

# Sistemi AVANCE

- Considerazioni generali sulla sicurezza

Manuale dell'utente

Version 004

© Bruker Corporation

Le informazioni contenute in questo manuale potrebbero essere modificate senza preavviso. BRUKER non si assume alcuna responsabilità per atti compiuti a seguito della lettura di questo manuale. BRUKER non si assume alcuna responsabilità per qualunque errore contenuto nel manuale che possa arrecare danno durante installazioni o interventi sullo strumento. Sono vietate riproduzioni non autorizzate del contenuto del manuale, senza permesso scritto dell'editore, o traduzioni in altre lingue anche parziali.

L'autore del manuale è:

Frank Decker e Stanley J. Niles

© maggio 05, 2015 Bruker Corporation

T/N: H154614

DWG-Nr: 10000052709

Per qualsiasi ulteriore supporto tecnico abbiate bisogno sul vostro sistema AVANCE, non esitate a contattare la sede Bruker a voi più vicina o direttamente noi a:

Bruker Corporation  
Am Silberstreifen  
76287 Rheinstetten  
Germania  
Phone: + 49 721 5161 0  
FAX: + 49 721 5171 01  
E-Mail: [nmr-support@bruker.com](mailto:nmr-support@bruker.com)  
Internet: [www.bruker.com](http://www.bruker.com)

---

# Sommario

<b>1</b>	<b>Informazioni sul presente manuale</b>	<b>5</b>
1.1	Il presente manuale	5
1.2	Dichiarazione della politica aziendale	5
1.3	Simboli e convenzioni	5
<b>2</b>	<b>Introduzione</b>	<b>7</b>
2.1	Utilizzo previsto dello spettrometro NMR AVANCE	7
2.2	Scopo del presente manuale	8
2.3	Sicurezza magnetica	8
2.3.1	Precauzioni di sicurezza nella zona interna	8
2.3.2	Precauzioni di sicurezza nella zona esterna	9
2.4	Sicurezza criogenica	9
2.5	Sicurezza elettrica	9
2.6	Sicurezza chimica	10
2.7	Marchio CE	10
2.8	Ambiente operativo	10
2.9	Segnali ed etichette	10
2.10	Fattori di conversione da SI a US	12
<b>3</b>	<b>Sicurezza del cabinet</b>	<b>13</b>
3.1	Istruzioni generali di sicurezza	13
3.2	Impianto equipotenziale di messa a terra dei sistemi Avance	13
3.3	Sicurezza della consolle	15
3.3.1	Arresto di emergenza	15
3.4	AQS/3+	15
3.4.1	Arresto di emergenza	16
3.4.2	Sicurezza personale	16
3.4.3	Arresto di sicurezza	17
3.5	BSMS/2	18
3.5.1	Arresto di emergenza	18
3.5.2	Sicurezza personale	19
<b>4</b>	<b>Sicurezza del magnete</b>	<b>21</b>
4.1	Campo magnetico	21
4.1.1	Schermatura	22
4.1.2	Impianti medici elettronici, elettrici e meccanici	22
4.1.3	Impianti chirurgici e protesi	22
4.1.4	Funzionamento dell'apparecchiatura	22
4.1.5	Prima di energizzare il magnete a pieno campo (carica della bobina)	23
4.1.6	Dopo la carica del magnete a pieno campo	23
4.1.7	Precauzioni di sicurezza generali	23
4.2	Area ad accesso controllato	23
4.3	Manipolazione sicura delle sostanze criogeniche	24
4.3.1	Tipi di sostanze	24
4.3.2	Regole di sicurezza generali	25

4.3.3	Dewar per il trasporto di criogeni .....	25
4.3.4	Pericoli per la salute.....	25
4.3.5	Primo soccorso .....	26
4.3.6	Abbigliamento protettivo .....	26
4.3.7	Altre regole di sicurezza.....	26
4.3.8	Fumo.....	26
4.4	Rabbocco dell'azoto liquido .....	27
4.4.1	Condensazione dell'ossigeno .....	27
4.4.2	Sistema di flusso dell'azoto.....	27
4.4.3	Altre regole generali.....	27
4.5	Rabbocco dell'elio liquido .....	27
4.5.1	Il contenitore di elio .....	28
4.5.2	Istruzioni per il rabbocco dell'elio .....	28
4.5.3	Trasferimento dell'elio .....	28
4.6	Ventilazione .....	29
4.6.1	Ventilazione durante il funzionamento normale.....	29
4.6.2	Ventilazione di emergenza durante l'installazione del magnete o un quench .....	29
4.6.3	Evacuazione di emergenza dei gas .....	30
4.6.4	Monitoraggio dell'ossigeno e sensori di livello .....	31
<b>5</b>	<b>Considerazioni sulla sicurezza della sonda.....</b>	<b>33</b>
5.1	Problemi di sicurezza personale .....	33
5.1.1	Primo soccorso .....	34
<b>6</b>	<b>Sicurezza del trasmettitore.....</b>	<b>35</b>
6.1	Sicurezza del trasmettitore .....	35
6.1.1	Etichette di sicurezza .....	35
<b>7</b>	<b>Sicurezza delle sonde a bassa temperatura (Cryoprobe).....</b>	<b>37</b>
7.1	Arresto di emergenza.....	37
7.2	Problemi di sicurezza personale .....	38
7.2.1	Primo soccorso .....	38
7.3	Alimentazione di elio gas pressurizzato.....	39
7.4	Sicurezza elettrica.....	39
7.5	Sicurezza dell'apparecchiatura .....	40
<b>8</b>	<b>Sicurezza del sistema CryoProbe Prodigy.....</b>	<b>41</b>
8.1	Problemi di sicurezza personale .....	41
8.1.1	Primo soccorso .....	42
<b>9</b>	<b>Contatti .....</b>	<b>43</b>
	<b>Elenco delle figure.....</b>	<b>45</b>
	<b>Elenco delle tabelle .....</b>	<b>47</b>
	<b>Indice analitico.....</b>	<b>49</b>

# 1 Informazioni sul presente manuale

Il presente manuale consente un utilizzo sicuro ed efficace del strumento.

È da considerarsi parte integrante del sistema e deve essere conservato nelle sue vicinanze in un luogo sempre accessibile al personale. Inoltre, devono essere disponibili e rispettate le istruzioni relative alle normative per l'operatore, alle leggi sulla tutela del lavoro e a strumenti e accessori.

**Prima di iniziare a utilizzare il dispositivo, il personale deve leggere attentamente il manuale e capirne i contenuti.** Per garantire un funzionamento sicuro, è essenziale rispettare tutte le istruzioni operative e di sicurezza specificate, nonché le vigenti norme di sicurezza sul lavoro.

Le figure riportate nel presente manuale sono generiche, hanno uno scopo puramente informativo e non necessariamente rappresentano il modello, il componente o il software/la versione firmware Bruker che si sta utilizzando. Le opzioni e gli accessori possono essere illustrati o meno in ogni figura.

## 1.1 Il presente manuale

## 1.2 Dichiarazione della politica aziendale

La politica aziendale di Bruker consiste nel migliorare i prodotti man mano che nuove tecniche e nuovi componenti diventano disponibili. Bruker si riserva il diritto di modificare le specifiche in qualsiasi momento.

Nella presente pubblicazione è stato fatto il possibile per evitare errori nella presentazione di testo e figure. Per produrre una documentazione utile e appropriata, sono ben accetti i commenti degli utenti sulla presente pubblicazione. Si consiglia ai tecnici addetti all'assistenza di verificare regolarmente con Bruker la disponibilità di eventuali informazioni aggiornate.

Bruker è impegnata a fornire ai clienti prodotti e servizi originali, di alta qualità, nel rispetto dell'ambiente.

## 1.3 Simboli e convenzioni

Le istruzioni di sicurezza nel presente manuale sono contrassegnate con simboli e sono introdotte con termini descrittivi che illustrano l'entità del pericolo.

Per evitare incidenti, lesioni personali o danni a cose, si raccomanda di osservare sempre le istruzioni di sicurezza e di procedere con cautela.

### **II PERICOLO**



**PERICOLO** indica una situazione pericolosa che, se non viene evitata, provoca morte o lesioni gravi.

Questa è la conseguenza della mancata osservanza dell'avvertenza.

1. Questa è la condizione di sicurezza.
  - ▶ Questa è l'istruzione di sicurezza.

### **AVVERTIMENTO**



**AVVERTENZA** indica una situazione pericolosa che, se non viene evitata, potrebbe provocare morte o lesioni gravi.

Questa è la conseguenza della mancata osservanza dell'avvertenza.

1. Questa è la condizione di sicurezza.

▶ Questa è l'istruzione di sicurezza.

### **ATTENZIONE**



**ATTENZIONE** indica una situazione pericolosa che, se non viene evitata, potrebbe provocare lesioni di entità minore o moderata.

Questa è la conseguenza della mancata osservanza dell'avvertenza.

1. Questa è la condizione di sicurezza.

▶ Questa è l'istruzione di sicurezza.

### **AVVISO**

**AVVISO** indica un messaggio di danno a cose.

Questa è la conseguenza della mancata osservanza dell'avviso.

1. Questa è una condizione di sicurezza.

▶ Questa è un'istruzione di sicurezza.

### **ISTRUZIONI DI SICUREZZA**

**Le ISTRUZIONI DI SICUREZZA** sono utilizzate per controllare la procedura di lavoro e di spegnimenti in caso di errore o emergenza.

Questa è la conseguenza della mancata osservanza delle istruzioni di sicurezza.

1. Questa è una condizione di sicurezza.

▶ Questa è un'istruzione di sicurezza.



Questo simbolo indica utili suggerimenti e consigli, nonché informazioni destinate a garantire un funzionamento regolare ed efficiente.

## 2 Introduzione

### 2.1 Utilizzo previsto dello spettrometro NMR AVANCE

---

I sistemi Bruker AVANCE devono essere utilizzati unicamente per lo scopo previsto, come descritto nei rispettivi manuali e in questa sezione.

L'utilizzo dell'unità per scopi diversi da quelli previsti avviene unicamente a rischio degli operatori e rende nulle tutte le eventuali garanzie del produttore. Le operazioni di manutenzione o riparazione sulle consolle devono essere eseguite da personale qualificato. L'unità deve essere utilizzata solo dalle persone appositamente addestrate all'uso degli spettrometri Bruker.

I sistemi Bruker AVANCE sono spettrometri ad altissima precisione per l'analisi delle strutture chimiche e delle proprietà molecolari. Piccoli campioni liquidi o solidi sono posti in un campo magnetico molto forte. Sono irradiati con brevi impulsi di radiofrequenza, quindi vengono osservate le radiofrequenze risultanti, radiazioni deboli emesse successivamente dai nuclei magneticamente attivi (degli elementi chimici selezionati) dei campioni. La tecnica strumentale è nota come spettroscopia di risonanza magnetica nucleare (NMR).

Gli spettrometri AVANCE sono disponibili con magneti a foro verticale con intensità di campo compresa tra 7 T e oltre 20 T e dimensioni dei fori a temperatura ambiente comprese tra 54 mm e 155 mm. Le quantità tipiche dei campioni vanno dal nanogrammo a meno di un grammo.

Il metodo consente di identificare e/o confermare la struttura delle miscele dei composti chimici e biochimici, comprese informazioni relative alla mobilità e alle interazioni molecolari.

Il metodo è utilizzato anche per ottenere informazioni sulla distribuzione dei nuclei magneticamente attivi in un campione (imaging NMR, microscopia NMR).

Gli spettrometri NMR sono in genere utilizzati in tutte le aree di ricerca accademica e industriale e di controllo qualità nei campi della scienza dei materiali, della chimica organica, della chimica inorganica e nell'analisi dei campioni biologici.

La linea di spettrometri AVANCE può essere configurata con una vasta gamma di accessori opzionali, quali:

- Controllo della temperatura variabile
- Controllo pneumatico per la rotazione veloce del campione
- Gradienti di campo magnetico variabile
- Apparecchiatura a flusso e HPLC e relativi accessori
- Campionatori automatici
- Unità per la preparazione automatica del campione
- Speciali sonde a temperatura ultrabassa (Cryoprobe e relativi accessori)

Gli spettrometri AVANCE non sono progettati per:

- Studi dei materiali ferromagnetici.

Gli spettrometri Avance non sono approvati per scopi diagnostici in campo medico, ad esempio diagnosi in vitro secondo i requisiti di legge.

### 2.2 Scopo del presente manuale

---

Lo scopo del presente manuale è riassumere le considerazioni in materia di sicurezza relative al sistema Avance. Non intende sostituirsi ai singoli manuali, ma è inteso come strumento per accedere rapidamente e con facilità alle informazioni riguardanti la sicurezza. Pertanto, una copia del presente manuale deve essere sempre presente sulla scrivania dell'operatore. Accertarsi che ogni operatore del sistema sia a conoscenza dell'importanza del presente manuale. Inoltre, si consiglia a ogni operatore di leggere il manuale per essere al corrente di eventuali rischi per la sicurezza potenzialmente correlati all'utilizzo del sistema AVANCE.

### 2.3 Sicurezza magnetica

---

In termini di sicurezza, la presenza di un magnete relativamente intenso fa la differenza tra gli spettrometri NMR e gli altri strumenti di laboratorio. Questo è il primo aspetto da considerare in fase di allestimento di un laboratorio NMR o di formazione del personale che lavorerà in prossimità o all'interno di tale laboratorio. Finché ci si attiene alle corrette procedure, lavorare in prossimità di magneti superconduttori è totalmente sicuro e non ha alcun effetto collaterale dannoso. La negligenza può tuttavia comportare gravi incidenti. È importante che le persone che lavorano in prossimità del magnete siano a conoscenza dei rischi potenziali.

**Di particolare importanza è il fatto che i portatori di pacemaker cardiaci o impianti in metallo non devono avvicinarsi mai al magnete.**

Un campo magnetico circonda il magnete in tutte le direzioni. Questo campo (noto come campo magnetico disperso) è invisibile e, pertanto, rende necessario esporre segnali di avvertenza nei luoghi appropriati. Gli oggetti di materiale ferromagnetico saranno attratti dal magnete. Se un oggetto ferromagnetico è troppo vicino, può essere improvvisamente attirato all'interno del magnete con estrema forza. Questo può danneggiare il magnete o causare lesioni personali a chiunque si trovi lungo il percorso.

Poiché la forza del campo magnetico disperso diminuisce notevolmente in modo proporzionale all'allontanarsi del magnete, è utile parlare di sicurezza in termini di zone, genericamente definite interna ed esterna. In termini di organizzazione di un laboratorio e di definizione di buone pratiche di lavoro, il concetto di zona interna e zona esterna è particolarmente utile.

L'estensione fisica di queste due zone dipenderà dalle dimensioni del magnete. Più grande è il magnete, più forti saranno i campi magnetici dispersi e, di conseguenza, maggiore sarà l'estensione delle due zone. I dettagli dei campi magnetici dispersi per i vari magneti sono disponibili nella Guida alla pianificazione del sito (Site Planning Guide) fornita con il DVD BASH.

#### 2.3.1 Precauzioni di sicurezza nella zona interna

---

La zona interna si estende dal centro del magnete alla linea di 1 mT (10 gauss). All'interno di quest'area, gli oggetti ferromagnetici possono essere improvvisamente attratti verso il centro del magnete. La forza di attrazione del magnete può variare da scarsamente percepibile a fortemente incontrollabile entro una distanza molto breve. In nessun caso, oggetti ferromagnetici pesanti devono essere collocati o spostati in quest'area.

Eventuali scale utilizzate mentre si lavora sul magnete devono essere di materiale non magnetico come l'alluminio. I dewar di elio e azoto utilizzati per rabboccare i livelli di liquido all'interno del magnete devono essere di materiale non magnetico.

Non lasciare piccoli oggetti di acciaio (cacciaviti, bulloni ecc.) appoggiati sul pavimento accanto al magnete. Essi potrebbero provocare gravi danni se attratti all'interno del foro del magnete, in particolare quando nessuna sonda è inserita nel magnete.



Gli orologi meccanici possono danneggiarsi se indossati nella zona interna. Gli orologi digitali possono essere indossati in sicurezza. Naturalmente, le precauzioni relative alla zona esterna illustrate di seguito devono essere rispettate anche nella zona interna.

### 2.3.2 Precauzioni di sicurezza nella zona esterna

---

La zona esterna si estende dalla linea di 1 mT (10 gauss) alla linea di 0,3 mT (3 gauss). Il campo magnetico disperso non viene bloccato da pareti, pavimenti o soffitti e la zona esterna può invadere stanze adiacenti. Può inoltre cancellare le informazioni memorizzate su dischi o nastri magnetici. Le carte bancarie, i tesserini identificativi o qualsiasi dispositivo contenente una banda magnetica possono essere danneggiati. I CD/DVD non vengono danneggiati, anche se le unità CD/DVD possono contenere parti magnetiche. Quando si utilizzano bombole di gas pressurizzato in acciaio, occorre collocarle ben oltre la zona esterna (preferibilmente all'esterno della stanza del magnete) e fissarle sempre in modo adeguato alla parete. Il display a colori dei monitor dei computer potrebbe subire una certa distorsione in caso di eccessiva vicinanza al magnete, anche se sono improbabili danni permanenti. Una volta oltrepassata la zona esterna, non è più necessario adottare precauzioni speciali in relazione al campo magnetico disperso.

## 2.4 Sicurezza criogenica

---

Il magnete contiene quantità relativamente elevate di elio e azoto liquidi. Questi liquidi, noti come criogeni, consentono di mantenere la bobina del magnete a una temperatura molto bassa.

A causa delle temperature molto basse, si dovranno sempre indossare guanti, una maglia a maniche lunghe o un camice da laboratorio e occhiali protettivi per la manipolazione dei criogeni. Il contatto diretto con questi liquidi può causare congelamento. Il responsabile del sistema deve eseguire regolari controlli e accertarsi che i gas di evaporazione possano fuoriuscire liberamente dal magnete, ossia che le valvole di scarico non siano ostruite. Non tentare di ricaricare il magnete con elio o azoto, a meno che non si sia stati appositamente addestrati a eseguire tale procedura in modo corretto.

L'elio e l'azoto sono gas non tossici. Tuttavia, data la possibilità di un quench del magnete (situazione in cui la stanza può riempirsi improvvisamente di gas evaporati) è necessario garantire sempre un'adeguata ventilazione nella stanza.

## 2.5 Sicurezza elettrica

---

L'hardware dello spettrometro non è più o meno pericoloso di qualsiasi altro dispositivo elettronico o pneumatico e deve essere trattato di conseguenza. Non rimuovere i pannelli protettivi o i dispositivi di messa a terra dalle varie unità. Essi sono installati per proteggere l'operatore e devono essere aperti solo dal personale di manutenzione qualificato. Il pannello principale sul retro della consolle è progettato per essere rimosso facilmente con due viti a sgancio rapido; tuttavia, anche questa operazione deve essere eseguita solo da personale addestrato. Tenere presente che, a meno che non siano scollegate, le ventole di raffreddamento sul pannello posteriore continueranno a funzionare anche dopo la rimozione del pannello.

Prima di ogni intervento di manutenzione, riparazione o prima della spedizione, il sistema e/o i suoi componenti devono essere completamente spenti e scollegati dalla corrente o staccati e smontati dalla consolle. Per informazioni specifiche, consultare i manuali dei singoli componenti.

## 2.6 Sicurezza chimica

Gli operatori devono essere pienamente consapevoli degli eventuali pericoli associati ai campioni con cui stanno lavorando. I composti organici possono essere altamente infiammabili, corrosivi, cancerogeni ecc.

## 2.7 Marchio CE

Tutte le principali unità hardware contenute nella consolle AVANCE con SGU, nonché le unità periferiche quali il magnete, l'HPPR, i sistemi di shim, la sonda e il tastierino BSMS, sono conformi alla dichiarazione di conformità CE. Tale conformità include il livello di qualsiasi radiazione elettromagnetica dispersa che può essere emessa, nonché i pericoli elettrici standard. Si noti che per ridurre al minimo la fuga di radiazioni elettromagnetiche, gli sportelli della consolle devono essere chiusi e il pannello posteriore deve essere montato.

## 2.8 Ambiente operativo



<b>Temperatura ambiente ammessa:</b>	Da 5 a 40 °C
<b>Altitudine ammessa:</b>	Fino a 2000 metri sopra il livello del mare.
<b>Umidità relativa:</b>	Un massimo dell'80% fino a 31 °C e riduzione lineare al 50% a 40 °C.
<b>Temperatura di conservazione ammessa:</b>	Da 5 a 40 °C
<b>Classe protezione ingresso:</b>	IP 20

Tabella 2.1: Ambiente operativo dello spettrometro

I requisiti di alimentazione dei diversi spettrometri variano in base alla configurazione. Ulteriori informazioni sui requisiti di alimentazione sono disponibili nella corrispondente Guida alla pianificazione del sito (Site Planning Guide).

## 2.9 Segnali ed etichette

I segnali e le etichette sono sempre riferiti alle aree immediatamente circostanti al punto in cui sono esposti. I seguenti segnali ed etichette sono presenti sullo spettrometro o vicino ad esso:

	<p>Segnale di divieto: divieto per i portatori di pacemaker.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• I portatori di pacemaker sono in pericolo nell'area contrassegnata e non sono autorizzati a entrarvi.</li></ul>
	<p>Segnale di divieto: divieto per i portatori di impianti o protesi.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• I portatori di impianti o protesi metalliche sono in pericolo nell'area contrassegnata e non sono ammessi.</li></ul>

	<p>Segnale di divieto: divieto per orologi o dispositivi elettronici.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gli orologi e i dispositivi elettronici possono essere danneggiati nell'area contrassegnata.</li> </ul>
	<p>Segnale di divieto: divieto per carte di credito o altre memorie magnetiche.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Le carte di credito e le memorie magnetiche possono essere danneggiate nell'area contrassegnata.</li> </ul>
	<p>Segnale di divieto: non toccare.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Non toccare l'area contrassegnata.</li> </ul>
	<p>Segnale di pericolo: avvertenza!</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La mancata osservanza di questa avvertenza può portare a lesioni personali.</li> </ul>
	<p>Note: suggerimento di buona pratica operativa.</p>
	<p>Segnale di pericolo: forte campo magnetico.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Divieto per memorie magnetiche.</li> <li>• Divieto per gioielli.</li> <li>• Divieto per oggetti metallici.</li> </ul>
	<p>Segnale di pericolo: rischio per la vita e l'incolumità fisica dovuto a presenza di elettricità e alta tensione.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rischio per la vita e l'incolumità fisica dovuto a contatto con linee elettriche e isolamento danneggiato.</li> </ul>
	<p>Componenti a rischio elettrostatico</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Osservare precauzioni per la manipolazione.</li> </ul>
	<p>Terminale di messa a terra di protezione</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Terminale utilizzato per il collegamento della messa a terra a protezione delle scosse elettriche in caso di guasto.</li> </ul>

Tabella 2.2: Segnali ed etichette

## 2.10 Fattori di conversione da SI a US

Per convertire le unità utilizzate nel presente manuale, possono essere/sono stati utilizzati i seguenti fattori di conversione:

Unità di misura	Unità SI	Unità standard US	Fattore di conversione (arrotondato al centesimo più vicino)
<b>Lineare</b>	metro (m)	piede (ft.)	1 m = 3,28 ft.
	centimetro (cm)	pollice (in.)	1 m = 39,37 in. 1 cm = 0,394 in.
<b>Superficie</b>	metro quadrato (m <sup>2</sup> )	piede quadrato (ft. <sup>2</sup> )	1 m <sup>2</sup> = 10,76 ft. <sup>2</sup>
<b>Volume</b>	metro cubo (m <sup>3</sup> )	piede cubo (ft. <sup>3</sup> )	1 m <sup>3</sup> = 35,32 ft. <sup>3</sup>
	litro (l)	quarto (qt.)	1 l = 1,06 qt. (liquido)
<b>Peso</b>	chilogrammo (kg)	libbra (lbs.)	1 kg = 2,21 lbs.
<b>Pressione</b>	bar	libbre/pollice quadrato (psi)	1 bar = 14,51 psi
		atmosfera (ATM)	1 bar = 0,99 ATM (standard)
<b>Temperatura</b>	°C	°F	$F = C \times 1,8 + 32$
	°F	°C	$C = (F - 32)/1,8$
<b>Intensità campo magnetico</b>	Tesla (T)	Gauss (G)	1 T = 104 G

Tabella 2.3: Fattori di conversione da SI a US

## 3 Sicurezza del cabinet

### 3.1 Istruzioni generali di sicurezza

---

L'operatore dello spettrometro deve controllare l'apparecchiatura regolarmente per individuare la presenza di eventuali danni o usura e informare immediatamente l'assistenza di ogni anomalia riscontrata.

In caso di dubbio sul corretto stato dei componenti, non utilizzare l'apparecchiatura e informare il personale di assistenza.

Nell'eventualità molto improbabile che si verifichi una delle seguenti situazioni, interrompere l'utilizzo dell'apparecchiatura, scollegare l'alimentazione, informare il personale di assistenza e chiedere istruzioni:

- Il cavo di alimentazione, la spina o l'alimentatore presentano crepe, fessure o danni.
- Appaiono segni di calore eccessivo.
- Vi è evidenza o sospetto di infiltrazioni di liquido in eventuali vani chiusi.
- Il cavo di alimentazione o l'alimentatore è stato a contatto con un liquido.
- L'unità/i componenti sono stati fatti cadere o sono stati danneggiati.

### 3.2 Impianto equipotenziale di messa a terra dei sistemi Avance

---

Per garantire un utilizzo sicuro dello spettrometro in qualsiasi condizione, i sistemi AVANCE devono essere collegati al sistema equipotenziale di messa a terra dell'edificio.

Per il corretto collegamento all'impianto di messa a terra equipotenziale, ogni sistema viene fornito con cavi di messa a terra che devono essere collegati alla consolle, all'HPPR e al magnete nel seguente modo:

- Collegare un cavo dal punto di messa a terra centrale sulla parte posteriore inferiore del cabinet alla messa a terra dell'edificio.
- Quando viene utilizzato un preamplificatore esterno (HPPR/2), collegare un cavo dal punto di messa a terra centrale dello spettrometro al punto di messa a terra della piastra di supporto del preamplificatore esterno (seconda figura di seguito).
- Collegare un cavo dal punto di messa a terra del magnete al punto di messa a terra dello spettrometro (prima figura di seguito) o, se viene utilizzato un preamplificatore esterno, al punto di messa a terra del preamplificatore esterno (seconda figura di seguito).

Si noti che i cavi di messa a terra devono essere installati e saldamente collegati ai rispettivi punti di messa a terra prima di dare tensione o di collegare il sistema AVANCE al connettore di rete. È ammesso scollegare uno dei cavi solo dopo lo spegnimento dell'intero sistema.

Il tecnico di assistenza deve suggerire al cliente di prendere nota delle informazioni di sicurezza del presente manuale. Il protocollo di accettazione prevede che il cliente confermi di essere stato istruito in tal senso.



Figura 3.1: Spettrometro AVANCE con preamplificatore interno



Figura 3.2: Spettrometro AVANCE con preamplificatore esterno (HPPR/2)

### 3.3 Sicurezza della consolle

**AVVERTENZA.** Per ridurre al minimo il pericolo di scosse, la consolle dello spettrometro deve essere collegata a una messa a terra elettrica come indicato nella sezione sopra riportata.

Il cabinet elettronico è dotato di un cavo di alimentazione AC a tre conduttori. Utilizzare solo cavi di alimentazione approvati da BRUKER o conformi agli standard di sicurezza IEC.

#### 3.3.1 Arresto di emergenza

L'interruttore principale di alimentazione delle consolle AVANCE ha la funzione di ARRESTO DI EMERGENZA. L'interruttore principale di alimentazione spegne la consolle.



Figura 3.3: Posizione dell'interruttore di arresto di emergenza sulla serie AVANCE III HD

### 3.4 AQS/3+

Il nuovo chassis AQS/3+ è l'evoluzione del collaudato chassis AQS/3 e ora può essere dotato della nuova unità IPSO AQS. L'unità IPSO 19" estesa rappresenta un'unità autonoma e non si adatta allo chassis AQS/3+.

Le seguenti precauzioni di sicurezza generali devono essere osservate durante tutte le fasi di funzionamento e manutenzione del sistema AQS. La mancata osservanza di queste precauzioni o di avvertenze specifiche riportate altrove nel presente manuale rappresenta una violazione delle norme di sicurezza relative a progettazione, fabbricazione e uso previsto del sistema AQS.

BRUKER non si assume alcuna responsabilità per la mancata osservanza da parte del cliente di questi requisiti e, pertanto, non è responsabile di lesioni o danni che si verificano in seguito a manipolazioni non approvate del sistema AQS.

### 3.4.1 Arresto di emergenza

L'interruttore di alimentazione sullo chassis AQS/3+ ha la funzione di ARRESTO DI EMERGENZA. Toglie tensione al sistema.

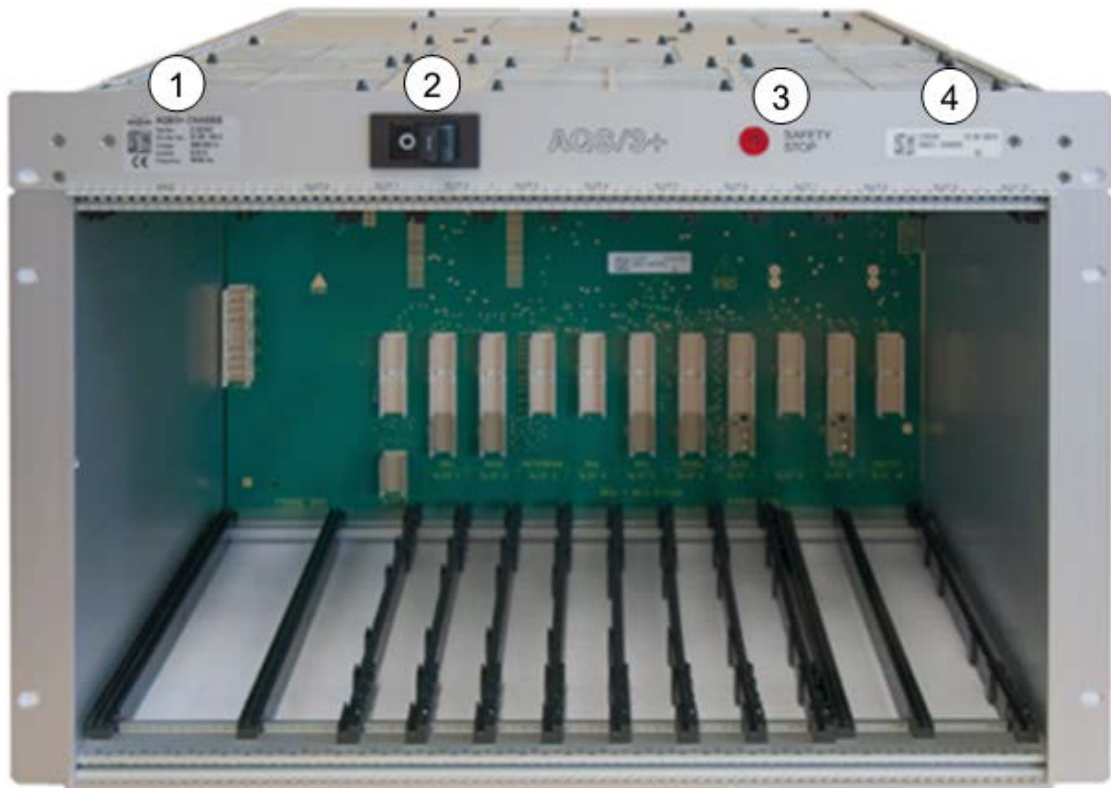


Figura 3.4: Lo chassis AQS/3+

1 Etichetta tipo AQS/3+	3 Spia di arresto di sicurezza
2 Interruttore di rete	4 Etichetta con codice componente, ECL e numero di serie

### 3.4.2 Sicurezza personale

#### Collegamento a terra

**AVVERTENZA.** Per ridurre al minimo il pericolo di scosse, lo chassis AQS deve essere collegato a una messa a terra elettrica.

Il cabinet elettronico è dotato di un cavo di alimentazione AC a tre conduttori. Utilizzare solo cavi di alimentazione approvati da BRUKER o conformi agli standard di sicurezza IEC.

#### Solo personale tecnico qualificato

**AVVERTENZA.** L'installazione e la manutenzione devono essere eseguite solo da personale BRUKER qualificato. Scollegare sempre il cavo di alimentazione prima di ogni intervento di assistenza. In determinate condizioni possono permanere tensioni residue pericolose anche con il cavo di alimentazione rimosso. Per evitare lesioni, scollegare sempre l'alimentazione e scaricare i circuiti prima di toccarli.



NOTA. Il personale operativo deve rimuovere le coperture dello chassis unicamente nei modi descritti nel presente manuale. Non sostituire le unità AQS con l'interruttore principale di alimentazione acceso. Interfaccia utente, messaggi di sistema e manuali richiedono una buona comprensione della lingua inglese.

### Sicurezza elettrica

Il grado di protezione contro i pericoli elettrici del sistema AQS è conforme a IEC IP20, ossia tutte le parti elettriche sono protette dal contatto.

AVVERTENZA. Tutti i connettori elettrici devono essere utilizzati così come vengono forniti da BRUKER. Non sostituirli con tipi diversi.

### Sollevamento dello chassis AQS

AVVERTENZA. Per inserire e rimuovere lo chassis AQS dal cabinet elettronico sono necessarie almeno due persone. Un sistema AQS completamente accessorizzato può pesare oltre 50 kg.

NOTA. Prima di maneggiarlo, rimuovere tutte o alcune delle unità AQS dallo chassis per ridurre il peso.

### Pulizia

AVVERTENZA. Spegnerne sempre l'alimentazione e scollegare il cavo di alimentazione prima della pulizia. Non accendere mai finché tutte le superfici non sono completamente asciutte.

Pulire l'esterno dello chassis AQS e delle unità con un panno morbido privo di lanugine inumidito con acqua. Non utilizzare detergente o altri solventi per la pulizia.

### 3.4.3 Arresto di sicurezza

---

Se la temperatura all'interno dell'unità centrale supera il limite massimo assoluto per un funzionamento sicuro, l'alimentazione di rete dello chassis viene disattivata automaticamente (e senza avvertenza) per impedire danni alle unità AQS. Questa condizione di arresto di sicurezza è indicata da una spia rossa sul pannello anteriore, a condizione che l'alimentazione di rete sia presente sul connettore di alimentazione.

Accertarsi di stabilire ed eliminare la causa della condizione di arresto di sicurezza prima di riutilizzare lo spettrometro.

L'arresto di sicurezza può essere causato da un guasto alla ventola o all'alimentatore all'interno dell'unità centrale. Altre cause possono essere un'alimentazione inefficiente dell'aria di raffreddamento all'unità centrale o il superamento delle temperature dell'aria dell'ambiente all'interno o intorno al cabinet dello spettrometro.

Se non si riesce a stabilire la causa del guasto, contattare l'assistenza Bruker. Lo chassis può essere riportato al normale stato di funzionamento spegnendo e accendendo (OFF e ON) manualmente l'interruttore di alimentazione. Anche una perdita di tensione AC riporta lo chassis allo stato operativo.

### 3.5 BSMS/2

Il sistema BSMS/2 contiene un insieme di schede altamente integrate (ELCB e SCB20) che offrono prestazioni ottimali, migliore risoluzione e maggiore stabilità. L'unità centrale BSMS/2 è progettata come unità secondaria all'interno del cabinet elettronico dello spettrometro NMR. Per le condizioni ambientali consultare la Guida alla pianificazione del sito (Site Planning Guide) dello spettrometro.

Le seguenti precauzioni di sicurezza generali devono essere osservate durante tutte le fasi di funzionamento e manutenzione del sistema BSMS/2. La mancata osservanza di queste precauzioni o di avvisi specifici riportati altrove nel presente manuale rappresenta una violazione delle norme di sicurezza relative a progettazione, fabbricazione e uso previsto del sistema BSMS/2.

BRUKER non si assume alcuna responsabilità per la mancata osservanza da parte del cliente di questi requisiti e, pertanto, non è responsabile di lesioni o danni che si verificano in seguito a manipolazioni non approvate del sistema BSMS/2.

#### 3.5.1 Arresto di emergenza

L'interruttore di alimentazione posto sulla parte anteriore dello chassis BSMS/2 ha la funzione di ARRESTO DI EMERGENZA. Toglie tensione ai sistemi.

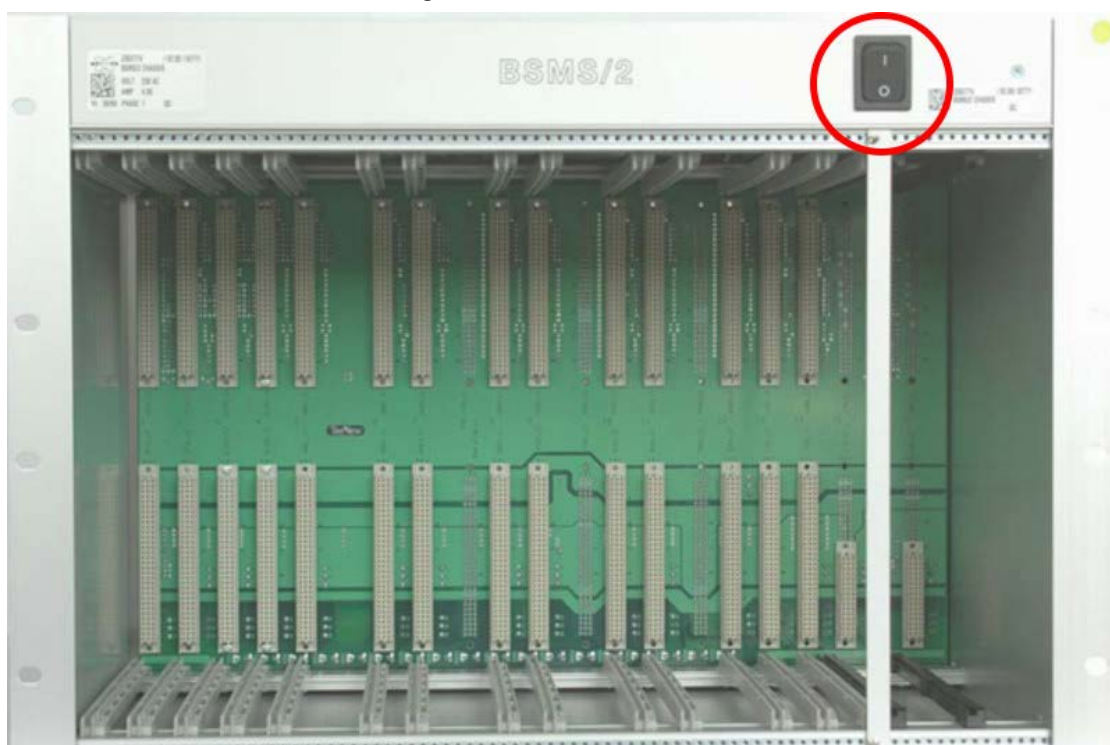


Figura 3.5: Posizione dell'interruttore di arresto di emergenza sullo chassis BSMS/2

## 3.5.2 Sicurezza personale

---

### Collegamento a terra

**AVVERTENZA.** Per ridurre al minimo il pericolo di scosse, lo chassis BSMS/2 deve essere collegato a una messa a terra elettrica.

Il cabinet elettronico è dotato di un cavo di alimentazione AC a tre conduttori. Utilizzare solo cavi di alimentazione approvati da BRUKER o conformi agli standard di sicurezza IEC.

### Solo personale tecnico qualificato

**AVVERTENZA.** L'installazione e la manutenzione devono essere eseguite solo da personale BRUKER qualificato. Scollegare sempre il cavo di alimentazione prima di ogni intervento di assistenza. In determinate condizioni, possono permanere tensioni residue pericolose anche con il cavo di alimentazione rimosso. Per evitare lesioni, scollegare sempre l'alimentazione e scaricare i circuiti prima di toccarli.

**NOTA.** Il personale operativo deve rimuovere le coperture dello chassis unicamente nei modi descritti nel presente manuale. Non sostituire le unità BSMS/2 con l'interruttore principale di alimentazione acceso. Interfaccia utente, messaggi di sistema e manuali richiedono una buona comprensione della lingua inglese.

### Sicurezza elettrica

Il grado di protezione contro i pericoli elettrici del sistema BSMS/2 è conforme a IEC IP20, ossia tutte le parti elettriche sono protette dal contatto.

**AVVERTENZA.** Tutti i connettori elettrici devono essere utilizzati così come vengono forniti da BRUKER. Non sostituirli con tipi diversi.

### Sollevamento dello chassis BSMS/2

**AVVERTENZA.** Per inserire e rimuovere lo chassis BSMS/2 dal cabinet elettronico sono necessarie almeno due persone. Un sistema BSMS/2 completamente accessorato può pesare oltre 50 kg.

**NOTA.** Prima di maneggiarlo, rimuovere tutte o alcune delle unità BSMS/2 dallo chassis per ridurre il peso.

### Pulizia

**AVVERTENZA.** Spegnerne sempre l'alimentazione e scollegare il cavo di alimentazione prima della pulizia. Non accendere mai finché tutte le superfici non sono completamente asciutte.

Pulire l'esterno dello chassis BSMS/2 e delle unità con un panno morbido privo di lanugine inumidito con acqua. Non utilizzare detergente o altri solventi per la pulizia.



## 4 Sicurezza del magnete

Un magnete NMR superconduttore UltraShield™ può essere utilizzato facilmente e in tutta sicurezza a condizione che vengano rispettate le corrette procedure e osservate determinate precauzioni.

Queste note devono essere lette e capite da chiunque entri in contatto con un magnete NMR superconduttore UltraShield™. Non sono destinate unicamente al personale dirigente o esperto.

Devono essere intraprese adeguate procedure di formazione per istruire correttamente tutte le persone coinvolte nell'uso di tale apparecchiatura.

Poiché il campo del magnete NMR è tridimensionale, occorre tenere in considerazione i piani sopra e sotto il magnete, nonché lo spazio circostante allo stesso livello.

**Avvertenza. Per ridurre al minimo il pericolo di scosse, il magnete e il relativo supporto devono essere collegati alla messa a terra elettrica del cabinet.**

### Aree di avvertenza

L'installazione e il funzionamento di un sistema con magneti NMR superconduttori UltraShield™ presentano una serie di pericoli di cui tutto il personale deve essere a conoscenza. È **fondamentale** che:

- Le aree previste per l'installazione e l'utilizzo dei sistemi con magneti NMR e la procedura di installazione siano pianificate tenendo conto della sicurezza.
- Tali locali e installazioni siano gestiti in modo sicuro e in conformità con le procedure corrette.
- Il personale venga adeguatamente addestrato.
- Vengano affissi e gestiti chiari avvisi per avvertire le persone che stanno entrando in un'area pericolosa.
- Vengano osservate tutte le procedure per la tutela della salute e della sicurezza.

Queste note descrivono aspetti dell'utilizzo e dell'installazione che sono di particolare importanza. Tuttavia, le raccomandazioni fornite non possono coprire ogni eventualità e, in caso di dubbio durante il funzionamento del sistema, l'operatore è vivamente consigliato a contattare il fornitore. I clienti di Bruker sono tenuti a comunicare in modo efficace le informazioni del presente manuale relative alla procedura di sicurezza e ai pericoli associati ai sistemi con magneti NMR ai propri clienti e agli operatori dell'apparecchiatura.

### 4.1 Campo magnetico

---

I magneti NMR superconduttori presentano numerosi pericoli correlati alle forze generate dai forti campi magnetici ad essi associati. Occorre prendere precauzioni per evitare che si verifichino tali pericoli dovuti agli effetti di un campo magnetico sui materiali magnetici o sugli impianti chirurgici. Di seguito sono riportati alcuni degli effetti:

Possibili forze di attrazione molto elevate esercitate sull'apparecchiatura in prossimità del magnete NMR. La forza può aumentare fino al punto da spostare l'apparecchiatura in modo incontrollabile verso il magnete NMR. Pertanto, piccoli componenti dell'apparecchiatura possono diventare proiettili.

Apparecchiature di grandi dimensioni (ad es. bombole di gas, alimentatori) possono causare l'intrappolamento di parti del corpo e arti tra l'apparecchiatura e il magnete.

Maggiore è la vicinanza di un oggetto ferromagnetico al magnete, maggiore è la forza. Inoltre, maggiore è la massa dell'apparecchiatura, maggiore è la forza.

### 4.1.1 Schermatura

---

La maggior parte dei magneti NMR più recenti è attivamente schermata. Quando si installa o si lavora con un magnete schermato, occorre tenere presente quanto segue:

- La schermatura attiva della bobina superconduttrice riduce i campi magnetici dispersi e, di conseguenza, ne riduce gli effetti.
- Tuttavia, il gradiente del campo magnetico è molto più forte rispetto ai magneti non schermati; di conseguenza, l'intervallo di distanza tra varie linee di contorno del campo magnetico disperso, ad esempio la distanza tra 0,5 mT (5 Gauss) e 5 mT (50 Gauss), è molto più piccola. Occorre quindi evitare di spostare oggetti ferromagnetici in prossimità del magnete.
- Nonostante la schermatura attiva, il campo magnetico disperso direttamente sopra e direttamente sotto il magnete è molto forte e le forze di attrazione sugli oggetti ferromagnetici sono molto elevate.

### 4.1.2 Impianti medici elettronici, elettrici e meccanici

---

Per quanto riguarda gli effetti sugli impianti e sui dispositivi medici elettronici, elettrici e meccanici, occorre tenere presente quanto segue:

- Il funzionamento degli impianti medici elettronici, elettrici o meccanici, quali pacemaker cardiaci, biostimolatori e neurostimolatori, può essere influenzato o persino interrotto dalla presenza di campi magnetici statici o variabili.
- Non tutti i pacemaker rispondono allo stesso modo o alla stessa intensità di campo se esposti a campi superiori a 5 Gauss.

### 4.1.3 Impianti chirurgici e protesi

---

Per quanto riguarda gli effetti sugli impianti chirurgici e su protesi, occorre tenere presente quanto segue:

- Oltre agli impianti medici elettronici, elettrici e meccanici, altri impianti medico chirurgici, quali le clip per aneurisma, le clip chirurgiche o le protesi, possono contenere materiali ferromagnetici e, pertanto, potrebbero essere soggetti a forti forze di attrazione in prossimità del magnete NMR. Ciò potrebbe comportare lesioni o morte.
- Inoltre, in prossimità di campi che variano rapidamente (ad es. gradienti di campi pulsati), possono essere indotte correnti parassite nell'impianto, che generano calore e possono creare una situazione di pericolo di morte.

### 4.1.4 Funzionamento dell'apparecchiatura

---

Il funzionamento dell'apparecchiatura può essere direttamente influenzato dalla presenza di forti campi magnetici.

- Oggetti quali orologi, registratori e fotocamere possono essere magnetizzati e danneggiati irreparabilmente se esposti a campi superiori a 1 mT (10 Gauss).
- Le informazioni magneticamente codificate sulle carte di credito e sui nastri magnetici possono essere danneggiate in modo irreversibile.
- I trasformatori elettrici possono risultare magneticamente saturi in campi superiori a 5 mT (50 Gauss). Anche le caratteristiche di sicurezza dell'apparecchiatura possono risultare compromesse.

## 4.1.5 Prima di energizzare il magnete a pieno campo (carica della bobina)

---

Prima di iniziare a energizzare il magnete (carica della bobina), occorre:

- Accertarsi che tutti gli oggetti ferromagnetici siano rimossi dal campo di 5 Gauss del magnete NMR.
- Esporre segnali di avvertenza relativi al magnete in tutti i punti di accesso alla stanza del magnete.
- Esporre segnali di avvertenza che indicano la possibile presenza di campi magnetici e i potenziali pericoli in tutte le aree in cui il campo può superare i 5 Gauss.

## 4.1.6 Dopo la carica del magnete a pieno campo

---

Dopo aver energizzato il magnete a pieno campo, occorre:

- Non inserire oggetti ferromagnetici nella stanza del magnete.
- Per la conservazione e il trasporto del gas compresso o dei liquidi criogenici utilizzare solo dewar e bombole non magnetici.
- Per trasportare le bombole e il dewar utilizzare solo apparecchiature non magnetiche.



Si noti che il magnete, una volta caricato a pieno campo, non può essere spento in modo che il campo magnetico scompaia. Disattivando l'alimentazione elettrica principale non si produce alcun effetto sul magnete e il forte campo magnetico rimane presente.

---

## 4.1.7 Precauzioni di sicurezza generali

---

Per evitare che si verifichino situazioni come quelle sopra descritte, vengono fornite le seguenti precauzioni a titolo di linee guida, che devono essere considerate come requisiti minimi.

- Occorre studiare dove sarà installato ogni magnete per stabilire le necessarie precauzioni da prendere per evitare questi pericoli.
- Poiché il campo magnetico prodotto dai magneti NMR è tridimensionale, occorre tenere in considerazione i piani sopra e sotto il magnete, nonché lo spazio circostante allo stesso livello.

## 4.2 Area ad accesso controllato

---

Per le apparecchiature che generano un campo magnetico disperso superiore a 0,5 mT (5 Gauss) all'esterno del coperchio fissato in modo permanente e/o un livello di interferenza elettromagnetica non conforme alla norma IEC 60601-1-2, occorre definire e installare in modo permanente un'area ad accesso controllato intorno all'apparecchiatura tale che all'esterno di quest'area:

- L'intensità del campo magnetico marginale non superi gli 0,5 mT (5 Gauss).
- Il livello di interferenza elettromagnetica sia conforme alla norma IEC 60601-1-2:2001.

I grafici del campo magnetico disperso dei vari magneti sono disponibili nel manuale del magnete corrispondente. Questi grafici indicano la posizione della linea di 0,5 mT (5 Gauss).

L'area ad accesso controllato deve essere delimitata, ad es. mediante marcature sul pavimento, barriere e/o altri strumenti, per consentire al personale responsabile di controllare adeguatamente l'accesso a quest'area da parte di persone non autorizzate.

L'area ad accesso controllato deve essere etichettata in tutti i punti di ingresso mediante appositi segnali di avvertenza, compresa un'indicazione della presenza di campi magnetici e della relativa forza di attrazione o della coppia per i materiali ferromagnetici.

La figura seguente mostra il layout consigliato del segnale di avvertenza:



### 4.3 Manipolazione sicura delle sostanze criogeniche

Un magnete superconduttore utilizza due tipi di criogeni, elio liquido e azoto liquido. I liquidi criogenici possono essere maneggiati facilmente e in modo sicuro a condizione che vengano prese determinate precauzioni.

Le raccomandazioni della presente sezione non sono in alcun modo esaustive e, se nel dubbio, l'operatore deve consultare il fornitore.

#### 4.3.1 Tipi di sostanze

Le sostanze citate in queste raccomandazioni sono azoto, elio e aria. Contattare il fornitore per richiedere le schede di sicurezza appropriate per questi criogeni.

##### Elio

È un gas inerte di origine naturale che diventa liquido a circa 4 K. È incolore, inodore, non infiammabile e non tossico. Per mantenere le sue caratteristiche di superconduttore, il magnete viene immerso in un bagno di elio liquido.

##### Azoto

È un gas di origine naturale che diventa liquido a circa 77 K. Anch'esso è incolore, inodore, non infiammabile e non tossico. È utilizzato per raffreddare la schermatura che circonda il serbatoio di elio liquido.

##### Dewar per il trasporto di criogeni

Durante il normale funzionamento, i criogeni liquidi evaporano e rendono necessari rabbocchi regolari. I criogeni vengono trasportati al sito in appositi dewar. È essenziale che i dewar per il trasporto dei criogeni non siano magnetici.



## Proprietà fisiche

Una manipolazione sicura dei liquidi criogenici richiede una certa conoscenza delle loro proprietà fisiche, buon senso e conoscenze sufficienti per prevedere le reazioni di tali liquidi in determinate condizioni fisiche.

### 4.3.2 Regole di sicurezza generali

---

Di seguito sono riportate alcune delle regole di sicurezza generali per la manipolazione delle sostanze criogeniche:

- I liquidi criogenici rimangono a temperatura costante ai rispettivi punti di ebollizione ed evaporano gradualmente, anche se conservati in contenitori isolati (dewar).
- I liquidi criogenici devono essere maneggiati e conservati in aree ben ventilate.
- Sull'ascensore sul quale vengono trasportati i criogeni non devono mai essere presenti persone. Sussiste il rischio di asfissia.
- Il notevole aumento di volume che accompagna l'evaporazione del liquido in gas e la successiva procedura di riscaldamento è di circa 740:1 per l'elio e 680:1 per l'azoto.

### 4.3.3 Dewar per il trasporto di criogeni

---

Di seguito sono riportate alcune delle regole relative al dewar utilizzato per trasportare liquidi criogenici:

- Tutti i dewar per il trasporto dei liquidi criogenici non devono essere completamente chiusi, in quanto questo potrebbe provocare un elevato accumulo di pressione al loro interno. Ciò può determinare un pericolo di esplosione e portare a notevoli perdite di prodotto.
- Tutti i dewar per il trasporto dei liquidi criogenici devono essere fabbricati con materiali non magnetici.

### 4.3.4 Pericoli per la salute

---

Di seguito sono riportate alcune delle principali regole correlate ai pericoli per la salute:

- Evacuare l'area immediatamente in caso di notevoli perdite.
- Provvedere a un'adeguata ventilazione nella stanza per evitare la riduzione dell'ossigeno. L'elio può spostare l'aria nella parte superiore di una stanza impoverendo la zona di ossigeno, mentre l'azoto freddo può spostare l'aria nella parte inferiore, impoverendo anche questa area di ossigeno. Per informazioni dettagliate, vedere la sezione "Ventilazione".
- Non entrare a contatto diretto con le sostanze criogeniche sotto forma liquida o di vapore (o come gas a bassa temperatura), in quanto producono "ustioni da freddo" sulla pelle simili alle ustioni.
- Fare attenzione che le parti del corpo non adeguatamente protette non entrino in contatto con tubi o condutture di aerazione non isolati, per evitare che aderiscano immediatamente con conseguenti lacerazioni cutanee in caso di rimozione della parte interessata.

### 4.3.5 Primo soccorso

---

Di seguito sono riportate alcune delle regole di primo soccorso:

- Se uno dei liquidi criogenici entra in contatto con occhi o pelle, lavare immediatamente l'area interessata con abbondanti quantità di acqua fredda o tiepida e successivamente applicare impacchi freddi.
- Non utilizzare mai acqua calda o calore secco.
- Consultare immediatamente un medico.

### 4.3.6 Abbigliamento protettivo

---

Di seguito sono riportate alcune delle regole relative all'abbigliamento protettivo:

- Occorre indossare un abbigliamento protettivo principalmente per evitare ustioni da freddo. Pertanto, quando si maneggiano liquidi criogenici o si lavora con essi, indossare guanti di pelle o appositi guanti di protezione asciutti.
- I guanti non devono essere attillati in modo da poter essere facilmente rimossi in caso di versamento di liquido.
- Per proteggere gli occhi occorre indossare occhiali protettivi.
- Sulle parti del corpo che possono entrare a contatto con il liquido non devono essere indossati oggetti metallici (ad es. gioielli).

### 4.3.7 Altre regole di sicurezza

---

Di seguito sono riportate alcune altre regole relative alla manipolazione dei criogeni:

- Maneggiare sempre i liquidi con cautela. Quando si riempie un contenitore caldo, si producono sempre bolle e schizzi.
- Fare attenzione agli schizzi di liquido e alla rapida vaporizzazione dei criogeni quando si immergono apparecchiature a temperatura ambiente nei criogeni liquidi. Questa operazione deve essere eseguita molto lentamente.
- Quando si inseriscono nel liquido tubi con estremità aperte, non lasciare mai che tali tubi puntino direttamente verso le persone.
- Per il trasferimento dell'azoto liquido utilizzare solo tubi di metallo o Teflon collegati mediante flessibili di metallo o Teflon. Utilizzare solo tubi di gomma o Teflon.
- Non utilizzare tubi Tygon® o di plastica. Possono spezzarsi o rompersi quando vengono raffreddati dal liquido che scorre al loro interno e potrebbero provocare lesioni personali.

### 4.3.8 Fumo

---

Rispettare le seguenti regole di base relative al fumo:

- Non fumare nelle stanze in cui vengono maneggiati i liquidi criogenici.
- Designare tutte le stanze in cui vengono maneggiati i liquidi criogenici come aree "Vietato fumare", utilizzando i segnali appropriati.
- Benché l'azoto e l'elio non supportino la combustione, il loro dewar estremamente freddo provoca la condensazione dell'ossigeno dell'aria sulle superfici del dewar, aumentando la concentrazione di ossigeno a livello locale.
- Se le superfici fredde sono coperte di olio o grasso, che sono combustibili, sussiste un particolare pericolo di incendio. Potrebbe verificarsi autocombustione.

## 4.4 Rabbocco dell'azoto liquido

---

Leggere attentamente le informazioni riportate di seguito e renderle accessibili a chiunque lavori sul magnete.

- Un magnete NMR superconduttore schermato può essere utilizzato facilmente e in tutta sicurezza a condizione che vengano rispettate le corrette procedure e osservate determinate precauzioni.
- Le raccomandazioni fornite in questa sezione non possono coprire ogni eventualità e, in caso di dubbio durante il funzionamento del sistema, l'operatore è vivamente consigliato a contattare il fornitore.

### 4.4.1 Condensazione dell'ossigeno

---

Ridurre al minimo il contatto con l'aria. Quando si verifica il contatto con l'aria, tenere presente le seguenti circostanze e precauzioni:

- Poiché l'azoto liquido è più freddo dell'ossigeno liquido, l'ossigeno dell'aria si condensa.
- Se ciò si verifica per un determinato periodo di tempo, la concentrazione di ossigeno nell'azoto liquido può diventare tanto elevata da risultare pericolosa quanto la manipolazione dell'ossigeno liquido. Ciò si riferisce in particolare al dewar con imboccatura larga a causa della superficie estesa.
- Accertarsi che il contatto con l'aria sia mantenuto al minimo.

### 4.4.2 Sistema di flusso dell'azoto

---

Nel magnete è prevista una valvola di sfiato della pressione per il contenitore dell'azoto per impedire che almeno la torretta posteriore venga ostruita dall'ingresso di aria o umidità.

Questa valvola deve essere sempre montata anche quando il contenitore viene rabboccato.

### 4.4.3 Altre regole generali

---

Di seguito sono riportate alcune altre regole generali:

- Evitare il rovesciamento di azoto liquido sulle flange che garantiscono il vuoto del magnete durante il rabbocco con azoto.
- Durante il rabbocco, collocare tubi in gomma o Teflon sulle torrette dell'azoto.
- Interrompere immediatamente il trasferimento quando il contenitore è pieno. La mancata osservanza di questa regola può portare al congelamento degli o-ring e a una conseguente perdita di vuoto del criostato del magnete.

## 4.5 Rabbocco dell'elio liquido

---

Leggere attentamente le informazioni riportate in questa sezione e renderle accessibili a chiunque lavori sul magnete.

Un magnete NMR superconduttore schermato può essere utilizzato facilmente e in tutta sicurezza a condizione che vengano rispettate le corrette procedure e osservate determinate precauzioni.

Le raccomandazioni fornite in questa sezione non possono coprire ogni eventualità e, in caso di dubbio durante il funzionamento del sistema, l'operatore è vivamente consigliato a contattare il fornitore.

Di seguito sono riportate alcune regole generali da tenere presenti:

- L'elio liquido è il più freddo di tutti i liquidi criogenici.

- L'elio liquido condensa e solidifica qualsiasi altro gas (aria) con cui viene a contatto.
- L'elio liquido deve essere conservato in un apposito dewar per il trasporto e la conservazione.
- Sul tubo di collegamento dell'elio deve essere sempre installata una valvola a una via per evitare l'ingresso di aria nelle torrette e la conseguente ostruzione con ghiaccio.
- Per il trasferimento dell'elio liquido, utilizzare solo tubi isolati sotto vuoto. La rottura dell'isolamento può provocare condensa dell'ossigeno.

### 4.5.1 Il contenitore di elio

---

I magneti NMR superconduttori contengono un contenitore interno con elio liquido.

- Il contenitore di elio deve essere controllato settimanalmente per monitorare il consumo e per controllare il livello di elio.
- Utilizzare un flussimetro di elio o un contatore di elio gas
- Viene fornita una valvola a una via da montare sul collettore di elio per impedire che le torrette vengano ostruite dall'ingresso di aria o umidità. Questa valvola deve essere sempre montata tranne durante un trasferimento di elio.

### 4.5.2 Istruzioni per il rabbocco dell'elio

---

Attenersi alle seguenti istruzioni relative al rabbocco dei magneti NMR con elio liquido:

- Rabboccare il contenitore di elio rispettando i tempi specificati nel manuale del magnete e comunque prima che il livello scenda al di sotto del minimo consentito indicato sul manuale stesso.
- Nota importante. Il trasferimento di elio liquido può avvenire facilmente e in tutta sicurezza, a condizione che:
  - La linea di trasferimento dell'elio sia maneggiata correttamente.
  - La linea di trasferimento dell'elio non sia danneggiata.
  - La pressione di trasferimento non superi i 2 psi (0,14 bar).
- Non inserire mai una linea di trasferimento dell'elio calda nel criostato, in quanto il gas (elio) caldo può portare a un quench del magnete.
- Lasciare sempre raffreddare la linea di trasferimento dell'elio alla temperatura dell'elio liquido prima di inserirla nella torretta preposta al riempimento. Si dovrebbe osservare per qualche istante la fuoriuscita di elio liquido dall'estremità corta della linea di trasferimento prima di inserirla nell'apposita torretta per il riempimento.

### 4.5.3 Trasferimento dell'elio

---

Non rimuovere il sistema di flusso di sicurezza dell'azoto durante qualsiasi trasferimento di elio liquido.

Durante un trasferimento di elio liquido, si verifica un super-raffreddamento dell'azoto liquido. Questo può provocare i seguenti effetti:

- Azzeramento del boil-off e produzione di una pressione negativa nel serbatoio di azoto.
- Trasferimento di aria o umidità che può essere risucchiata nelle torrette di azoto e che potrebbe solidificarsi e creare blocchi di ghiaccio.

## 4.6 Ventilazione

---

Di seguito sono riportate alcune regole generali di sicurezza relative alla ventilazione:

- I liquidi criogenici, anche se conservati in dewar isolati, rimangono a temperatura costante ai rispettivi punti di ebollizione ed evaporano gradualmente. I dewar devono essere sempre dotati di valvole di sovrappressione che devono essere regolarmente controllate al fine di evitare che si verifichino pericolosi accumuli di pressione.
- I liquidi criogenici devono essere maneggiati e conservati in aree ben ventilate.
- Il notevole aumento di volume che accompagna l'evaporazione del liquido in gas e la successiva procedura di riscaldamento è di circa 740:1 per l'elio e 680:1 per l'azoto.

### 4.6.1 Ventilazione durante il funzionamento normale

---

I magneti superconduttori utilizzano azoto liquido ed elio liquido come agenti di raffreddamento; inoltre, durante il normale funzionamento del magnete è prevista un'evaporazione o boil-off dei liquidi criogeni, come indicato di seguito:

- Normale evaporazione o boil-off dei liquidi contenuti nel magnete in base alle specifiche indicate.
- Evaporazione o boil-off dei criogeni durante i regolari rabbocchi con azoto liquido ed elio liquido.

I gas non sono tossici e sono completamente inerti, a condizione che sia prevista un'adeguata ventilazione per evitare il soffocamento. Di seguito sono riportate alcune regole per la ventilazione durante il normale funzionamento:

- Il magnete NMR non deve mai essere in una stanza chiusa ermeticamente. La posizione del magnete deve essere scelta in modo che l'uscita sia facilmente raggiungibile e la ventilazione sia adeguata in tutta la stanza.
- La posizione del magnete deve tenere conto dell'altezza del soffitto e della disposizione della stanza in modo da consentire un facile trasferimento dell'azoto e dell'elio liquidi. Questo riduce notevolmente il rischio di incidenti.

### 4.6.2 Ventilazione di emergenza durante l'installazione del magnete o un quench

---

Deve essere previsto un sistema di ventilazione di emergenza separato per evitare la riduzione di ossigeno in caso di quench o durante l'installazione del magnete.

Durante un quench viene prodotta in breve tempo una quantità estremamente elevata di elio gas (da 42 a 595 m<sup>3</sup> a seconda del tipo di magnete).

Durante l'installazione e il raffreddamento dei magneti superconduttori e in determinate condizioni, possono essere generati volumi elevati di gas azoto o elio.

Benché questi gas siano inerti, se generati in quantità sufficientemente elevate, possono creare circostanze pericolose se riducono l'ossigeno nella stanza.

### 4.6.3 Evacuazione di emergenza dei gas

---

Vi sono vari tipi di sistemi di evacuazione di emergenza che possono essere implementati per evitare la riduzione dell'ossigeno durante un quench o l'installazione di un magnete. Di seguito ne sono riportati alcuni:

#### Evacuazione attiva dei gas

Questa soluzione è costituita da un insieme motorizzato di ventole, sfiati e condotti di scarico non collegati al magnete stesso. Lo scarico può essere attivato sia automaticamente da un sensore di O<sub>2</sub>, sia manualmente da un interruttore nella stanza. Quest'ultimo è necessario durante l'installazione del magnete e i regolari rabbocchi, per evitare l'accumulo di criogeni nella stanza facendoli evacuare più rapidamente rispetto al normale sistema HVAC (Heating Ventilation Air Conditioning) di condizionamento dell'aria.

#### Evacuazione passiva dei gas

Questa soluzione si basa su feritoie sul soffitto e/o sulle pareti, che si aprono grazie alla sovrappressione dell'elio gas durante un quench.

#### Tubo di quench

Questa soluzione si basa su un sistema di tubi collegati direttamente al magnete, che convogliano i gas all'esterno dell'edificio. È importante notare quanto segue:

- Teoricamente, in caso di quench, lo scarico di elio dal magnete deve essere indirizzato direttamente all'esterno dell'edificio.
- I condotti verso l'esterno dell'edificio devono avere un diametro sufficientemente grande da evitare la formazione eccessiva di pressione dovuta all'impedenza di flusso del condotto.
- L'estremità di uscita del condotto di scarico deve essere accessibile unicamente al personale di assistenza; inoltre, l'apertura dell'uscita deve essere protetta per evitare l'ingresso di pioggia, neve o detriti che potrebbero bloccare il sistema.
- È essenziale garantire che il gas di sfiato proveniente dal condotto di scarico non venga attirato nel condotto di aspirazione di eventuali impianti di ventilazione o condizionamento dell'aria. L'uscita del condotto deve essere accuratamente posizionata per evitare che ciò si verifichi in ogni condizione atmosferica e di vento.
- Inoltre, è necessario prevedere un isolamento delle tubature di scarico accessibili per evitare ustioni da freddo durante un quench.

#### Evacuazione dei gas in caso di magneti posizionati in buche

Quando i magneti sono collocati all'interno di buche, prestare particolare attenzione alla ventilazione e allo scarico di emergenza. Le buche dei magneti sono spazi ristretti con maggiore rischio di riduzione dell'ossigeno se non vengono intraprese appropriate misure di scarico.

- L'azoto è più pesante dell'aria e inizia a riempire la buca dal basso durante sia il pre-raffreddamento del magnete che durante i regolari riempimenti di azoto.
- È essenziale prevedere un sistema di scarico basso nella parte inferiore della buca per evacuare efficacemente l'azoto gas e prevenire la riduzione dell'ossigeno.

### 4.6.4 Monitoraggio dell'ossigeno e sensori di livello

---

All'interno della stanza del magnete è richiesto un monitoraggio dell'ossigeno. Devono essere previsti i seguenti sensori e il seguente monitoraggio:

- Sopra il magnete: Un sensore di livello dell'ossigeno sopra il magnete, per rilevare i livelli bassi di ossigeno dovuti principalmente all'elio gas.
- Vicino al pavimento: Un sensore di livello dell'ossigeno a circa 30,5 cm dal pavimento della stanza del magnete.
- Nella buca: Un sensore di livello dell'ossigeno aggiuntivo a circa 30,5 cm dal fondo della buca, nel caso in cui il magnete sia situato all'interno di una buca.





## 5 Considerazioni sulla sicurezza della sonda

Le sonde BRUKER sono progettate per allocare il campione, trasmettere segnali in radiofrequenza che eccitano il campione e ricevere la risposta emessa. La trasmissione e la ricezione avvengono mediante apposite bobine a radiofrequenza.

La sonda viene inserita nel fondo del magnete e all'interno del sistema di shim a temperatura ambiente. I cavi coassiali trasportano i segnali di eccitazione dagli amplificatori della consolle alla sonda e il segnale NMR di nuovo dal campione al ricevitore. I cavi vengono instradati attraverso un insieme di preamplificatori (l'HPPR) situati accanto alla base del magnete. I preamplificatori sono necessari per amplificare i segnali NMR che in genere sono molto deboli.

### 5.1 Problemi di sicurezza personale

---

Tutte le persone che lavorano con o in prossimità di un sistema NMR devono essere informate sui problemi di sicurezza e sulle procedure di emergenza.

In caso di dubbio: Indossare occhiali e guanti protettivi, in particolare quando si maneggiano i campioni.

#### Sicurezza intrinseca

Un sistema NMR, compresi i relativi componenti, è progettato per la sicurezza intrinseca. Le valvole di sfiato della pressione, i sensori e la gestione degli errori di hardware e software sono stati inclusi per proteggere l'operatore, l'apparecchiatura e l'ambiente.

#### Solo personale tecnico qualificato

Solo persone con conoscenze tecniche di base di elettricità, di sistemi a gas pressurizzato e di criogeni devono operare ed eseguire interventi di manutenzione su un sistema NMR. Interfaccia utente, messaggi di sistema e manuali richiedono una buona comprensione della lingua inglese.

#### Assenza di parti interne riparabili dall'utente

All'interno di una sonda/Cryoprobe non sono presenti parti riparabili dall'utente. Non aprire questi dispositivi.

#### Campo magnetico disperso

Quando si lavora all'interno del campo magnetico disperso di 0,5 mT (5 Gauss) del magnete, tutti gli strumenti e i componenti magnetici devono essere evitati o maneggiati con estrema cura.

ATTENZIONE. Depositare gli orologi meccanici e le carte con banda magnetica (ad es. carte di credito) all'esterno del raggio di 0,5 mT (5 Gauss) del magnete.

### Problemi generali di sicurezza

- I laboratori NMR non devono essere accessibili al pubblico. Accertarsi che l'accesso sia consentito unicamente alle persone autorizzate e qualificate.
- Forti campi magnetici comportano vari rischi. L'area di pericolo deve essere etichettata con la massima precisione mediante l'uso di barriere, nastri a pavimento o dispositivi di avvertenza visivi. Per informazioni specifiche sull'area di pericolo (linea di 0,5 mT/5 Gauss), consultare il manuale sulla sicurezza.
- Applicare severamente il divieto di fumare durante le procedure di rabbocco.

### 5.1.1 Primo soccorso

---

Se elio o azoto freddo entrano in contatto con gli occhi o la pelle, lavare immediatamente l'area interessata con abbondante acqua fredda o tiepida.

## 6 Sicurezza del trasmettitore

Per eccitare il campione NMR sono spesso necessari segnali di ampiezza relativamente grande e, di conseguenza, sono necessari trasmettitori (noti anche come amplificatori). I trasmettitori possono essere interni (incorporati nella consolle AQS) o esterni (unità autonome distinte). I cavi che collegano direttamente le uscite degli amplificatori e l'HPPR trasportano il segnale RF al campione.

Il segnale RF in uscita dall'amplificatore può essere di diverse centinaia di volt e non se ne consiglia la visualizzazione sull'oscilloscopio senza attenuazione.

### 6.1 Sicurezza del trasmettitore

---

Gli amplificatori Bruker sono fabbricati in conformità alla norma 61010-1 Prescrizioni di sicurezza per apparecchi elettrici.

#### 6.1.1 Etichette di sicurezza

---

Le etichette sugli amplificatori hanno lo scopo di avvisare il personale operativo e di assistenza sulle condizioni che possono causare lesioni personali o danni all'apparecchiatura dovuti ad abuso o utilizzo improprio. Gli operatori devono leggere le etichette e comprenderne il significato.

Il personale operativo non deve rimuovere i cavi di uscita RF senza controllare se è in corso un esperimento. Per accertarsi che non venga generato alcun segnale RF, digitare **stop** sulla riga di comando TopSpin oppure fare clic sull'icona **STOP** nella barra dei menu TopSpin. In caso di dubbio, spegnere il trasmettitore RF.

Scollegare il cavo di alimentazione di rete prima di aprire l'unità per evitare rischi di scosse elettriche.



## 7 Sicurezza delle sonde a bassa temperatura (Cryoprobe)

I Cryoprobe BRUKER CryoProbes™ consentono di ottenere un rapporto segnale/rumore (S/N) molto elevato in quanto riducono la temperatura operativa delle bobine NMR e del preamplificatore. Da un punto di vista spettroscopico il loro utilizzo è molto simile a quello di una tradizionale sonda a temperatura ambiente. Mentre la temperatura del campione è stabilizzata a un valore definito dall'utente corrispondente circa alla temperatura ambiente, le bobine NMR, situate ad alcuni millimetri dal campione, sono raffreddate con elio gas criogenico. Un sistema di raffreddamento automatico a ciclo chiuso controlla tutte le funzioni e garantisce un'eccellente stabilità durante gli esperimenti a breve e a lungo termine.

Un sistema Cryoprobe consiste in diverse sottounità:

- Cryoprobe,
- Cryoplatform,
- HPPR per Cryoprobe e
- Bombola di elio gas in acciaio.

Il termine *Cryoplatform* racchiude le componenti necessarie per utilizzare un Cryoprobe e comprende l'unità di raffreddamento (CryoCooling Unit), il compressore per elio, l'hardware di montaggio sul magnete e così via. È compatibile con tutti i Cryoprobe BRUKER CryoProbes e ne occorre una sola per spettrometro.

Per ulteriori informazioni sulla sicurezza del Cryoprobe, consultare il manuale utente del sistema del Cryoprobe (P/N Z31551), disponibile sul DVD BASH o presso Bruker.

Poiché il sistema del Cryoprobe è utilizzato su un sistema con magnete, si consiglia di fare riferimento anche al capitolo [Sicurezza del magnete \[ 21\]](#) del presente manuale.

### 7.1 Arresto di emergenza

L'interruttore principale di spegnimento posto sulla parte anteriore della Cryoplatform ha la funzione di ARRESTO DI EMERGENZA. Spegne i sistemi di raffreddamento criogenico, di vuoto, di compressione dell'elio gas, nonché i sensori. Tutte le valvole vengono resettate nelle posizioni predefinite. I preamplificatori interni del Cryoprobe, tuttavia, non sono influenzati da un ARRESTO DI EMERGENZA, in quanto sono controllati dall'HPPR. Se il sistema viene mantenuto SPENTO, si riscalda lentamente grazie alla conduzione termica.



NOTA. Poiché un ARRESTO DI EMERGENZA spegne anche l'elettronica di controllo, deve essere utilizzato solo come ultima soluzione.

### 7.2 Problemi di sicurezza personale

---

Tutte le persone che lavorano con o in prossimità di un sistema NMR devono essere informate sui problemi di sicurezza e sulle procedure di emergenza.

In caso di dubbio: Indossare occhiali e guanti protettivi, in particolare quando si maneggiano i campioni.

#### Sicurezza intrinseca

Un sistema NMR, compresi i relativi componenti, è progettato per la sicurezza intrinseca. Le valvole di sfiato della pressione, i sensori e la gestione degli errori di hardware e software sono stati inclusi per proteggere l'operatore, l'apparecchiatura e l'ambiente.

#### Solo personale tecnico qualificato

Solo persone con conoscenze tecniche di base di elettricità, di sistemi a gas pressurizzato e di criogeni devono operare ed eseguire interventi di manutenzione su un sistema NMR. Interfaccia utente, messaggi di sistema e manuali richiedono una buona comprensione della lingua inglese.

#### Assenza di parti interne riparabili dall'utente

All'interno di una sonda/Cryoprobe non sono presenti parti riparabili dall'utente. Non aprire questi dispositivi.

#### Campo magnetico disperso

Quando si lavora all'interno del campo magnetico disperso di 0,5 mT (5 gauss) del magnete, tutti gli strumenti e i componenti magnetici devono essere evitati o maneggiati con estrema cura.

ATTENZIONE. Depositare gli orologi meccanici e le carte con banda magnetica (ad es. carte di credito) all'esterno del raggio di 0,5 mT (5 gauss) del magnete.

#### Problemi generali di sicurezza

- I laboratori NMR non devono essere accessibili al pubblico. Accertarsi che l'accesso sia consentito unicamente alle persone autorizzate e qualificate.
- Forti campi magnetici comportano vari rischi. L'area di pericolo deve essere etichettata con la massima precisione mediante l'uso di barriere, nastri a pavimento o dispositivi di avvertenza visivi. Per informazioni specifiche sull'area di pericolo (linea di 0,5 mT/5 gauss), consultare il manuale sulla sicurezza.
- Applicare severamente il divieto di fumare durante le procedure di rabbocco.

#### 7.2.1 Primo soccorso

---

Se elio o azoto freddo entrano in contatto con gli occhi o la pelle, lavare immediatamente l'area interessata con abbondante acqua fredda o tiepida.

### 7.3 Alimentazione di elio gas pressurizzato

---

La Cryoplatform funziona con elio gas (He) pressurizzato a circa 25 bar e raffreddato a temperature criogeniche di circa 20 K. Tutte le parti pressurizzate sono conservate in resistenti involucri studiati per respingere i getti di gas o le particelle espulse in caso di rottura. Se la pelle non protetta è esposta a elio freddo, si possono verificare gravi ustioni da freddo.

**AVVERTENZA.** Spostare, collegare e aprire la bombola in acciaio contenente elio con cautela. Attenersi a tutte le precauzioni di sicurezza relative ai contenitori di gas ad alta pressione e agli oggetti magnetici.

**AVVERTENZA.** La bombola in acciaio contenente elio e il suo intero percorso di trasporto devono essere sempre all'esterno del raggio di 0,5 mT (5 gauss) del magnete.

**AVVERTENZA.** Fissare la bombola in acciaio contenente elio saldamente alla parete. Devono essere rispettate tutte le norme vigenti di sicurezza per l'installazione dei sistemi a gas pressurizzato.

Il tubo flessibile ad alta pressione che collega la bombola in acciaio contenente elio gas e l'unità di raffreddamento (CryoCooling Unit) presenta un filo di acciaio che deve essere fissato alle estremità delle unità. Se non è possibile evitare l'attraversamento dei camminamenti, il tubo flessibile dell'elio deve essere coperto o interrato. Inoltre, il tubo flessibile dell'elio deve essere fissato a una parete o al pavimento a ogni metro.

**AVVERTENZA.** Se il tubo flessibile dell'elio non è fissato, in caso di rottura, può avere un movimento incontrollato.

**AVVERTENZA.** Se dalla bombola in acciaio fuoriesce una grande quantità di elio per un breve periodo di tempo, sussiste il pericolo di soffocamento, in particolare in ambienti ristretti. Una buona ventilazione e/o un adeguato apporto di aria fresca possono risolvere questo problema.

#### Rumore di scarico della sovrappressione

La sovrappressione nel sistema è evitata mediante controllo software e valvole di sicurezza meccaniche. In una situazione di sovrappressione, le valvole di scarico si aprono con un fragoroso SCOPPIO. Il cabinet insonorizzato riduce il rumore a un livello di sicurezza; pertanto, è importante utilizzare sempre lo strumento con il cabinet chiuso.

**AVVERTENZA.** Se occorre eseguire interventi di manutenzione sull'unità di raffreddamento (CryoCooling Unit) aperta durante il normale funzionamento, indossare una protezione per le orecchie.

### 7.4 Sicurezza elettrica

---

Il grado di protezione dell'unità di raffreddamento (CryoCooling Unit) contro i pericoli elettrici è conforme alla norma IEC IP20: tutte le parti elettriche sono protette dal contatto.

**AVVERTENZA.** Tutti i connettori elettrici devono essere utilizzati così come vengono forniti da BRUKER. Non sostituirli con tipi diversi.

### 7.5 Sicurezza dell'apparecchiatura

---

ATTENZIONE.

- Non piegare il Cryoprobe.  
Non movimentare il Cryoprobe afferrandolo per la parte superiore, ma sorreggerlo sempre per il corpo.
- Non aprire il Cryoprobe.  
All'interno non vi sono parti riparabili dall'utente. Un Cryoprobe non può essere sigillato o riassembleato senza attrezzature speciali. Anche l'allentamento di alcune viti può danneggiare le impostazioni di fabbrica e rendere il Cryoprobe inutilizzabile.
- Non forzare mai la posizione dell'accoppiatore (CryoCoupler).
- Non ostruire il funzionamento delle valvole di sicurezza sulle superfici superiore e anteriore del corpo del Cryoprobe.
- Non forzare mai la posizione dell'accoppiatore (CryoCoupler).
- Non muovere un dispositivo criogenicamente freddo.
- Non tentare di riparare una perdita su un componente freddo, in quanto le O-ring, le valvole ecc. ghiacciati possono creparsi o danneggiarsi.
- Una potenza RF eccessiva può distruggere il Cryoprobe o l'HPPR. Rispettare i limiti indicati nella scheda "LIMITI - AVVERTENZE".



## 8 Sicurezza del sistema CryoProbe Prodigy

Il sistema Prodigy è un accessorio dello spettrometro NMR e consiste in una sonda CryoProbe Prodigy, una linea di trasferimento isolata sotto vuoto per l'azoto liquido, un dewar per l'azoto liquido (dewar LN2) con un adattatore permanente e un'unità Prodigy per il controllo della sonda CryoProbe Prodigy.

CryoProbe Prodigy è una sonda NMR con preamplificatori raffreddati integrati. Le bobine NMR e il crio-preamplificatore sono raffreddati mediante evaporazione dell'azoto liquido (LN2). Il vantaggio di questo metodo di raffreddamento è un'elevata efficienza di funzionamento delle bobine NMR e una notevole riduzione del rumore termico. La combinazione di questi aspetti ottimizza enormemente il rapporto segnale/rumore complessivo rispetto alle misurazioni NMR a temperatura ambiente.

LN2 è trasferito alla sonda dal dewar LN2 tramite la linea di trasferimento LN2. Il CryoProbe è un sistema aperto, il che significa che l'azoto gassoso viene scaricato nell'atmosfera tramite uno scarico sulla sonda. Per riscaldare e far evaporare le eventuali gocce di LN2 in eccesso presenti nello scarico, viene utilizzato un apposito riscaldatore. Le parti fredde all'interno della sonda sono termicamente isolate mediante un'intercapedine di vuoto, garantito da un gruppo pompa a turbo situato nell'unità Prodigy.

Per ulteriori informazioni sulla sicurezza del sistema Prodigy, consultare il manuale utente del sistema Prodigy (P/N Z31986), disponibile sul DVD BASH o presso Bruker.

Poiché il sistema CryoProbe Prodigy è utilizzato insieme a un sistema con magnete, fare riferimento anche al capitolo [Sicurezza del magnete \[▶ 21\]](#) del presente manuale.

### 8.1 Problemi di sicurezza personale

---

Tutte le persone che lavorano con o in prossimità di un sistema NMR devono essere informate sui problemi di sicurezza e sulle procedure di emergenza.

In caso di dubbio: Indossare occhiali e guanti protettivi, in particolare quando si maneggiano i campioni.

#### Sicurezza intrinseca

Un sistema NMR, compresi i relativi componenti, è progettato per la sicurezza intrinseca. Le valvole di sfiato della pressione, i sensori e la gestione degli errori di hardware e software sono stati inclusi per proteggere l'operatore, l'apparecchiatura e l'ambiente.

#### Solo personale tecnico qualificato

Solo persone con conoscenze tecniche di base di elettricità, di sistemi a gas pressurizzato e di criogeni devono operare ed eseguire interventi di manutenzione su un sistema NMR. Interfaccia utente, messaggi di sistema e manuali richiedono una buona comprensione della lingua inglese.

### Assenza di parti interne riparabili dall'utente

All'interno di una sonda/CryoProbe non sono presenti parti riparabili dall'utente. Non aprire questi dispositivi.

### Campo magnetico disperso

Quando si lavora all'interno del campo magnetico disperso di 0,5 mT (5 Gauss) del magnete, tutti gli strumenti e i componenti magnetici devono essere evitati o maneggiati con estrema cura.

ATTENZIONE. Depositare gli orologi meccanici e le carte con banda magnetica (ad es. carte di credito) all'esterno del raggio di 0,5 mT (5 Gauss) del magnete.

### Problemi generali di sicurezza

- I laboratori NMR non devono essere accessibili al pubblico. Accertarsi che l'accesso sia consentito unicamente alle persone autorizzate e qualificate.
- Forti campi magnetici comportano vari rischi. L'area di pericolo deve essere etichettata con la massima precisione mediante l'uso di barriere, nastri a pavimento o dispositivi di avvertenza visivi. Per informazioni specifiche sull'area di pericolo (linea di 0,5 mT/5 Gauss), consultare il manuale sulla sicurezza.
- Applicare severamente il divieto di fumare durante le procedure di rabbocco.

#### 8.1.1 Primo soccorso

---

Se elio o azoto freddo entrano in contatto con gli occhi o la pelle, lavare immediatamente l'area interessata con abbondante acqua fredda o tiepida.

## 9 Contatti

### Produttore:

Bruker BioSpin NMR  
Silberstreifen  
D-76287 Rheinstetten  
Germania  
Telefono: +49 721-5161-6155

<http://www.bruker.com>

WEEE DE43181702

### Hotline NMR

Contattare i nostri centri assistenza NMR.

Bruker BioSpin NMR offre hotline e centri assistenza dedicati, tramite i quali gli esperti possono rispondere rapidamente a ogni richiesta di assistenza, domanda su applicazioni e dubbi di carattere tecnico e sul software.

Selezionare il centro assistenza NMR o la hotline che si desidera contattare nell'elenco disponibile alla pagina:

<http://www.bruker.com/service/information-communication/helpdesk/magnetic-resonance.html>



# Elenco delle figure

Figura 3.1:	Spettrometro AVANCE con preamplificatore interno .....	14
Figura 3.2:	Spettrometro AVANCE con preamplificatore esterno (HPPR/2) .....	14
Figura 3.3:	Posizione dell'interruttore di arresto di emergenza sulla serie AVANCE III HD .....	15
Figura 3.4:	Lo chassis AQS/3+ .....	16
Figura 3.5:	Posizione dell'interruttore di arresto di emergenza sullo chassis BSMS/2 .....	18



# Elenco delle tabelle

Tabella 2.1: Ambiente operativo dello spettrometro .....	10
Tabella 2.2: Segnali ed etichette .....	10
Tabella 2.3: Fattori di conversione da SI a US .....	12





# Indice analitico

## A

AQS/3 .....	15
-------------	----

## C

Campo magnetico disperso .....	8
Compressore per elio .....	37
Cryoplatform .....	37
Cryoprobe .....	37
CryoProbe Prodigy .....	41

## G

Guida alla pianificazione del sito (Site Planning Guide) .....	8
--	---

## I

Impianti in metallo .....	8
---------------------------	---

## P

Pacemaker .....	8
-----------------	---

## Q

Quench del magnete .....	9
--------------------------	---

## S

Sicurezza: Chimica .....	10
Sicurezza: Criogenica .....	9
Sicurezza: Elettrica .....	9
Sicurezza: Precauzioni della zona esterna .....	9
Sistema AQS .....	15

## U

Unità di raffreddamento (CryoCooling Unit) .....	37
Unità IPSO 19 .....	15
Unità IPSO AQS .....	15
Unità Prodigy .....	41







**Bruker Corporation**

[info@bruker.com](mailto:info@bruker.com)  
[www.bruker.com](http://www.bruker.com)

Order No: H154614