



REGOLAMENTO DI SICUREZZA

Sito di RISONANZA MAGNETICA

Il Medico Responsabile

Prof.Andrea Giovagnoni

L'Esperto Responsabile

Dott.ssa Stefania Maggi

INDICE

1. Aree di rischio
2. Norme generali di sicurezza
3. Norme di sicurezza per i pazienti
 - a. Norme generali sicurezza pazienti
 - b. Controindicazioni all'esame
 - c. Preparazione e esecuzione dell'esame
 - d. Posizionamento del paziente
4. Norme di sicurezza per i volontari
5. Norme di sicurezza per accompagnatori e visitatori
6. Norme di sicurezza per gli operatori
 - a. Norme generali
 - b. Norme operative
 - c. Norme di sorveglianza fisica
 - d. Norme per il personale addetto alle pulizie
 - e. Norme per il personale addetto alle manutenzioni
 - i. Personale addetto alla manutenzione RM
 - ii. Personale addetto al rabbocco dei criogeni
 - iii. Personale addetto alla manutenzione impiantistica
 - f. Valutazione del rischio
7. Norme di sicurezza in situazione di emergenza
 - a. Quench del magnete
 - b. Allarme ossigeno
 - c. Emergenza incendio
 - d. Black out elettrico
 - e. Incidenti per introduzione di oggetti ferromagnetici
 - f. Quench pilotato
 - g. Emergenze assistenziali mediche e/o anestesiolgiche



1. Aree di rischio

Il SITO RM comprende complessivamente tre installazioni RM come riportato in planimetria, separate in due sezioni e due differenti accessi controllati :

Sezione A : a cui si riferisce alla sala magnete all'apparecchiatura RM ACHIEVA 1.5 T Philips.

Sezione B : a cui si riferisce alle apparecchiature RM SIGNA HORIZON 1.0 T GE e SIGNA Cvi 1.5T GE

Le due sezioni del Sito RM comprendono i seguenti locali :

Sezione A

- **Sala magnete 3** : sala in cui è installato il Tomografo a Risonanza Magnetica ACHIEVA 1.5 T PHILIPS
- **Zona comandi sala 3:** console operatore
- **Zone emergenza** : zona riservata al paziente in casi di emergenza
- **Zone preparazione** : zona riservata al paziente per la preparazione all'esame diagnostico
- **Servizio WC** : dedicato ai pazienti e idoneo anche per paziente disabile
- **Locale tecnico**

Sezione B

- **Sala magnete 1** : sala in cui è installato il Tomografo a Risonanza Magnetica SIGNA HORIZON 1.0 T GE
- **Sala magnete 2** : sala in cui è installato il Tomografo a Risonanza Magnetica SIGNA Cvi 1.5 T GE
- **Zona comandi sala 1:** console operatore
- **n.2 Spogliatoi**
- **Locale tecnico**
- **Zona comandi sala 2:** console operatore
- **n.2 Spogliatoi**
- **Servizio WC** : dedicato ai pazienti e idoneo anche per paziente disabile
- **Locale tecnico**

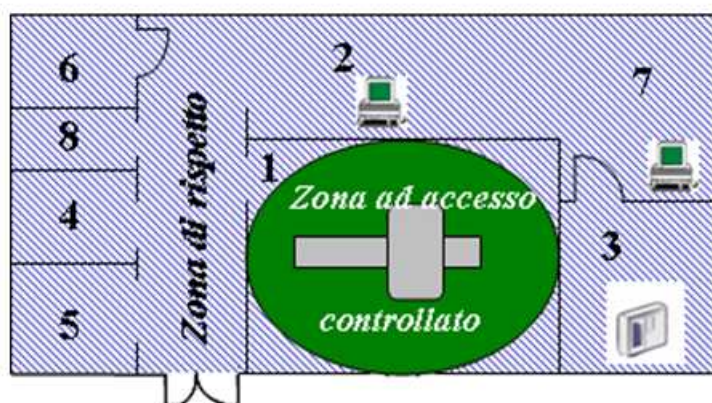
I seguenti locali di servizio si trovano all'esterno del sito e **non** rientrano nelle aree di rischio.

- **segreteria** : *segreteria generale del Dipartimento di Radiologia* per i pazienti che accedono al centro
- **sala anamnesi / accettazione** : per visita e compilazione questionario anamnestico e consenso informato dedicata ai pazienti che debbono effettuare esame RM
- **sala attesa** : dedicata ai pazienti che debbono effettuare esame RM

All'interno del Sito RM sono individuate le seguenti **aree di rischio** sulla base del campo statico di induzione magnetica presente :

- **ZONE AD ACCESSO CONTROLLATO** : la linea isomagnetica pari a **0.5 mT** che individua tale zona è confinata all'interno della **sala esame** in cui è installato il Tomografo a Risonanza Magnetica.
- **ZONE di RISPETTO** : la linea isomagnetica pari a **0.1 mT** che individua tale zona è confinata all'interno del sito RM e interessa le seguenti aree : console comando, corridoio accesso locale tecnico, locale tecnico, WCH, zona preparazione paziente.

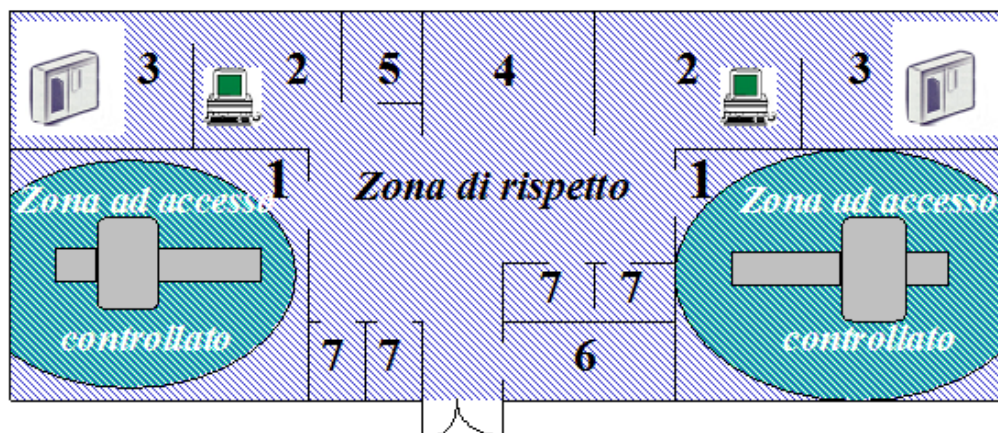
SEZIONE A – RM ACHIEVA 1.5T Philips



LEGENDA:

1. Sala magnete
2. Sala comandi
3. Locale tecnico
4. Sala preparazione
5. Sala emergenza
6. W.C.H.
7. ws elaborazione
8. Spogliatoio

SEZIONE B – RM SIGNA HORIZON 1.0 T GE – RM SIGNA Cvi 1.5T GE



LEGENDA:

1. Sala magnete
2. Sala comandi
3. Locale tecnico
4. Sala preparazione - Emergenza
5. W.C.H.
6. Sala anamnesi
7. Spogliatoio

2. Norme Generali di Sicurezza

- ◆ E' vietato l'ingresso al sito RM alle persone non autorizzate con particolare riferimento alla zona ad accesso controllato.
- ◆ Chiunque acceda per la prima volta all'interno della zona ad accesso controllato del sito RM, ad eccezione dei pazienti è tenuto a compilare il modulo "Scheda di accesso alla zona controllata del sito RM". I pazienti ed i volontari sani devono essere sottoposti ad anamnesi da parte del Medico Responsabile dell'esecuzione dell'esame, ovvero interrogati utilizzando il "questionario anamnestico" ed eventualmente facendo controfirmare il "modulo di consenso informato"
- ◆ L'ingresso alle zone ad accesso controllato è vietato ai lavoratori che non siano stati sottoposti a visita medica preventiva, o che non siano sottoposti a visita medica periodica. Per ciascun servizio afferente alla RM, l'ingresso alle zone ad accesso controllato è limitato ai lavoratori iscritti nell'elenco fornito e periodicamente aggiornato dal Responsabile del servizio afferente.
- ◆ In deroga al punto precedente, per gli operatori addetti alla manutenzione e alla pulizia dell'impianto, l'ingresso è consentito su autorizzazione dei Responsabili.
- ◆ L'ingresso alla zona ad accesso controllato è vietato ai lavoratori dichiarati non idonei alla visita medica e comunque alle donne in stato di gravidanza, ai portatori di pacemaker impianti biomedicali dotati di circuiti elettronici e protesi, clips vascolari, schegge o preparati metallici intracranici in materiale ferromagnetico .
- ◆ E' rigorosamente vietato introdurre all'interno della sala magnete oggetti ferromagnetici mobili.
- ◆ Prima di entrare nella sala magnete (o meglio nella zona di rispetto), il personale deve assicurarsi di aver depositato qualsiasi oggetto che possa interagire con il campo magnetico come: orologi, schede telefoniche, carte di credito o qualsiasi altra carta magnetica che potrebbe essere disattivata, chiavi, monete, spille, fermacapelli, fibbie o altro in materiale ferromagnetico.
- ◆ La permanenza all'interno della sala magnete deve essere ridotta al tempo minimo necessario allo svolgimento delle attività programmate.
- ◆ I lavoratori che operano presso il sito RM devono essere a conoscenza del Regolamento di Sicurezza e a) uniformarsi alle norme in esso contenute, b) fare in modo che sia rispettato da tutti coloro che accedano al sito RM a qualsiasi titolo. Il Regolamento di Sicurezza deve sempre essere mantenuto esposto presso il sito RM.
- ◆ Presso la zona comandi dell'apparecchiatura RM deve essere mantenuto esposto ad aggiornato un elenco con i recapiti del personale da contattare in situazioni di emergenza: Esperto Responsabile, Medico Responsabile dell'impianto RM, Responsabile del Servizio di Prevenzione e Protezione, Vigili del Fuoco, Pronto Soccorso, Anestesisti e Rianimatori, etc.
- ◆ Ogni eventuale anomalia di funzionamento dell'impianto RM o possibile condizione di pericolo deve essere quanto prima riferita all'Esperto Responsabile e al Medico Responsabile dell'impianto RM.
- ◆ E' vietato rimuovere ogni tipo di segnaletica presente all'entrata e all'interno dei locali del sito RM
- ◆ E' vietato premere il pulsante di emergenza di spegnimento pilotato del campo statico di induzione magnetica se non in caso di assoluta necessità.
- ◆ All'interno del sito RM e della sala magnete è assolutamente vietato fumare.

1. NORME DI SICUREZZA PER I PAZIENTI

a. Norme Generali

- ◆ Tutti gli esami RM devono essere effettuati sotto la responsabilità di un medico esperto nelle metodologie di diagnostica mediante Risonanza Magnetica.
- ◆ Le richieste di esame devono essere vagliate personalmente dal Medico Responsabile dell'esecuzione dell'esame il quale, in base alla propria esperienza clinica, alla valutazione delle condizioni del paziente ed effettiva utilità dell'esame, ha la facoltà di decidere sull'opportunità di accoglimento della richiesta e sulle modalità di esecuzione dell'esame stesso.
- ◆ Il medico del sito RM deve preventivamente considerare tutte le controindicazioni in relazione alla presenza di protesi e/o impianti metallici fissi o mobili, interni ed esterni, nonché protesi del cristallino.
- ◆ E' compito del Medico Responsabile dell'esecuzione dell'esame interrogare il paziente prima dell'analisi RM utilizzando e controfirmando l'apposito questionario anamnestico. Il paziente dovrà firmare, se del caso, il consenso informato all'esecuzione dell'indagine RM .
- ◆ Le schede devono essere conservate presso il sito RM.
- ◆ Il Medico Responsabile dell'esecuzione dell'esame, contestualmente alla compilazione del questionario anamnestico, potrà prevedere l'espletamento di un'eventuale visita medica per accertare la localizzazione di cicatrici o interventi chirurgici, nonché prevedere esami diagnostici preventivi all'indagine RM utilizzando altre dotazioni strumentali presenti nel presidio di installazione dell'impianto RM.
- ◆ All'interno del sito RM devono essere predisposte le apparecchiature e quanto necessario al primo intervento medico sul paziente in caso di emergenze mediche e/o anestesilogiche che si rendesse necessario anche per cause non strettamente correlate all'analisi RM.

b. Controindicazioni all'esame RM

E' assolutamente vietato effettuare esami RM su pazienti portatori di pace-maker o impianti biomedicali dotati di circuiti elettronici eccetto per i pace-maker RM compatibili.

- ◆ E' generalmente vietato effettuare esami RM su portatori di protesi, clips vascolari, preparati metallici intracranici e schegge in materiale ferromagnetico eccetto per quegli impianti (elettrocateri e PM) RM compatibili, fermo restando la valutazione del Medico Responsabile all'esecuzione dell'esame.
- ◆ E' sconsigliato sottoporre ad indagine RM donne nel primo trimestre di gravidanza tranne nei casi di effettiva necessità stabilita dal Medico Responsabile all'esecuzione dell'esame sulla base del rapporto rischi/beneficio.
- ◆ Protesi composte anche in parte da materiali conduttori sono suscettibili di riscaldamento durante la fase di acquisizione dati dell'esame RM, se compresi nel settore anatomico da esaminare.

- ◆ Alcuni tatuaggi con pigmenti ferromagnetici possono comportare controindicazione all'esame RM, soprattutto se molto estesi e ricchi di colore, oltre a generare artefatti nell'immagine.
- ◆ Alcuni tipi di lacche ,creme e cosmetici possono contenere particelle o pigmenti ferromagnetici in grado di modificare il campo magnetico locale e generare artefatti nell'immagine.

c. Preparazione ed esecuzione esame RM

- ◆ L'esecuzione dell'esame RM è subordinata al consenso da parte del Medico Responsabile dell'esame espresso tramite la compilazione e firma del questionario anamnestico e del consenso informato del paziente.
- ◆ Il paziente, prima di essere condotto allo spogliatoio e accedere successivamente all'interno della sala magnete, deve depositare negli appositi armadietti tutti gli oggetti metallici, ferromagnetici e di supporto magnetico in proprio possesso (telefoni cellulari, orologi, anelli, collane, orecchini, gioielli, fermagli, monete, carte di credito, tessere magnetiche, etc.)
- ◆ Il paziente deve accedere alla sala esame indossando solamente gli indumenti forniti o autorizzati dal personale di servizio e preferibilmente non deve indossare indumenti di tessuto e materiale sintetico, deve rimuovere eventuali cosmetici dal viso, piercing presenti sul corpo, apparecchi per l'udito, protesi dentarie, occhiali o lenti a contatto.
- ◆ Il personale di servizio è tenuto ad informare il paziente sulla modalità e sulla durata dell'esame RM. Il paziente deve essere informato sia sui livelli di rumorosità durante l'esame RM sia sui possibili effetti claustrofobici e deve, essere invitato ad utilizzare tappi auricolari e/o la cuffia antirumore forniti.
- ◆ Il paziente viene accompagnato dal personale di servizio all'interno della sala magnete. I pazienti non deambulanti devono essere condotti all'interno della sala magnete per mezzo dell'apposita barella/carrozzina amagnetica in dotazione al sito RM.
- ◆ Il personale di servizio presso il sito RM deve posizionare accuratamente il paziente per l'esecuzione dell'esame.
- ◆ Il paziente deve essere informato sulla possibilità e sulla modalità di comunicazione con l'esterno in caso di necessità (interfono, sistema di allarme a "pompetta",etc).
- ◆ Durante la fase di acquisizione dati dell'esame RM la porta della sala magnete deve essere mantenuta chiusa al fine di garantirne la continuità della gabbia di Faraday evitando possibili artefatti nell'immagine dovuti a fonti esterne di rumore.

d. Posizionamento del paziente

Un corretto posizionamento del paziente è essenziale per la massima sicurezza durante la fase di acquisizione dati dell'esame RM. Al momento del posizionamento del paziente il personale di servizio deve mettere in atto le seguenti raccomandazioni:

- ◆ Verificare preliminarmente l'integrità delle bovine difettose o con cavi scoperti.
- ◆ Posizionare i cavi di collegamento delle bovine in modo che non siano a diretto contatto con il paziente e verificare che gli stessi non siano avvolti tra loro.
- ◆ Durante la fase di centraggio invitare il paziente a chiudere gli occhi e non fissare il centratore laser.
- ◆ Non posizionare il paziente con braccia o gambe incrociate ed invitare il paziente a mantenere la posizione e non muoversi durante tutta la fase di acquisizione dati dell'esame RM.
- ◆ Non posizionare il paziente con le braccia a diretto contatto con l'interno del gantry dell'apparecchiatura RM, invitandolo a mantenere le braccia leggermente scostate dal corpo durante tutta la fase di acquisizione dati dell'esame RM.

- ♦ Evitare l'utilizzo di coperte e, in caso di necessita, non utilizzare coperte in materiale sintetico.
- ♦ Vigilare sull'insorgere di eventuali stati di agitazione del paziente soprattutto durante l'acquisizione di sequenze caratterizzate da elevati valori di SAR.

2. NORME DI SICUREZZA PER I VOLONTARI

Sono considerati volontari tutti i soggetti sani che si sottopongono volontariamente ad indagini RM a scopo di ricerca scientifica ed applicata. Per quanto riguarda i volontari valgono tutte le norme di sicurezza relative ai pazienti e, quindi devono:

- ◆ Essere preventivamente sottoposti ad una dettagliata visita medica al fine di escludere possibili controindicazioni all'esame RM.
- ◆ Essere pienamente informati in merito alle tecniche di indagine RM e ai possibili rischi associati all'esposizione ai campi statici di induzione magnetica, ai gradienti di campo magnetico ed ai possibili effetti provocati dalle onde elettromagnetiche a radiofrequenza.
- ◆ Essere sottoposti a indagine con compilazione del questionario anamnestico e del modulo di consenso informato e firmare il consenso all'esecuzione dell'indagine come atto volontario giustificato per scopi di ricerca.

3. NORME DI SICUREZZA PER GLI ACCOMPAGNATORI ED I VISITATORI

Per gli accompagnatori ed i visitatori sono valide tutte le norme generali di sicurezza ed inerenti alle aree di rischio. Devono, inoltre essere rispettate le seguenti indicazioni:

- ◆ E' vietato l'accesso all'interno del sito RM senza preventiva autorizzazione.
- ◆ L'autorizzazione all'accesso alla zona controllata del sito RM è subordinata alla compilazione, alla presenza di un medico del sito RM, del modulo "Scheda di accesso alla zona controllata del sito RM".
- ◆ I visitatori e gli accompagnatori possono accedere alla sala magnete solo per giustificato motivo e dopo che sia stata verificata l'assenza di controindicazioni, trattenendosi lo stretto necessario allo svolgimento dell'operazione autorizzata.
- ◆ I portatori di pace-maker, le donne in stato di gravidanza, i portatori di protesi dotate di circuiti elettronici e i portatori di clips vascolari, preparati metallici intracranici, protesi e schegge in materiale ferromagnetico non sono ammessi come accompagnatori o visitatori all'interno della zona ad accesso controllato del sito RM.
- ◆ I visitatori e gli accompagnatori autorizzati devono essere invitati dal personale di servizio a depositare negli appositi armadietti predisposti ogni oggetto ferromagnetico e di supporto magnetico in proprio possesso (telefoni cellulari, chiavi, orologi, monete, carte e tessere magnetiche, etc.)
- ◆ I visitatori e gli accompagnatori devono seguire tutte le indicazioni fornite loro dal personale di servizio, non devono essere lasciati mai soli all'interno del sito RM, devono svolgere alcuna attività sostituendosi agli operatori presenti nè intraprendere azioni di libera iniziativa.

4. NORME DI SICUREZZA PER I LAVORATORI

Gli operatori dedicati al sito RM (medici radiologi, TSRM, Esperto Responsabile per la Sicurezza, Medico Responsabile dell'impianto, infermieri) e quelli che effettuano un'attività pressochè continuativa devono essere formalizzati all'interno di un elenco di persone autorizzate all'accesso al sito (Elenco del personale Autorizzato). L'altro personale che opera saltuariamente deve essere autorizzato preventivamente ciascuno per quanto di competenza dall'Esperto Responsabile e dal medico Responsabile e debitamente informato.

a. Norme Generali

- ◆ I lavoratori possono prestare servizio presso il sito RM solo dopo l'accertamento dell'idoneità da parte del Medico Competente.
- ◆ I lavoratori idonei sono inseriti nell'elenco del personale autorizzato e devono sottoporsi alle visite ed agli esami periodici prescritti dal Medico Competente, al fine di valutare il mantenimento dell'idoneità a svolgere la propria attività presso il sito RM.
- ◆ I lavoratori devono immediatamente comunicare al Medico Responsabile dell'impianto RM e al Medico Competente ogni variazione delle proprie condizioni fisiche con particolare riferimento alle controindicazioni all'esposizione ai campi elettromagnetici riportate nel modulo "Scheda di accesso alla zona controllata del sito RM".
- ◆ Le lavoratrici devono comunicare al Medico Responsabile dell'impianto RM e al Medico Competente l'eventuale stato di gravidanza. Alle lavoratrici in stato di gravidanza è vietato operare nella zona ad accesso controllato ed è sconsigliato prestare servizio all'interno della zona di rispetto del sito RM soprattutto nei primi mesi di gravidanza.
- ◆ I portatori di pace-maker, i portatori di impianti biomedicali dotati di circuiti elettronici e i portatori di protesi ,clips vascolari, preparati metallici intracranici e schegge in materiale ferromagnetico non possono essere adibiti ad operazioni all'interno della sala magnete e della zona ad accesso controllato del sito RM.
- ◆ Il personale di servizio presso il sito RM deve avere piena conoscenza del Regolamento di Sicurezza, consegnato durante le sessioni di formazione/informazione, ed è tenuto alla stretta osservazione.
- ◆ I lavoratori devono essere informati sui rischi connessi al campo statico di induzione magnetica, ai gradienti di campo magnetico, alle onde elettromagnetiche a radiofrequenza ed all'eventuale fuoriuscita dei criogeni.

b. Norme Operative

- ◆ Tutti i lavoratori devono astenersi dal compiere, all'interno del sito RM, operazioni che non siano di propria competenza.
- ◆ E' vietato introdurre all'interno della sala magnete oggetti costituiti in parte o totalmente da elementi ferromagnetici.
- ◆ Non debbono indossare oggetti quali orologi, collane, monili, telefoni cellulari, tessere e carte magnetiche nonchè tutti gli oggetti metallici e ferromagnetici.
- ◆ La porta ad accesso controllato del sito RM deve rimanere sempre chiusa, ed essere aperta dal personale di servizio solamente per consentire l'accesso delle persone autorizzate.

- ♦ La porta del locale tecnico deve rimanere chiusa. L'accesso al locale tecnico deve essere limitato al personale di servizio e al personale tecnico che si occupa alla manutenzione dell'impianto RM. Nel locale tecnico non deve essere depositato materiale infiammabile o tale da creare ostacolo in caso di intervento di emergenza. E' opportuno custodire nel locale tecnico solo ed esclusivamente quanto di pertinenza al locale stesso ed alle attività ad esso correlate, riponendo i manuali tecnici delle apparecchiature, i registri e quanto di cartaceo di competenza delle ditte di manutenzione in un dedicato armadio tagliafuoco o fuori del locale tecnico.
- ♦ La sala magnete deve essere mantenuta in ordine per cui vanno riposte negli appositi spazi, bobine, fantocci e altro materiali, il percorso intorno all'apparecchiatura RM deve essere sempre lasciato libero ed agibile.
- ♦ I lavoratori adibiti all'attività diagnostica che prestano servizio presso il sito RM devono controllare sull'apposito display e registrare giornalmente i valori di temperatura ed umidità all'interno della sala magnete. Eventuali anomalie devono essere segnalate al Medico Responsabile dell'impianto RM e all'esperto Responsabile.
- ♦ I lavoratori adibiti all'attività diagnostica che prestano servizio presso il sito RM devono controllare sull'apposito display e registrare settimanalmente i valori della percentuale di riempimento del serbatoio dell'elio dell'apparecchiatura RM. Eventuali anomalie devono essere segnalate all'Esperto Responsabile e al Medico responsabile dell'impianto RM.
- ♦ I lavoratori adibiti all'attività diagnostica che prestano servizio presso il sito RM devono controllare giornalmente sull'apposito display i valori della concentrazione di ossigeno all'interno della sala magnete. In caso di valori significativamente inferiori a 20.9% ed assenza di segnalazioni di allarme è necessario avvertire prontamente l'Esperto Responsabile e il Medico responsabile dell'impianto RM.
- ♦ I pazienti non deambulanti possono essere trasportati all'interno della sala magnete esclusivamente per mezzo di barella/carrozzina amagnetica tutti i presidi sanitari utilizzati per l'assistenza devono essere in materiale plastico o amagnetico.
- ♦ Tutte le anomalie di funzionamento ed eventuali incidenti devono essere immediatamente riferiti all'Esperto Responsabile e al Medico Responsabile dell'impianto RM. E' opportuno, inoltre, predisporre un "registro degli incidenti" dove annotare gli eventuali eventi anomali che intervengano durante l'apparecchiatura RM.

c. Norme di sorveglianza fisica

Le seguenti norme di sorveglianza fisica hanno il fine di contenere entro i limiti di sicurezza le esposizioni dei lavoratori al campo statico di induzione magnetica, alle onde elettromagnetiche a radiofrequenza e ai gradienti di campo magnetico:

- ♦ I lavoratori devono limitare la permanenza all'interno della sala magnete al tempo minimo necessario allo svolgimento delle attività programmate.
- ♦ I lavoratori non devono permanere per più di 1 ora/giorno oltre la linea isomagnetica di 200 mT nell'area ad alto campo.
- ♦ Nel caso di lavoratori adibiti all'attività clinico-diagnostica connessa all'apparecchiatura RM, considerando pari a t_p minuti il tempo medio di permanenza di un operatore oltre la linea di 200 mT durante la fase di posizionamento paziente, il rispetto dei limiti di esposizione risulta garantito fissando pari a $60T_p$ il numero massimo di pazienti che ogni operatore può posizionare per singolo giorno.
- ♦ Durante l'esame RM la porta della sala magnete deve essere mantenuta chiusa e i lavoratori non devono permanere all'interno della sala.

d. Norme per il personale addetto alle pulizie

- ♦ Il personale addetto alle pulizie è tenuto ad eseguire, secondo le norme di sorveglianza fisica stabilite dall'Esperto Responsabile, esclusivamente le operazioni concordate e programmate con il Medico Responsabile dell'impianto RM.
- ♦ Il personale addetto alle pulizie deve essere informato in merito ai rischi da agenti fisici relativi al campo statico di induzione magnetica alle onde elettromagnetiche a radiofrequenza, ai gradienti di campo magnetico e ai criogeni.

- ◆ E' assolutamente vietato introdurre all'interno della sala magnete oggetti e attrezzi in materiale ferromagnetico. All'interno della sala magnete è consentito esclusivamente l'impiego di attrezzi e utensili assolutamente amagnetici.
- ◆ Il personale addetto alle pulizie, prima di accedere alla sala magnete, deve depositare tutti gli oggetti metallici, ferromagnetici e di supporto magnetico in proprio possesso (telefoni cellulari, orologi, monili, forcine, monete, carte e tessere magnetiche, etc.).
- ◆ Il personale addetto alle pulizie non deve assolutamente disconnettere i cavi delle apparecchiature e pulire elementi sotto tensione, nè rimuovere la segnaletica.
- ◆ Il personale addetto alle pulizie, qualora dovesse accedere all'interno del gantry del magnete per particolari operazioni di pulizia, è tenuto a contattare l'Esperto Responsabile che fornirà le indicazioni operative del caso.
- ◆ Le pulizie all'interno della sala magnete devono essere effettuate solo in concomitanza della sospensione dell'attività diagnostica.
- ◆ La permanenza all'interno della zona di accesso controllato del sito RM e della sala magnete deve essere ridotta al tempo minimo necessario.

e. Norme per il personale addetto alle manutenzioni

Il personale addetto alle manutenzioni comprende il personale addetto alla manutenzione dell'apparecchiatura RM, il personale addetto al rabbocco dei criogeni ed il personale tecnico addetto alla manutenzione generale dell'impianto RM. Che sono tenuti al rispetto delle norme generali di sicurezza e quelle dedicate ai lavoratori.

i. Personale addetto alla manutenzione dell'apparecchiatura RM

- ◆ La manutenzione ordinaria e straordinaria dell'apparecchiatura RM deve essere eseguita esclusivamente da personale tecnico e specializzato della ditta installatrice che sia stato preventivamente edotto sui rischi inerenti al campo statico di induzione magnetica, alle onde elettromagnetiche a radiofrequenza, ai gradienti di campo magnetico e ai criogeni.
- ◆ Gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria devono essere eseguiti solamente in concomitanza della sospensione dell'attività diagnostica previo accordo con il Medico Responsabile dell'impianto RM e l'Esperto Responsabile.
- ◆ Il personale addetto alla manutenzione dell'apparecchiatura RM è tenuto ad informare l'Esperto Responsabile ed il Medico Responsabile dell'impianto RM in merito alla natura e ai dettagli di ogni intervento effettuato.

ii. Personale addetto al rabbocco dei criogeni

- ◆ Il rabbocco dei criogeni può essere effettuato esclusivamente da personale tecnico specializzato che sia stato edotto sui relativi rischi nonché quelli inerenti alla presenza del campo statico di induzione magnetica, delle onde elettromagnetiche a radiofrequenza e dei gradienti di campo magnetico.
- ◆ Al personale addetto al rabbocco dei criogeni è vietato introdurre all'interno della sala magnete qualsiasi oggetto, bombola, contenitore ed attrezzo di lavoro in materiale ferromagnetico.
- ◆ Il rabbocco dei criogeni deve essere effettuato previo accordo con il Medico Responsabile dell'impianto RM e l'Esperto Responsabile che debbono essere informati degli interventi.
- ◆ Durante le procedure relative al rabbocco dei criogeni l'attività diagnostica deve essere sospesa.
- ◆ Lo spostamento del *dewar* per il rabbocco dei criogeni deve avvenire secondo il percorso stabilito dall'Esperto Responsabile.

- ♦ Durante le operazioni di rabbocco dei criogeni deve essere attivato manualmente il sistema di estrazione di emergenza. Deve essere, inoltre, assolutamente evitata qualsiasi operazione che possa comportare la formazione di scintille.

iii. **Personale addetto alla manutenzione generale**

- ♦ Norme di sicurezza per il personale degli impianti annessi al sito RM (elettrico, idrico e di condizionamento)
- ♦ Il personale deve essere edotto sui rischi inerenti al campo statico di induzione magnetica, alle onde elettromagnetiche a radiofrequenza, ai gradienti di campo magnetico e ai criogeni.
- ♦ Ogni intervento del personale tecnico addetto alla manutenzione generale dell'impianto RM deve essere effettuato in concomitanza della sospensione dell'attività diagnostica e previo accordo con l'Esperto Responsabile ed il Medico Responsabile dell'impianto RM che debbono essere informati sugli interventi e sugli esiti.
- ♦ E' vietato introdurre all'interno della sala magnete cassette porta attrezzi, bombole, saldatrici, martelli e qualsiasi oggetto o utensile di lavoro in materiale ferromagnetico.
- ♦ E' necessario prestare attenzione a non lasciare cadere piccoli oggetti di ferro quali viti, bulloni, rivetti e chiodi. Tali oggetti potrebbero essere attratti con un'accelerazione progressiva verso il magnete e arrecare eventuali danni alle strutture e alle persone presenti.
- ♦ Il personale addetto alla manutenzione generale dell'impianto RM deve permanere in prossimità dell'uscita del tubo del *quench* esclusivamente il tempo minimo necessario, è opportuno che per interventi prolungati siano usati i guanti. Durante l'intervento l'attività diagnostica deve essere momentaneamente sospesa.

f. **Valutazione del rischio**

Il carico di lavoro complessivo del sito RM, valutazione anno 2013, è pari a 7077 pazienti, distribuiti sulle tre apparecchiature come segue :

Macchina	Pazienti/ anno 2013
RM 1.0T GE	2020
RM 1.5T GE	2464
RM 1.5T Philips	2593

Per gli operatori autorizzati al Sito RM si sono considerati i seguenti tempi di lavoro all'interno della sala magnete

	N° operatori	Tempo medio / pz in SALA MAGNETE	Tempo / pz d< 50cm dal bore	Tempo d> 1,5 m dal bore
TSRM	9	13,5 min	3,5 min	
Infermieri	12	9 min	4 min	5 min
Medici Radiologi	28	1 min	1 min	

in considerazione delle seguenti modalità di lavoro :

TSRM : tempo necessario al posizionamento del paziente e set della macchina

Infermieri : tempo necessario al caricamento iniettore mdc d >1.5 m dal bore

tempo necessario per eventuale iniezione manuale mdc e posizionamento paziente d<50 cm dal bore

Medici Radiologi : eventuale supervisione dello stato del paziente

Tempo (min)	In sala magnetite	Distanza < 50cm dal bore
TSRM	36,9	9,6
infermiere	18,4	8,2
Medico Radiologo	0,9	0,9

Sulla base del carico di lavoro annuale (2013) in tabella sono riportati i tempi massimi giornalieri per figura professionale esposta considerando l'intera sala esame e la distanza minima di 50 cm, che nella distribuzione delle linee isomagnetiche corrisponde a un valore ≤ 200 mT .

Da quanto sopra il massimo carico di lavoro sopportabile da ogni figura professionale al giorno per turno di lavoro è pari a :

TSRM : 17 pazienti /giorno

Infermiere : 15 pazienti/giorno

Medico radiologo : 60 pazienti/ giorno

5. NORME DI SICUREZZA IN SITUAZIONE DI EMERGENZA

Tutti gli operatori devono seguire le presenti norme.

a. *Quench* del magnete

Il *quench* rappresenta una rapida evaporazione e la successiva perdita dell'elio liquido contenuto nel serbatoio del magnete a seguito di un accidentale ed eccessivo riscaldamento di zone all'interno della camera dove si trovano le bobine superconduttrici. In caso di *quench* si ha generalmente la frantumazione del disco di rottura della testata del magnete a cui è associato un tipico rumore riconoscibile. All'evaporazione dell'elio può fare seguito un suono caratteristico simile ad un sibilo. Durante un *quench*, se il sistema ed il circuito di evacuazione del gas funzionano correttamente e non sono ostruiti, l'elio gassoso sfocia all'esterno dell'edificio del sito RM attraverso il tubo del *quench*.

In caso contrario esiste la possibilità di perdite di elio gassoso all'interno della sala magnete. tali perdite possono essere rilevate dall'entrata in funzione del sistema di allarme ossigeno e dalla formazione di una nebbia bianca in prossimità della testata del magnete. In caso di *quench* può avvenire senza perdite di elio all'interno della sala magnete l'elio gassoso viene espulso nell'ambiente interno senza costituire fonte di pericolo. Tipicamente, dopo un *quench* del magnete, l'apparecchiatura RM non è più correttamente funzionante e il personale di servizio presso il sito RM deve operare in base alle seguenti procedure:

- ◆ Interrompere l'esame e fare uscire il paziente dalla sala magnete.
- ◆ Controllare la percentuale residua di elio contenuto nel serbatoio del magnete.
- ◆ Avvertire l'Esperto Responsabile ed il Medico Responsabile dell'impianto RM in merito alla natura dell'incidente.

Nel caso di perdite di elio all'interno della sala magnete si rappresenta una situazione di pericolo per gli operatori e soprattutto per il paziente. Le perdite di elio all'interno della sala magnete sono segnalate dall'entrata in funzione del sistema di allarme ossigeno e dalla formazione di una nebbia bianca in prossimità della testata. Gli operatori devono:

- ◆ Azionare manualmente il sistema di estrazione di emergenza tramite l'apposito interruttore se non è entrato in funzione automaticamente.
- ◆ Tranquillizzare il paziente, estrarlo dal *gantry* dell'apparecchiatura RM ed allontanarlo dalla sala magnete. (Si evidenzia che a rilevanti perdite di elio all'interno della sala magnete è associato un aumento della pressione interna alla sala. Ciò potrebbe ostacolare l'apertura della porta di accesso. Qualora non si riesca ad aprire tale porta è possibile rompere la finestra della sala magnete al fine di ristabilire l'equilibrio tra la pressione interna e quella esterna).
- ◆ Il personale di servizio dopo avere fatto uscire il paziente dalla sala magnete deve allontanarsi.
- ◆ Gli operatori presso il sito RM devono immediatamente informare l'Esperto Responsabile ed il Medico Responsabile dell'impianto RM in merito alla natura dell'incidente.

b. Allarme ossigeno.

Il sistema di allarme ossigeno è comandato da una centralina elettronica collegata ad un rivelatore di ossigeno posto nella sala magnete. Sono impostate due soglie di allarme in corrispondenza di valori della concentrazione di ossigeno pari a 20% e 18%. Alla soglia del 20% è associata una segnalazione di allarme mentre nella soglia del 18% è collegata anche l'attivazione automatica del sistema di estrazione di emergenza.

Il sistema di allarme ossigeno può entrare in funzione nelle seguenti situazioni:

- ◆ Considerevoli perdite di elio all'interno della sala magnete: scatta l'allarme corrispondente alla concentrazione di ossigeno del 18% e viene attivato automaticamente il sistema di estrazione di emergenza.
- ◆ Piccole e limitate perdite di elio o momentanea diminuzione della concentrazione di ossigeno all'interno della sala magnete: scatta l'allarme relativo alla soglia corrispondente alla concentrazione di ossigeno al 20%.
- ◆ Guasto alla centralina elettronica o non corretta calibrazione del rivelatore di ossigeno: il sistema di allarme entra continuamente o ripetutamente in funzione anche in situazioni non anomale e di pericolo.
- ◆ Incendio: durante un eventuale sviluppo di incendio all'interno della sala magnete diminuisce il livello di concentrazione di ossigeno ed il sistema di allarme entra in funzione.

In caso di entrata in funzione del sistema di allarme ossigeno il personale di servizio presso il sito RM è tenuto a seguire le seguenti procedure:

- ◆ Attivare manualmente il sistema di estrazione se non è attivato automaticamente.
- ◆ Interrompere l'esame e tranquillizzare il paziente
- ◆ Verificare la presenza di segni o indizi relativi a:
 - Un *quench* del magnete o perdite di elio all'interno della sala magnete.
 - Un principio di incendio all'interno della sala magnete.
- ◆ Estrarre il paziente dal *gantry* dell'apparecchiatura RM ed allontanarlo momentaneamente dalla sala magnete.

In caso di:

A) Evidente *quench* del magnete o perdite di elio all'interno della sala magnete:

- ◆ Allontanarsi dal sito RM.
- ◆ Informare l'Esperto Responsabile ed il Medico Responsabile dell'impianto RM in merito alla natura dell'incidente.

B) Principio di incendio all'interno della sala magnete:

- ◆ Eseguire quanto riportato alla sezione Emergenza incendio.

C) Non evidenti anomalie:

- ◆ Se dopo l'attivazione del sistema di estrazione l'allarme ossigeno si disinserisce è effettivamente presente una diminuzione della concentrazione di ossigeno all'interno della sala magnete ed è necessario procedere come indicato dal punto (A).
- ◆ In caso contrario, si tratta di un guasto alla centralina del sistema di allarme o di una non corretta calibrazione del rivelatore della concentrazione di ossigeno. In ogni caso, gli operatori presso il sito RM devono sospendere momentaneamente gli esami e informare l'Esperto responsabile ed il Medico Responsabile dell'impianto RM che decideranno in merito alle azioni da intraprendere.

c. Emergenza incendio

In caso di incendio oltre a seguire le indicazioni riportate nel piano di fuga è tenuto a :

- ◆ Disattivare il tavolo comando e gli alimentatori premendo gli appositi pulsanti.
- ◆ Richiedere l'intervento dei Vigili del Fuoco.
- ◆ Estrarre il paziente dal *gantry* dell'apparecchiatura RM ed allontanarlo dalla sala magnete e dal sito RM (Si evidenzia che l'aumento della temperatura connesso all'incendio può indurre un *quench* del magnete. Pertanto lo sviluppo di incendio ed un eventuale perdita di elio potrebbero comportare un aumento della pressione all'interno della sala magnete e ostacolare l'apertura della porta della sala magnete. Qualora non si riuscisse ad aprire tale porta è possibile rompere la finestra della sala magnete per ristabilire l'equilibrio tra la pressione interna e quella esterna.
- ◆ In caso di intervento sull'incendio all'interno della sala magnete, utilizzare gli appositi estintori amagnetici.
- ◆ Allontanarsi dal sito.
- ◆ Informare il Medico Responsabile dell'impianto RM e l'Esperto Responsabile in merito alla natura dell'incendio.

d. Blackout elettrico

In caso di blackout elettrico il personale deve:

- ◆ Tranquillizzare il paziente ed estrarlo dal *gantry* dell'apparecchiatura RM.
- ◆ Avvertire il personale tecnico addetto alla manutenzione dell'impianto elettrico del sito RM.
- ◆ Ristabilire l'alimentazione elettrica, verificare il corretto funzionamento del compressore dell'elio.
- ◆ Informare l'Esperto Responsabile ed il Medico Responsabile dell'impianto RM in merito alla natura dell'incidente.

e. Incidenti per introduzione di oggetti ferromagnetici

Se oggetti ferromagnetici, introdotti nella sala esame sebbene severamente vietato, vengano attratti all'interno o ai bordi del *gantry*, procedere come segue:

- ◆ Estrarre il paziente e allontanarlo dalla sala.
- ◆ Se il paziente ha subito danni provvedere all'assistenza sanitaria.
- ◆ Se possibile rimuovere manualmente l'oggetto (piccole dimensioni, monete, mollette etc.) procedere facendo attenzione a non lasciare la presa fino all'uscita della sala.
- ◆ Se non è possibile estrarlo attendere istruzioni dall'Esperto Responsabile e dal Medico Responsabile che debbono essere in ogni caso avvisati.
- ◆ Se l'oggetto non è rimuovibile e impedisce l'estrazione del paziente dal *gantry* è necessario procedere a un "*quench pilotato*".

f. *quench* pilotato

Deve essere effettuato solo in casi di estremo pericolo e impossibilità di procedere in altro modo, poiché il "*quench* pilotato", cioè la disattivazione del campo magnetico statico, può comportare situazioni di rischio per il paziente e gli operatori.

- ◆ Provvedere all'assistenza del paziente.
- ◆ Si attiva attraverso la pressione dell'apposito pulsante, il tempo necessario T_{sp} può essere di circa 1 minuto in funzione dell'apparecchiatura.
- ◆ Se possibile deve essere eseguito sotto il controllo dell'Esperto Responsabile.

Disattivando il campo magnetico statico si provoca un forte innalzamento della temperatura del magnete con un conseguente passaggio repentino dell'elio dallo stato liquido a quello gassoso. La pressione esercitata dal gas provoca la frantumazione del disco di rottura del serbatoio dell'elio. Il gas può uscire dal camino di espulsione senza ulteriori perdite, ma può anche disperdersi nella sala magnete.

Procedura per il personale:

- ◆ Allontanare tutte le persone dalla sala.
- ◆ Verificare la percentuale di elio nel serbatoio del magnete.
- ◆ Attivare la ventilazione di emergenza.
- ◆ Premere il pulsante di "*quench*".
- ◆ L'accesso alla sala magnete deve essere ripristinato dopo autorizzazione dell'Esperto Responsabile.
- ◆ A operazioni concluse disattivare la ventilazione di emergenza.
- ◆ Nel caso in cui il "*quench* pilotato" sia necessario per estrarre il paziente dal *gantry* dopo incidente con oggetti ferromagnetici portare in sala il respiratore e collegarlo al paziente, seguire le altre procedure monitorando attentamente se avviene fuoriuscita di elio nella stanza.
- ◆ Attendere l'abbassamento del campo magnetico statico ed estrarre velocemente il paziente dal *gantry*, provvedendo all'assistenza sanitaria.

g. Emergenze assistenziali mediche e/o anestesilogiche

In caso di emergenze assistenziali mediche e/o anestesilogiche il personale di servizio presso il sito RM deve:

- ◆ Interrompere l'esame.
- ◆ Estrarre il paziente dal *gantry* dell'apparecchiatura RM e trasportarlo nella zona di emergenza utilizzando eventualmente l'apposita barella amagnetica.
- ◆ Provvedere all'assistenza del paziente.