

**Norme operative interne relative
al rischio associato a
*campi elettromagnetici a radiofrequenza e microonde, campi magnetici
statici, impianti a risonanza magnetica nucleare e sostanze criogene*
(D.Lgs. 626/94 e smi)**

INDICE

1. PREMESSA
 - 1.1 Generalità
 - 1.2 L'organizzazione universitaria della sicurezza
 - 1.3 Formazione ed informazione
 - 1.4 Disposizioni generali di sicurezza
 - 1.5 Normativa generale di sicurezza
 - 1.6 Riferimenti utili

2. NORME OPERATIVE PER L'IMPIEGO DI RADIOFREQUENZE E MICROONDE
 - 2.1 Generalità
 - 2.2 Rischi connessi alla presenza a all'utilizzo di RF e MO
 - 2.3 Normativa
 - 2.4 Limiti di esposizione
 - 2.4.1 Lavoratori esposti
 - 2.4.2 Popolazione
 - 2.5 Misure di prevenzione e protezione
 - 2.5.1 Schermature
 - 2.5.2 Messa a terra
 - 2.5.3 Altre avvertenze
 - 2.5.4 Dispositivi di protezione individuale
 - 2.6 Norme di sicurezza
 - 2.6.1 Norme generali
 - 2.6.2 Norme per il personale
 - 2.6.3 Norme per i visitatori
 - 2.6.4 Norme per il personale addetto alle pulizie

3. NORME OPERATIVE PER L'IMPIEGO DI CAMPI MAGNETICI STATICI
 - 3.1 Generalità
 - 3.2 Rischi connessi alla presenza e all'uso di campi magnetici statici
 - 3.3 Normativa
 - 3.4 Limiti di esposizione
 - 3.4.1 Lavoratori esposti
 - 3.4.2 Popolazione
 - 3.5 Misure di prevenzione e protezione
 - 3.5.1 Delimitazione delle zone
 - 3.5.2 Impianti e sorgenti di piccole e medie dimensioni
 - 3.6 Norme di sicurezza per gli impianti
 - 3.6.1 Norme generali
 - 3.6.2 Norme per il personale
 - 3.6.3 Norme per i visitatori
 - 3.6.4 Norme per il personale addetto alle pulizie
 - 3.6.5 Norme di intervento in caso di principio di incendio entro il locale dell'impianto
 - 3.7 Norme di sicurezza per sorgenti di piccole e medie dimensioni
 - 3.7.1 Norme generali

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PAVIA

DIVISIONE IGIENE E SICUREZZA

Corso Strada Nuova 65 - 27100 Pavia - Tel. 0382-50.4269/4270 - Fax 0382-21020 - E-mail fsanit@unipv.it

- 3.7.2 Norme per la detenzione e il trasporto
- 3.7.3 Norme per l'utilizzo

4. NORME OPERATIVE PER L'IMPIEGO DI SOSTANZE CRIOGENE

- 4.1 Generalità
- 4.2 Rischi connessi all'impiego di sostanze criogene
- 4.3 Norme di sicurezza
 - 4.3.1 Norme generali
 - 4.3.2 Norme per la detenzione e il trasporto
 - 4.3.3 Norme per il travaso

5. NORME DI SICUREZZA PER L'USO DI APPARECCHIATURA SPETTROSCOPICA A RISONANZA MAGNETICA NUCLEARE

- 5.1 Rischi associati
- 5.2 Normativa
- 5.3 Limiti di esposizione
- 5.4 Misure di prevenzione e protezione e norme di sicurezza
 - 5.4.1 Radiofrequenze
 - 5.4.2 Campi magnetici statici
 - 5.4.3 Sostanze criogene

- ALLEGATI :
- A Segnaletica specifica
 - B1 Dichiarazione di inesistenza di controindicazioni all'esposizione a campi elettromagnetici a radiofrequenze e microonde
 - B2 Dichiarazione di inesistenza di controindicazioni all'esposizione a campi magnetici statici
 - C Controlli e verifiche periodiche.

BIBLIOGRAFIA

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PAVIA

DIVISIONE IGIENE E SICUREZZA

Corso Strada Nuova 65 - 27100 Pavia - Tel. 0382-50.4269/4270 - Fax 0382-21020 - E-mail fsanit@unipv.it

PREMESSA

1.1 GENERALITA'

Le presenti norme indicano le procedure per l'individuazione e il controllo dei rischi associati all'uso di radiofrequenze, microonde, campi magnetici statici, gas criogeni ed impianti a risonanza magnetica nucleare entro i laboratori dell'Università degli Studi di Pavia; esse devono essere osservate da tutto il personale che opera presso l'Ateneo Pavese, ai sensi dell'Ordine di Servizio sulla sicurezza e salute nei luoghi di lavoro emanato con D.R. 04/FSIS del 28/06/1996.

I laboratori gestiti da Enti esterni, presso i quali opera personale universitario sulla base delle convenzioni vigenti, sono regolamentati da detti Enti (artt. 1 e 7 del D.R. 04/FSIS del 28/06/1996); il personale universitario pertanto è tenuto alla stretta osservanza di quanto disposto dal Responsabile dell'Ente stesso.

Le norme sono organizzate in capitoli completi relativi al singolo agente di rischio al fine di renderne agevole la consultazione da parte dell'operatore.

1.2 L'ORGANIZZAZIONE UNIVERSITARIA DELLA SICUREZZA

Ad integrazione del citato ordine di servizio interno sulla sicurezza e salute nei luoghi di lavoro, i soggetti coinvolti nelle attività di sicurezza sono:

- Il **Direttore della Struttura organizzativa** (di seguito denominato **Direttore**), al quale compete l'applicazione delle norme di legge e dei regolamenti e la vigilanza sulla loro applicazione all'interno della Struttura stessa. Al Direttore spetta, inoltre, di concerto con il Responsabile delle attività di didattica, di ricerca o di servizio scegliere le apparecchiature e/o i preparati pericolosi e verificare il rispetto delle misure generali di tutela previste.
- Il **Responsabile delle attività di didattica, di ricerca o di servizio** (di seguito denominato **Responsabile delle attività**), il quale deve coordinarsi con il Direttore per approvare qualsiasi variazione riguardante il personale che accede al laboratorio e le attività ivi svolte. Lo stesso, inoltre, di concerto con il Direttore, deve attivare la Divisione Igiene e Sicurezza per la valutazione dei rischi, emanare le eventuali procedure interne per l'utilizzo in sicurezza dell'apparecchiatura specifica, autorizzare l'accesso alle zone regolamentate, predisporre le misure di prevenzione e protezione, formare ed informare gli operatori e sorvegliare sul loro operato.
- Il **Lavoratore**, sia interno che esterno all'Ateneo, ivi compreso lo studente, il quale deve, per quanto di propria competenza:
 - osservare le norme operative di sicurezza, comprese quelle emanate dal Responsabile delle attività;
 - ridurre al minimo il tempo di esposizione ai campi elettromagnetici, elettrici e magnetici, compatibilmente con l'attività da svolgere;
 - mantenere, durante le operazioni, la massima distanza ragionevolmente consentita dal generatore del campo quando esso è attivo;
 - non alterare in alcun modo le condizioni di lavoro e/o la disposizione degli apparecchi senza l'autorizzazione del Responsabile delle attività, in particolare non iniziare nuove attività senza il suo preventivo consenso;
 - utilizzare in modo corretto e con cura, i dispositivi di protezione individuale e quelli di sicurezza presenti nel laboratorio;
 - segnalare immediatamente al Responsabile delle attività qualsiasi malfunzionamento dell'apparecchiatura e/o dei dispositivi di sicurezza, nonché altre condizioni di eventuale pericolo;
 - mantenere sempre efficienti e non rimuovere o inattivare i presidi di protezione, di sicurezza e di emergenza;
 - sottoporsi alle visite mediche eventualmente previste dal protocollo sanitario.

- La **Divisione Igiene e Sicurezza**, la quale, attivata dal Direttore e/o dal Responsabile delle attività, ottempera in particolare ai compiti di:
 - valutazione dei rischi e individuazione delle misure per la sicurezza e la salubrità degli ambienti di lavoro, nel rispetto della normativa vigente;
 - indicazione delle misure preventive e protettive da predisporre per garantire il mantenimento delle condizioni di sicurezza ottimali nel tempo;
 - elaborazione di procedure di sicurezza generali per le varie categorie di rischio.

1.3 FORMAZIONE ED INFORMAZIONE

Il Responsabile delle attività, nell'ambito delle proprie attribuzioni, provvede direttamente, o avvalendosi di un qualificato collaboratore, alla formazione e informazione di tutti i soggetti esposti sui rischi e sulle misure di prevenzione e protezione che devono essere adottate. E' tenuto inoltre ad informare tutti i collaboratori, gli ospiti e il personale afferente a Ditte esterne, sui rischi specifici connessi alle attività svolte e sulle corrette misure di prevenzione e protezione, sorvegliandone e verificandone l'operato, con particolare attenzione nei confronti degli studenti e dei soggetti ad essi equiparati.

La formazione ed informazione degli operatori in relazione al rischio da radiofrequenze, microonde, campi magnetici statici e all'impiego di gas criogeni e/o impianti di risonanza magnetica nucleare deve prevedere adeguate istruzioni in merito a:

- rischi specifici e rischi collaterali
- aree regolamentate e limiti di esposizione
- familiarizzazione con le procedure di funzionamento del sistema ovvero dell'apparecchiatura fonte di rischio
- misure di prevenzione e protezione generali e specifiche
- utilizzo appropriato delle procedure di controllo del pericolo e delle verifiche periodiche
- utilizzo dei dispositivi di protezione individuale ed ambientale
- procedure di intervento in caso di emergenza
- effetti sanitari associati all'esposizione agli agenti di rischio
- eventuale sorveglianza sanitaria.

1.4 DISPOSIZIONI GENERALI DI SICUREZZA

1. Le presenti disposizioni integrano quelle contenute nell'Ordine di Servizio sulla sicurezza e salute nei luoghi di lavoro presso emanato con D.R. 04/FSIS del 28/06/1996.
2. Le presenti norme di sicurezza devono essere portate a conoscenza, nelle parti di interesse, di tutte le categorie di persone autorizzate ad accedere al laboratorio ove è presente il rischio di radiofrequenze, microonde, campi magnetici statici, ovvero dove vengono impiegati gas criogeni e/o impianti di risonanza magnetica nucleare.
3. Il Responsabile delle attività, di concerto con il Direttore, può emanare ulteriori norme di sicurezza, previa consultazione del Responsabile della Divisione Igiene e Sicurezza, in relazione a specifiche situazioni di rischio; può inoltre sospendere le attività di didattica, di ricerca o di servizio qualora la situazione di rischio si rivelasse grave ed immediata.
4. Il Direttore o il Responsabile delle attività, prima di installare nuove apparecchiature, ovvero di dare avvio a nuove attività che comportino modifiche delle condizioni di sicurezza, deve richiedere alla Divisione Igiene e Sicurezza la valutazione preventiva del rischio.
5. Nella realizzazione dei prototipi è necessario predisporre misure che garantiscano la corretta protezione del personale, mediante valutazione in sede di progettazione dei rischi connessi con la realizzazione del

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PAVIA

DIVISIONE IGIENE E SICUREZZA

Corso Strada Nuova 65 - 27100 Pavia - Tel. 0382-50.4269/4270 - Fax 0382-21020 - E-mail fsanit@unipv.it

progetto e con l'adozione di eventuali specifiche precauzioni, sulla base delle conoscenze disponibili.

6. L'eventuale Ditta esterna, ovvero lavoratore autonomo impiegato presso la Struttura, deve coordinarsi con il Direttore e/o il Responsabile delle attività per l'attuazione delle misure di prevenzione e protezione nei riguardi del proprio personale secondo i criteri previsti nelle Norme di coordinamento delle attività di sicurezza negli appalti, contratti d'opera, forniture e servizi emanate dall'Università degli Studi di Pavia.
7. In presenza di rischi specifici, oltre alle presenti disposizioni generali di sicurezza, è necessario osservare i regolamenti di sicurezza interni all'Ateneo. In particolare:
 - in caso di detenzione e manipolazione di sostanze chimiche osservare "Norme di comportamento nei laboratori chimici e biologici" (Rett. n. 7018 del 03/02/97)
 - in caso di detenzione ed uso di gas compressi osservare "Corretto utilizzo di bombole e gas compressi" (Rett. n. 7018 del 03/02/97)
 - in caso di impiego di materiale radioattivo osservare "Norme operative interne di radioprotezione" (D.R. 02/DSIS/97 del 08/07/97)
 - in caso di utilizzo di dispositivi laser osservare "Norme operative sulla sicurezza laser" (D.R. n. 07/FSIS del 21/08/96)
 - in caso di utilizzo di videotermini osservare "Linee guida per il corretto utilizzo dei videotermini" (Rett. n. 12726 del 31/05/95)
 - in caso di produzione di rifiuti osservare "Norme pratiche per la manipolazione dei rifiuti prodotti in Università" (Rett. n. 2203 del 27/11/96) e il "Regolamento interno dell'Ateneo pavese per la produzione, lo stoccaggio e lo smaltimento dei rifiuti speciali, tossici e nocivi" (D.R. n.04/FSIS del 14/07/1995).
8. In caso di incendio seguire le procedure previste nel Piano di emergenza e di evacuazione.
9. In caso di infortunio e/o malore seguire le procedure del Piano di pronto soccorso.
10. In laboratorio è vietato fumare, consumare cibi e bevande, truccarsi.

1.5 NORMATIVA GENERALE DI SICUREZZA

I principali riferimenti normativi in ambito di sicurezza ed igiene del lavoro sono i seguenti:

D.P.R. 547/55	"Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro"
D.P.R. 302/56	"Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro integrative di quelle generali emanate con D.P.R. 547/55"
D.P.R. 303/56	"Norme generali per l'igiene del lavoro"
D.M. 28/7/58	"Presidi chirurgici e farmaceutici aziendali"
L. 186/68	"Disposizioni concernenti la produzione dei materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici"
L. 46/90	"Norme per la sicurezza degli impianti"
D.P.R. 447/91	"Regolamento di attuazione della Legge n.46/90"
D.Lgs 626/94 modificato dal D.Lgs 242/96	"Attuazione delle direttive 89/391/CEE, 89/655/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 90/270/CEE, 90/394/CEE, 90/679/CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro"

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PAVIA

DIVISIONE IGIENE E SICUREZZA

Corso Strada Nuova 65 - 27100 Pavia - Tel. 0382-50.4269/4270 - Fax 0382-21020 - E-mail fsanit@unipv.it

1.6 RIFERIMENTI UTILI

Di seguito vengono elencati i riferimenti utili, ai fini della sicurezza, definiti per l'Ateneo pavese (eventuali modifiche sono aggiornate sul sito Internet <http://www.unipv.it/safety>):

Divisione Igiene e Sicurezza	tel. 50.4269/4270
Divisione Edilizia	tel. 50.4900/4912/4913
Responsabile Servizio Prevenzione e Protezione Dr. Elio Giroletti	(vd. Divisione Igiene e Sicurezza)

Medico Competente (Serv. Prevenzione e controllo medico – Fondazione S.Maugeri) tel. 592.241/290
Prof. Giorgio Pollini; Dott. Adriana Corrente; Dott. Michele Isaias; Dott. Elio Valoti

I numeri di pronto intervento civili e di reperibilità dell'Università sono:

Vigili del fuoco	tel. 115
Soccorso pubblico di emergenza	tel. 113
Emergenza sanitaria	tel. 118
Carabinieri pronto Intervento	tel. 112
Divisione Edilizia	tel. 0338/8642508
Divisione Igiene e Sicurezza	tel. 0347/4206592

Si raccomanda comunque di far sempre riferimento al Direttore ovvero al Responsabile delle attività .

2. NORME OPERATIVE PER L'IMPIEGO DI RADIOFREQUENZE E MICROONDE

2.1 GENERALITÀ

Le Radiofrequenze ($100 \text{ kHz} \leq \nu \leq 300 \text{ MHz}$) e le Microonde ($300 \text{ MHz} < \nu \leq 300 \text{ GHz}$), di seguito denominate rispettivamente RF e MO, sono radiazioni non ionizzanti e trasportano energia sotto forma di campo elettromagnetico; l'energia viene in parte assorbita e in parte riflessa dagli oggetti che l'onda incontra sul suo percorso. L'assorbimento avviene con modalità ed in misura diversa a seconda delle caratteristiche dell'oggetto. L'energia assorbita dai tessuti biologici può produrre, superati taluni livelli di esposizione, effetti a breve termine (variabili con la frequenza) di natura termica, ossia il riscaldamento associato all'innalzamento della temperatura dei tessuti a seguito della rapida agitazione molecolare, e non termica che comprendono la stimolazione di cellule dei tessuti nervosi e muscolari eccitabili elettricamente. I campi elettromagnetici possono interagire anche indirettamente quando una persona tocca un oggetto conduttore immerso in un campo. Se il campo è sufficientemente intenso la persona può subire una elettrocuzione. Sono infine ipotizzabili possibili interferenze del campo elettromagnetico con eventuali dispositivi elettromedicali impiantati (es. pacemaker, defibrillatori, ecc..).

2.2 RISCHI CONNESSI ALLA PRESENZA E ALL'UTILIZZO DI RF E MO

I principali rischi connessi alla presenza di sorgenti di RF e MO sono:

- esposizione a campi elettromagnetici
- contatto con oggetti metallici non posti a terra che si siano accidentalmente caricati.

Eventuali rischi collaterali associati a particolari tipi di impiego delle attrezzature che emettono RF e MO sono:

- esposizione a fumi e vapori connessi all'utilizzo di sostanze chimiche
- rischio elettrico associato al collegamento in rete e alla presenza di parti in tensione
- esposizione a rumore
- esposizione ad altri agenti fisici, chimici o biologici in relazione al tipo di attività svolta.

2.3 NORMATIVA

La legislazione italiana non contiene attualmente norme specifiche attinenti alla sicurezza nell'impiego di RF e MO in ambiente di lavoro, mentre è stata approvata dalla Conferenza Stato-Regioni in data 07/05/98 (attualmente in corso di regolarizzazione e pubblicazione) una proposta di norma relativa ai limiti di esposizione per la popolazione ai campi elettromagnetici connessi al funzionamento di sistemi fissi operanti nell'intervallo di frequenza compresa tra 100 kHz e 300 GHz, pertanto i riferimenti normativi utili, oltre a quelli generali riportati nel § 1.5, in ambito protezionistico sono i seguenti:

Norma CEI ENV 50166-2 (1995)	“Esposizione umana ai campi elettromagnetici alta frequenza (10 kHz-300 GHz)”
IRPA/ICNIRP 1988	“Guidelines on limits of exposure to Radiofrequency Electromagnetic Fields in the Frequency Range from 100 kHz to 300 GHz”, Health Physics 54, 1988
Rapporto ISTISAN 89/29	“Linee guida e limiti di esposizione a campi elettromagnetici a radiofrequenza raccomandati dall'IRPA nell'intervallo di frequenza da 100 kHz a 300 GHz”
ACGIH 1995 – 1996	“Valori limite di soglia per le sostanze chimiche ed agenti fisici”

Proposta di norma italiana (1998) –in corso di regolarizzazione e pubblicazione “Limiti di esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici connessi al funzionamento e all’esercizio delle sorgenti fisse operanti nell’intervallo di frequenza tra 100 kHz e 300 GHz”.

2.4 LIMITI DI ESPOSIZIONE

La protezione all’esposizione a radiazioni non ionizzanti si articola secondo una struttura a due livelli, nella quale per la popolazione vengono generalmente fissati limiti inferiori rispetto a quelli per i lavoratori. Per la popolazione, infatti, si deve tenere conto di tutte le attività possibili, le età e le condizioni di salute. Inoltre queste persone possono non essere consapevoli di alcuni degli effetti dell’esposizione ai campi elettromagnetici, mentre i lavoratori possono essere seguiti in modo particolare, addestrati ed informati.

Nelle presenti norme si fa riferimento ai limiti di esposizione per i lavoratori fissati dalla Norma CEI-ENV 50166-2 e ai limiti di esposizione per la popolazione previsti dalla proposta di norma italiana (attualmente in corso di regolarizzazione e pubblicazione), che sono espressi in:

- a) densità di potenza media [W/m²]
- b) valore efficace del campo elettrico [V/m]
- c) valore efficace del campo magnetico [A/m]
- d) rateo assorbimento specifico (SAR) [W/kg].

I valori di campo efficace sono mediati su un qualsiasi intervallo della durata di 6 minuti.

2.4.1 Lavoratori esposti

Tab.1 Limiti del rateo di assorbimento specifico (SAR) e dell’assorbimento specifico (SA) per esposizione continua [Norma CEI ENV 50166-2]

Grandezza	Limite
SAR mediato su ogni intervallo di tempo di 6 min e su tutto il corpo	0,4 W/kg
SAR mediato su ogni intervallo di tempo di 6 min e su ogni 10 g di tessuto esclusi mani, polsi, piedi, caviglie	10 W/kg
SAR mediato su ogni intervallo di tempo di 6 min e su ogni 10 g di tessuto di mani, polsi, piedi, caviglie	20 W/kg
SA massimo mediato su ogni 10 g di tessuto	10 mJ/kg (*)
(*) per impulsi di durata < 30 μs e v>300 MHz	

Tab. 2 Livelli di riferimento delle intensità dei campi elettrico e magnetico e della densità di potenza per esposizione continua [Norma CEI ENV 50166-2]

Frequenza (ν) [MHz]	Valore efficace del campo elettrico [V/m]	Valore efficace del campo magnetico [A/m]	Densità di potenza media [W/m ²]
0,01 – 0,038	1000	42	---
0,038 – 0,61	1000	1,6/ν	---
0,61 – 10	614/ν	1,6/ν	---
10 – 400	61,4	0,16	10
400 – 2000	3,07 · ν ^{0,5}	8,14 · 10 ⁻³ · ν ^{0,5}	ν/40
2000 – 150000	137	0,364	50
150000 – 300000	0,354 · ν ^{0,5}	9,4 · 10 ⁻⁴ · ν ^{0,5}	3,334 · 10 ⁻⁴ · ν

Tab. 3 Livelli di riferimento dei valori di picco dei campi elettrico e magnetico e della densità di potenza nel caso di esposizione a radiazione pulsata [Norma CEI ENV 50166-2]

Frequenza (v) [MHz]	Valore di picco massimo del campo elettrico [V/m]	Valore di picco massimo del campo magnetico [A/m]	Valore di picco della densità di potenza [W/m ²]
0,01 – 0,23	4760	200	---
0,23 – 3,73	4760	46/v	---
3,73 – 10	17750/v	46/v	---
10 – 400	1775	4,6	8160
400 – 2000	$88,8 \cdot v^{0,5}$	$0,23 \cdot v^{0,5}$	$20,4 \cdot v$
2000 – 150000	3970	10,3	40890
150000 – 300000	$10,3 \cdot v^{0,5}$	$2,66 \cdot 10^{-2} \cdot v^{0,5}$	$0,274 \cdot v$

2.4.2 Popolazione

Tab. 4 Livelli massimi delle intensità dei campi elettrico e magnetico e della densità di potenza [Proposta di norma italiana]

Frequenza (v) [MHz]	Valore efficace del campo elettrico [V/m]	Valore efficace del campo magnetico [A/m]	Densità di potenza media [W/m ²]
0,1 – 3	60	0,2	---
3 – 3000	20	0,05	1
3000 – 300000	40	0,1	4

Tab. 5 Livelli massimi delle intensità dei campi elettrico e magnetico e della densità di potenza per esposizione continua in corrispondenza di edifici adibiti a permanenze non inferiori a 4 ore [Proposta di norma italiana]

Frequenza (v) [MHz]	Valore efficace del campo elettrico [V/m]	Valore efficace del campo magnetico [A/m]	Densità di potenza media [W/m ²]
0,1 – 3	6	0,016	---
3 – 300000	6	0,016	0,10

2.5 MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE

I mezzi per ridurre l'intensità del campo variano in funzione della banda di frequenza, delle caratteristiche dell'apparecchiatura e della modalità di utilizzo.

I livelli di intensità di campo nelle zone di stazionamento degli operatori, dipendono da:

- potenza del generatore
- caratteristiche degli elettrodi
- grado di schermatura (completa o parziale)
- distanza dalla sorgente emittente in funzione della frequenza.

Il livello di rischio connesso all'esposizione dipende da:

- tecnologia impiegata
- modalità di lavoro
- durata di utilizzo giornaliero.

La riduzione del rischio è possibile mediante:

- attenuazione dell'intensità dei campi
- riduzione dei tempi di esposizione nel rispetto dei limiti di picco
- aumento della distanza delle postazioni di lavoro dalla sorgente emittente in funzione della frequenza
- eliminazione di esposizioni indebite di personale non addetto all'attività specifica.

Le misure di protezione possono perciò essere attive o passive: quelle attive agiscono direttamente sul campo elettromagnetico in modo da ridurlo entro i limiti di sicurezza, quelle passive riguardano il comportamento dell'operatore. La protezione attiva si attua mediante l'introduzione di schermature (della sorgente e/o dell'area operativa) e l'utilizzo di dispositivi di protezione individuale (ad es. tessuto riflettente le MO), quella passiva limitando l'accesso alle zone interessate da campi intensi, riducendo il tempo di esposizione e allontanando le postazioni di lavoro e i comandi dell'apparecchio dalle zone di campo più intenso.

2.5.1 Schermature

La schermatura delle sorgenti può essere realizzata schermando il circuito oscillatore, la regione che comprende l'area o il materiale da trattare, ovvero completamente l'apparecchiatura.

Solitamente tutti i circuiti elettronici (oscillatore, rettificatore, amplificatore RF, ecc.) sono contenuti nell'apposito *chassis* metallico che, se opportunamente realizzato, rende inutili eventuali altre schermature.

In caso contrario è necessario realizzare schermature ad hoc costituite da lastre o reti metalliche.

Inoltre devono essere adeguatamente schermati gli elettrodi (circuiti operativi che irradiano l'area o il materiale da trattare) e la linea RF tra generatore e applicatori. Si raccomanda di evitare soluzioni di continuità nelle superfici schermanti e si consiglia di adottare un buon collegamento di terra con l'interposizione tra apparato e pavimento di un sottile foglio metallico collegato alle varie parti della sorgente e della schermatura mediante nastro di rame.

I cavi di alimentazione e di controllo che attraversano la schermatura, così pure i tubi per l'aria compressa, le leve di comando, i pulsanti, interrompono la continuità della stessa attenuandone l'efficacia. Si consiglia di usare materiale isolante nella zona di attraversamento della schermatura. Per le condutture necessarie al funzionamento della macchina si possono adottare aperture a guida d'onda.

2.5.2 Messa a terra

Oltre al regolare impianto di messa a terra occorre realizzare un circuito per la messa a terra delle RF-MO mediante dispersori posti a ridosso dell'apparato e collegati con un conduttore a nastro allo *chassis* e al suddetto foglio metallico.

2.5.3 Altre avvertenze

E' opportuno eliminare dall'ambiente di lavoro inutili masse metalliche e non per evitare perturbazioni e riflessioni dei campi.

Sulla linea di alimentazione elettrica degli apparati ad alta frequenza si consiglia l'inserimento di idonei filtri per RF-MO.

I gas e i vapori che eventualmente si sviluppessero durante il processo dovranno essere asportati mediante impianto di aspirazione localizzata.

2.5.4 Dispositivi di protezione individuale

La miglior garanzia di sicurezza in presenza di campi elettromagnetici consiste nel mantenere la massima distanza possibile tra operatore e sorgente irradiante.

I dispositivi di protezione individuale da impiegare nel caso vi sia la necessità di operare in prossimità degli elettrodi o di altre parti in tensione sono guanti isolanti e termici onde evitare scosse e bruciate, o abiti in tessuto riflettente le MO qualora l'operatore dovesse introdursi in una zona pericolosa.

2.6 NORME DI SICUREZZA

Al fine di garantire la sicurezza del personale, ricercatori, studenti e operatori, compresi quelli afferenti a Strutture e a Ditte esterne, nella situazione specifica di rischio ad esposizione professionale a RF e/o MO, oltre a quanto indicato nei §§ 1.2 e 1.3 e alle norme del § 1.4, devono essere rispettate e fatte rispettare le norme di seguito elencate.

2.6.1 *Norme generali*

1. Sono ipotizzabili controindicazioni all'esposizione a livelli di RF e MO superiori a quelli fissati per la popolazione per i soggetti che presentano:
 - dispositivi elettrici impiantati (es. pacemaker, defibrillatori)
 - gravi alterazioni ad organi ed apparati ritenuti bersaglio delle radiazioni non ionizzanti (sistema nervoso, gonadi e organi ematopoietici)
 - gravidanza ed allattamento
 - età inferiore a 18 anni.
2. Il Responsabile delle attività deve delimitare mediante barriere fisse o mobili tutte le aree in cui i livelli di campo elettromagnetico superano i limiti di esposizione fissati per la popolazione (cfr. § 2.4.2). Agli ingressi di dette aree deve essere segnalato, oltre alla presenza del rischio specifico, il divieto di accesso per i portatori di pacemaker, nonché per le altre categorie di persone per cui esista controindicazione all'esposizione a campi elettromagnetici, mediante idonea cartellonistica (All. A).
3. L'ingresso di persone nelle zone in cui i livelli di campo elettromagnetico superano i limiti di esposizione fissati per la popolazione (cfr. § 2.4.2) deve essere regolamentato dal Responsabile delle attività al fine di impedire l'accesso a persone per cui esistano controindicazioni all'esposizione a campi elettromagnetici ad alta frequenza.
4. Disattivare il generatore del campo quando l'apparecchiatura non è in uso.
5. Il Responsabile delle attività deve effettuare eventualmente mediante ditte esterne specializzate, controlli periodici di funzionalità dei dispositivi di sicurezza presenti (pulsanti di sicurezza, interblocchi, impianto di messa a terra, sistema antincendio, ecc.). Deve inoltre accertarsi che siano effettuate periodicamente le verifiche e gli interventi di manutenzione come indicato nel manuale d'uso dell'apparecchiatura e mantenerne un registro aggiornato.
6. Il Responsabile delle attività può emanare ulteriori procedure specifiche per l'utilizzo in sicurezza dell'impianto.

2.6.2 *Norme per il personale*

1. Le zone limitate, ossia le zone interessate da livelli di campo elettromagnetico superiori ai limiti fissati per la popolazione (cfr. § 2.4.2) sono interdette al personale non autorizzato. Non possono, per nessun motivo, essere ammessi in tali aree, quando i campi sono attivi, soggetti per cui esistono controindicazioni all'esposizione a campi elettromagnetici ad alta frequenza (cfr. § 2.6.1 punto 1.).
2. Il Responsabile delle attività deve accertare che il personale non sia soggetto a controindicazioni all'esposizione a campi elettromagnetici ad alta frequenza (eventualmente attraverso una dichiarazione rilasciata dall'operatore, previa corretta informazione – cfr. All. B1).
3. Il personale autorizzato deve essere edotto dal Responsabile delle attività riguardo i rischi, le misure di prevenzione e protezione, le norme di sicurezza e i dispositivi di protezione individuale.
4. Il personale autorizzato è tenuto a comunicare tempestivamente al Responsabile delle attività ogni

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PAVIA

DIVISIONE IGIENE E SICUREZZA

Corso Strada Nuova 65 - 27100 Pavia - Tel. 0382-50.4269/4270 - Fax 0382-21020 - E-mail fsanit@unipv.it

variazione nelle proprie condizioni fisiche che comporti una condizione di controindicazione all'esposizione a campi elettromagnetici.

5. Il Responsabile delle attività deve verificare il rispetto dei limiti di esposizione riportati nei §§ 2.4.1 e 2.4.2 e predisporre tutte le misure di sicurezza e precauzioni del caso.
6. Tutto il personale autorizzato ad operare nelle aree in cui i livelli di campo elettromagnetico superano i limiti di esposizione fissati per la popolazione (cfr. § 2.4.2) deve svolgere in dette aree solo le operazioni strettamente necessarie all'attività in corso, evitando esposizioni a campi elettromagnetici intensi non giustificate.
7. Nell'utilizzo dell'apparecchiatura i lavoratori devono osservare oltre alle presenti norme, le norme di sicurezza indicate dal costruttore e le eventuali procedure di sicurezza emanate dal Responsabile delle attività.
8. Chiunque riscontri anomalie di funzionamento dell'impianto e/o nell'utilizzo delle dotazioni che possono comportare una situazione di rischio gravosa, od accerti un pericolo imminente, deve astenersi dal proseguire l'attività in corso, adottare tutte le precauzioni del caso per contenere i pericoli ed avvertire immediatamente il Responsabile delle attività, il quale deve decidere e provvedere in merito.
9. Quando l'apparecchiatura RF o MO è attiva segnalarne (eventualmente attraverso cartellonistica) lo stato di funzionamento.
10. Non utilizzare solventi organici per pulire le apparecchiature elettriche e non mettere in funzione le stesse in presenza di sostanze infiammabili, per evitare il rischio di incendi e/o esplosioni. Tali sostanze possono, infatti, infiammarsi in presenza di scintille ed archi elettrici che si producono durante il normale funzionamento di interruttori, relè, interruttori di circuito ed altri componenti elettrici.
11. Controllare che liquidi e gas infiammabili siano mantenuti lontano dall'area interessata dall'apparecchiatura.
12. Se non esistono disposizioni particolari del Responsabile delle attività, prima di pulire le apparecchiature staccare l'alimentazione elettrica.
13. Tenere i contenitori di liquidi lontani dalle apparecchiature.

2.6.3 Norme per i visitatori

1. Le zone limitate, ossia le zone interessate da livelli di campo elettromagnetico superiori ai limiti fissati per la popolazione (cfr. § 2.4.2) sono interdette ai visitatori non autorizzati. Non possono, per nessun motivo, essere ammessi in tali aree soggetti per cui esistono controindicazioni all'esposizione a campi elettromagnetici ad alta frequenza (cfr. punto 1. del § 2.6.1).
2. Nessun visitatore può accedere alle zone limitate, se non espressamente autorizzato dal Direttore o dal Responsabile delle attività e accompagnato da personale autorizzato addetto al laboratorio. Il tempo di permanenza in dette zone deve essere stabilito dal Direttore di concerto con il Responsabile delle attività e limitato in funzione del livello di campo e dei limiti di esposizione. Nelle situazioni in cui l'apparecchiatura non è attiva, ovvero i livelli di campo elettromagnetico risultano essere contenuti entro i limiti di riferimento per la popolazione (cfr. § 2.4.2) non è necessaria alcuna limitazione del tempo di permanenza per motivi protezionistici.
3. Qualunque persona ammessa a visitare il laboratorio ove è installata l'apparecchiatura a RF o MO, prima di accedere alle zone limitate, deve essere informata dal Responsabile delle attività, o da una persona da lui incaricata, dei rischi connessi alla presenza di un campo elettromagnetico ad alta frequenza.

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PAVIA

DIVISIONE IGIENE E SICUREZZA

Corso Strada Nuova 65 - 27100 Pavia - Tel. 0382-50.4269/4270 - Fax 0382-21020 - E-mail fsanit@unipv.it

2.6.4 Norme per il personale addetto alle pulizie

1. Il personale addetto alle pulizie nelle zone limitate, ossia nelle zone interessate da livelli di campo elettromagnetico superiori ai limiti fissati per la popolazione (cfr. § 2.4.2), deve essere autorizzato dal Direttore, sentito il parere del Responsabile delle attività, previa dichiarazione rilasciata dalla Ditta di afferenza, riguardante l'assenza di controindicazioni all'esposizione a campi elettromagnetici ad alta frequenza (cfr. punto 1. § 2.6.1). Il tempo di permanenza in detta zona deve essere stabilito dal Direttore di concerto con il Responsabile delle attività e limitato in funzione del livello di campo e dei limiti di esposizione. Nelle situazioni in cui l'apparecchiatura non è in funzione quando il personale addetto alle pulizie svolge la propria mansione, ovvero non è attiva, non è necessaria alcuna autorizzazione né limitazione del tempo di permanenza.
2. Mantenere liquidi infiammabili lontano dall'area interessata dall'apparecchiatura.
3. Il personale che riscontri anomalie od accerti un pericolo imminente, deve astenersi dal proseguire l'attività in corso, adottare tutte le precauzioni del caso per contenere i pericoli e deve avvertire subito il Responsabile delle attività, ovvero il Direttore, il quale deve decidere e provvedere in merito.

3. NORME OPERATIVE PER L'IMPIEGO DI CAMPI MAGNETICI STATICI

3.1 GENERALITÀ

I campi magnetici statici possono comportare effetti biologici (interazioni elettrodinamiche con elettroliti in movimento, correnti indotte a causa del movimento dell'individuo nel campo, magnetoorientamento di molecole diamagnetiche e paramagnetiche), effetti magnetomeccanici (traslazione di materiali paramagnetici e ferromagnetici presenti nell'organismo), interferenza con dispositivi medici impiantati (ad esempio pacemaker), attrazione meccanica di oggetti ferromagnetici nelle vicinanze del magnete.

3.2 RISCHI CONNESSI ALLA PRESENZA E ALL'USO DI CAMPI MAGNETICI STATICI

I rischi principali connessi alla presenza e all'uso di sorgenti di campo magnetico statico sono:

- esposizione a livelli di campo che possono essere superiori, anche di parecchi ordini di grandezza, al campo magnetico terrestre
- movimento incontrollato di oggetti ferromagnetici attratti dal campo.

I rischi collaterali potenzialmente associati possono essere:

- manipolazione di gas criogeni
- esposizione a campi elettrici e/o elettromagnetici
- rischio elettrico
- movimentazione manuale dei carichi (nel caso di magneti trasportabili)
- esposizione ad altri agenti fisici, chimici o biologici in relazione al tipo di attività svolta.

3.3 NORMATIVA

In ambito nazionale non esiste una norma specifica riguardo l'esposizione a campi magnetici statici, pertanto i riferimenti normativi utili, oltre a quelli generali riportati nel § 1.5, sono:

Norma CEI ENV 50166-1	“Esposizione umana ai campi elettromagnetici bassa frequenza (0 – 10 kHz)”
IRPA/ICNIRP 1994	“Guidelines on limits of exposure to static magnetic fields” Health Physics 66/1, 1994
Rapporto ISTISAN 95/6	“Linee guida sui limiti di esposizione a campi magnetici statici raccomandati dall'ICNIRP”
D.M. 02/08/91 e successive modifiche ed integrazioni	“Autorizzazione alla installazione ed uso di apparecchiature diagnostiche a risonanza magnetica nucleare”
ACGIH 1995/96	Valori limite di soglia per le sostanze chimiche ed agenti fisici

Nelle presenti norme si assumono quali livelli di riferimento i limiti riportati dal D.M. 02/08/91 per quanto concerne i tempi massimi di esposizione degli operatori e l'inquinamento ambientale (definizione delle zone), e la Norma CEI-ENV 50166-1 per i limiti raccomandati per l'esposizione sia professionale che della popolazione (i limiti raccomandati nelle linee guida dell'IRPA/ICNIRP sono analoghi a quelli fissati dalla Norma CEI). Si è considerato il DM 02/08/91, in quanto, pur essendo rivolto all'utilizzo di apparecchiatura a risonanza magnetica nucleare in diagnostica, risulta comunque applicabile, negli aspetti comuni, ad altri ambiti di impiego dei campi magnetici statici.

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PAVIA

DIVISIONE IGIENE E SICUREZZA

Corso Strada Nuova 65 - 27100 Pavia - Tel. 0382-50.4269/4270 - Fax 0382-21020 - E-mail fsanit@unipv.it

3.4 LIMITI DI ESPOSIZIONE

Il concetto di dosimetria per quanto concerne il campo magnetico statico è di difficile definizione in quanto deve tenere conto di molteplici aspetti di differente natura, ossia:

Parametri che riguardano la sorgente del campo:

- polarizzazione
- intensità
- uniformità e isotropia
- proprietà magnetiche dei materiali circostanti.

Parametri relativi all'esposizione:

- caratteristiche del tessuto (conducibilità, anisotropia, permeabilità)
- dimensioni e geometria
- orientazione in relazione al piano di polarizzazione del campo
- tipo (corpo intero, parziale) e durata dell'esposizione.

Altri fattori:

- oggetti metallici e/o dispositivi medicali impiantati
- oggetti metallici nel campo.

Considerati tali aspetti, i criteri di protezione sono basati sull'intensità del campo e sul tempo di durata dell'esposizione. Per la popolazione sono fissati limiti inferiori rispetto a quelli per i lavoratori, in quanto si deve tenere conto di tutte le attività possibili, le età e le condizioni di salute. Inoltre queste persone possono non essere consapevoli di alcuni degli effetti dell'esposizione ai campi elettromagnetici, mentre i lavoratori possono essere seguiti in modo particolare e possono essere addestrati ed informati.

3.4.1 Lavoratori esposti

Tab.6 Limiti per la durata massima dell'esposizione a campi magnetici statici [D.M. 02/08/91]

Parte esposta	Intensità di campo	Durata massima dell'esposizione
Corpo	200 mT	1 ora/giorno
Corpo	2 T	15 min/giorno
Arti	2 T	1 ora/giorno
Arti	4 T	15 min/giorno

Tab. 7 Livelli di riferimento [CEI-ENV 50166 –1 IRPA/ICNIRP 1994]

	Limite CEI e ICNIRP
Esposizione giornaliera lavorativa	200 mT
Esposizione massima: corpo	2 T
Esposizione massima: arti superiori	5 T
	Raccomandazioni IRPA/ICNIRP: livello massimo
Portatori di pacemaker e di defibrillatori	0,5 mT
Portatori di protesi auricolari elettroniche, pompe per insulina, protesi attive a controllo elettronico e sistemi per la stimolazione muscolare	pochi mT

3.4.2 Popolazione

Tab. 8 Livelli di riferimento [CEI-ENV 50166 –1 IRPA/ICNIRP 1994]

	Limite CEI e ICNIRP
Esposizione continua corpo	40 mT
	Raccomandazioni IRPA/ICNIRP: livello massimo
Portatori di pacemaker e defibrillatori	0,5 mT
Portatori di protesi auricolari elettroniche, pompe per insulina, protesi attive a controllo elettronico e sistemi per la stimolazione muscolare	pochi mT
<i>Nota:</i> L'accesso occasionale di individui della popolazione a particolari locali in cui l'induzione magnetica superi i 40 mT può essere consentito in condizioni opportunamente controllate, purchè non vengano superati i limiti prescritti per i lavoratori	

Attenzione: persone con stimolatori cardiaci, impianti ferromagnetici e dispositivi elettromedicali impiantati potrebbero non essere protette dai limiti sopra riportati per la popolazione. La maggior parte degli stimolatori cardiaci non sono verosimilmente disturbati in campi al di sotto di 0,5 mT; pertanto i portatori di pacemaker e di defibrillatori impiantati dovrebbero evitare luoghi dove l'induzione magnetica sia superiore a 0,5 mT. Altri sistemi elettronici vitali, quali protesi auricolari elettroniche, pompe per insulina, protesi attive a controllo elettronico e sistemi per la stimolazione muscolare possono essere suscettibili a induzioni magnetiche statiche superiori a pochi mT, specialmente se la persona si muove all'interno del campo.

3.5 MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE

Per quanto concerne il rischio da esposizione a campi magnetici la miglior garanzia di sicurezza è la distanza. La permanenza nelle zone interessate da livelli di campo elevati deve pertanto essere giustificata ed ottimizzata, ossia resa tale per cui l'operatore sia esposto al livello di campo di minore intensità possibile e per il minor tempo.

3.5.1 Delimitazione delle zone

In assenza di normativa specifica, in accordo con il D.M. 2/08/91 relativo alle apparecchiature diagnostiche a risonanza magnetica, ovunque vi siano campi magnetici statici, si definiscono:

1. **Zone ad accesso controllato** le aree in cui il campo disperso di induzione magnetica è pari o superiore a 0,5 mT (5 Gauss) [$B \geq 0,5 \text{ mT}$];
2. **Zone di rispetto** le aree interessate da valori di campo disperso di induzione magnetica compresi tra 0,1 mT (1 Gauss) e 0,5 mT (5 Gauss) [$0,1 \text{ mT} \leq B < 0,5 \text{ mT}$];
3. **Zone a libero accesso** le aree interessate da valori di campo disperso di induzione magnetica inferiori a 0,1 mT (1 Gauss) [$B < 0,1 \text{ mT}$].

3.5.2 Impianti e sorgenti di piccole e medie dimensioni

Nel seguito delle presenti norme sono da intendersi:

- a) **impianti** tutti i dispositivi impiegati nella ricerca scientifica che determinano nel loro intorno aree ad accesso controllato e di rispetto dell'ordine del m² (ad esempio impianti di risonanza magnetica nucleare)
- b) **sorgenti di piccole e medie dimensioni** tutti i dispositivi sorgenti di campo magnetico statico

interessati da superfici controllate e di rispetto confinate in prossimità della sorgente stessa, ossia dell'ordine del dm^2 (ad esempio barre di magnete permanente).

Dalla categoria b) sono escluse le piccole calamite che si utilizzano ad esempio sulle lavagne, sulle bacheche e sulle ante degli armadi, in quanto non comportano esposizione significativa a campo magnetico.

3.6 NORME DI SICUREZZA PER GLI IMPIANTI

Le presenti norme si applicano agli impianti, così come definiti nel § 3.5.2, lett. a).

Al fine di garantire la sicurezza del personale, ricercatori, studenti e operatori, compresi quelli afferenti a Strutture e a Ditte esterne, nella situazione specifica di rischio ad esposizione professionale a campi magnetici statici, oltre a quanto indicato nei §§ 1.2 e 1.3 e alle norme del § 1.4, devono essere rispettate e fatte rispettare le norme di seguito elencate.

3.6.1 Norme generali

1. La zona ad accesso controllato è interdetta al personale non autorizzato. Non possono, per nessun motivo, essere ammessi in tale area:
 - soggetti portatori di pacemaker
 - soggetti portatori di protesi metalliche, di protesi dotate di circuiti elettronici, di clips metalliche, ferromagnetiche post-chirurgiche o di schegge metalliche
 - donne in stato di gravidanza
 - soggetti affetti da anemia falciforme
 - individui di età inferiore a 14 anni.
2. Qualsiasi nuova installazione deve essere preceduta da un progetto di insediamento dell'apparecchiatura. Tale progetto deve essere sottoposto alla Divisione Igiene e Sicurezza per una valutazione preventiva del rischio, in particolare esso deve contenere:
 - a) planimetrie del locale in scala 1:100 o 1:50 contenenti le isolinee di induzione magnetica fino a 0,1 mT secondo i piani trasversali passanti per l'isocentro del magnete; tra le isolinee devono essere riportate quelle da 0,5 mT e 0,1 mT necessarie per l'individuazione della zona ad accesso controllato e della zona di rispetto (cfr. § 3.5.1); nell'eventualità siano presenti nel locale due o più sorgenti di campo magnetico è necessario riportare sulle planimetrie le isolinee risultanti dalla presenza contemporanea degli impianti;
 - b) le destinazioni d'uso di tutti i locali interessati dalle isolinee corrispondenti a valori $> 0,5$ mT, sia sul piano orizzontale che verticale.
3. La Divisione Igiene e Sicurezza segnala alla stazione locale dei Vigili del Fuoco la presenza della sorgente di campo magnetico, affinché, dove necessario, siano concordate le misure di sicurezza da attuare in caso di intervento in situazioni di emergenza.
4. In fase di installazione della apparecchiatura si deve adottare il criterio di contenere la linea isomagnetica a 0,5 mT all'interno del locale. Qualora linee di campo di intensità pari o superiore a 0,5 mT dovessero inevitabilmente interessare aree esterne al locale, tali aree dovranno essere delimitate e l'accesso consentito solo al personale autorizzato. Dette aree non potranno essere adibite a locali aperti al pubblico.
5. Nella disposizione dell'impianto all'interno del locale di insediamento prestare particolare attenzione alla presenza di masse ferromagnetiche.
6. Il Responsabile delle attività deve delimitare le zone ad accesso controllato.

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PAVIA

DIVISIONE IGIENE E SICUREZZA

Corso Strada Nuova 65 - 27100 Pavia - Tel. 0382-50.4269/4270 - Fax 0382-21020 - E-mail fsanit@unipv.it

7. Gli accessi a tutte le zone in cui il campo disperso di induzione magnetica supera il valore di 0,5 mT devono essere rigorosamente controllati mediante barriere fisiche fisse, quali, per esempio, porte apribili liberamente solo dall'interno, recinzioni o altre strutture fisiche idonee ad impedire di fatto l'ingresso accidentale di persone non autorizzate.
8. Agli ingressi alle zone controllate e al locale che ospita l'apparecchiatura deve essere affissa idonea segnaletica permanente (cfr. All. A), atta ad indicare con chiarezza la presenza del campo magnetico e il divieto di accesso a portatori di pacemaker e/o defibrillatori, nonché alle categorie di persone per cui esistano controindicazioni all'esposizione a campo magnetico e per impedire l'introduzione accidentale di oggetti ferromagnetici.
9. L'ingresso di persone nella zona controllata deve essere regolamentato dal Responsabile delle attività al fine di impedire l'accesso a persone per cui esistano controindicazioni all'esposizione a campi magnetici.
10. Nella zona ad accesso controllato non possono essere allestite postazioni di studio o di lavoro, ovvero svolte attività che comportano permanenze prolungate nel tempo.
11. Ove possibile disattivare il generatore del campo quando l'impianto non è in uso.
12. Il Responsabile delle attività deve effettuare, eventualmente mediante ditte esterne specializzate, controlli periodici di funzionalità dei dispositivi di sicurezza presenti (cfr. a titolo di esempio All. C). Deve inoltre accertarsi che siano effettuate periodicamente le verifiche e gli interventi di manutenzione come indicato nel manuale d'uso dell'impianto e mantenerne un registro aggiornato.
13. Il Responsabile delle attività può emanare ulteriori procedure specifiche per l'utilizzo in sicurezza dell'impianto, indicanti la distribuzione delle linee di forza del campo magnetico.
14. Prevedere in prossimità del locale ove è ubicato l'impianto un estintore di materiale amagnetico, ovvero un estintore dotato di un tubo di lunghezza adatta a raggiungere l'impianto senza introdurre il contenitore ferromagnetico nella zona ad accesso controllato.

3.6.2 *Norme per il personale*

1. La zona ad accesso controllato è interdetta al personale non autorizzato. Non possono, per nessun motivo, essere ammessi in tale area soggetti per cui esistano le controindicazioni indicate al punto 1. del § 3.6.1.
2. Il Responsabile delle attività, deve accertare che il personale non sia soggetto a controindicazioni all'esposizione a campi magnetici statici (eventualmente attraverso una dichiarazione rilasciata dall'operatore previa corretta informazione - cfr. All. B1).
3. Il personale autorizzato deve essere edotto dal Responsabile delle attività riguardo i rischi, le misure di prevenzione e protezione, le norme di sicurezza e i dispositivi di protezione individuale.
4. Il personale autorizzato è tenuto a comunicare tempestivamente al Responsabile delle attività ogni variazione nelle proprie condizioni fisiche che comporti una condizione di controindicazione all'esposizione a campi magnetici statici.
5. Il Responsabile delle attività deve verificare il rispetto dei limiti di esposizione riportati nei §§ 3.4.1 e 3.4.2 e predisporre tutte le misure di sicurezza e precauzioni del caso.
6. Prima di oltrepassare il limite di zona ad accesso controllato devono essere depositati tutti gli oggetti metallici ed in particolare quelli ferromagnetici; devono altresì essere depositati gli orologi analogici, dischetti software, le carte di credito e le tessere magnetiche che potrebbero risultare danneggiate

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PAVIA

DIVISIONE IGIENE E SICUREZZA

Corso Strada Nuova 65 - 27100 Pavia - Tel. 0382-50.4269/4270 - Fax 0382-21020 - E-mail fsanit@unipv.it

dall'esposizione al campo magnetico. Inoltre, ove possibile, si deve essere sottoposti a controllo con metal detector.

7. Le operazioni che dovessero richiedere eccezionalmente l'uso di materiali od oggetti ferromagnetici mobili (ad esempio utensili), devono essere eseguite previa autorizzazione del Responsabile delle attività.
8. Il personale autorizzato ad accedere alla zona ad accesso controllato deve svolgere in detta zona solo le operazioni strettamente necessarie all'attività in corso, evitando esposizioni a campi magnetici intensi non giustificate. Le operazioni che richiedono tempi lunghi, quali ad esempio la preparazione dei campioni, non devono assolutamente essere svolte all'interno della zona ad accesso controllato.
9. Nell'utilizzo dell'apparecchiatura gli operatori devono osservare, oltre alle presenti norme, le norme di sicurezza indicate dal costruttore e le eventuali procedure di sicurezza emanate dal Responsabile delle attività.
10. Chiunque riscontri anomalie di funzionamento dell'impianto e/o nell'utilizzo delle dotazioni che possono comportare una situazione di rischio gravosa, od accerti un pericolo imminente, deve astenersi dal proseguire l'attività in corso ed adottare tutte le precauzioni del caso per contenere i pericoli e deve avvertire subito il Responsabile delle attività il quale deve decidere e provvedere in merito.
11. Se la tipologia dell'impianto o l'attività in corso richiedono l'utilizzo di sostanze criogene, devono essere osservate le norme riportate nel capitolo 4.
12. Non utilizzare solventi organici per pulire le apparecchiature elettriche (ad es. elettromagneti) e non mettere in funzione le stesse in presenza di sostanze infiammabili, per evitare il rischio di incendi e/o esplosioni. Tali sostanze possono, infatti, infiammarsi in presenza di scintille ed archi elettrici che si producono durante il normale funzionamento di interruttori, relè, interruttori di circuito ed altri componenti elettrici.
13. Controllare che liquidi e gas infiammabili siano mantenuti lontano dall'area interessata dall'apparecchiatura elettrica.
14. Se non esistono disposizioni particolari del Responsabile delle attività, prima di pulire le apparecchiature elettriche staccare l'alimentazione.
15. Tenere i contenitori di liquidi lontani dalle apparecchiature elettriche.

3.6.3 Norme per i visitatori

1. Non possono, per nessun motivo, essere ammessi nelle zone ad accesso controllato soggetti per cui esistano le controindicazioni indicate al punto 1. del § 3.6.1.
2. Nessun visitatore può accedere alla zona ad accesso controllato se non espressamente autorizzato dal Direttore o dal Responsabile delle attività e accompagnato dal personale addetto all'impianto e, comunque, la sua permanenza in detta zona non può superare 15 minuti al giorno. Tempi di permanenza superiori devono essere autorizzati dal Responsabile delle attività.
3. Qualunque persona ammessa a visitare l'impianto, prima di superare il limite di zona ad accesso controllato, deve essere informata dal Responsabile delle attività, o da una persona da lui incaricata, dei rischi connessi alla presenza di un campo magnetico intenso e deve depositare qualsiasi oggetto metallico o magnetico (chiavi, orologi, carte di credito ecc.), all'esterno (per esempio negli armadietti eventualmente predisposti all'ingresso dell'area). Inoltre, ove possibile, deve essere sottoposta a controllo con metal detector.

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PAVIA

DIVISIONE IGIENE E SICUREZZA

Corso Strada Nuova 65 - 27100 Pavia - Tel. 0382-50.4269/4270 - Fax 0382-21020 - E-mail fsanit@unipv.it

3.6.4 *Norme per il personale addetto alle pulizie*

1. Non possono, per nessun motivo, essere ammessi nelle zone ad accesso controllato soggetti per cui esistano le controindicazioni indicate al punto 1. del § 3.6.1.
2. Il personale addetto alle pulizie deve essere autorizzato dal Direttore, sentito il parere del Responsabile delle attività, previa dichiarazione rilasciata dalla ditta di afferenza, riguardante l'assenza di controindicazioni all'esposizione a campi magnetici. Il tempo di permanenza in detta zona non può superare i 15 minuti al giorno (tempi superiori dovranno essere stabiliti dal Direttore di concerto con il Responsabile delle attività). Nelle situazioni in cui l'apparecchiatura non è in funzione quando il personale addetto alle pulizie svolge la propria mansione, ovvero non è attiva, non è necessaria alcuna autorizzazione né limitazione del tempo di permanenza.
3. Prima di entrare nella sala, il personale addetto alle pulizie deve depositare all'esterno (per esempio negli eventuali armadietti appositamente predisposti) qualsiasi oggetto metallico o magnetico (chiavi, orologi, carte di credito ecc.). Inoltre, ove possibile, deve essere sottoposto a controllo con metal detector.
4. E' vietato introdurre nella zona ad accesso controllato secchi anche parzialmente metallici e qualsiasi attrezzo o strumento di lavoro ferromagnetico.
5. Il personale che riscontri anomalie od accerti un pericolo imminente, deve astenersi dal proseguire l'attività in corso ed adottare tutte le precauzioni del caso per contenere i pericoli e deve avvertire subito il Responsabile delle attività, ovvero il Direttore, il quale deve decidere in merito.

3.6.5 *Norme di intervento in caso di principio di incendio entro il locale dell'impianto*

1. Prima di entrare nella zona ad accesso controllato depositare qualsiasi oggetto ferromagnetico.
2. Munirsi dell'estintore (che deve essere sempre disponibile in prossimità dell'impianto se l'estintore è realizzato in materiale amagnetico, altrimenti all'esterno della zona ad accesso controllato) ed intervenire sul focolaio. E' consigliabile impiegare estintori a CO₂.
3. In caso di principio di incendio in cui non sia necessario spegnere il magnete e non si abbia a disposizione un estintore di materiale amagnetico usare gli estintori installati in prossimità dell'impianto senza superare con il recipiente metallico il limite della zona ad accesso controllato.
4. Ove possibile (ad esempio in caso di elettromagnete) prima di intervenire in vicinanza del magnete, attivare la procedura di spegnimento del dispositivo; in presenza di magnete superconduttore avviare la procedura di "quench" pilotato solo in condizioni di estrema necessità. Se è stato richiesto l'intervento dei Vigili del fuoco comunicare in questo caso l'avvenuta disattivazione del magnete (in tali condizioni non è necessario osservare particolari precauzioni nella zona ad accesso controllato).

3.7 **NORME DI SICUREZZA PER SORGENTI DI PICCOLE E MEDIE DIMENSIONI**

Le presenti norme si applicano alle sorgenti di campo magnetico statico di piccole e medie dimensioni, così come definite nel § 3.5.2, lett. b).

Si osserva che in queste situazioni il campo è generalmente confinato in prossimità della sorgente stessa, pertanto l'esposizione coinvolge generalmente gli arti superiori; il rischio aumenta se il magnete è portato vicino al tronco, in particolare per persone portatrici di pacemaker o altri dispositivi elettromedicali impiantati. Al fine di definire le zone ad accesso controllato e di rispetto (cfr. § 3.5.1) per adottare le conseguenti misure di sicurezza è sempre opportuno valutare la distribuzione delle linee di forza del campo, tenendo presente che queste possono essere notevolmente modificate dalla presenza di masse

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PAVIA

DIVISIONE IGIENE E SICUREZZA

Corso Strada Nuova 65 - 27100 Pavia - Tel. 0382-50.4269/4270 - Fax 0382-21020 - E-mail fsanit@unipv.it

ferromagnetiche (ad esempio la struttura dei tavoli di lavoro, ecc.).

Al fine di garantire la sicurezza del personale, ricercatori, studenti e operatori, compresi quelli afferenti a Strutture e a Ditte esterne, nella situazione specifica di rischio ad esposizione professionale a campi magnetici statici, oltre a quanto indicato nei §§1.2 e 1.3 e alle norme del § 1.4, devono essere rispettate e fatte rispettare le norme di seguito elencate.

3.7.1 *Norme generali*

1. Non possono essere autorizzati all'utilizzo e/o al trasporto di sorgenti magnetiche che comportano livelli di esposizione dell'operatore pari o superiori a 0,5 mT:
 - soggetti portatori di pacemaker
 - soggetti portatori di protesi metalliche, di protesi dotate di circuiti elettronici, di clips metalliche, ferromagnetiche post-chirurgiche o di schegge metalliche
 - donne in stato di gravidanza
 - soggetti affetti da anemia falciforme
 - individui di età inferiore a 14 anni
2. Il Responsabile delle attività deve accertare che il personale adibito all'utilizzo e/o al trasporto di sorgenti magnetiche non sia soggetto a controindicazioni all'esposizione a campi magnetici statici (eventualmente attraverso una dichiarazione rilasciata dall'operatore previa corretta informazione - cfr. All. B2). Il personale autorizzato deve essere edotto dal Responsabile delle attività riguardo i rischi, le misure di prevenzione e protezione e le presenti norme di sicurezza.
3. Il personale autorizzato è tenuto a comunicare tempestivamente al Responsabile delle attività ogni variazione nelle condizioni fisiche che comporti controindicazioni all'esposizione a campi magnetici statici.
4. Il Responsabile delle attività deve verificare il rispetto dei limiti di esposizione specificati nei §§ 3.4.1. e 3.4.2 e predisporre tutte le misure di sicurezza e prevenzione del caso.

3.7.2 *Norme per la detenzione e il trasporto*

1. Considerate l'intensità e la configurazione del campo, ove possibile, cortocircuitare il dispositivo quando esso non è in uso.
2. Predisporre un contenitore di materiale amagnetico in grado di racchiudere le isolinee almeno fino a 0,5 mT. E' opportuno che tale contenitore sia dotato di maniglia robusta per evitare che l'oggetto, di solito pesante, sia appoggiato al petto durante l'eventuale fase di trasporto.
3. Conservare il magnete all'interno del contenitore e prevedere che sia ubicato ad altezza opportuna, in modo da facilitarne la movimentazione.
4. Segnalare mediante idonea cartellonistica la presenza della sorgente di campo magnetico (cfr. All. A).
5. Mantenere ben visibile durante il trasporto l'etichetta che indica la presenza di campo magnetico, qualora il magnete non sia stato disattivato.
6. Accompagnare il dispositivo con la mappatura indicante la distribuzione delle linee di forza.

3.7.3 *Norme per l'utilizzo*

1. In fase di utilizzo del magnete segnalare e delimitare le zone ad accesso controllato.
2. Non introdurre oggetti ferromagnetici nella zona ad accesso controllato.

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PAVIA

DIVISIONE IGIENE E SICUREZZA

Corso Strada Nuova 65 - 27100 Pavia - Tel. 0382-50.4269/4270 - Fax 0382-21020 - E-mail fsanit@unipv.it

3. Il personale che riscontri anomalie od accerti un pericolo imminente, deve astenersi dal proseguire l'attività in corso ed adottare tutte le precauzioni del caso per contenere i pericoli e deve avvertire immediatamente il Responsabile delle attività, il quale deve decidere e provvedere in merito.

4. NORME OPERATIVE PER L'IMPIEGO DI SOSTANZE CRIOGENE

4.1 GENERALITÀ

I liquidi criogeni generalmente impiegati sono azoto, argon, elio e anidride carbonica.

I pericoli potenziali manipolando le sostanze criogene derivano dalle seguenti caratteristiche:

- sono estremamente freddi (l'elio è il più freddo)
- la bassa temperatura fa condensare e solidificare l'aria, con conseguente riduzione della quantità di ossigeno nell'ambiente ove sono stoccati o utilizzati: gli operatori esposti possono pertanto manifestare sintomi e segni clinici da ipo-anossia fino alla morte per asfissia
- piccolissime quantità di liquido vengono convertite in grandi volumi di gas (ad esempio 1 litro di azoto liquido si espande, a condizioni standard, in circa 700 litri di gas).

4.2 RISCHI CONNESSI ALL'IMPIEGO DI SOSTANZE CRIOGENE

I rischi principali sono:

- contatto di parti del corpo con la sostanza criogena
- riduzione della quantità di ossigeno nell'aria ambiente.

I rischi collaterali possono essere:

- movimentazione manuale dei carichi
- esposizione ad agenti fisici, chimici o biologici in relazione al tipo di attività svolta
- esplosione ed incendio.

4.3 NORME DI SICUREZZA

Al fine di garantire la sicurezza del personale, ricercatori, studenti e operatori, compresi quelli afferenti a Strutture esterne, nella situazione specifica di rischio nell'impiego di sostanze criogene, oltre alle norme indicate nei §§ 1.2, 1.3 e 1.4 devono essere rispettate e fatte rispettare le norme di seguito elencate.

4.3.1 Norme generali

1. Seguire le indicazioni riportate nelle schede di sicurezza della sostanza che la Ditta fornitrice deve rilasciare all'atto del primo acquisto.
2. Evitare il contatto accidentale con liquidi criogeni o gas evaporati che si trovano ancora a temperature criogene, in quanto può provocare ustioni altrettanto gravi di quelle causate da temperature elevate.
3. Stoccare ed utilizzare i liquidi criogeni in sistemi chiusi con pressione positiva per prevenire l'infiltrazione e solidificazione dell'aria o di altri gas, la cui conseguenza potrebbe essere l'ostruzione di passaggi di sfogo e valvole di sicurezza.
4. Mantenere pulite le superfici su cui l'aria si condensa, in quanto l'aria condensata è arricchita di ossigeno (l'azoto evapora prima dell'ossigeno), pertanto, soprattutto in prossimità delle valvole e degli sfiati, dove può essere presente olio o altro lubrificante, un'elevata concentrazione di ossigeno può accrescere il rischio di incendio.
5. Controllare, secondo le indicazioni della Ditta fornitrice, il corretto funzionamento delle valvole di

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PAVIA

DIVISIONE IGIENE E SICUREZZA

Corso Strada Nuova 65 - 27100 Pavia - Tel. 0382-50.4269/4270 - Fax 0382-21020 - E-mail fsanit@unipv.it

sicurezza dei contenitori di liquido criogeno, in quanto il trasferimento di una piccola quantità di calore al liquido determina l'espansione del liquido stesso.

6. Mantenere i contenitori dei criogeni in aree ben ventilate in quanto, pur non essendo sostanze tossiche, possono provocare asfissia.
7. In funzione delle dimensioni del locale e della quantità di gas criogeno conservata, può essere necessario predisporre un rilevatore del livello di ossigeno in aria, collegato ad un sistema di allarme visivo ed acustico. Tale sistema deve segnalare il livello di attenzione (ossia la concentrazione dell'ossigeno in aria raggiunge un livello pari al 19%) e di allarme (ossia la concentrazione dell'ossigeno in aria raggiunge un livello pari al 17%).

4.3.2 *Norme per la detenzione e il trasporto*

1. Il personale autorizzato al trasporto deve essere edotto dal Responsabile delle attività riguardo i rischi, le misure di prevenzione e protezione e le presenti norme.
2. Controllare che sui contenitori in pressione (es. bombole di CO₂) siano installate valvole di pressione: se sui contenitori non vi sono aperture di sfianto, la pressione interna può raggiungere livelli pericolosi. L'esplosione di un tale contenitore può causare gravi lesioni o morte.
3. Spostare i contenitori dei criogeni evitando urti e agitazione eccessiva, siano essi pieni o vuoti, in quanto potrebbero provocare un'evaporazione anormale e dar luogo ad un aumento di flusso di gas attraverso i dispositivi di sfogo.
4. I contenitori sono progettati per essere utilizzati in posizione verticale, pertanto non appoggiarli mai di fianco.
5. Effettuare il trasporto dei contenitori dei gas criogeni con appositi carrelli; per i gas in bombole apporre l'apposito cappellotto.
6. Fissare in modo sicuro ed indipendente ciascuna bombola di gas criogeno (ad esempio CO₂).
7. Non lubrificare valvole o riduttori con oli e grassi, in quanto si accentua il rischio di fuoriuscite indebite di gas dal contenitore. Inoltre la temperatura molto bassa del criogeno, sia liquido che gassoso, può provocare la condensazione dell'ossigeno presente nell'aria sulle valvole e sugli sfianti: se queste superfici sono rivestite di olio o altro lubrificante vi è potenzialmente il rischio di incendio.
8. Accertare che la ventilazione all'interno del locale dove sono stoccati i contenitori, sia pieni che vuoti, sia adeguata.

4.3.3 *Norme per il travaso*

1. Qualora le operazioni di travaso delle sostanze criogene richiedessero la permanenza nelle zone interessate da livelli di campo elettromagnetico superiori a quelli previsti per la popolazione (cfr. § 2.4.2), ovvero nella zona ad accesso controllato in caso di presenza di sorgenti di campo magnetico, dette operazioni devono essere assolutamente vietate agli operatori per cui esistono controindicazioni all'esposizione a campi magnetici statici (cfr. § 2.6.1 e § 3.6.2).
2. Le operazioni di travaso dell'azoto liquido devono essere effettuate da operatori opportunamente informati sui rischi potenziali associati alla manipolazione di gas compressi e/o criogeni e istruiti in merito alle misure di prevenzione e protezione e alle eventuali procedure interne definite ed emanate dal Responsabile delle attività.
3. L'eventuale Ditta esterna incaricata ad effettuare dette operazioni, deve dichiarare che il personale a cui

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PAVIA

DIVISIONE IGIENE E SICUREZZA

Corso Strada Nuova 65 - 27100 Pavia - Tel. 0382-50.4269/4270 - Fax 0382-21020 - E-mail fsanit@unipv.it

è stata affidata tale mansione è stato edotto dei rischi specifici ed è stato ritenuto esente da qualunque controindicazione. Tale personale è tenuto a segnalare eventuali situazioni di pericolo riscontrate e a rispettare, oltre alle norme interne di sicurezza, anche le eventuali prescrizioni formulate dalla Ditta di afferenza.

4. Prima di dare il consenso all'inizio dell'operazione di travaso e per tutta la durata dell'operazione:
 - accertarsi che il sensore di monitoraggio dell'ossigeno, ove presente, sia correttamente funzionante
 - indossare i dispositivi di protezione idonei (guanti resistenti al freddo, visiera o occhiali, grembiule, scarpe)
 - portare al massimo la portata dell'impianto di ricambio dell'aria
 - in caso di mancanza dell'impianto di aerazione è assolutamente necessario che tutte le aperture verso l'ambiente esterno (ad esempio finestre) siano aperte.
5. Durante le operazioni di travaso si deve:
 - mantenere attivo l'impianto di aerazione, ovvero mantenere spalancate tutte le aperture verso l'esterno
 - mantenere controllato il livello di ossigeno rilevato dal sensore
 - controllare la pressione sia sul contenitore che invia che su quello che riceve la sostanza criogena
 - evitare ogni contatto diretto con le sostanze criogene.
6. Nel caso di intervento del dispositivo di allarme del livello di ossigeno si deve:
 - abbandonare rapidamente il locale
 - attendere un certo periodo di tempo prima di rientrare
 - effettuare l'operazione di rientro alla presenza almeno di un altro operatore che resta all'esterno del locale e pronto ad intervenire.
7. Nel caso in cui una persona si sentisse intontita o perdesse i sensi, trasportarla immediatamente in un'area ben ventilata ed attivare le procedure di pronto soccorso. La persona che presta soccorso deve respirare profondamente prima di entrare nel locale e permanere nel locale per il minor tempo possibile.
8. Nel caso di ustione da contatto della cute con liquido criogeno o con gas evaporato che si trova ancora a temperature criogene trattare la parte di cute interessata con le stesse modalità di pronto soccorso da adottare nel caso di ustioni provocate da temperature elevate (cfr. Norme di pronto soccorso).

5. NORME DI SICUREZZA PER L'USO DI APPARECCHIATURA SPETTROSCOPICA A RISONANZA MAGNETICA NUCLEARE

5.1 RISCHI ASSOCIATI

I rischi principali connessi alla presenza e all'utilizzo di impianti a risonanza magnetica nucleare (NMR) sono:

- esposizione a campi magnetici statici
- esposizione a campi elettromagnetici a radiofrequenza
- presenza e manipolazione di sostanze criogene (impiegati ad esempio nei dispositivi di raffreddamento di magneti superconduttori)
- movimento incontrollato di oggetti ferromagnetici attratti dal campo.

I rischi collaterali potenzialmente associati sono:

- rischio elettrico
- rischio chimico connesso alla detenzione e alla manipolazione di sostanze chimiche
- esposizione ad altri agenti fisici, chimici o biologici in relazione al tipo di attività svolta.

5.2 NORMATIVA

In ambito nazionale non esiste una norma specifica riguardo l'utilizzo di impianti NMR per indagini spettroscopiche di ricerca, pertanto i riferimenti normativi utili, oltre a quelli generali riportati nel § 1.5, sono:

D.M. 02/08/91 e successive modifiche ed integrazioni	“Autorizzazione alla installazione ed uso di apparecchiature diagnostiche a risonanza magnetica nucleare”
Norma CEI ENV 50166-1	“Esposizione umana ai campi elettromagnetici bassa frequenza (0 – 10 kHz)”
Norma CEI ENV 50166-2	“Esposizione umana ai campi elettromagnetici alta frequenza (10 kHz- 300 GHz)”
Proposta di norma italiana (1998)	“Limiti di esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici connessi al funzionamento e all'esercizio delle sorgenti fisse operanti nell'intervallo di frequenza tra 100 kHz e 300 GHz”
IRPA/ICNIRP 1988	“Guidelines on limits of exposure to Radiofrequency Electromagnetic Fields in the Frequency Range from 100 kHz to 300 GHz”, Health Physics 54, 1988
Rapporto ISTISAN 89/29	“Linee guida e limiti di esposizione a campi elettromagnetici a radiofrequenza raccomandati dall'IRPA nell'intervallo di frequenza da 100 kHz a 300 GHz”
IRPA/ICNIRP 1994	“Guidelines on limits of exposure to static magnetic fields” Health Physics 66/1, 1994
Rapporto ISTISAN 95/6	“Linee guida sui limiti di esposizione a campi magnetici statici raccomandati dall'ICNIRP”
ACGIH 1995/96	Valori limite di soglia per le sostanze chimiche ed agenti fisici

5.3 LIMITI DI ESPOSIZIONE

I limiti di esposizione agli agenti fisici di rischio potenzialmente presenti nell'impiego di apparecchiatura NMR, ossia campi elettromagnetici a radiofrequenza e campi magnetici statici sono quelli definiti rispettivamente nei capitoli 2 (§ 2.4) e 3 (§ 3.4).

5.4 MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE E NORME DI SICUREZZA

5.4.1 Radiofrequenze

La frequenza di oscillazione del momento magnetico del protone è pari a 42,58 MHz per 1 T di campo magnetico statico, pertanto la frequenza impiegata negli impianti NMR (generalmente variabile tra 30 MHz e 600 MHz) dipende dal valore del campo del dispositivo.

Il campo a radiofrequenza se non opportunamente schermato può comportare inquinamento ambientale con conseguente possibile esposizione dell'operatore. Solitamente tutti i circuiti elettronici (oscillatore, rettificatore, amplificatore RF, ecc.) sono contenuti nell'apposito *chassis* metallico che, se opportunamente realizzato, rende inutili eventuali altre schermature e garantisce livelli di campo inferiori a quelli di riferimento.

Per quanto concerne i limiti di esposizione, le misure di prevenzione e protezione e le norme di sicurezza in presenza di campo elettromagnetico a radiofrequenza si rimanda al capitolo 2 (§§ 2.4, 2.5 e 2.6).

5.4.2 Campi magnetici statici

Gli impianti NMR generalmente utilizzano un magnete superconduttore che genera un campo elevato (la tecnologia attuale consente di ottenere campi magnetici intorno a 10 T). Questo tipo di installazione richiede schermature che, solitamente, sono predisposte in funzione dell'intensità del campo e dell'orientamento del magnete intorno al dispositivo dalla ditta costruttrice. Tali schermature riducono notevolmente i livelli di campo nell'ambiente immediatamente circostante, ma generalmente non contengono le linee di forza corrispondenti a 0,5 mT (ossia il limite per la definizione della zona ad accesso controllato). E' pertanto necessario individuare all'interno del locale e nei siti adiacenti l'eventuale presenza di zone ad accesso controllato e di rispetto, come definite nel § 3.5.1.

Per quanto concerne i limiti di esposizione, le misure di prevenzione e protezione e le norme di sicurezza in presenza di campo magnetico statico si rimanda al capitolo 3, in particolare nelle parti relative a grandi impianti (§§ 3.4, 3.5 e 3.6).

5.4.3 Sostanze criogene

Se il magnete che genera il campo è del tipo superconduttore, sostanze criogene sono impiegate al fine di mantenere la bassa temperatura necessaria alla superconduttività. Pertanto periodicamente è necessario introdurre gas liquefatti (solitamente elio e azoto) nell'apposito dewar intorno ai circuiti superconduttivi. Per quanto concerne le misure di prevenzione e protezione e le norme di sicurezza per la conservazione, il trasporto e la manipolazione di sostanze criogene si rimanda al capitolo 4.

All. A *Segnaletica specifica*



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PAVIA

DIVISIONE IGIENE E SICUREZZA

Corso Strada Nuova 65 - 27100 Pavia - Tel. 0382-50.4269/4270 - Fax 0382-21020 - E-mail fsanit@unipv.it

All. B1 *Dichiarazione di inesistenza di controindicazioni all'esposizione a campi elettromagnetici a radiofrequenze e microonde*

Le conoscenze attuali indicano che le situazioni sotto elencate comportano controindicazioni all'esposizione a campi elettromagnetici a radiofrequenze e microonde. L'interessato, per essere autorizzato ad accedere ai laboratori ove è presente il rischio di campi elettromagnetici ad alta frequenza per svolgere attività di didattica, di ricerca e/o di servizio, è pertanto tenuto a prenderne conoscenza, verificare e dichiarare, sotto la propria responsabilità, di non rientrare in nessuna delle situazioni controindicate, impegnandosi a comunicare tempestivamente qualsiasi variazione del proprio stato che comporti delle modifiche rispetto a quanto dichiarato.

Situazioni di controindicazione all'esposizione a campi elettromagnetici ad alta frequenza:

- portatori di dispositivi elettromedicali o sanitari impiantati: pacemaker, defibrillatori, valvole cardiache, pompe di infusione per insulina, neurostimolatori, protesi attive a controllo elettronico, sistemi per la stimolazione muscolare, protesi auricolari elettroniche, corpi intrauterini, distrattori della colonna vertebrale, derivazione spinale o ventricolare
- affezioni patologiche particolari (alterazioni al sistema nervoso, alle gonadi e al sistema ematico)
- stati fisiologici particolari (gravidenza ed allattamento)
- età inferiore a 18 anni.

Il sottoscritto
nato il a
intende frequentare il laboratorio di
pertanto, presa conoscenza dell'informativa, dichiara di non rientrare in nessuna delle situazioni controindicate all'esposizione a campi elettromagnetici ad alta frequenza e si impegna a comunicare ogni variazione in merito a quanto dichiarato.

.....,li.....

.....
(firma)

Il Responsabile delle attività dichiara di aver provveduto alla formazione ed informazione riguardo i rischi connessi allo svolgimento dell'attività, le corrette misure di prevenzione e protezione e le norme di sicurezza vigenti.

.....,li.....

.....
(firma e timbro del Responsabile delle attività)

(trattenere una copia e consegnare l'originale al Responsabile delle attività che è tenuto a conservare l'originale)

All. B2 *Dichiarazione di inesistenza di controindicazioni all'esposizione a campo magnetico statico*

Le conoscenze attuali indicano che le situazioni sotto elencate comportano controindicazioni all'esposizione a campi magnetici statici. L'interessato, per essere autorizzato ad accedere ai laboratori ove è presente il rischio di campo magnetico statico per svolgere attività di didattica, di ricerca e/o di servizio, è pertanto tenuto a prenderne conoscenza, a verificare e a dichiarare, sotto la propria responsabilità, di non rientrare in nessuna delle situazioni controindicate, impegnandosi a comunicare qualsiasi variazione del proprio stato che comporti delle modifiche rispetto a quanto dichiarato.

Situazioni di controindicazione all'esposizione a campi magnetici statici:

- portatori di dispositivi elettromedicali o sanitari impiantati: pacemaker, defibrillatori, valvole cardiache, pompe di infusione per insulina, neurostimolatori, protesi attive a controllo elettronico, sistemi per la stimolazione muscolare, protesi auricolari elettroniche, corpi intrauterini, distrattori della colonna vertebrale, derivazione spinale o ventricolare
- presenza di oggetti ferromagnetici nel corpo: protesi metalliche (ad esempio impiantate a seguito di pregresse fratture o di interventi correttivi articolari); protesi dentarie fisse o mobili; clips su aneurismi (vasi sanguigni), aorta, cervello; schegge o frammenti metallici (ad esempio presenti a seguito di incidenti stradali, di traumi da esplosioni, di incidenti di caccia, di intrusioni accidentali durante l'attività lavorativa – il rischio può essere maggiore per coloro che svolgono, o hanno svolto, attività quali saldatore, tornitore, carrozziere -)
- affezioni patologiche particolari (anemia falciforme)
- stati fisiologici particolari (gravidanza)
- età inferiore a 14 anni

Il sottoscritto
nato il a
intende frequentare il laboratorio di
pertanto, presa conoscenza dell'informativa, dichiara di non rientrare in nessuna delle situazioni controindicate all'esposizione a campi magnetici statici e si impegna a comunicare ogni variazione in merito a quanto dichiarato.

.....,li.....

.....
(firma)

Il Responsabile delle attività dichiara di aver provveduto alla formazione ed informazione riguardo i rischi connessi allo svolgimento dell'attività, le corrette misure di prevenzione e protezione e le norme di sicurezza vigenti.

.....,li.....

.....
(firma e timbro del Responsabile delle attività)

(trattenere una copia e consegnare l'originale al Responsabile delle attività che è tenuto a conservare l'originale)

All. C Controlli e verifiche periodiche

RISONANZA MAGNETICA NUCLEARE :

SCHEMA CONTROLLI PERIODICI

Laboratorio :

Responsabile :

	SI	NO	SI	NO	SI	NO
1. Controlli di funzionalità						
Sistemi di ventilazione	<input type="checkbox"/>					
Canalizzazione dei gas criogeni	<input type="checkbox"/>					
Rivelatore di ossigeno	<input type="checkbox"/>					
Sistema di aspirazione di emergenza	<input type="checkbox"/>					
Sistema di disattivazione del magnete	<input type="checkbox"/>					
Sistema di sicurezza amplificatore RF	<input type="checkbox"/>					
Rivelatore di metalli	<input type="checkbox"/>					
2. Controlli di presenza e stato	<input type="checkbox"/>					
Dispositivi di protezione individuale	<input type="checkbox"/>					
Presidio sanitario	<input type="checkbox"/>					
Estintori	<input type="checkbox"/>					
Segnaletica di sicurezza	<input type="checkbox"/>					
Cartellonistica di emergenza	<input type="checkbox"/>					
3. Controlli di accesso al sito	<input type="checkbox"/>					
4. Controlli di accesso al sito	<input type="checkbox"/>					
5. Sistema di prevenzione incendi	<input type="checkbox"/>					
Data						
Firma						

BIBLIOGRAFIA

- Andreuccetti D., Bini M., Checcucci A., Grandolfo M., Ignesti A., Millanta L., Olmi R., Rubino N. *“Protezione dai campi elettromagnetici non ionizzanti”*; Istituto di Ricerca sulle Onde Elettromagnetiche – CNR Firenze 1988
- Bassoli P., D’Amore G., Delia R., Grandolfo M., Guerra L., Morselli M., Pratesi R., Occhialini L., Serafini M., Sona A., Tomaselli A., Vecchia P., *“Radiazioni non ionizzanti”*; Pitagora Editrice Bologna 1995
- Carrescia V., *“Fondamenti di sicurezza elettrica”*; Edizioni Tine, 1997
- Casula D., Abbritti G., Berlinguer G., Castellino N., Cherchi P., Farulla A., Germanò D., Graziani G., Inserra AA., Rossi L., Salamone L., Sanna Randaccio F., Solfo L., Spinazzola A. *“Medicina del Lavoro”*; Monduzzi Editore, 1996
- CEI ENV 50166-1 *“Esposizione umana ai campi elettromagnetici bassa frequenza (0 – 10 kHz)”*; 1995
- CEI ENV 50166-2 *“Esposizione umana ai campi elettromagnetici alta frequenza (10 kHz-300 GHz)”*; 1995
- IRPA/ICNIRP (1988) *“Guidelines on limits of exposure to Radiofrequency Electromagnetic Fields in the Frequency Range from 100 kHz to 300 GHz”*; Health Physics 54/1, 1988; pp. 115-123
- IRPA/ICNIRP *“Guidelines on limits of exposure to static magnetic fields”*; Health Physics 66/1, 1994; pp. 100-106
- Istituto superiore di Sanità *“Linee guida e limiti di esposizione a campi elettromagnetici a radiofrequenza raccomandati dall’IRPA nell’intervallo di frequenza da 100 kHz a 300 GHz”*; ISTISAN 89/29; 1989
- Istituto Superiore di sanità *“Linee guida sui limiti di esposizione a campi magnetici statici raccomandati dall’ICNIRP”*, ISTISAN 95/6;1995
- NCRP *“A practical guide to the determination of human exposure to radiofrequency fields”*; Report N. 119, 1993
- Servizi Sanitari di Prevenzione della Regione Emilia Romagna *“Impieghi medici delle radiazioni non ionizzanti”*; Regione Emilia Romagna – USL n.16 – Modena, 1990
- Servizio Sicurezza e Medicina del Lavoro della Regione Emilia Romagna *“Radiazioni non ionizzanti. Rischi da radiofrequenze e microonde”*; Regione Emilia Romagna 1985
- Vecchia P. *“Rischi per la salute da esposizione a campi elettromagnetici in ambienti di lavoro”* La Medicina del Lavoro 88/6, 1997; pp 462-474
- WHO *“Environmental Health Criteria 137: Electromagnetic Fields (300 Hz to 300 GHz)”*, ISBN 92-4 157137-3, 1993
- IRPA/ICNIRP *“Review of concepts, quantities, units and terminology for non-ionizing radiation protection”* Health Physics 49/6, 1985; pp 1329-1362
- WHO *“Environmental Health Criteria 16: Radiofrequency and Microwaves”*, Geneva, ISBN 92-4 154095-8, 1981
- WHO *“Environmental Health Criteria 69: Magnetic Fields”*, Geneva, ISBN 92-4 154269-1, 1987