rischi derivanti dall'impiego di liquidi criogenici devono comprendere sia gli aspetti di gestione ordinaria sia le procedure da attuare in situazioni di emergenza o anomalia.

5.1 Contatto accidentale, ustioni da freddo e lesioni criogeniche

Nel caso in cui dovesse verificarsi un'ustione da freddo è necessario attuare quanto segue.

- Se la lesione è grave o estesa, oppure a carico degli occhi, attivare le procedure previste di primo soccorso, ovvero contattare i soccorsi esterni (**tel. 118**), reperire la scheda dei dati di sicurezza (SDS) per il pronto intervento e attendere l'arrivo dei soccorsi (VVF e autoambulanza);
- Se la lesione non è grave e non è estesa, oppure in caso di necessità (ad esempio per ritardo nell'arrivo dei soccorsi esterni):
 - porre la zona interessata a contatto con acqua corrente per almeno 15 minuti a temperatura ambiente, ovvero tale da evitare shock improvviso per il passaggio da temperatura estremamente fredda a temperatura estremamente calda, poiché ciò provocherebbe un'ulteriore bruciatura sui tessuti congelati;
 - non esporre le parti a calore diretto;
 - applicare una garza sterile sulla parte lesa.

5.2 Sversamento accidentale e generazione di atmosfere sotto ossigenate

Come premesso, al fine di procedere con il contenimento di eventuali fuoriuscite accidentali di liquidi criogenici all'interno del luogo di lavoro, anche in assenza di allarmi emessi dai sistemi di rilevazione dell'ossigeno, devono essere presenti istruzioni operative, redatte dal RADRL in funzione delle specifiche caratteristiche del laboratorio, degli impianti presenti e delle strumentazioni collegate ai dewar.

A titolo orientativo, pur dovendosi considerare le condizioni caratteristiche dei singoli laboratori, si forniscono i seguenti elementi di indirizzo per la redazione delle istruzioni operative da adottare in caso di fuoriuscita di liquido.

Lo sversamento accidentale può verificarsi in generale per **perdita di integrità del contenitore** o per errore nell'esecuzione delle attività (es. urto e ribaltamento del contenitore). Nel primo caso, è possibile individuare preventivamente le situazioni di anomalia ed intervenire prima del verificarsi del danno. A questo fine risulta fondamentale saper riconoscere i segnali che precedono un cedimento nel sistema di contenimento. Questi possono essere: formazione di brina, scarso o anormale sfiato del contenitore, assenza dell'usuale rumore di sfiato. Ove si verificano queste condizioni occorre procedere come segue:

- Se possibile ed in assenza di rischi aggiuntivi, trasportare il contenitore all'esterno dell'edificio (es. tramite uscite di emergenza che dal laboratorio conducono direttamente all'esterno). In alternativa, aerare l'ambiente aprendo le finestre, se presenti, e attivando cappe chimiche, impianti di ventilazione, impianti di estrazione dell'aria eventualmente presenti;
- Abbandonare il laboratorio;
- Avvertire il RADRL / preposto e riferire l'accaduto;

- Contattare il RUP e il DEC dell'appalto per la fornitura dei liquidi criogenici (presso Area Edilizia e Infrastrutture) unitamente al Servizio Prevenzione e Protezione di Ateneo.

Nel caso di **sversamento già in corso**, indipendentemente dalle cause che lo hanno prodotto, al riversarsi del liquido criogenico nell'atmosfera di lavoro, segue una riduzione della percentuale di ossigeno ed una conseguente attivazione degli allarmi indicanti bassi livelli di ossigeno nell'area di lavoro (v. cap. 3).

Nel caso in cui l'evento si verifichi con personale presente all'interno del locale occorre procedere come segue:

- Aerare l'ambiente aprendo le finestre, se presenti, e attivando cappe chimiche, impianti di ventilazione, impianti di estrazione dell'aria eventualmente presenti;
- Abbandonare il locale;
- Avvertire il RADRL / preposto e riferire l'accaduto;
- Contattare il RUP e il DEC dell'appalto per la fornitura dei liquidi criogenici (presso Area Edilizia e Infrastrutture) unitamente al Servizio Prevenzione e Protezione di Ateneo.

Nel caso in cui la fuoriuscita di liquido sia individuata dall'esterno del locale è necessario attuare quanto segue:

- Accedere al locale e seguire le istruzioni di cui al punto precedente se i sistemi di rivelazione dell'ossigeno non sono in allarme e segnalano un tenore di ossigeno nell'aria superiore a 20.0%;
- Non accedere al locale se i sistemi di rivelazione dell'ossigeno sono in allarme o comunque segnalano un tenore di ossigeno nell'aria inferiore a 20.0%;
- Avvertire il RADRL / preposto e riferire l'accaduto;
- Contattare il RUP e il DEC dell'appalto per la fornitura dei liquidi criogenici (presso Area Edilizia e Infrastrutture) unitamente al Servizio Prevenzione e Protezione di Ateneo.

In caso di presenza di persone a terra all'interno del laboratorio:

- Accedere al locale per soccorrere eventuali persone con sintomi di asfissia (persone a terra) esclusivamente se in possesso di autorespiratore e specifico addestramento alle manovre di soccorso in ambiente sotto ossigenato. Si specifica che il soccorso di persone in atmosfera sotto ossigenata può avvenire esclusivamente da parte di personale formato e addestrato, in possesso di autorespiratore, incaricato dal Responsabile della Struttura ove siano state preventivamente identificate speciali condizioni di rischio. Occorre al contempo ricordare che gli ordinari dispositivi di protezione per le vie respiratorie, quali maschere o semimaschere dotate di filtri, sono inefficaci nel caso in esame (carenza di ossigeno);
- In alternativa, in tutti i casi diversi da quello descritto al punto precedente, non accedere al locale e attivare le procedure previste per il primo soccorso, ovvero contattare i soccorsi esterni (**tel. 118**), reperire la scheda dei dati di sicurezza (SDS) per il pronto intervento e attendere l'arrivo dei soccorsi (VVF e autoambulanza).

6. RIFERIMENTI NORMATIVI E BIBLIOGRAFICI

Riferimenti normativi e tecnici

- D.lgs. 9 aprile 2008, n. 81 *“Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”*;
- D.M. 5 agosto 1998, n. 363 *“Regolamento recante norme per l'individuazione delle particolari esigenze delle università e degli istituti di istruzione universitaria ai fini delle norme contenute nel decreto legislativo 19 settembre 1994, n.626, e successive modificazioni ed integrazioni”*;
- UNI CEI EN 45544-4: 2016 *“Atmosfere di lavoro - Strumentazione elettrica usata per la rivelazione e la misura diretta della concentrazione di gas e vapori tossici - Parte 4: Guida per la scelta, l'installazione, l'uso e la manutenzione”*;
- UNI EN ISO 7010: 2023 *“Segni grafici - Colori e segnali di sicurezza - Segnali di sicurezza registrati”*;
- UNI EN 166: 2004 *“Protezione personale degli occhi - Specifiche EN166”*;
- UNI EN 137: 2007 *“Dispositivi di protezione delle vie respiratorie - Autorespiratori a circuito aperto ad aria compressa con maschera intera - Requisiti, prove, marcatura”*;
- UNI EN ISO 20345: 2024 *“Dispositivi di protezione individuale - Calzature di sicurezza”*;
- UNI EN 511: 2006 *“Guanti di protezione contro il freddo”*.

Riferimenti bibliografici

- Università degli Studi di Parma, Servizio Prevenzione e Protezione, *“Procedura di sicurezza per l'utilizzo di impianti di distribuzione di azoto, elio, argon (gas inerti) nei laboratori di Ateneo”*, procedura SIC_TEC_04, 2021.
- Federchimica - Assogastecnici *“Precauzioni e consigli per l'uso di gas criogenici liquefatti”*, 2003.
- Federchimica - Assogastecnici *“Prevenzione degli incidenti che possono essere provocati dalla sovraossigenazione o dalla sottossigenazione dell'atmosfera”*, 2003.
- Federchimica – Assogastecnici *“Centrali gas medicali – Criteri di progettazione e dimensionamento”*, I edizione, 2015;
- Università degli Studi di Genova, Servizio Prevenzione e Protezione, *“Norme per l'utilizzo in sicurezza dell'azoto liquido”*.
- Università degli Studi di Napoli Federico II, Istituto di ricerche sulla combustione, *“Manuale di sicurezza nel laboratorio chimico”*, 2009.
- Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, Servizio Prevenzione e Protezione, *“Trasporto bombole interpieno”*, 2009.
- Università degli Studi di Pavia, *“Procedure di sicurezza in laboratorio - Agenti chimici pericolosi, gas, liquidi criogenici e apparecchiature”*, 2005.
- Università degli Studi di Padova, Ufficio Sicurezza, *“Procedure per la manipolazione di liquidi criogenici”*, 2012;
- Azienda Ospedaliero-Universitaria di Bologna, Servizio Prevenzione e Protezione *“Scheda tecnica n. 16 – Azoto liquido”*, 2019.