

CORSO DI LAUREA
TECNICHE DI RADIOLOGIA MEDICA, PER IMMAGINI E RADIOTERAPIA

CORSO INTEGRATO
«**FISICA E APPARECCHIATURE TC E RM – RMX012**»

ANNO ACCADEMICO 2025/2026



Gemelli



Insegnamento:
APPARECCHIATURE RISONANZA MAGNETICA
RMX054 - 13 ore MED/50 CFU 1



ott. '25

2° anno I semestre

Fondazione Policlinico Universitario Agostino Gemelli IRCCS
Università Cattolica del Sacro Cuore



Insegnamento:
APPARECCHIATURE RISONANZA MAGNETICA
RMX054 - 13 ore MED/50 CFU 1



**MRI – Magnete
e i vari componenti**

Gemelli



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

ott. '25

Fondazione Policlinico Universitario Agostino Gemelli IRCCS
Università Cattolica del Sacro Cuore



Insegnamento:

APPARECCHIATURE RISONANZA MAGNETICA

RMX054 - 13 ore MED/50 CFU 1

TSRM Marino Gentile
Radiographer

Gemelli

+39 3280077833

✉ marino.gentile@outlook.com

✉ marino.gentile@policlinicogemelli.it

ott. '25
🖥 <https://www.variodyne.it>



Fondazione Policlinico Universitario Agostino Gemelli IRCCS
Università Cattolica del Sacro Cuore



Argomenti del Corso

- G+ Introduzione
- G+ Sicurezza in RM
- G+ Mdc e sicurezza
- G+ Passato, presente e futuro della RM
- G+ Fenomeno «RM» e principi fisici di base
- G+ **Magnete e i vari componenti**
- G+ Radiofrequenza e Bobine
- G+ Gradienti
- G+ Generazione di un'immagine RM
- G+ Tecniche di acquisizione – *Parallel Imaging*
- G+ Intelligenza artificiale – *Deep Learning*
- G+ Artefatti
- G+ Esame RM
- G+ Sequenze RM
- G+ Apparecchiature Fondazione

Il Sistema **RISONANZA MAGNETICA**
(**Tomografo RM**) è costituito dai seguenti elementi:

- ❖ MAGNETE
- ❖ GRADIENTI
- ❖ BOBINE
- ❖ AMPLIFICATORE
- ❖ DAC
- ❖ WORKSTATION

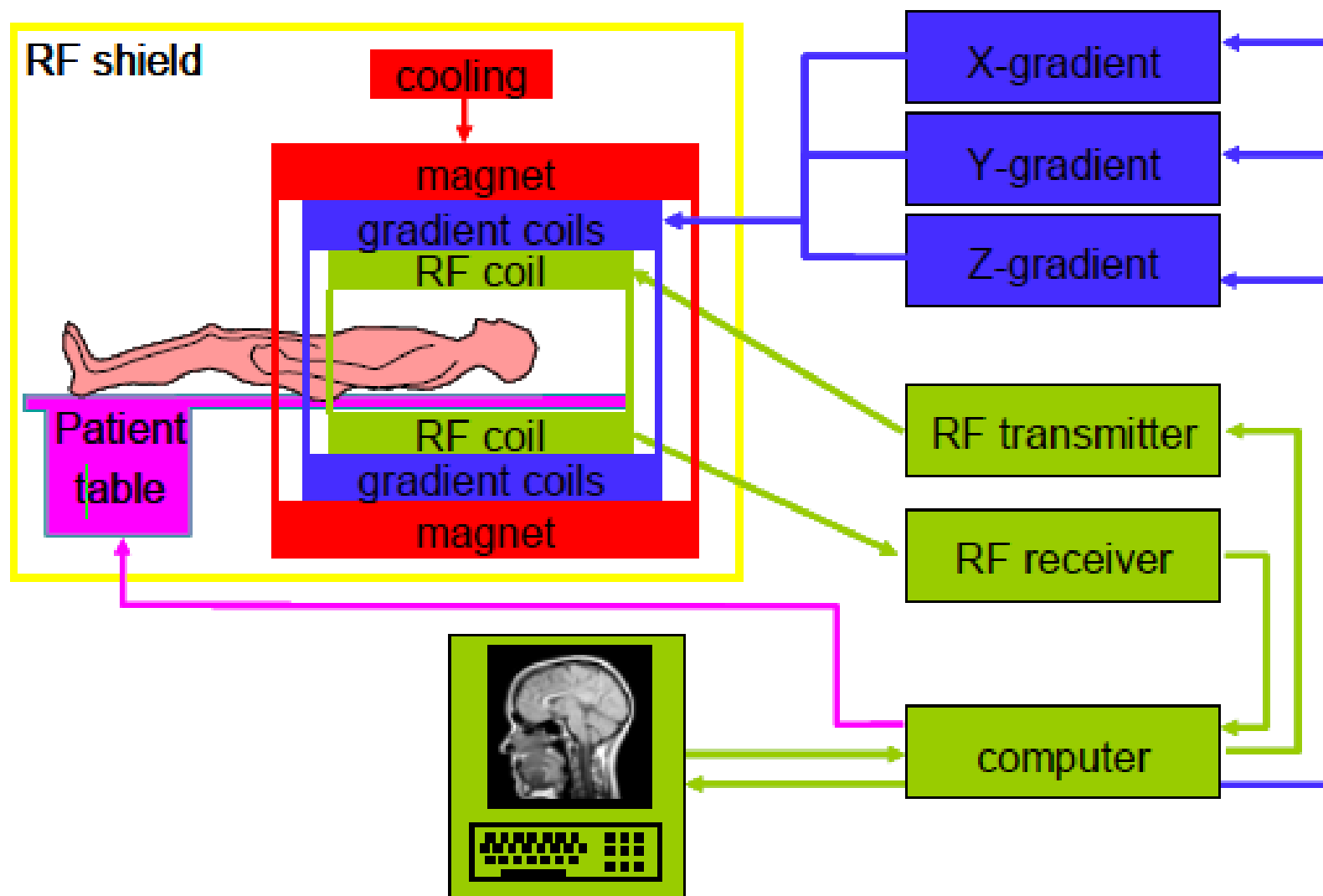
In base ai flussi di informazione, i componenti del sistema «Risonanza Magnetica» possono essere suddivisi in **tre categorie**:

□ La **prima** comprende i componenti che hanno il compito di produrre l'eccitazione dei nuclei oggetto di studio. Essi sono:

- Il Magnete
- L'alimentatore del Magnete
- I sistemi di controllo dell'Omogeneità del Campo Magnetico (shimming)
- Le bobine dei gradienti
- Il generatore delle onde RF
- L'Amplificatore di potenza degli Impulsi RF e le bobine per emissione di radiofrequenza

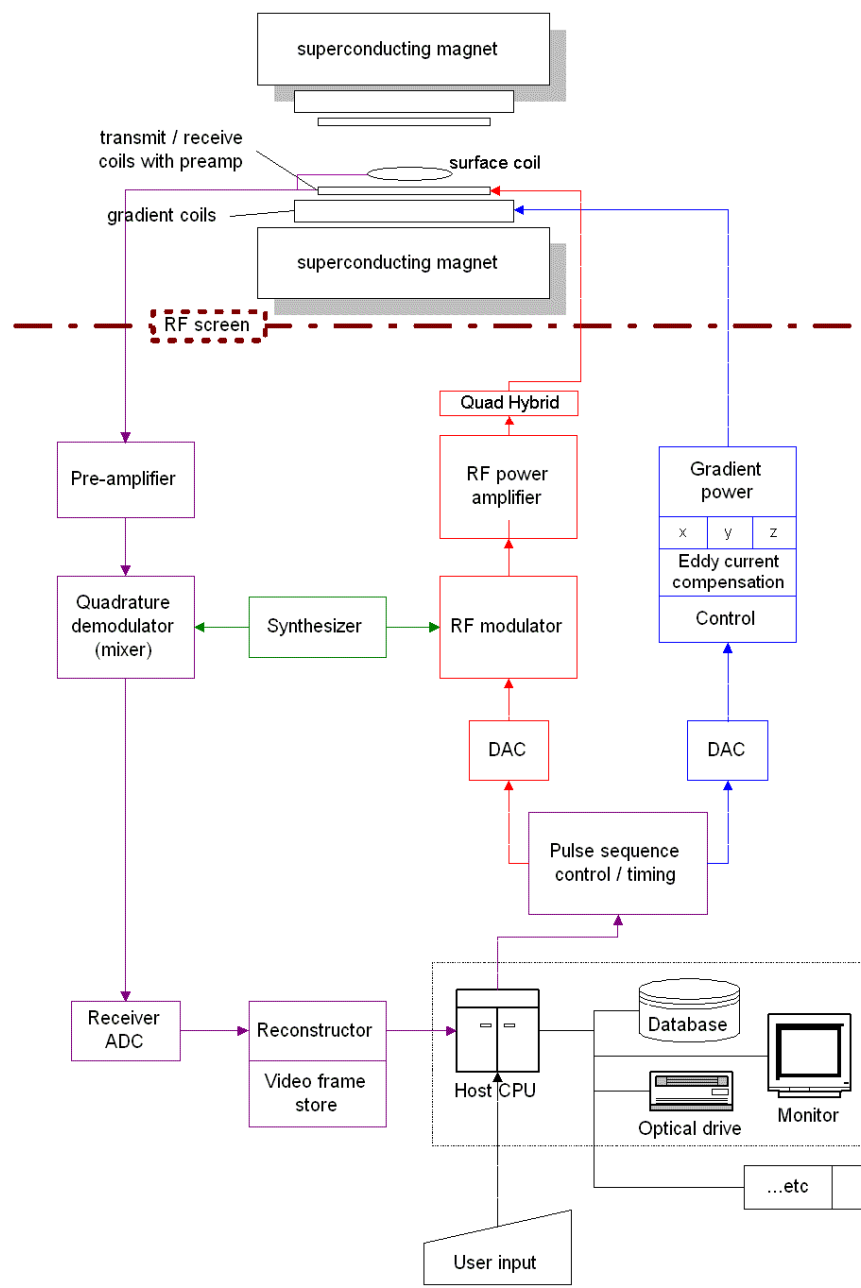
- ❑ La **seconda categoria** comprende quelle parti destinate al rilevamento, all'elaborazione del segnale RM e alla formazione dell'immagine finale. Esse sono:
 - La bobina per rilevare il segnale RM (spesso coincide con quella per l'emissione di RF)
 - Il Preamplificatore
 - Il ricevitore
 - Il campionatore e convertitore Analogico-Digitale
 - Il Calcolatore ed il sistema di presentazione dell'immagine al video
- ❑ La **terza categoria** comprende il calcolatore di controllo di tutte le componenti del tomografo

IL SISTEMA «RISONANZA MAGNETICA»



- ♦ ***bobine:*** servono per la formazione dei gradienti tramite il campo magnetico oscillante B_1 e per la ricezione-trasmissione delle onde **RF**
- ♦ ***amplificatore:*** serve per la formazione di impulsi a **rF** di giusta energia
- ♦ ***computer:*** serve per l'elaborazione delle sequenze e la ricostruzione delle immagini

COMPONENTI DI UN SISTEMA RM



magnete: genera un campo magnetico statico B_0

Esistono tre tipologie di magneti:

I. MAGNETI RESISTIVI $< 0,2 \text{ T}$

II. MAGNETI PERMANENTI $0,2 < T < 0,4$

III. MAGNETI SUPERCONDUTTIVI $T > 0,5$

Magnete permanente



L'uso di un criogeno non è necessario.
Costi di esecuzione estremamente bassi
Impronta piccola
Design aperto



Solo campo basso 0.2T
Solitamente magnete molto pesante
Sensibile ai cambiamenti di temperatura
B0 verticale che implica nuovi design di bobina

Magnete resistivo



L'uso di criogeni non è necessario
Intensità di campo più elevata rispetto al magnete permanente
Impronta piccola.



Solo campo basso 0.4T
Elevato consumo di elettricità
Dimensioni tunnel restrittive

Superconduttore



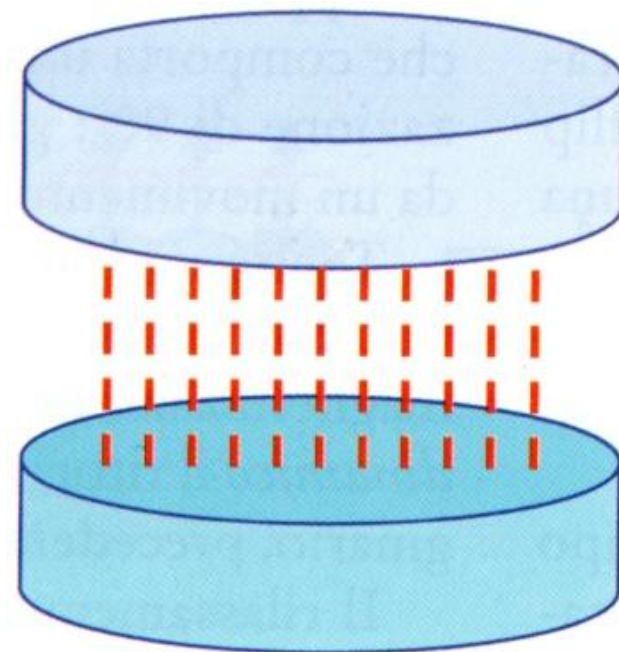
Campo alto
SNR (RSR) alta
Non è necessaria elettricità per mantenere il campo



I criogeni sono necessari
Il magnete non è mai disattivato
Dimensioni tunnel restrittive
Caratteristiche di ubicazione a causa di campi alti

I **magneti permanenti** sono costituiti di materiale ferromagnetico con campo magnetico perpendicolare all'asse di scansione

Il magnete è costituito da due poli ed il paziente è posizionato su un tavolo posto tra i due poli.



I **vantaggi** di tali magneti sono:

- Costi relativamente bassi
- Totale assenza di criogeni per mantenere il campo magnetico
- Sistemi aperti → più confortevoli per il paziente

I magneti ad alto campo (tipicamente superiore a 0,5 T) sono degli elettromagneti di tipo superconduttivo.

In tali magneti è necessario mantenere le bobine costituenti il magnete ad una temperatura bassissima, allo scopo di mantenere la superconduttività; tali sistemi utilizzano, pertanto, dei gas refrigeranti, generalmente **elio (He)** liquido.

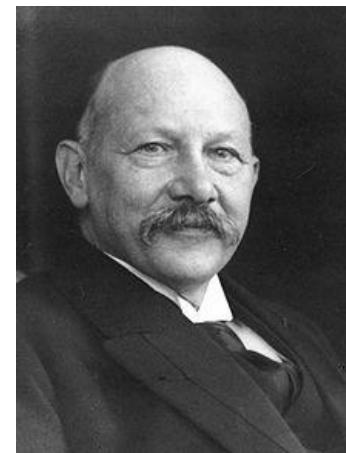
Heike Kamerlingh Onnes (Groninga, 21 settembre 1853 Leida, 21 febbraio 1926) fisico olandese.

Premio nobel nel 1913 anche per avere ottenuto nel 1908 **l'elio liquido** raffreddandolo a 0,9K

Pierre Jules César Janssen (Parigi, 22 febbraio 1824 – Meudon, 23 dicembre 1907) astronomo francese.

Insieme allo scienziato inglese Norman Lockyer, nel 1868 scoprì l'elio osservando il sole, dal greco

ἥλιος = Elio

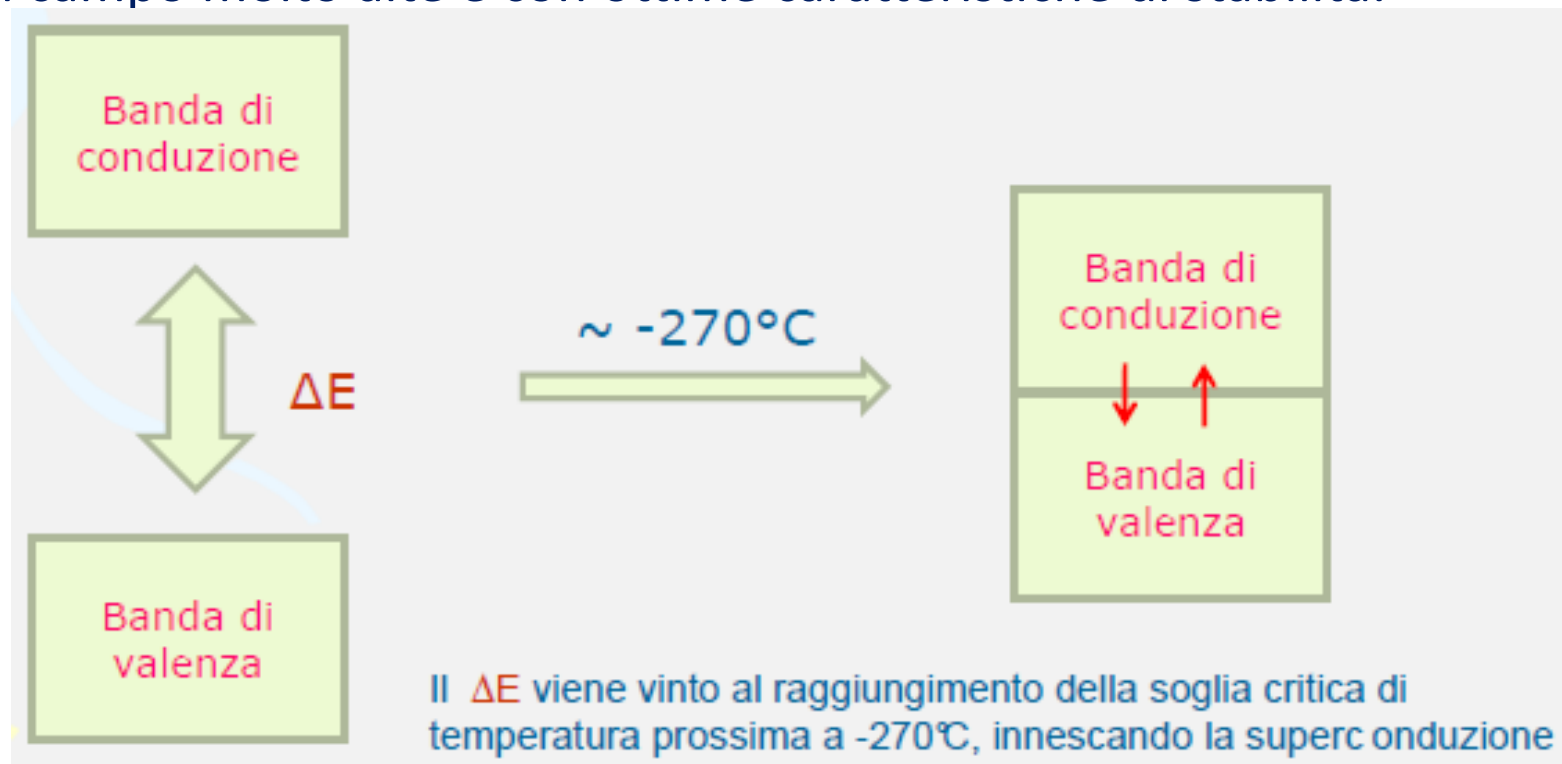


I magneti superconduttori utilizzano la caratteristica di alcuni materiali di presentare una straordinaria capacità di conduzione della corrente elettrica se portati a una particolare condizione di operatività, ovvero al di sotto di una temperatura cosiddetta “critica” e pari a circa -270°C , ovvero prossima allo 0°K .

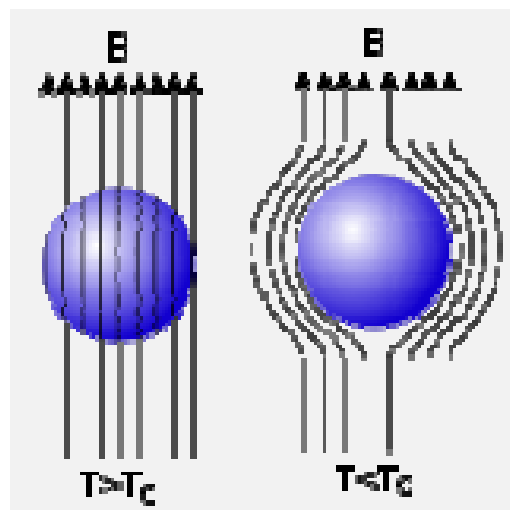
Un materiale superconduttore, opportunamente raffreddato al di sotto della temperatura critica (circa -270°C), è caratterizzato da due fondamentali e stupefacenti proprietà:

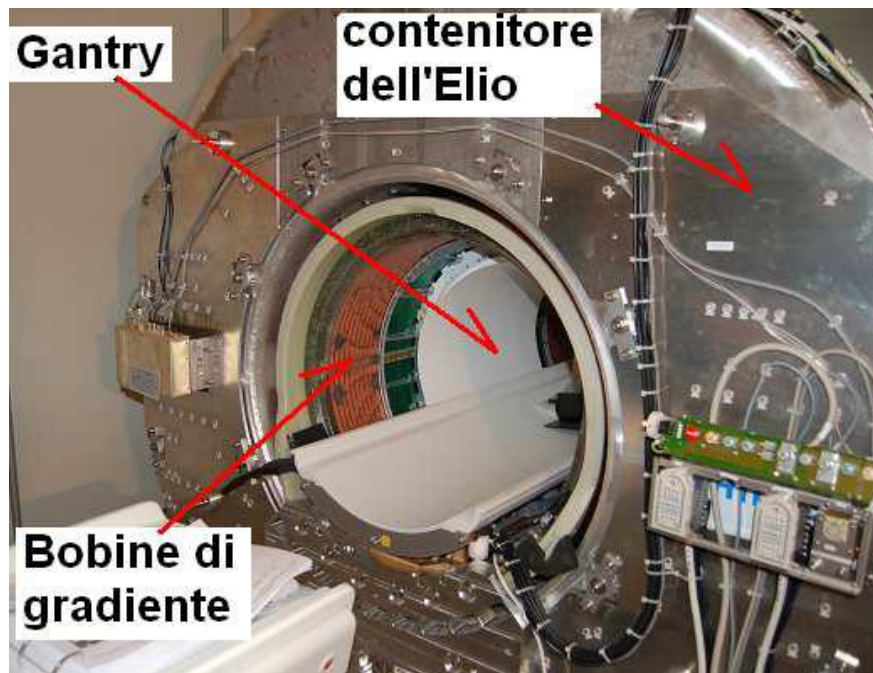
1. La superconduzione
2. L'effetto Meissner

La **superconduzione** consiste nella totale perdita di resistenza offerta dal conduttore al passaggio di una corrente elettrica ($R=0$). Costruendo un elettromagnete con cavo superconduttivo, è possibile ottenere intensità di campo molto alte e con ottime caratteristiche di stabilità.



L'effetto Meissner è la capacità di un superconduttore di espellere dal suo volume un campo magnetico esterno, effetto che avviene solo al raggiungimento della soglia di temperatura critica.



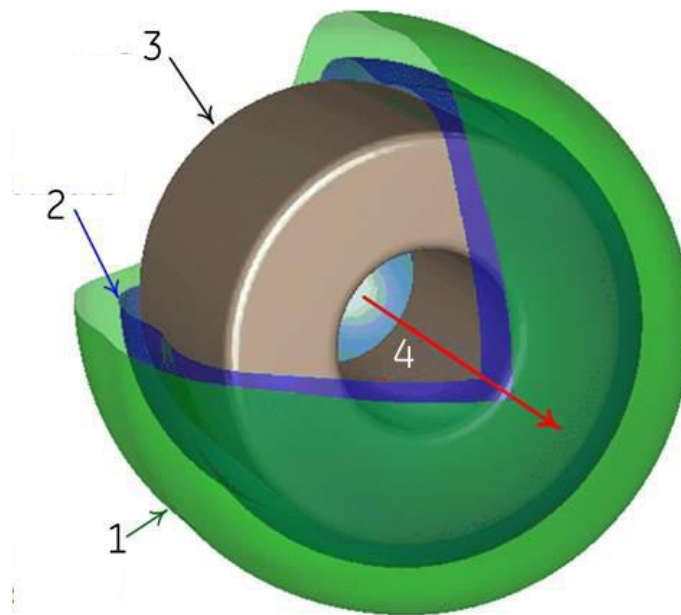


Nei magneti superconduttori il cavo superconduttivo è avvolto intorno ad una camicia di Elio liquido, necessario per tenere il filamento al di sotto della temperatura critica che consente di ottenere la superconduzione e quindi la generazione del campo magnetico

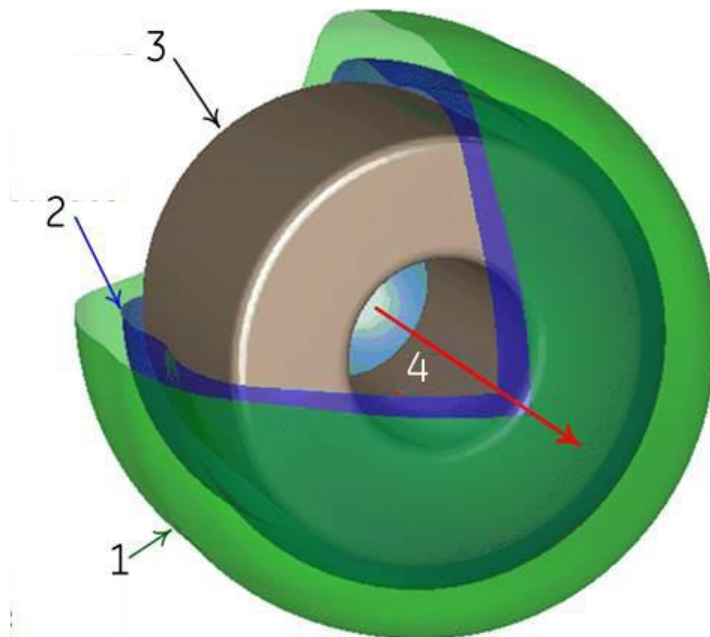
MAGNETE SUPERCONDUTTIVO



Quando parliamo di un “campo” magnetico MRI intendiamo di solito il campo magnetico principale o campo B0. Il centro di un magnete 1.5T ha un campo B0 di 1.5 Tesla o 15.000 Gauss. Il campo B0 si riduce rapidamente man mano che ci si allontana dal tunnel; a 2 metri dall'isocentro, questo campo è ridotto a una percentuale decisamente inferiore rispetto al campo all'isocentro.

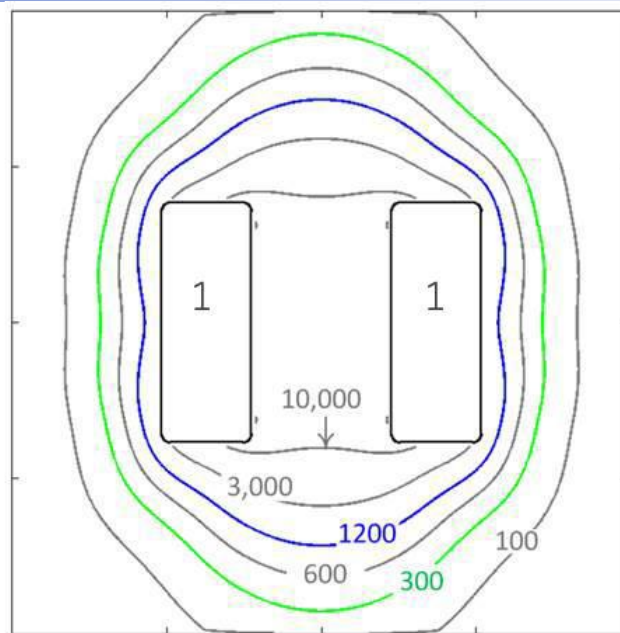


Due isocontorni per il campo B0 per un magnete 1.5T.



- 1 Superficie di 300 G
- 2 Superficie di 1200 G
- 3 Magnete
- 4 Campo B_0

La Figura mostra due isocontorni (superfici di intensità del campo magnetico costante) per un campo B0 di un magnete 1.5T tipico. La superficie verde indica dove l'intensità di campo è di 300 G, pari al 2% del campo al centro. La superficie blu è di 1200 G o dell'8%.



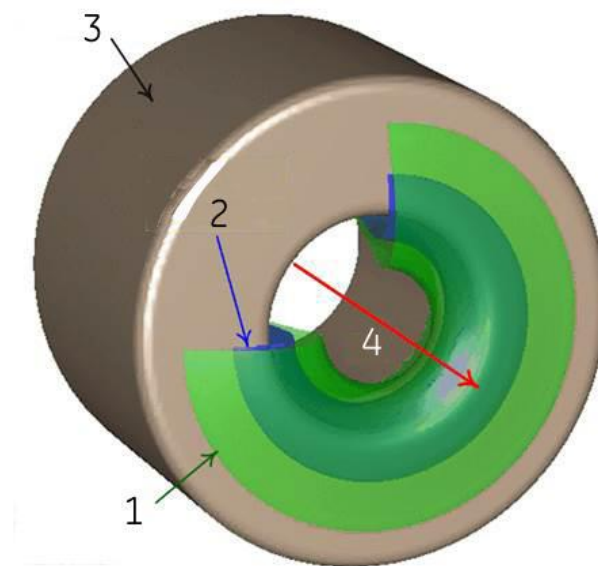
Una **mappa dei contorni**, o diagramma dei contorni, è un diagramma bidimensionale di una sezione attraverso questo campo 3D. Questa figura illustra lo stesso campo della figura precedente, tradotto in una mappa dei contorni. La mappa mostra i contorni del campo su un piano orizzontale attraverso il centro del magnete. I contorni del campo di 300 e 1200 G sono mostrati insieme a diversi altri (100, 600, 3000 e 10000 G). Si può vedere come le forme dei contorni si abbinano fra le due figure.

Il **gradiente spaziale** è definito come il modo in cui il campo B0 cambia in base alla posizione: Se l'intensità del campo B0 cambia di 500 G fra due posizioni distanti 1 cm l'una dall'altra, il gradiente spaziale è di 500 G/cm fra questi due punti.

La forma del campo SG è piuttosto diversa dalla forma del campo B0. Come il campo B0, la forma del gradiente spaziale è quella di un campo tridimensionale simmetrico che segue la forma cilindrica del magnete.

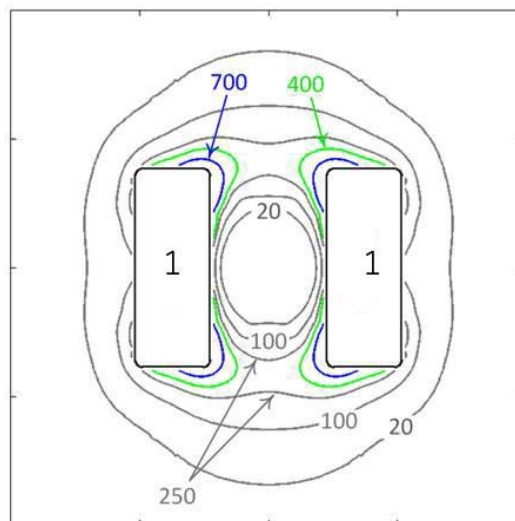
La figura mostra due isocontorni del gradiente spaziale per un magnete 1.5T. La superficie verde è in corrispondenza di 400 G/cm. La blu è un gradiente spaziale più grande in corrispondenza di 700 G/cm. (Il gradiente spaziale è lo stesso sulla parte anteriore e quella posteriore del magnete)

- 1 Superficie di 400 G/cm
- 2 Superficie di 700 G/cm
- 3 Magnete
- 4 Campo B_0

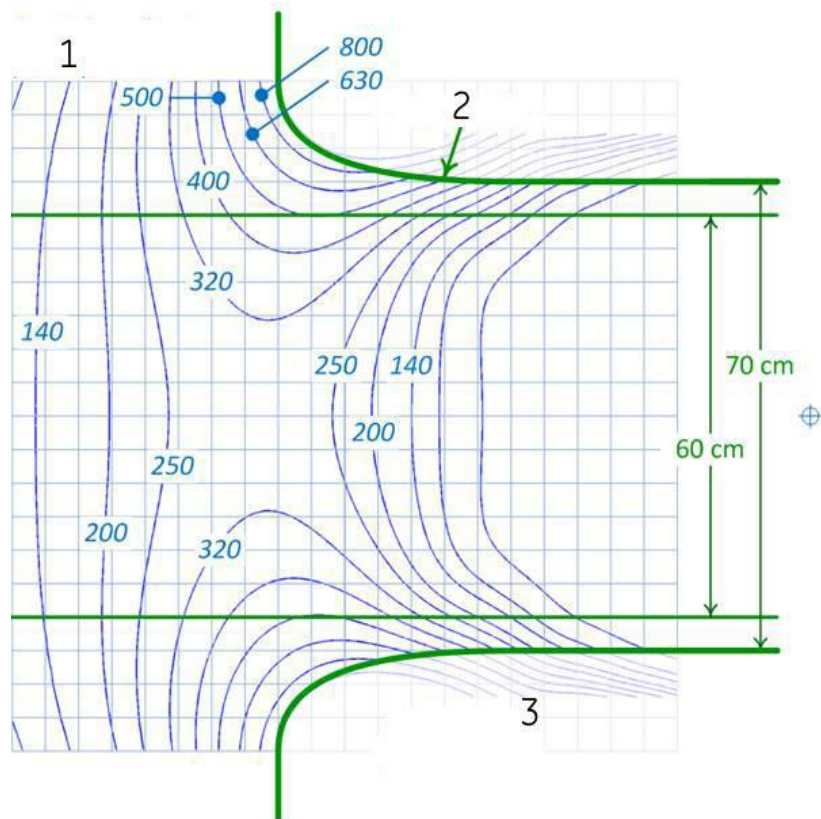


La Figura è una mappa dei contorni di un gradiente spaziale (ancora una sezione bidimensionale attraverso il campo tridimensionale) che mostra i contorni 700 e 400 G/cm. I contorni sono simmetrici attorno alla linea centrale del magnete, sia da lato a lato sia da estremità a estremità. Sono aggiunti contorni a 20, 100 e 250 e mostrano tre importanti comportamenti del campo del gradiente spaziale:

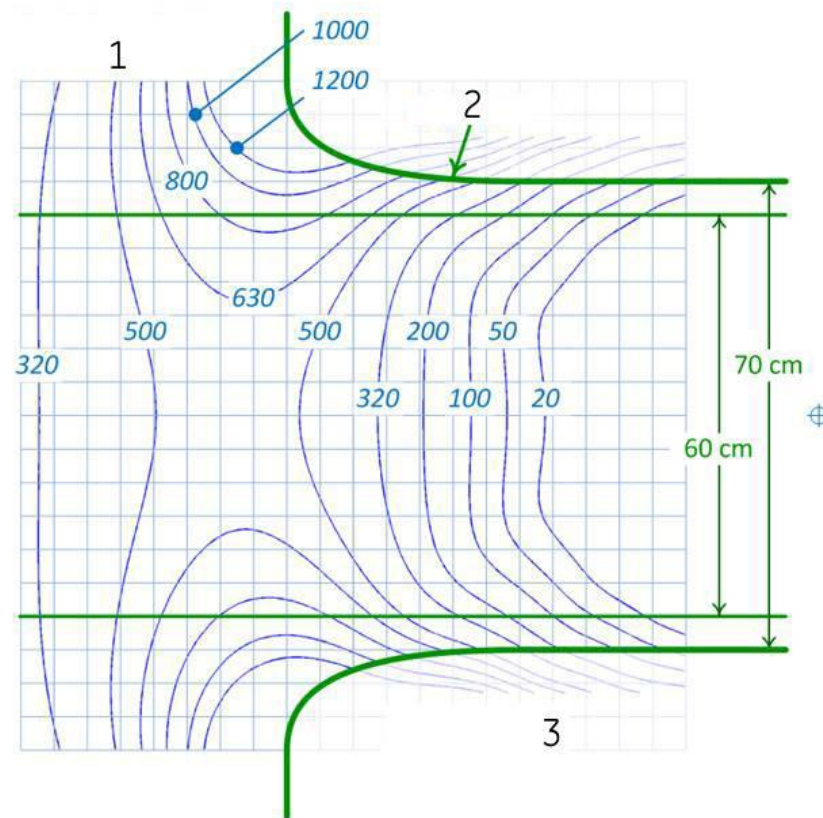
1. L'SG è massimo in prossimità delle estremità del magnete e diminuisce ulteriormente dal magnete e vicino al centro del magnete.
2. La forma dell'isocontorno lascia un'apertura circolare all'imboccatura del magnete. Le dimensioni dell'apertura aumentano con il valore dell'SG. L'apertura nell'isocontorno blu di 700 G/cm è maggiore rispetto all'isocontorno verde di 400 G/cm.
3. Sebbene il centro del magnete abbia gradienti spaziali molto bassi, non vi è alcun modo di arrivarci senza passare attraverso regioni caratterizzate da un gradiente spaziale più elevato. In questo esempio, il gradiente spaziale raggiunge almeno 250 G/cm sul percorso verso il magnete.



Gradienti spaziali per un magnete 1.5T



Gradienti spaziali per un magnete 3T



- 1 Gradiente spaziale (G/cm) (linee blu)
- 2 Parete del tunnel (linee verdi in grassetto)
- 3 Area all'interno degli involucri

APPARECCHIATURE RM IN ITALIA

INAIL

CENSIMENTO DELLE APPARECCHIATURE DI RISONANZA MAGNETICA TOTAL BODY A SCOPO MEDICO ALLA DATA DEL 31 DICEMBRE 2021: LA BANCA DATI DELL'INAIL

2022

PREMESSA

Le apparecchiature di risonanza magnetica a corpo intero, installate e operanti sul territorio nazionale, alla data del 31 dicembre 2021 risultano essere pari a 1.572 unità. Tale dato emerge dalla banca dati del

Dipartimento di medicina, epidemiologia, igiene del lavoro e ambientale dell'Inail, l'unica nel suo genere anche per la possibilità di aggiornamento in tempo pressoché reale e che rappresenta uno strumento di lavoro essenziale per l'assolvimento dei compiti

istituzionali assegnati all'Istituto dal d.p.r. 542/1994; compresa la verifica della conformità delle installazioni agli standard di sicurezza di cui al d.m. salute 14/01/2021.

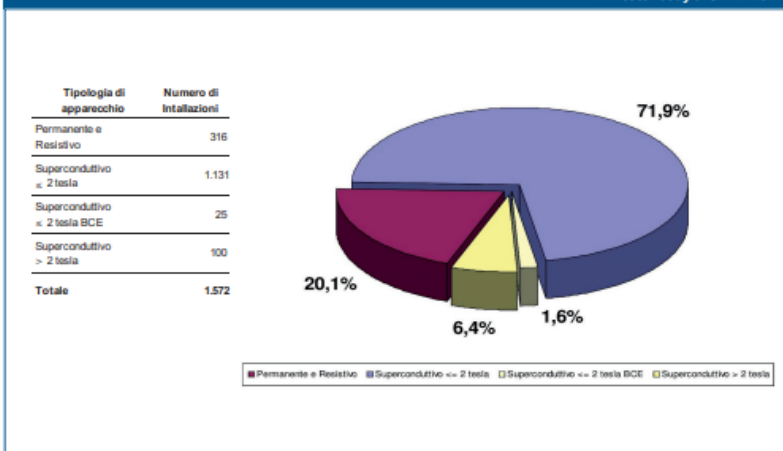
RISULTATI

In Figura 1, tali apparecchiature sono state classificate in funzione del tipo di magnete in:

- permanente/resistivo a basso campo;
- superconduttore $B_0 \leq 2$ tesla;
- superconduttore $B_0 \leq 2$ tesla a basso contenuto di elio (successivamente BCE);
- superconduttore $B_0 > 2$ tesla.

<https://www.inail.it/cs/internet/docs/alg-pubbl-censimento-apparecchiature-risonanza-magnetica.pdf>

Figura 1 Dati complessivi relativi al censimento delle apparecchiature RM total body al 31/12/2021



(Inail - Dipartimento di medicina, epidemiologia, igiene del lavoro e ambientale)

Da un confronto con il precedente censimento relativo ai dati del 2015 (<https://www.inail.it/cs/internet/docs/alg-pubbl-caratterizzazione-apparecchiature-di-risonanza.pdf> [consultato aprile 2022]) si può osservare come, in termini percentuali, siano aumentate le installazioni di tomografi con magneti superconduttore, passate dal 76% all'80%, e come invece siano diminuite quelle a magneti permanente/resistivo, scese dal 24% al 20% (per una migliore interpretazione, si consideri che i tomografi total body resistivi risultano solo 6, essendo stati comunicati i più recenti nel 2015). Tale dato va però correttamente interpretato: non è

infatti il risultato di un decremento numerico di queste ultime, che sono anzi, seppure in modo molto leggero, cresciute numericamente in termini assoluti, passando da 310 (2015) a 316 (2021), ma è dovuto al significativo aumento delle installazioni con magneti a superconduttore, al quale ha contribuito in particolare anche la possibilità di impiego nella routine clinica del magnete da 3 tesla, fino al 2016 dedicato solo a scopi di ricerca (art. 21 bis l.160/2016), lo stesso passando così in pochi anni dal 4% a poco meno del 7%, del totale, ovvero da 51 installazioni (2015) a 100 installazioni (2021).

Le apparecchiature di risonanza magnetica a corpo intero, installate e operanti sul territorio nazionale, alla data del 31 dicembre 2021 risultano essere pari a 1.572 unità.



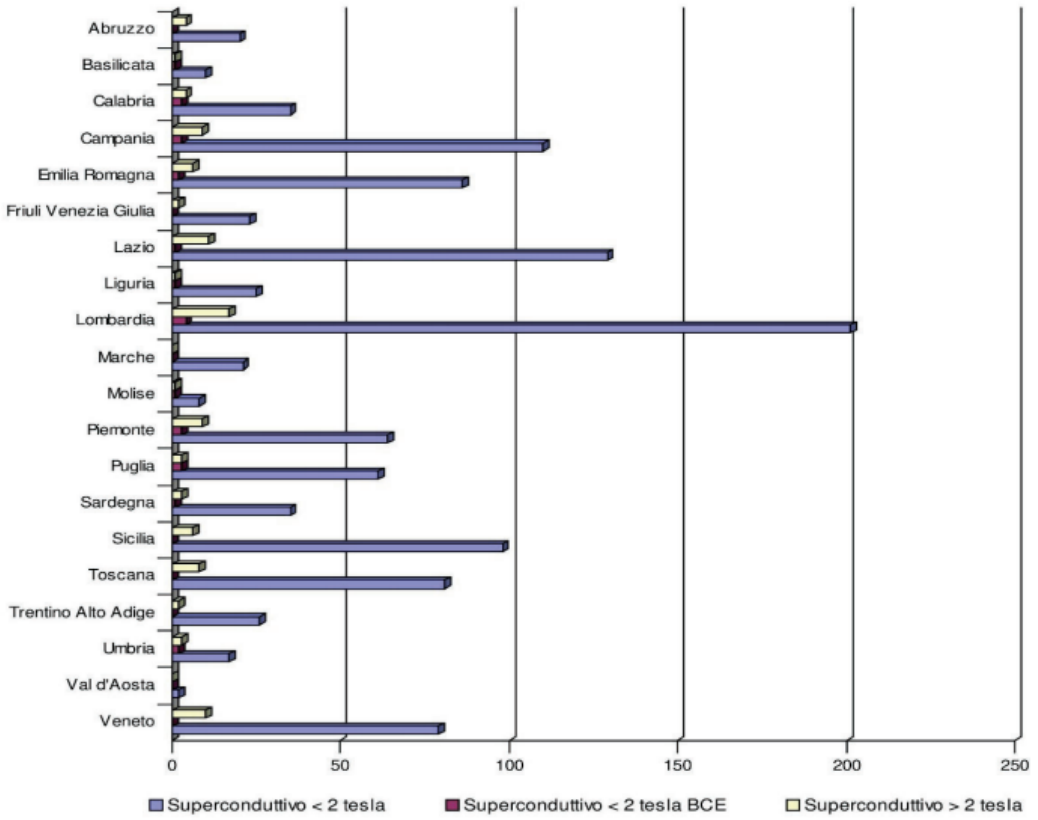
ott. '25

27

APPARECCHIATURE RM IN ITALIA

Figura 2 Distribuzione regionale per tipologia delle apparecchiature RM total body con magneti superconduttore installate ed operanti

Regione	Superconduttivo ≤ 2 tesla	Superconduttivo ≤ 2 tesla BCE	Superconduttivo > 2 tesla
Abruzzo	20	0	4
Basilicata	10	1	1
Calabria	35	3	4
Campania	110	3	9
Emilia Romagna	86	2	6
Friuli Venezia Giulia	23	0	2
Lazio	129	1	11
Liguria	25	1	1
Lombardia	201	4	17
Marche	21	0	0
Molise	8	1	1
Piemonte	64	3	9
Puglia	61	3	3
Sardegna	35	1	3
Sicilia	98	0	6
Toscana	81	0	8
Trentino Alto Adige	26	0	2
Umbria	17	2	3
Val d'Aosta	2	0	0
Veneto	79	0	10
TOTALE	1.131	25	100



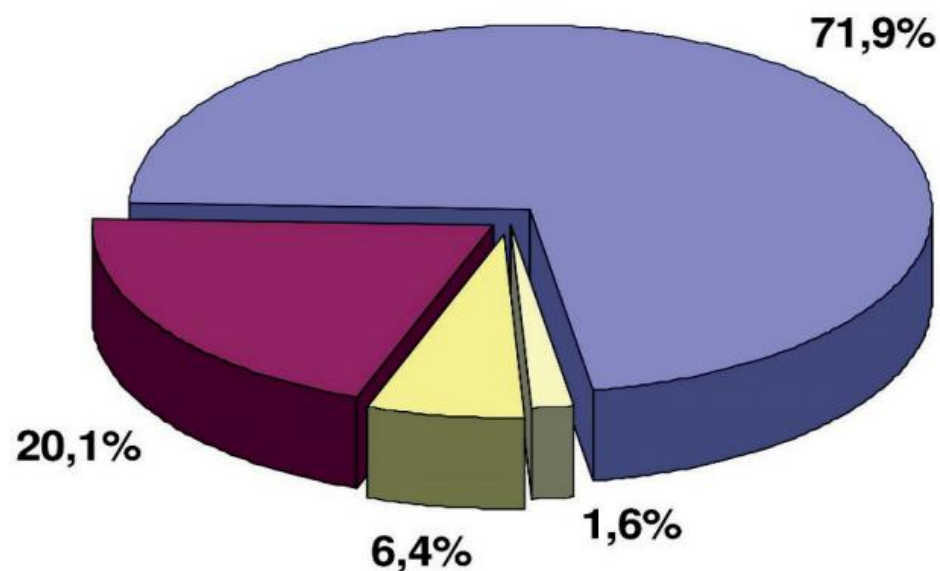
(Inail – Dipartimento di medicina, epidemiologia, igiene del lavoro e ambientale)

APPARECCHIATURE RM IN ITALIA

Figura 1

Dati complessivi relativi al censimento delle apparecchiature
RM total body al 31/12/2021

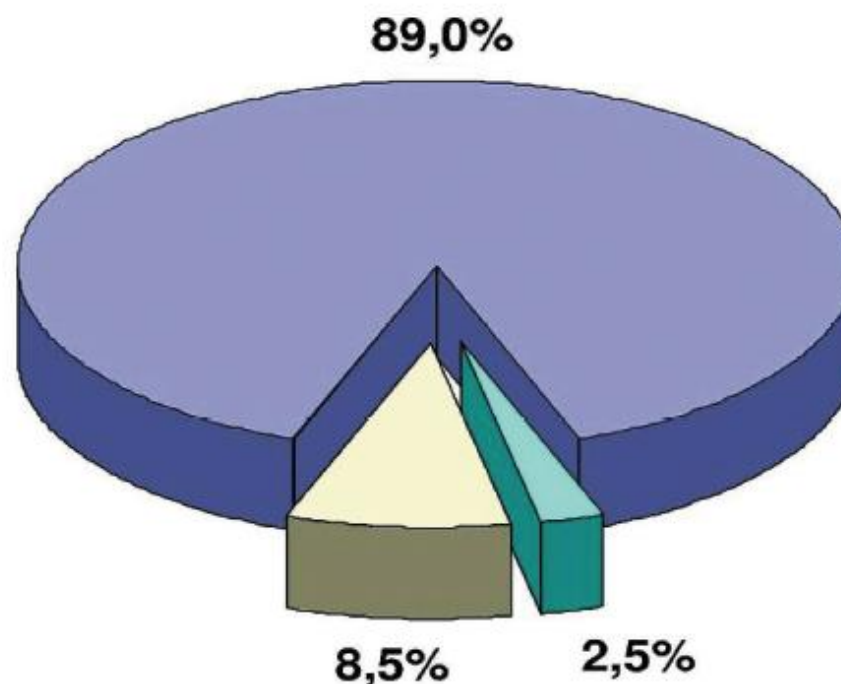
Tipologia di apparecchio	Numero di Intallazioni
Permanente e Resistivo	316
Superconduttivo ≤ 2 tesla	1.131
Superconduttivo ≤ 2 tesla BCE	25
Superconduttivo > 2 tesla	100
Totale	1.572



■ Permanente e Resistivo ■ Superconduttivo ≤ 2 tesla ■ Superconduttivo ≤ 2 tesla BCE ■ Superconduttivo > 2 tesla

Figura 1 Ripartizione delle apparecchiature RM con magneti superconduttore installate in Italia al 31/10/2022

Tipologia di apparecchio	Numero di Installazioni
Superconduttivo ≤ 2 tesla	1.179
Superconduttivo ≤ 2 tesla BCE	33
Superconduttivo > 2 tesla	113
Totale	1.325



Legenda:

BCE = basso contenuto di elio

■ Superconduttivo ≤ 2 tesla ■ Superconduttivo ≤ 2 tesla BCE ■ Superconduttivo > 2 tesla

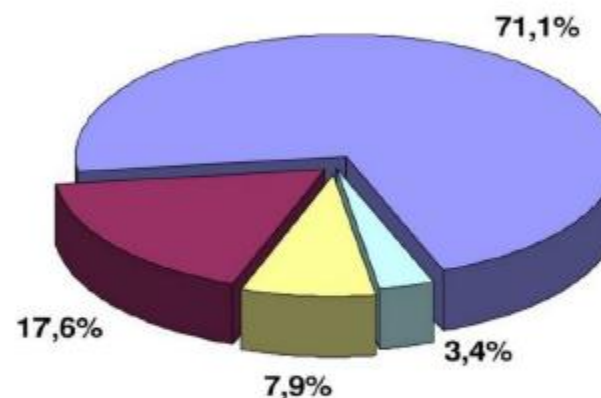
(Inail - Dipartimento di medicina, epidemiologia, igiene del lavoro e ambientale)

Figura 1 **Dati complessivi relativi al censimento delle apparecchiature RM total body al 31/12/2023**

Tipologia di apparecchio	Installazioni
Permanente e Resistivo	304
Superconduttivo <= 2 Tesla	1.229
Superconduttivo <= 2 Tesla BCE	59
Superconduttivo > 2 Tesla	137
Totale	1.729

Legenda

BCE = basso contenuto di ellio



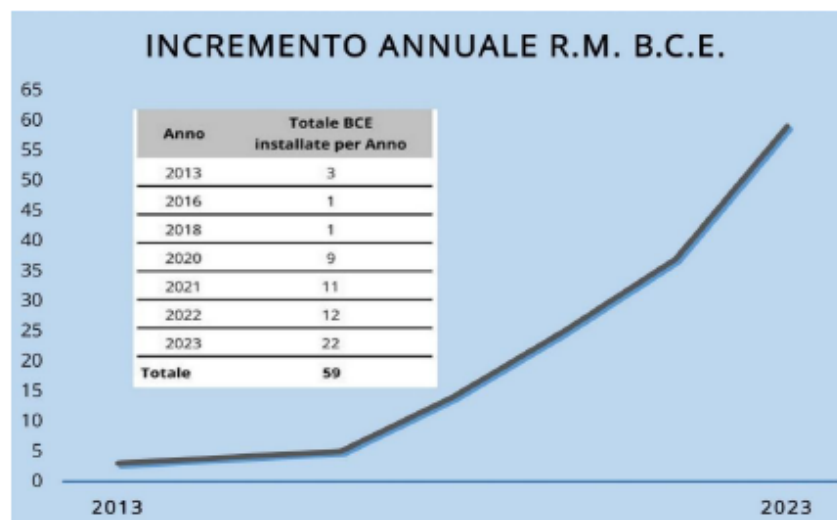
■ Permanente e Resistivo ■ Superconduttivo <= 2 Tesla ■ Superconduttivo <= 2 Tesla BCE ■ Superconduttivo > 2 Tesla

(Inail – Banca dati immagini)

BCE: Basso contenuto di elio

Figura 2

Aumento della tecnologia a magnete superconduttore di tipo BCE

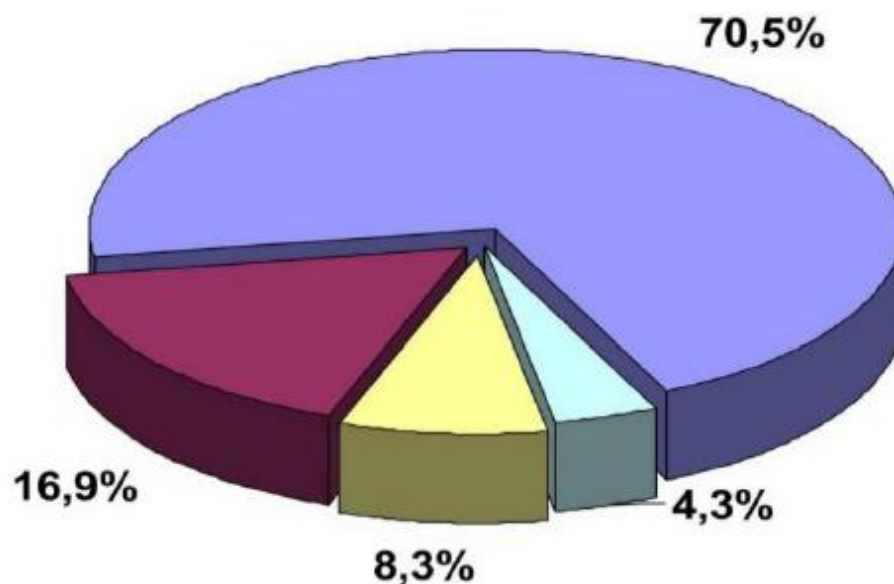


(Inail – Banca dati immagini)

APPARECCHIATURE RM IN ITALIA

Figura 1 Dati complessivi relativi al censimento delle apparecchiature RM total body al 30 giugno 2024

Tipologia di apparecchio	Installazioni
Permanente e Resistivo	299
Superconduttivo < 2 Tesla	1.245
Superconduttivo < 2 Tesla BCE	76
Superconduttivo > 2 Tesla	146
Totale	1.766



Legenda

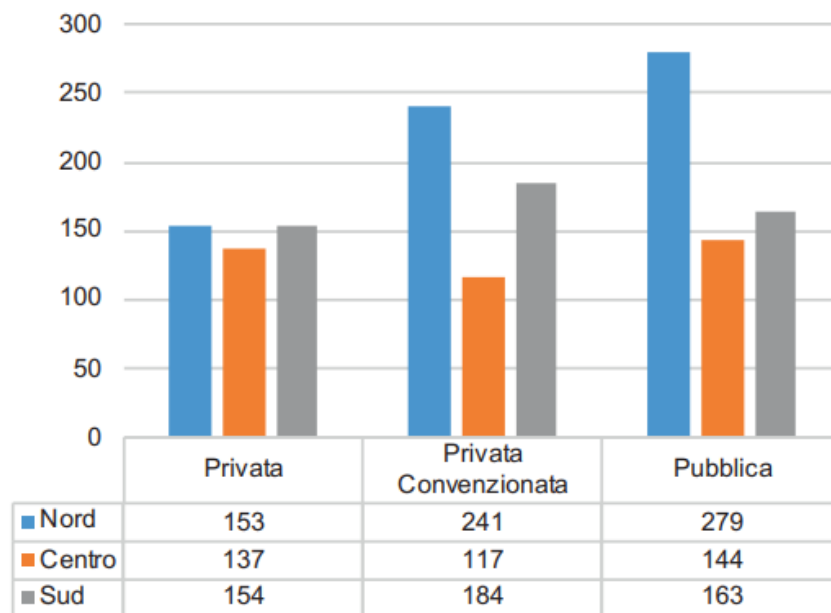
BCE = basso contenuto di elio

■ Permanente e Resistivo ■ Superconduttivo <= 2 tesla ■ Superconduttivo <= 2 tesla BCE ■ Superconduttivo > 2 tesla

Inail - Banca dati immagini

Figura 3

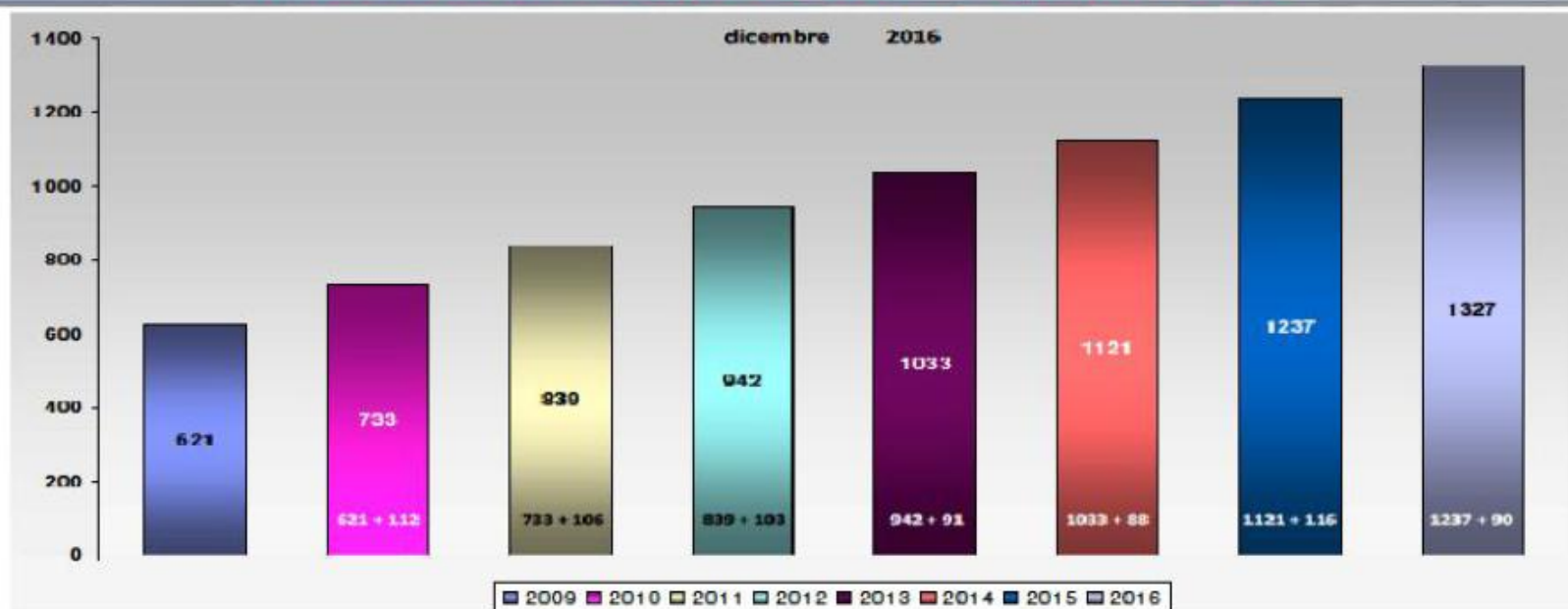
Distribuzione delle apparecchiature
RM total body nelle strutture private,
private convenzionate e pubbliche
sul territorio italiano



*I dati delle isole Sicilia e Sardegna sono state conteggiate nelle regioni del Sud.

(Inail - Dipartimento di medicina, epidemiologia, igiene del lavoro e ambientale)

Incremento annuale delle apparecchiature RM TOTAL BODY installate da anno 2009 a anno 2016

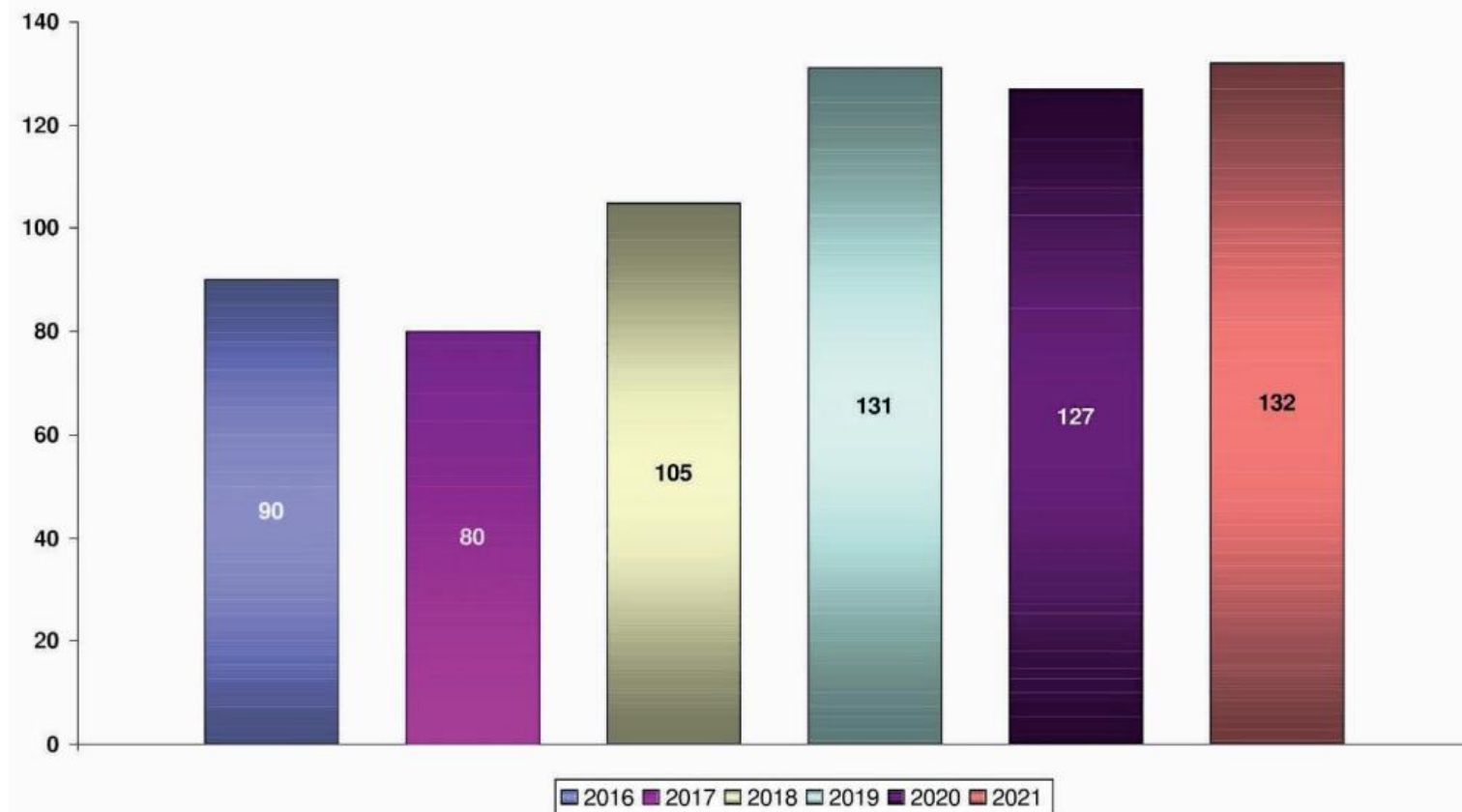


2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	TOTALE
621	112	106	103	91	88	116	90	1327

IRAIL

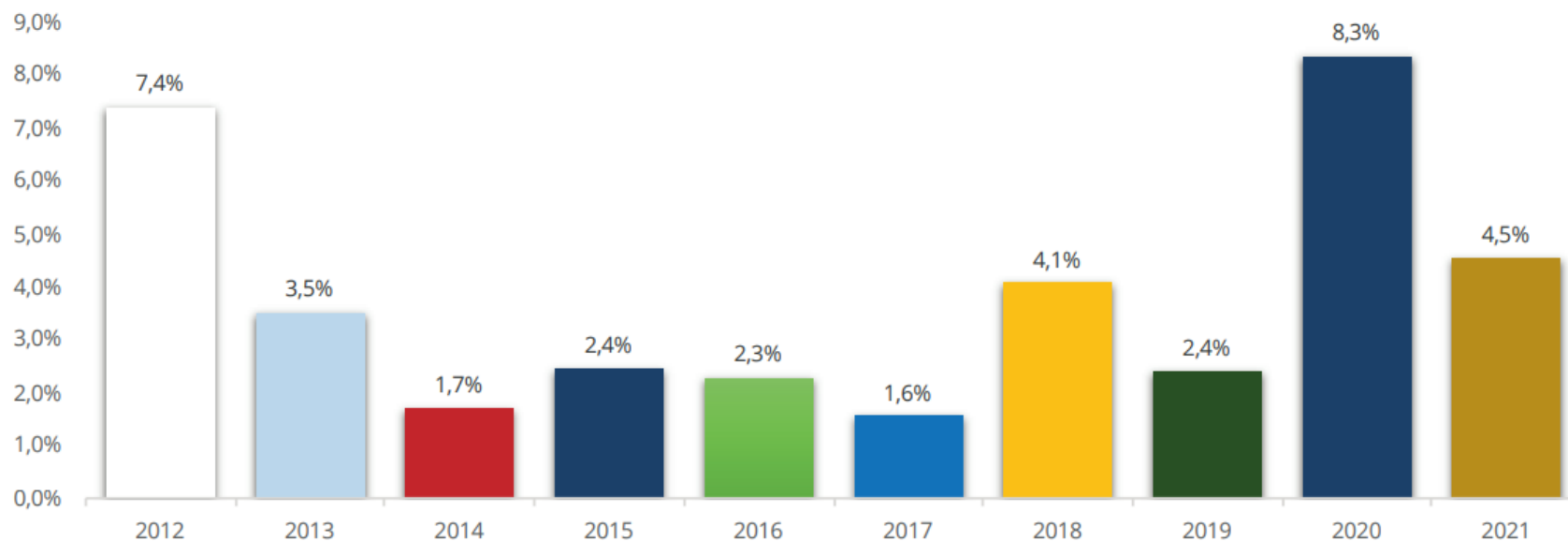
La banca dati Inail e la caratterizzazione dei tomografi RM installati ed operanti in ambito sanitario

Figura 5 Incremento annuale del numero di installazioni RM tra il 2016 e il 2021



(Inail – Dipartimento di medicina, epidemiologia, igiene del lavoro e ambientale)

Figura 4 Percentuale di tomografi 'non conformi' rilevati in sede nel periodo 2012 - 2021

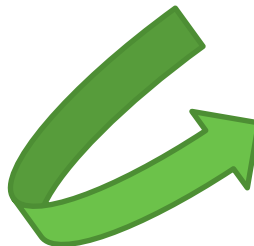


(Inail – Dipartimento di medicina, epidemiologia, igiene del lavoro e ambientale)

LEGGE 7 agosto 2016 n.160



Ministero della Salute



Novità introdotte dalla Legge 7 agosto 2016, n. 160 art. 21-bis (Semplificazione delle procedure autorizzative per le apparecchiature a risonanza magnetica)

Tipologia di apparecchio	Numero di installazioni
Superconduttivo <= 2 tesla	917
Permanente e Resistivo	310
Superconduttivo > 2 tesla	51
TOTALE	1278

~~D.P.R. 542/94 art 6 comma 1~~

ABROGATO

~~APPARECCHIATURE SOGGETTE AD AUTORIZZAZIONE MINISTERIALE~~

~~Le apparecchiature soggette ad autorizzazione ministeriale con valore di campo magnetico superiore a 2 tesla, sono soggette ad autorizzazione all'installazione ed uso da parte del **Ministero...**~~

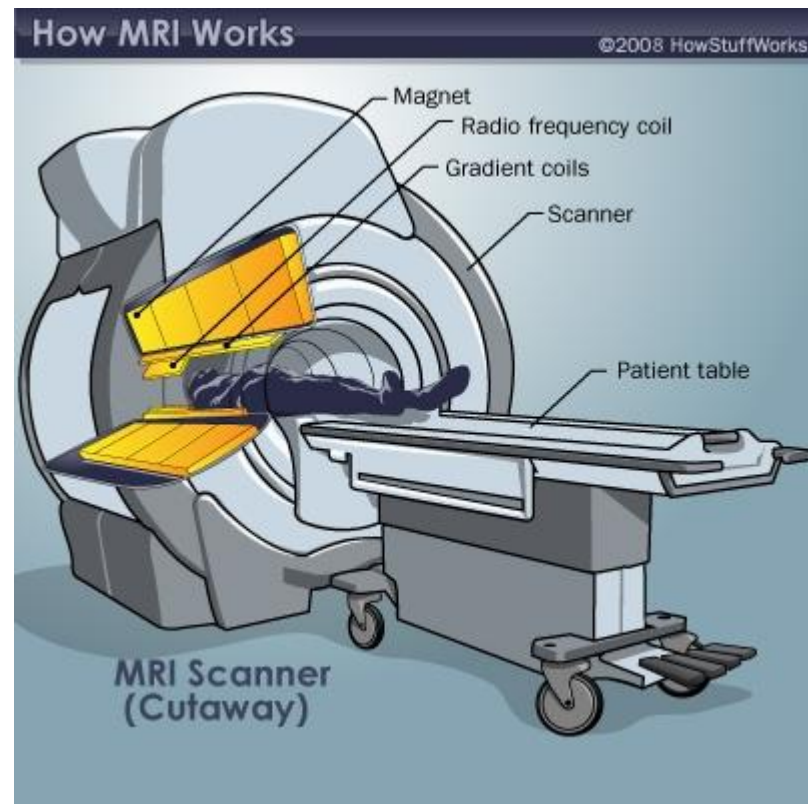
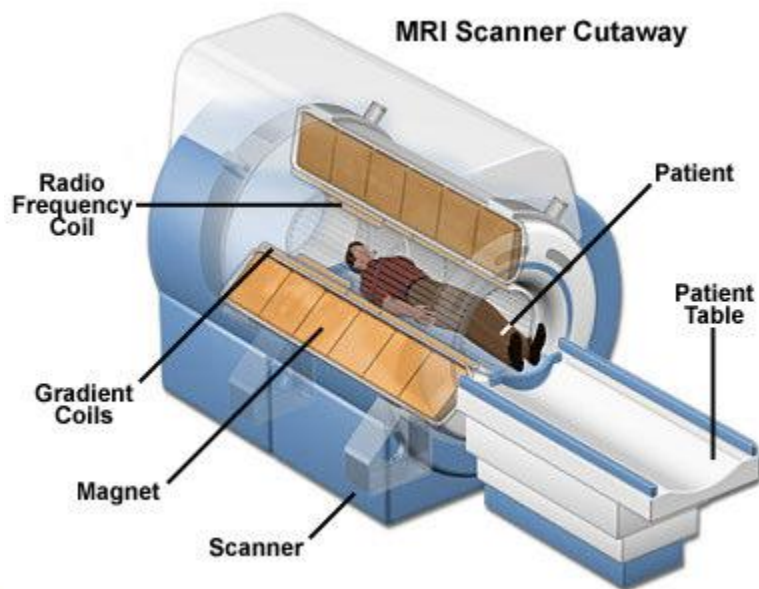
Ad oggi sopra i 4 tesla risulta essere installato un solo tomografo (7 T).

Legge 7 agosto 2016, n 160 art 21 bis

Le apparecchiature a risonanza magnetica (RM) con valore di campo statico di induzione magnetica non superiore a 4 tesla sono soggette ad autorizzazione all'installazione da parte della regione o della provincia autonoma

Un Magnete è definito dai seguenti parametri:

- ❖ Intensità di campo magnetico
- ❖ Tipologia di installazione
- ❖ Boil-off Rate (per i soli magneti superconduttivi)
- ❖ Omogeneità di campo



Il magnete è costituito da:

- Le **bobine principali**, in genere realizzate in filo di niobio-titanio (NbTi), incorporate in una matrice di rame che produce il campo magnetico statico.
- Gli **agenti criogeni** utilizzati per raffreddare le bobine del magnete.
- Le **bobine di compensazione** usate per compensare la mancanza di omogeneità nel campo magnetico principale.
- Le **bobine di gradiente** utilizzate per produrre i campi magnetici di gradiente nel corso dell'acquisizione.
- Le **bobine RF** utilizzate per produrre il campo magnetico RF nel corso dell'acquisizione.

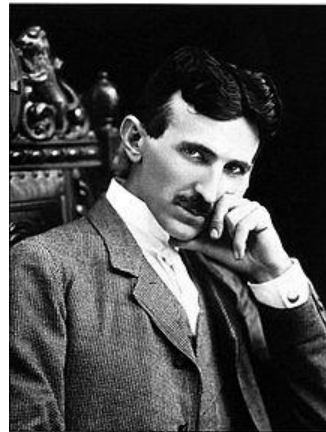
INTENSITA' DEL CAMPO MAGNETICO

L'unità di misura dell'intensità del campo magnetico nel Sistema Internazionale è il **tesla** (simbolo **T**). Si dice che un campo magnetico ha intensità di 1 tesla quando esercita una forza di 1 newton su un filo conduttore della lunghezza di 1 m percorso da una corrente di 1 ampere:

$$1 \text{ T} = 1 \frac{\text{Vs}}{\text{m}^2} = 1 \frac{\text{N}}{\text{Am}} = 1 \frac{\text{Wb}}{\text{m}^2} = 1 \frac{\text{kg}}{\text{As}^2} = 1 \frac{\text{kg}}{\text{Cs}} = 1 \frac{\text{Ns}}{\text{Cm}}$$

$$1 \text{ T} = \frac{1 \text{ N}}{1 \text{ m}} 1 \text{ A}$$

Alla *Conférence Générale des Poids et Mesures* (CGPM) tenutasi a Parigi nel 1960, il nome "*tesla*" fu scelto in onore dell'inventore e ingegnere elettrico serbo Nikola Tesla



Unità di misura utilizzate:

A = ampere

C = coulomb

kg = chilogrammo

m = metro

N = newton

s = secondo

T = **tesla**

V = volt

Wb = weber

W = watt

$$1 \text{ T} = 10 \text{ kG}$$

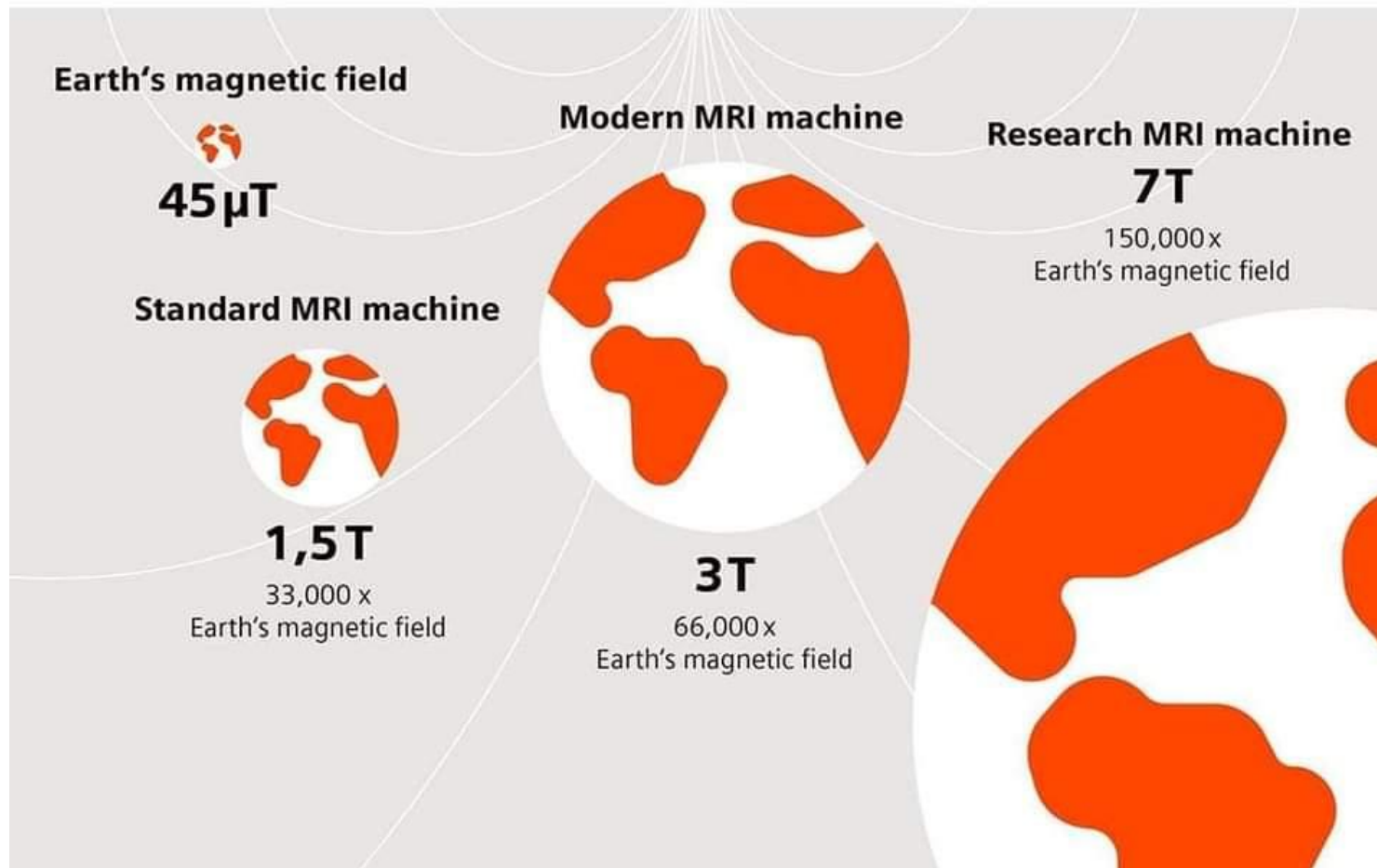
$$1 \text{ G} = 100 \mu\text{T}$$

Precedentemente veniva utilizzato un suo

INTENSITA' DEL CAMPO MAGNETICO

Like a planet, only stronger

Magnetic field strength in teslas (T)



Typical Room Layouts, Minimum Values Layout Dimensions

Magnet Room

Dimensions (W x D)	3.34 m x 5.98 m (10.96 ft. x 19.61 ft.)
Ceiling height	Typical 2.67 m (8.76 ft.) Minimum 2.5 m (8.20 ft.)

Equipment Room

Dimensions (W x D)	2.44 m x 3.66 m (8.0 ft. x 12.0 ft.)
--------------------	--------------------------------------

Control Room

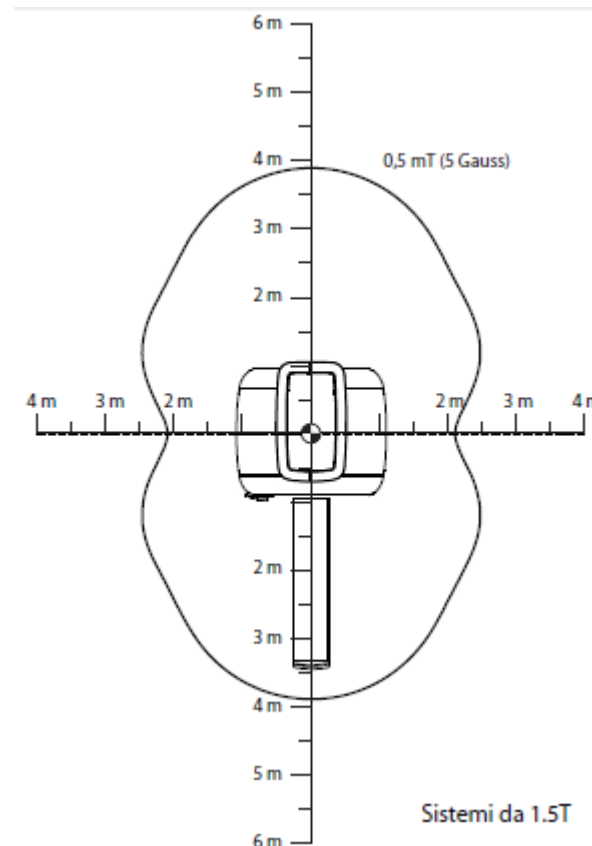
Dimensions (W x D)	1.52 m x 2.13 m (4.98 ft. x 6.98 ft.)
--------------------	---------------------------------------

Fringe Field

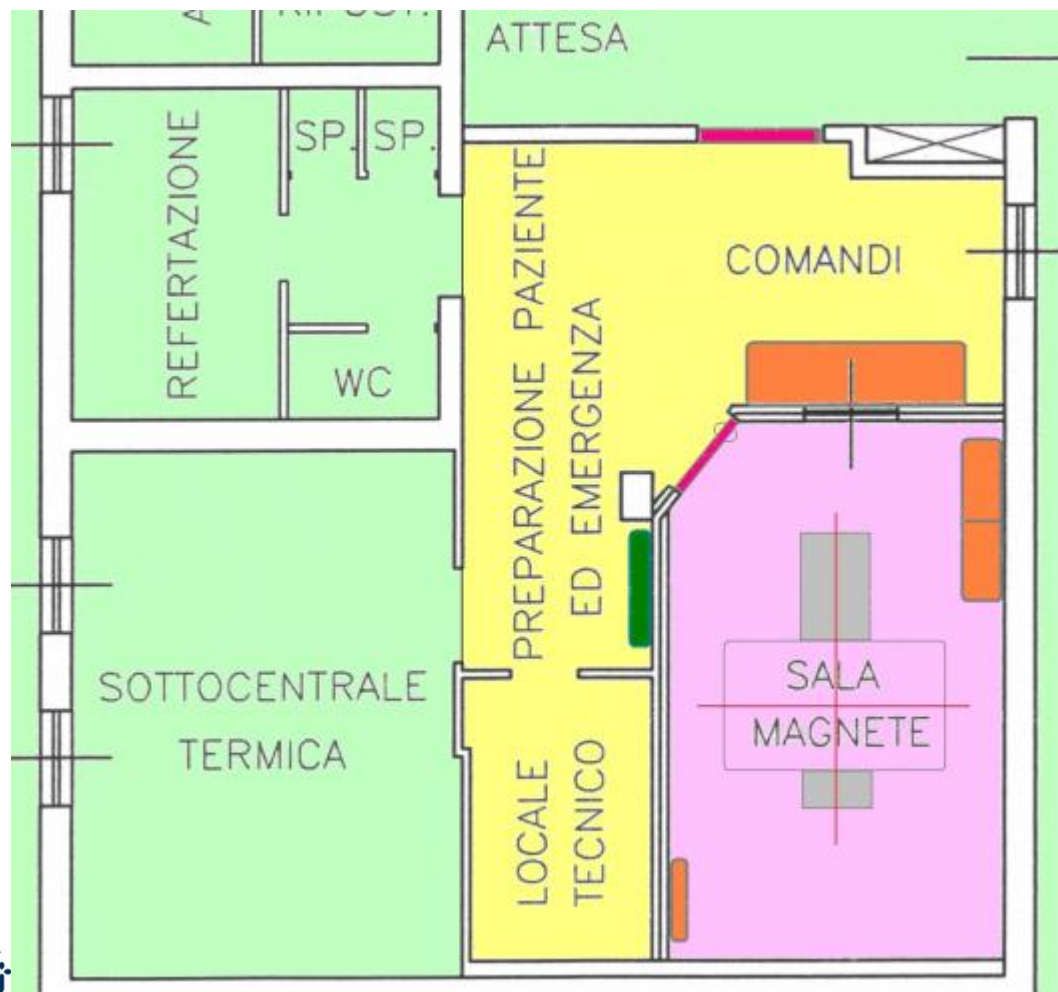
	Axial	Radial
0.5mT (5-gauss line)	4.0 m (13.12 ft.)	2.48 m (8.13 ft.)
0.1mT (1-gauss line)	5.7 m (18.70 ft.)	3.28 m (10.76 ft.)

Installation Dimensions and Weights

	Width	Height	Weight
Magnet assembly LCC (CXK4) actively shielded with enclosures, gradient and RF coil, and cryogens	2.3 m (7.56 ft.)	2.35 m (7.71 ft.)	5,532 kg (12,198 lbs.)
Vibroacoustic mat (optional)			261 kg (575 lbs.)
Patient transport	62.2 cm (2.04 ft.)	97 cm (3.18 ft.)	127 kg (280 lbs.)



Il campo magnetico deve essere opportunamente schermato in modo da mantenere la linea di 5 Gauss interna alla sala d'esame.



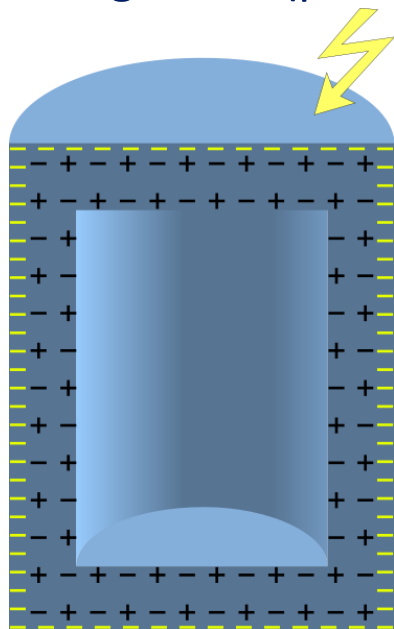
Zona libera (in verde): zona sotto 0,1 mT (1 Gauss)

Zona di rispetto (Zona 3): tra >0,1 mT e <0,5 mT

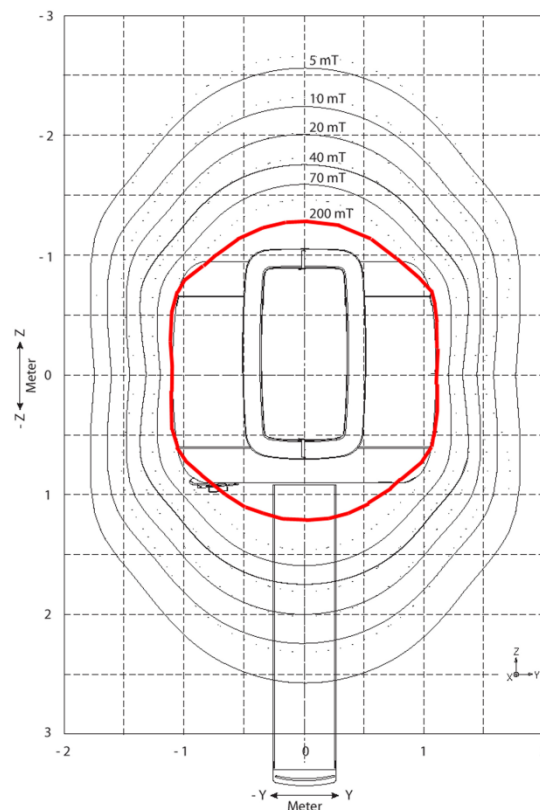
Zona ad accesso controllato (Zona 4): >0,5 mT (5 Gauss)

Schermatura:

- Passiva: effettuata con schermi di ferro posizionati intorno al magnete;
- Attiva: effettuata tramite bobine aggiuntive che controbilanciano il campo magnetico (più utilizzata nei magneti di ultima generazione)



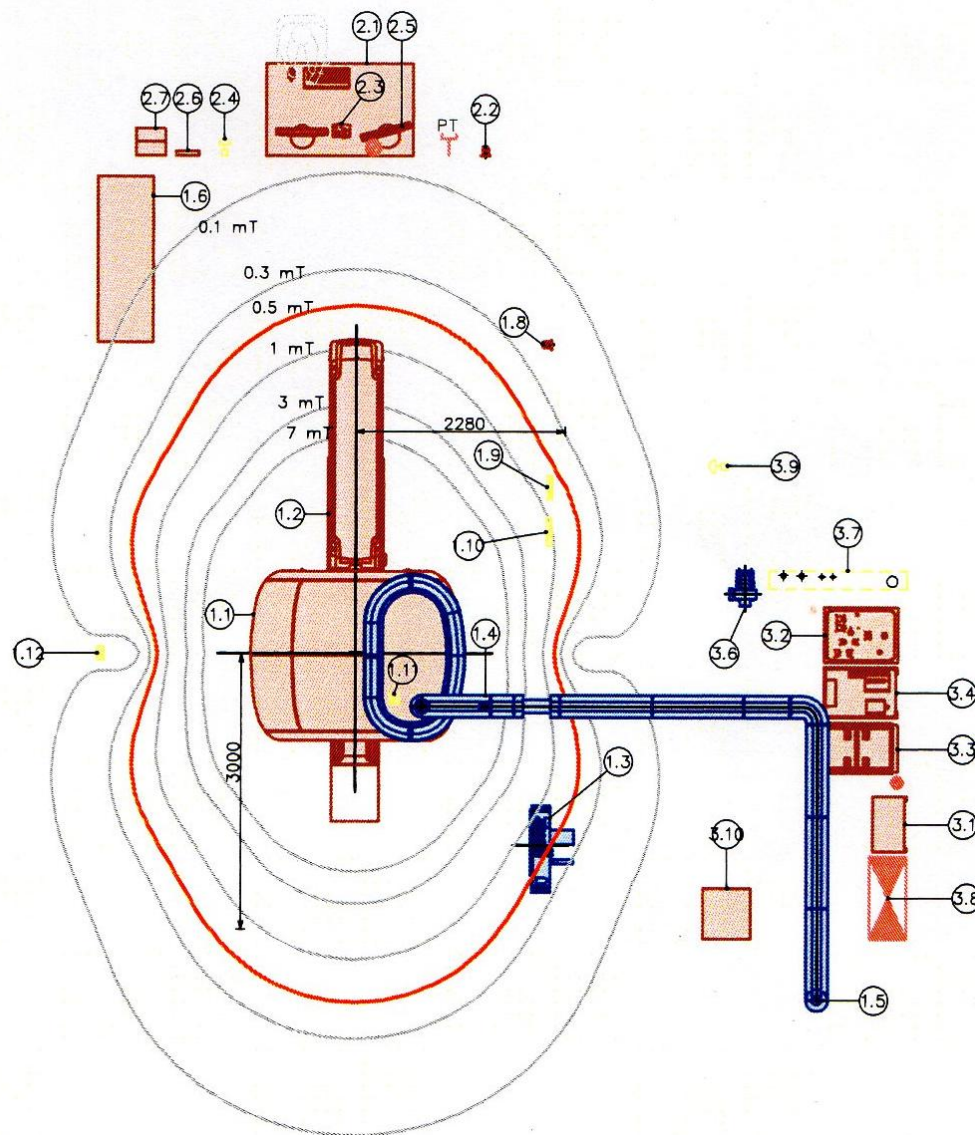
Isolinee Magnetiche 1.5T



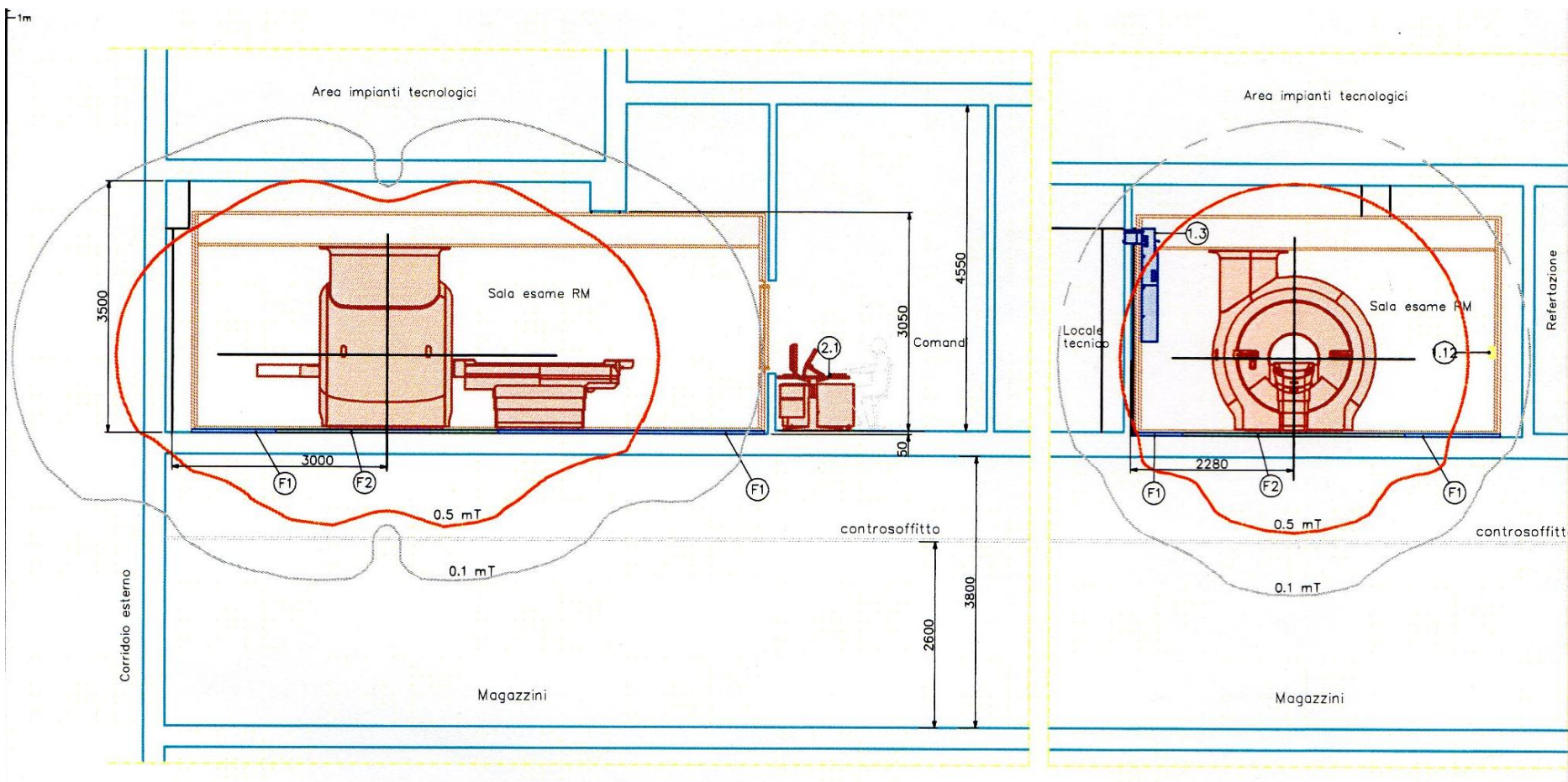
In rosso la linea di 200 mT

Il funzionamento della **gabbia di Faraday** è spiegabile in funzione del teorema di Gauss che permette di descrivere la distribuzione di carica elettrica in un conduttore.

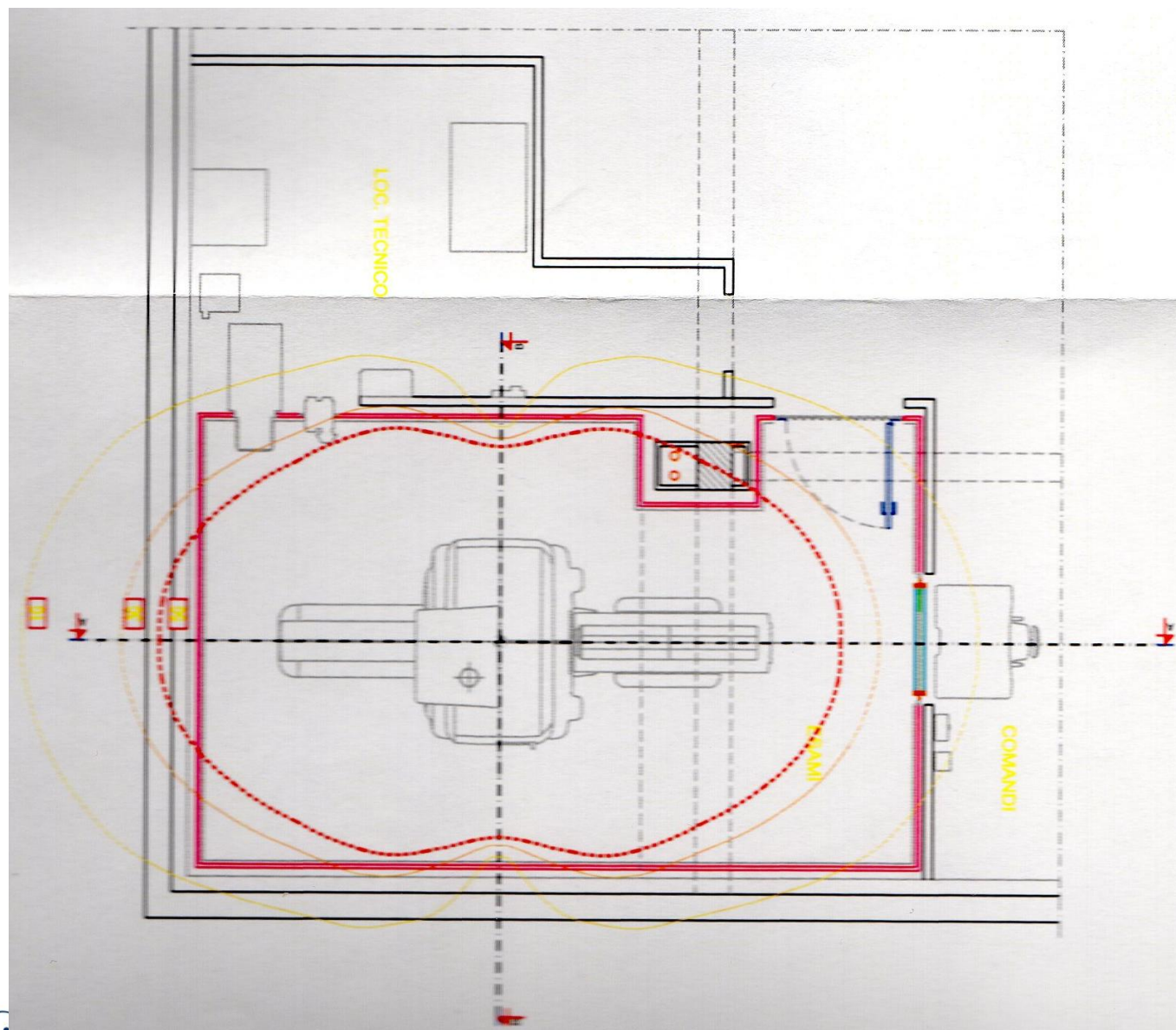
La mappa delle linee isomagnetiche rappresenta graficamente le linee di forza del campo magnetico statico disperso dal magnete del tomografo.



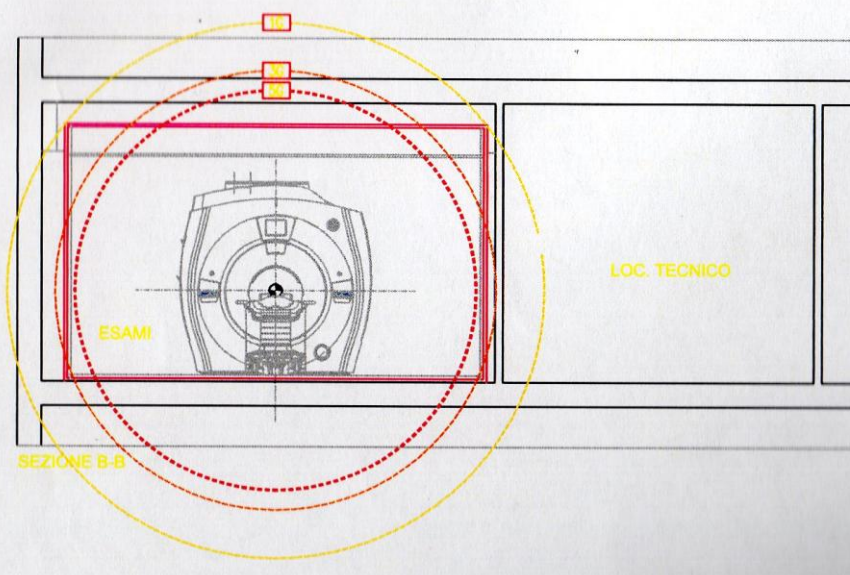
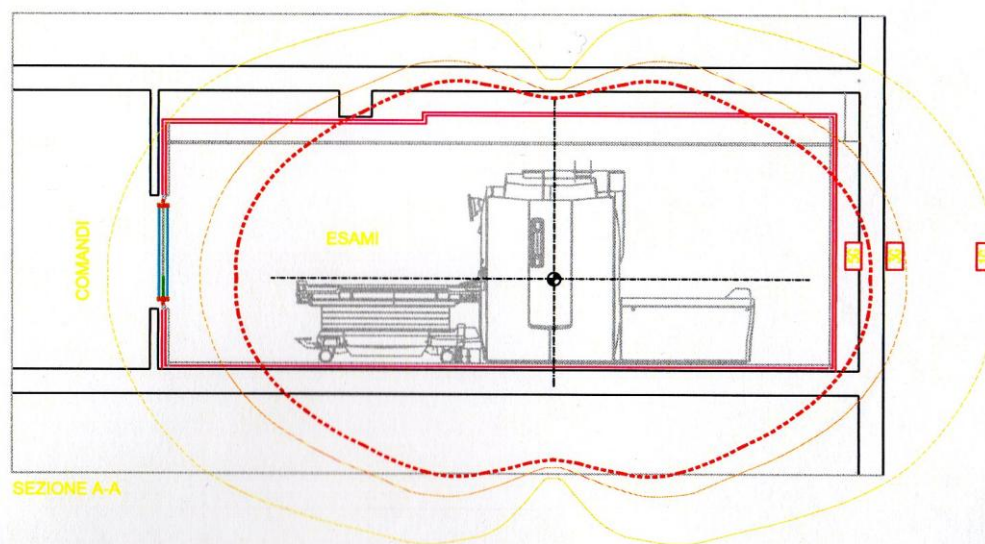
INSTALLAZIONE RM2 PHILIPS



INSTALLAZIONE RM1 GE

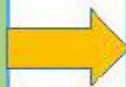


INSTALLAZIONE RM1 GE

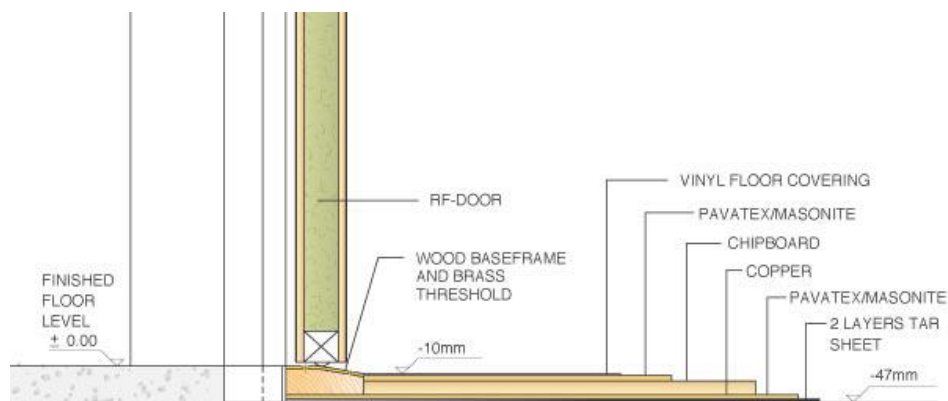
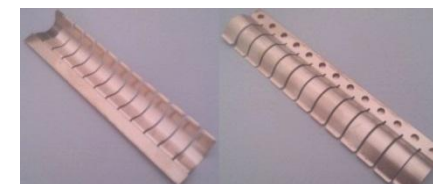
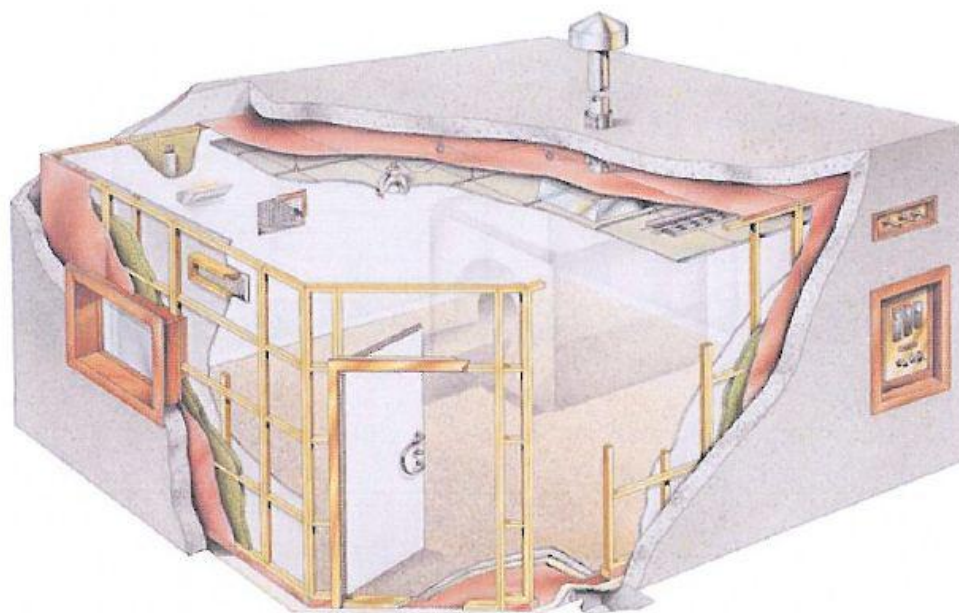


Mappa delle linee isomagnetiche

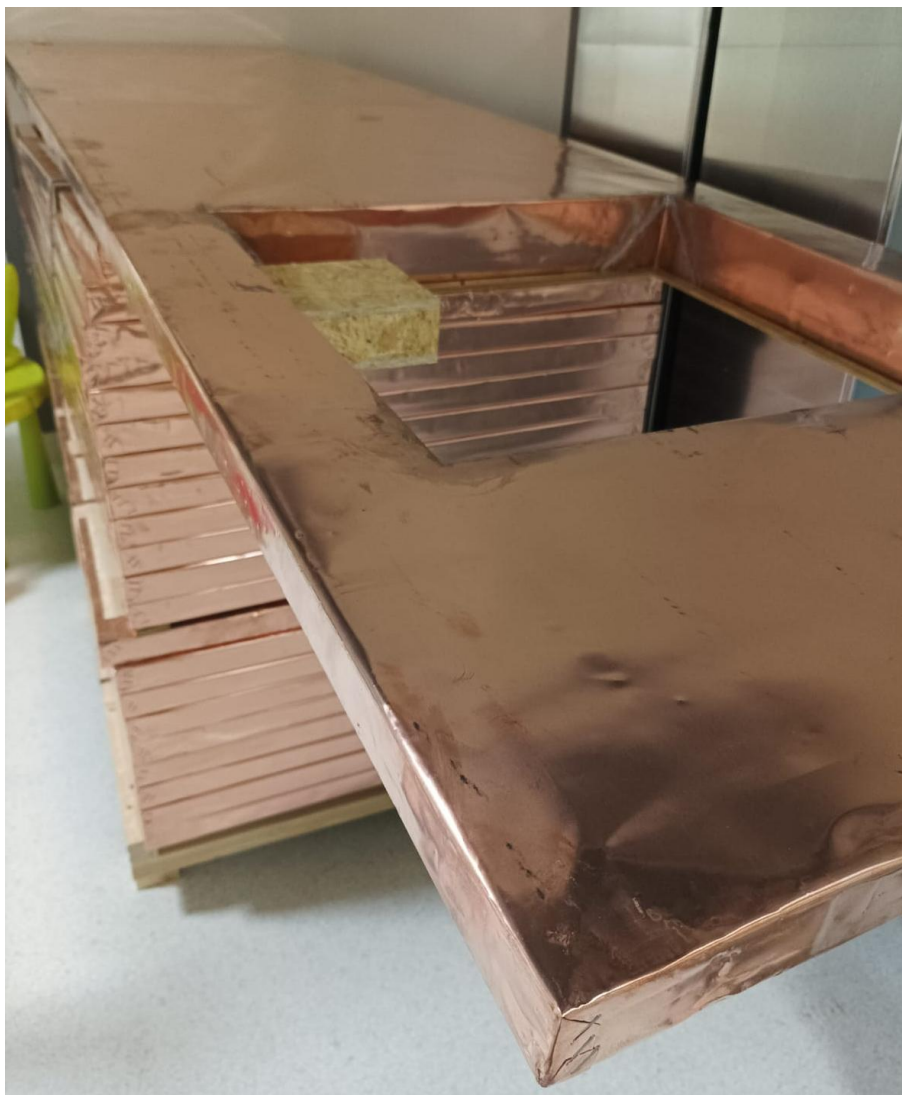
Mappa delle
linee
isomagnetiche



- deve rappresentare le linee isomagnetiche da 1; **0,5; 0,3; 0,1 mT nei tre piani cartesiani**
- deve essere in scala (possibilmente 1:100 o 1:50) con unità di scala rappresentata
- deve essere avvalorata da misure sperimentali (da trasmettere) del campo magnetico statico disperso che garantiscano il contenimento della linea isomagnetica da 0,5 mT all'interno della z.a.c e di quella da 0,1 mT all'interno del presidio
- deve essere validata dall'ER









Per alti valori di intensità del CMS si verificano alcuni inconvenienti tecnici, fra i quali ricordiamo un più frequente ed intenso apparire di artefatti da chemical shift ed una minor capacità di penetrazione dell'onda RF della struttura in esame.

Il CMS risente naturalmente dell'influsso dell'ambiente che lo circonda: il contenuto ferroso di ascensori, carrelli, ambulanze o strutture fisse, come travi o infissi metallici, provoca alterazioni dell'uniformità e della forma del CMS. È da ricordare inoltre che anche il magnete influisce marcatamente sull'ambiente circostante; le elevate intensità di campo sviluppate possono alterare il funzionamento di apparecchiature elettroniche o stimolatori cardiaci, nonché provocare attrazione di oggetti ferromagnetici.

Ecco perché si procede ad isolare il sistema mediante un sistema di schermatura (shielding) che ha la funzione di contenere le linee di forza del campo magnetico entro tali limiti da permettere l'utilizzazione degli ambienti circostanti al sistema senza che si verifichino interazioni di rilievo. **Le schermature vengono realizzate in ferro dolce:** questo materiale ha la prerogativa di magnetizzarsi in presenza di un campo magnetico e di non mantenere magnetismo residuo al cessare dell'induzione.

Il campo indotto si oppone al campo magnetico principale con un'intensità proporzionale allo spessore del materiale ferroso usato. Le strutture di schermo esplicano la loro funzione fornendo una via preferenziale alle linee di forza del CM ed è pertanto di fondamentale importanza la loro simmetria.

Il mancato rispetto della simmetria di costruzione comporta deviazione delle linee di forza e disomogeneità del CMS con cui consegue bassa risoluzione spaziale e distorsione dell'immagine. Tramite un sistema a giochi di chiusura delle linee di flusso, è possibile realizzare direttamente intorno al magnete una schermatura efficace e relativamente economica il cui limite è rappresentato dal peso molto elevato. Una seconda soluzione è rappresentata dalla **gabbia di Faraday**: questa struttura situata a circa 1.5m dal magnete e costituita da barre di ferro distanziate fra loro in relazione alle linee di flusso del CMS. Lo shielding può essere inoltre realizzato applicando pannelli di ferro dolce alla parete della stanza che contiene il magnete: anche in questo caso si crea una struttura di peso assai elevato in quanto i pannelli devono avere uno spessore superiore al centimetro.

BOIL-OFF RATE

- È misurato in litri/ora
- Indica il consumo di criogeno e, conseguentemente, la necessità di riempimenti periodici del sistema



Gemelli



L'omogeneità di campo magnetico rappresenta il parametro più importante per la valutazione di un magnete, in quanto è un parametro che ha una notevole influenza nella qualità dell'immagine finale.

L'omogeneità di campo è calcolata in base ai valori complessivi misurati (numero di piani e numero di punti per piano), ed è misurata in **parti per milione (ppm)**.

Dopo l'installazione viene effettuata un'operazione di **shimming**, cioè l'omogeneità del campo magnetico viene incrementata, allo scopo di compensare eventuali fattori esterni che potrebbero avere effetti negativi sull'omogeneità di campo.

LV-RMS Homogeneity Specifications

Diameter of Spherical Volume -DSV	Specified Minimum ppm	Typical ppm
10 cm	< 0.05	< 0.025
20 cm	< 0.25	< 0.05
30 cm	< 0.50	< 0.25
40 cm	< 1.00	< 0.50
45 cm	< 1.25	< 0.63
48 cm	< 2.00	< 0.95

Large Volume Root-Mean-Square (LV- RMS) method is rigorous and accurate with over 173,000 measurements collected over spherical volume.

V-RMS Homogeneity Specifications

Diameter of Spherical Volume -DSV	Specified Minimum ppm	Typical ppm
10 cm	< 0.02	< 0.004
20 cm	< 0.06	< 0.02
30 cm	< 0.14	< 0.06
40 cm	< 0.35	< 0.27
45 cm	< 0.97	< 0.81
48 cm	< 2.00	< 1.65

Volume Root-Mean-Square (V – RMS) method with 24 measurements in each of 13 planes is rigorous and accurate.

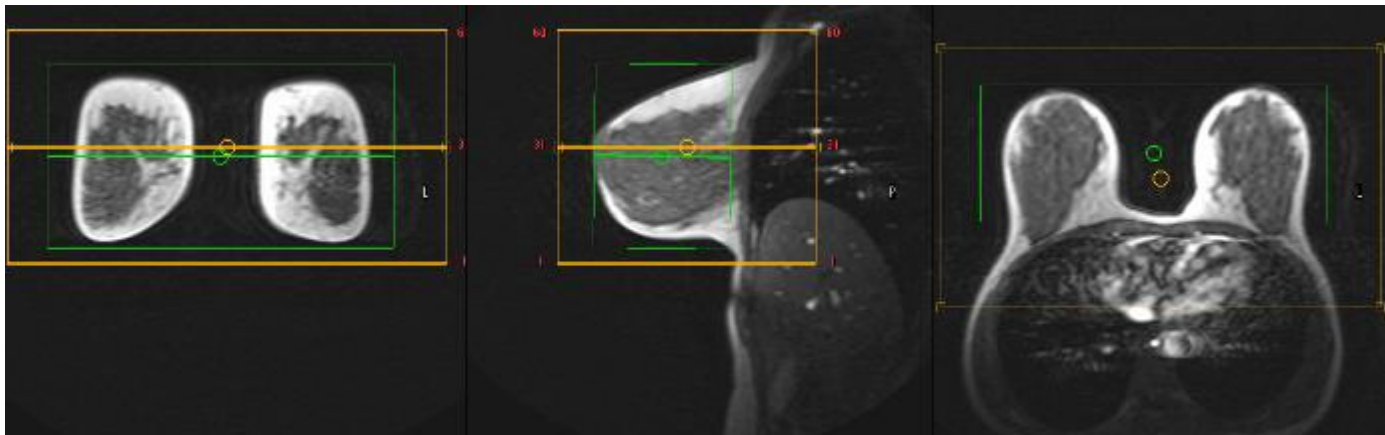
Uno dei metodi di misura più utilizzati per l'omogeneità di campo, è il metodo **VRMS (Volume Root Mean Square)** che consente di misurare la distribuzione del campo magnetico su un intero volume di interesse.

La scelta di un volume sferico per la misura dell'omogeneità è più efficace, in quanto il massimo campo di vista non dipende dall'orientamento del piano di taglio

SHIMMING:

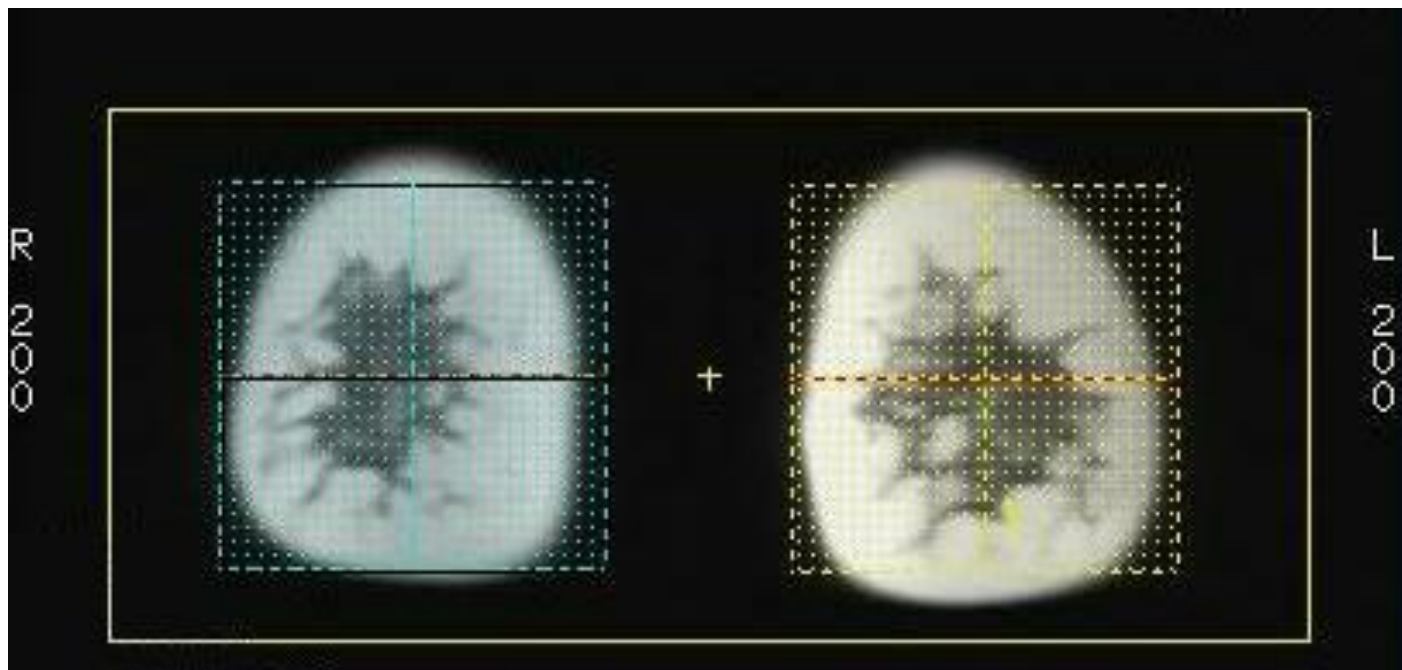
- ✓ **Passivo:** eseguito in fase di installazione tramite piastre di ferro sul magnete; si misura il loro effetto sull'omogeneità di campo e l'operazione viene ripetuta fino al raggiungimento di un valore ottimale (cfr. presentazione «Ramp on»)
- ✓ **Attivo:** utilizza apposite bobine che producono una corrente statica per ottimizzare ulteriormente l'omogeneità di campo. I sistemi attuali utilizzano bobine superconduttive

Però bisogna considerare un'altra grande causa di disomogeneità:
IL PAZIENTE!



PHILIPS
sense and simplicity

Le disomogeneità indotte dal paziente possono essere ridotte con un ulteriore shimming attivo, selezionabile dal TSRM



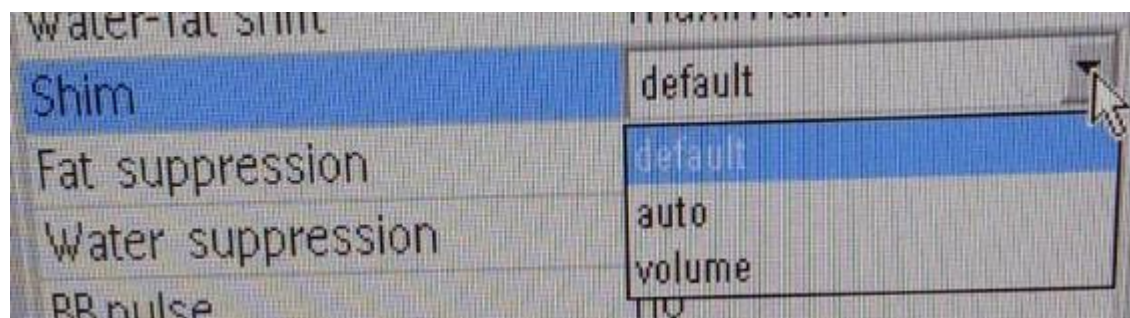
Esempio di due volumi di compensazione posizionati al centro di ogni mammella



GE Healthcare

PHILIPS

sense and simplicity

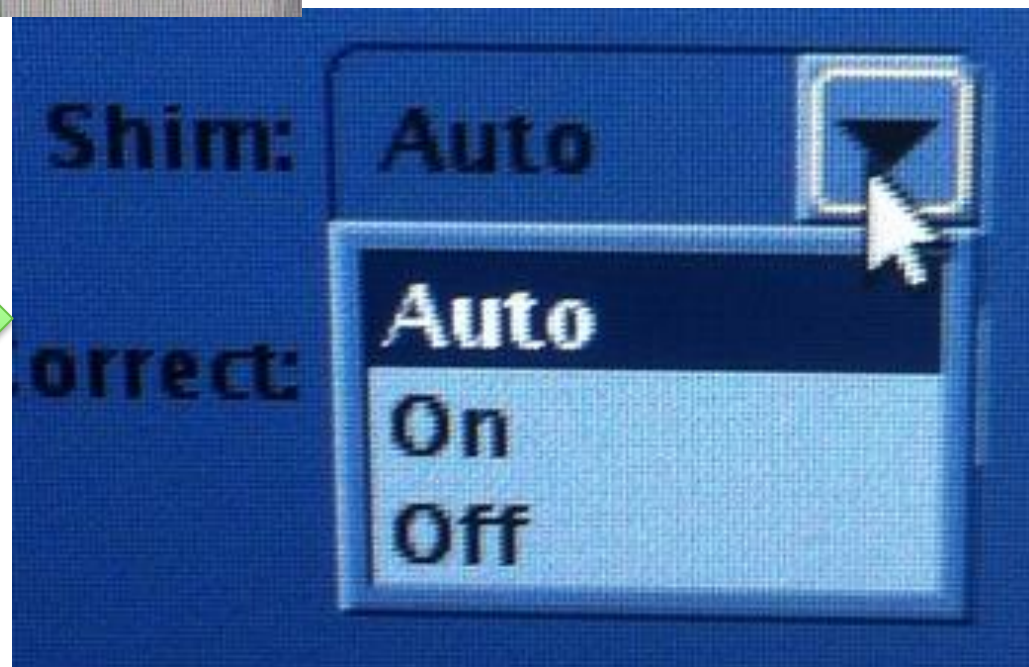


FOV regolabile

FOV quadrato

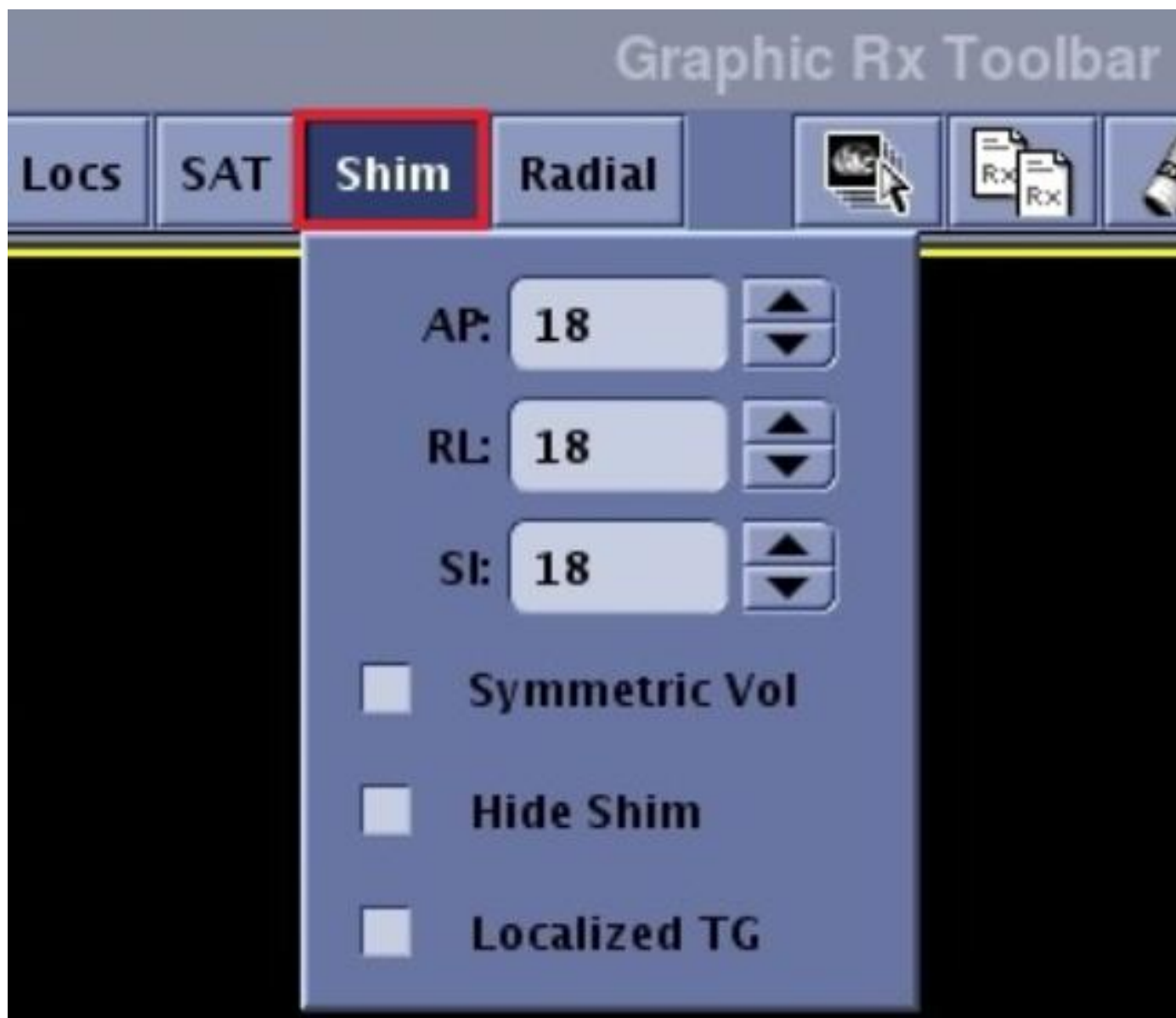


GE Healthcare





GE Healthcare

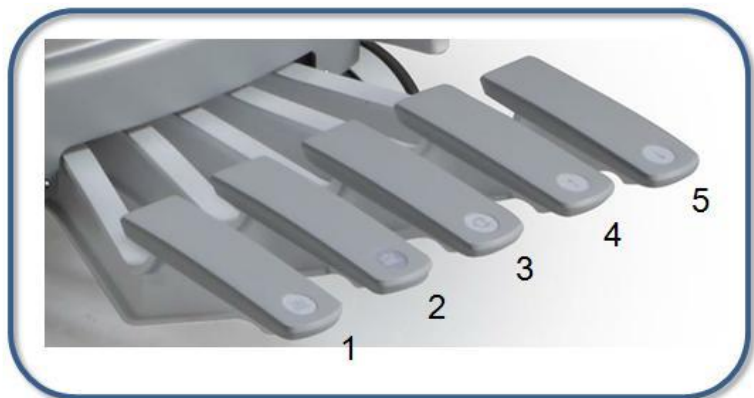


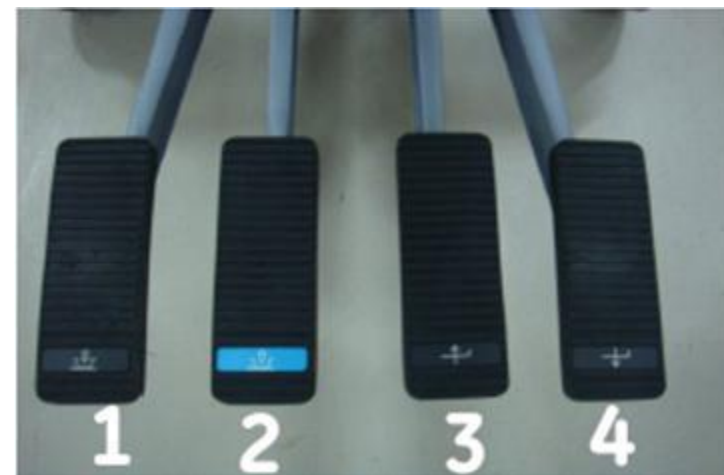
Quando è fondamentale?

- ✓ Esami a **grande campo di vista** (FOV)
- ✓ **Saturazione del grasso**: i protoni nel grasso e nell'acqua hanno differenti frequenze di risonanza, dovute ai diversi ambienti chimici. La qualità della saturazione del grasso dipende, non solo dall'omogeneità intrinseca del magnete, ma anche da come eventuali sistemi di shimming automatico correggono le disomogeneità indotte dal paziente

In addition to the 18 super-conducting shim coils integrated into the magnet, the TwinSpeed model in the Signa 1.5T product line includes an optional resistive shim set (also known as room temperature shims). Five 2nd order shim coils (XY, XZ, YZ, X^2-Y^2 , and Z^2) are intended to compensate for the magnetic field distortion induced by the patient. These shim coils are controlled from the operator's console through an automated shimming program. The resulting higher homogeneity translates directly into higher image quality in spectroscopy, ultra-fast imaging techniques such as Diffusion Tensor Imaging (DTI), and Diffusion-Weighted EPI, and in applications such as orthopedic imaging, in which high quality fat saturation is critical.

- G Lettino
- G Iniettore automatico
- G Sensore umidità
- G Sensore temperatura
- G Sensore percentuale ossigeno
- G Prese per gas medicali
- G Apparecchio Anestesia
- G bobine

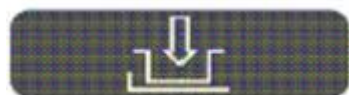




3. Pedale di sollevamento



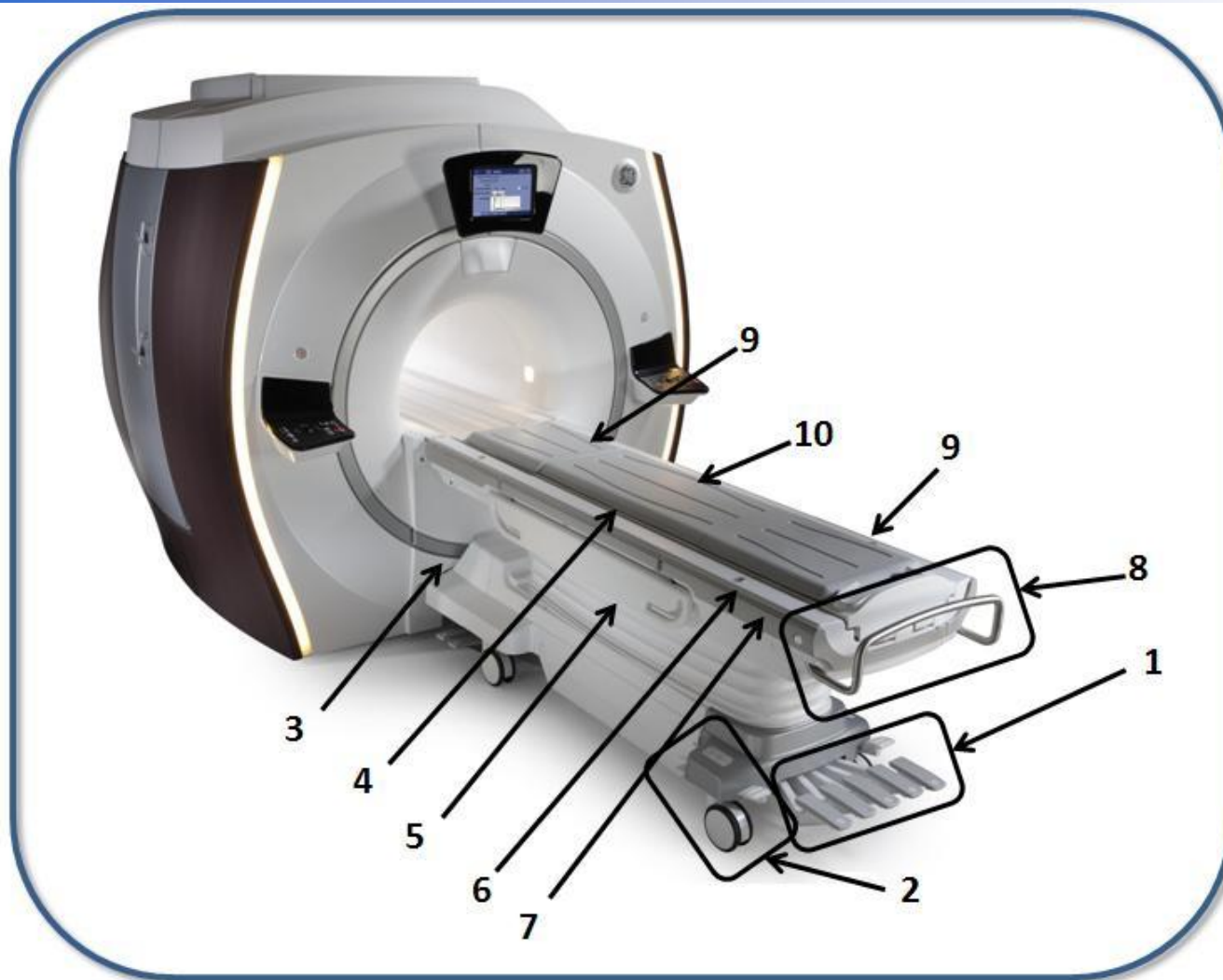
4. Pedale di abbassamento

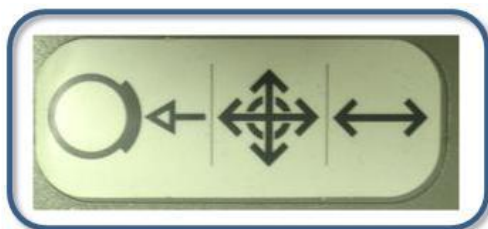
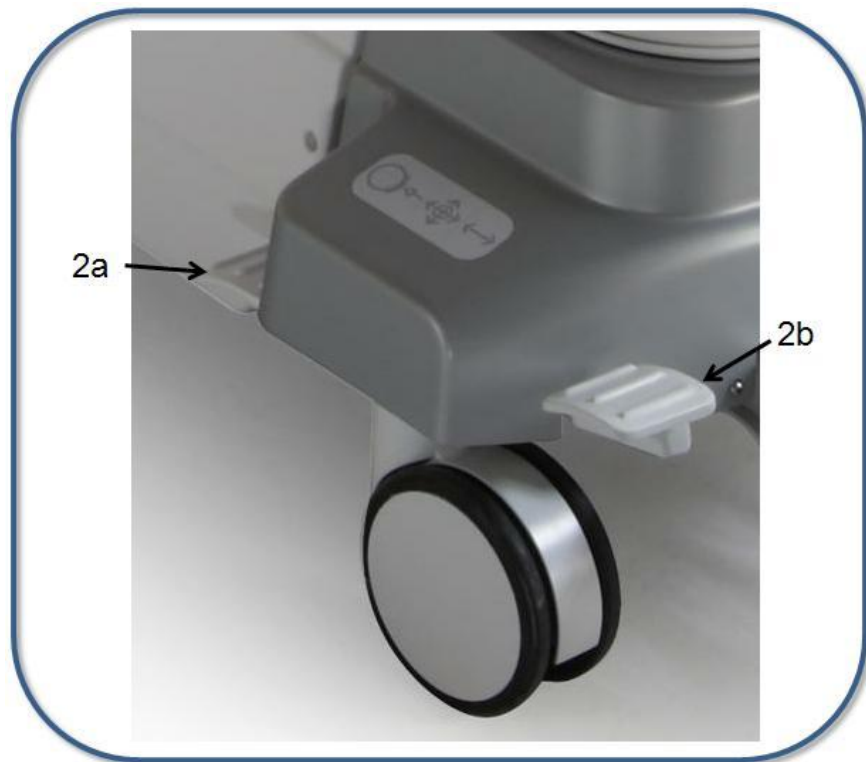


1. Pedale di aggancio



2. Pedale di sgancio







Piano d'esame e componenti piano d'esame

Il piano d'esame (trasporto paziente) serve per il posizionamento del paziente. Può essere rimosso dalla sala scansione per semplificare il posizionamento dei pazienti e per accelerare l'evacuazione della sala scansione in situazioni di emergenza.

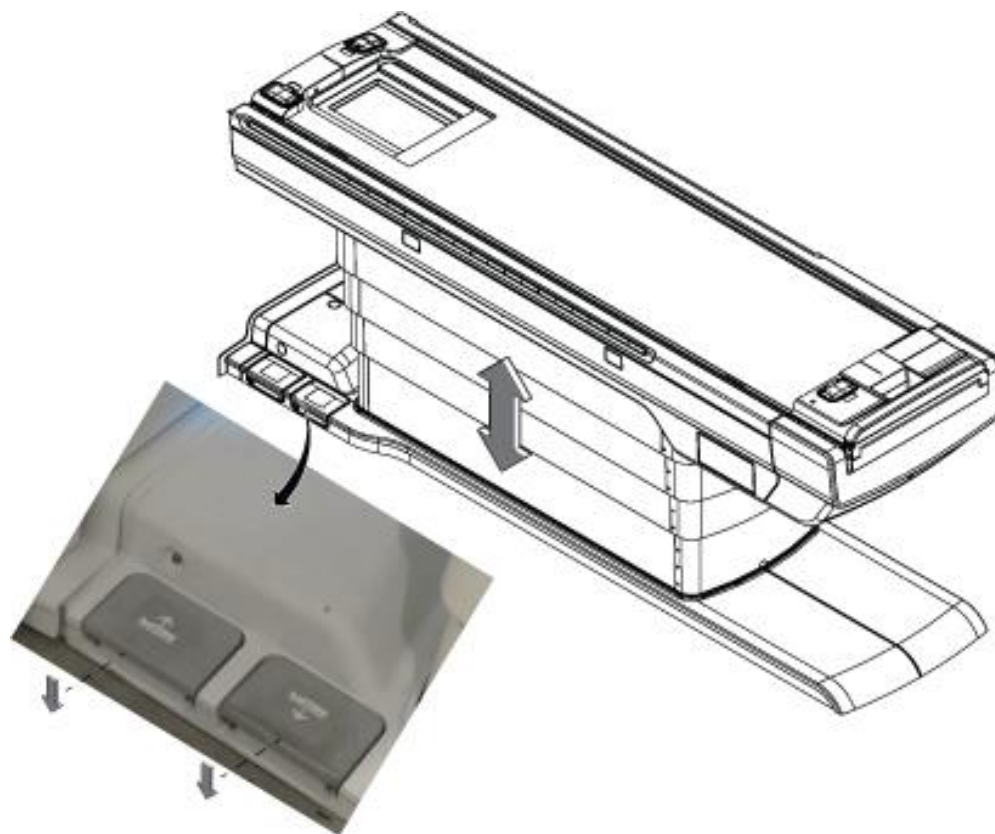


Table UP/Down

SIGNA™ Voyager - 70 cm

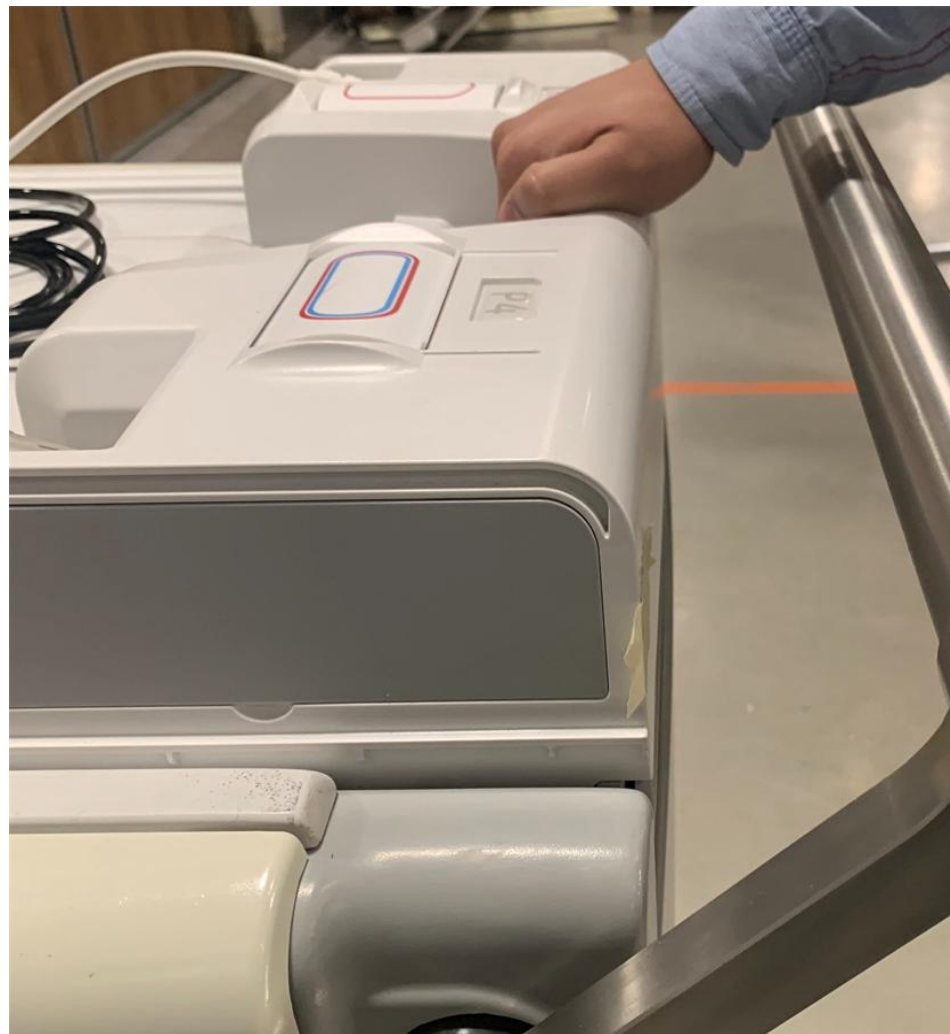


Pedali tavolo

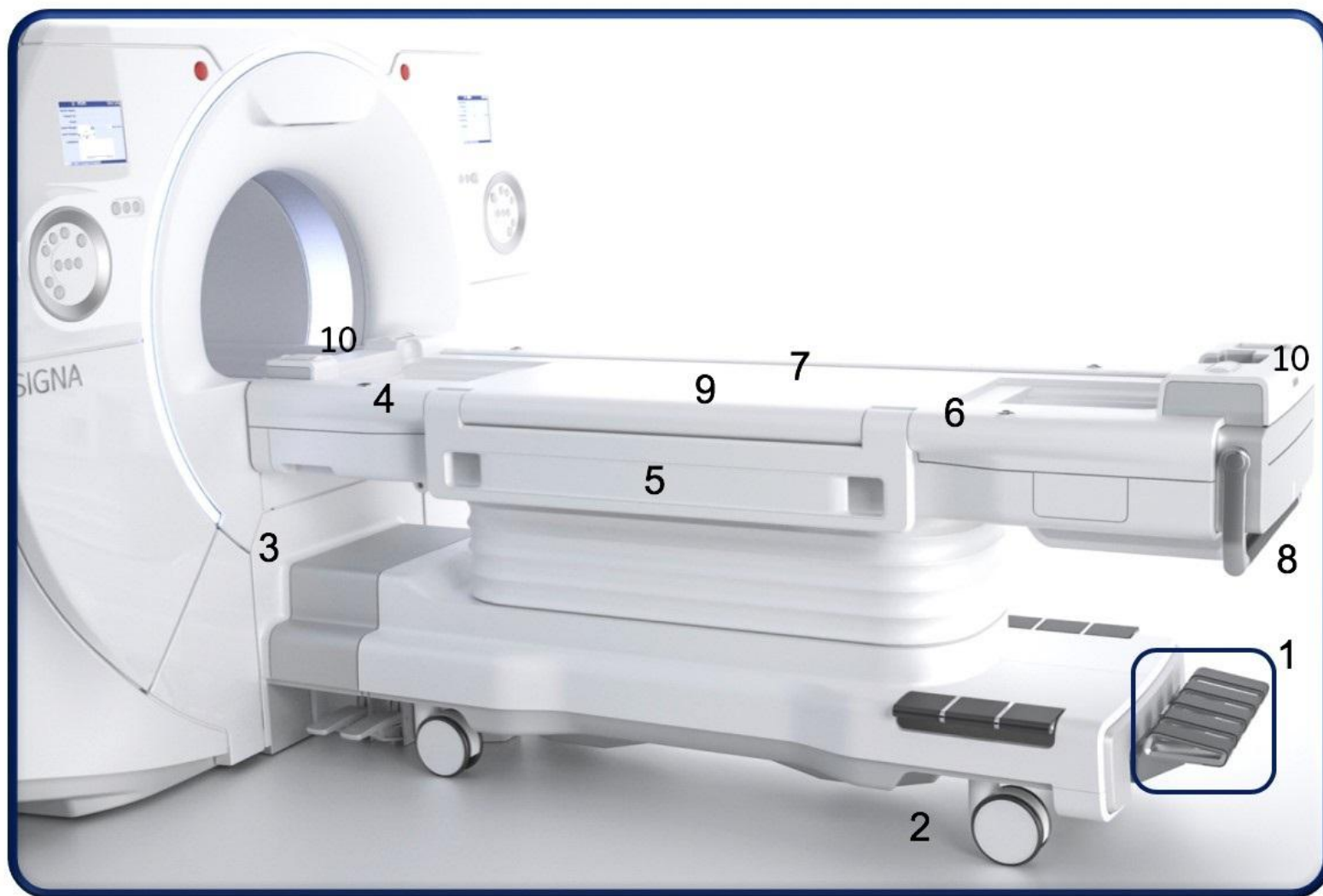


1. Pedali Up/Down
2. Leva rilascio di emergenza

Maniglia di rilascio di
emergenza



SPECIFICHE APPARECCHIATURE (RM 3T GE)



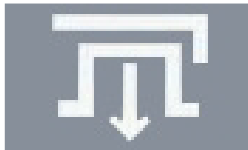
SPECIFICHE APPARECCHIATURE (RM 3T GE)



DOCK



ELECTRONIC DOCK



UNDOCK



UP



DOWN

1 = Brake pedal, 2= neutral pedal, 3 = steer-lock pedal



Brake pedal depressed to brake the table.



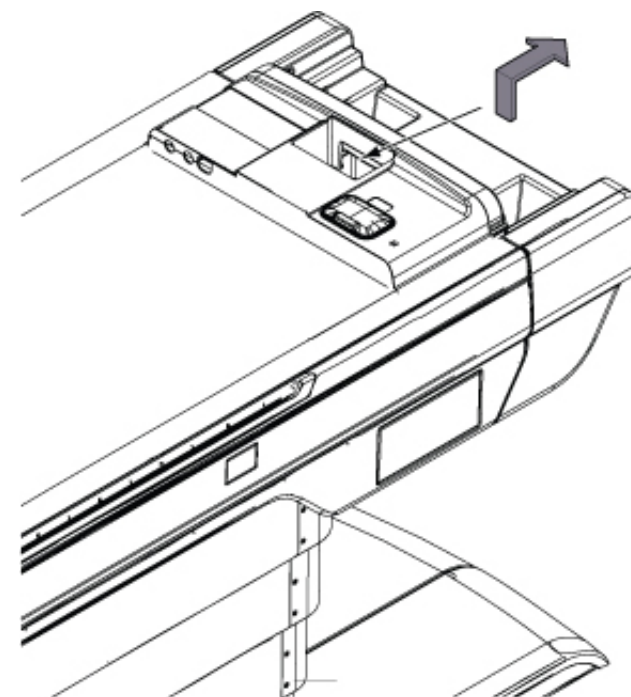
Neutral pedal depressed to free both pedals for swivel.



Steer-lock pedal depressed to steer the table. The steer-locking castor only locks a single wheel so that you can steer the table; it does not stop or lock the table in place.



Maniglia di rilascio del lettino



In caso di emergenza, è possibile estrarre manualmente dal magnete il lettino del paziente. Afferrare la maniglia e premere la leva per spingere il lettino all'estremità del tavolo. La figura seguente illustra la maniglia di rilascio del lettino sul piano del paziente.



Maniglia di rilascio del lettino



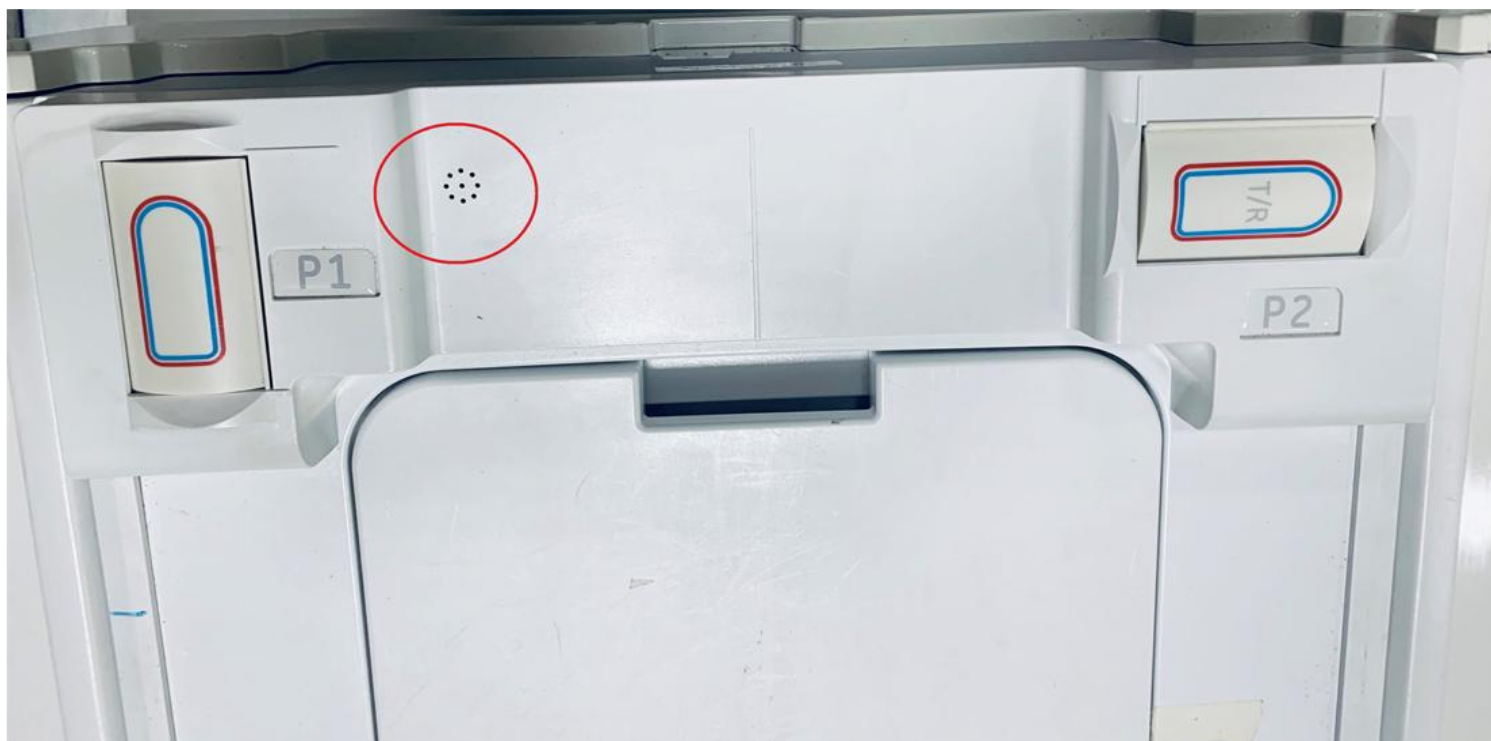
Pedali tavolo



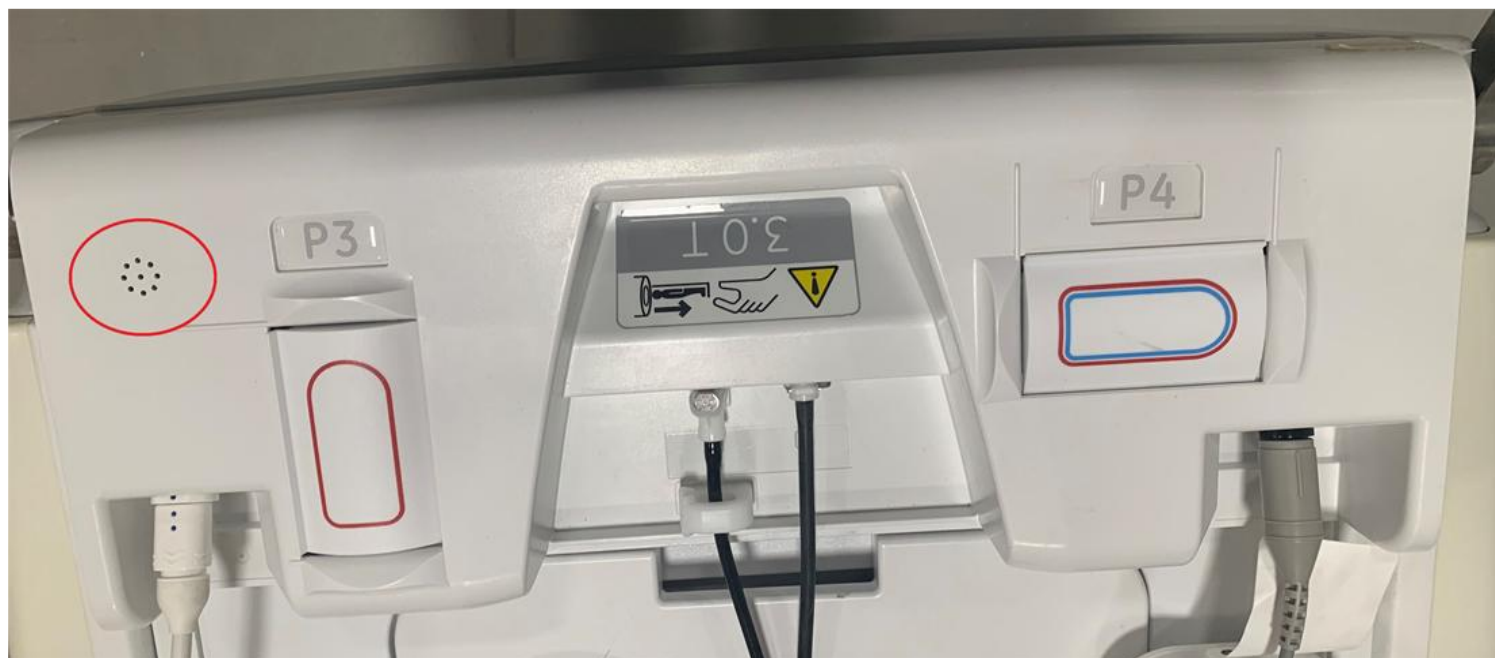
Spondine laterali



Microphone/speaker at front end of table



Microphone/speaker at foot end of table

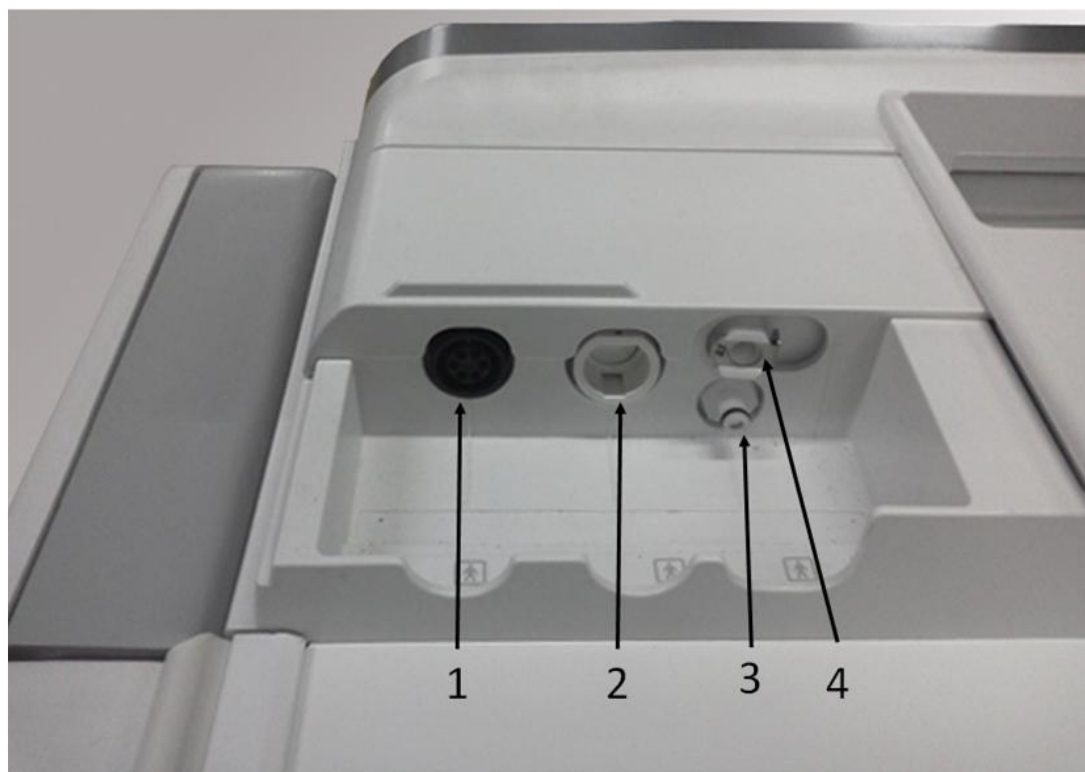


There are four ports at the foot end of the table from which you can connect the following:

- patient alert device
- respiratory bellow
- peripheral gating device
- ECG device



PAC ports





Six-pin connection for the thin film
or high impedance *ECG* leads



Peripheral Gating

Two-port fiber optic connection for the
peripheral gating lead



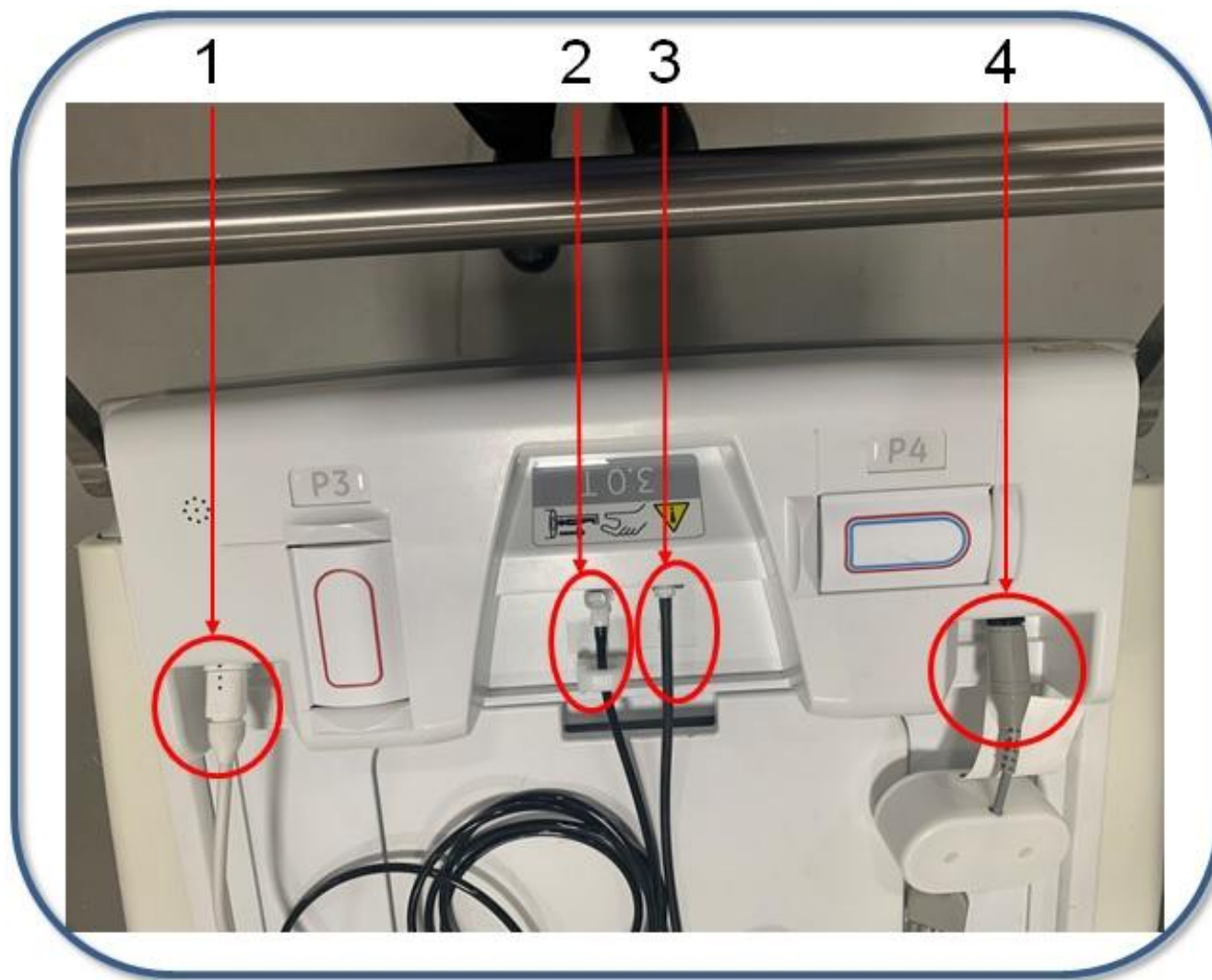
Respiratory bellows

Single port for the respiratory bellow



Patient Alert

Single port connection for patient alert system



Peripheral gating



Patient alert



Respiratory gating



ECG

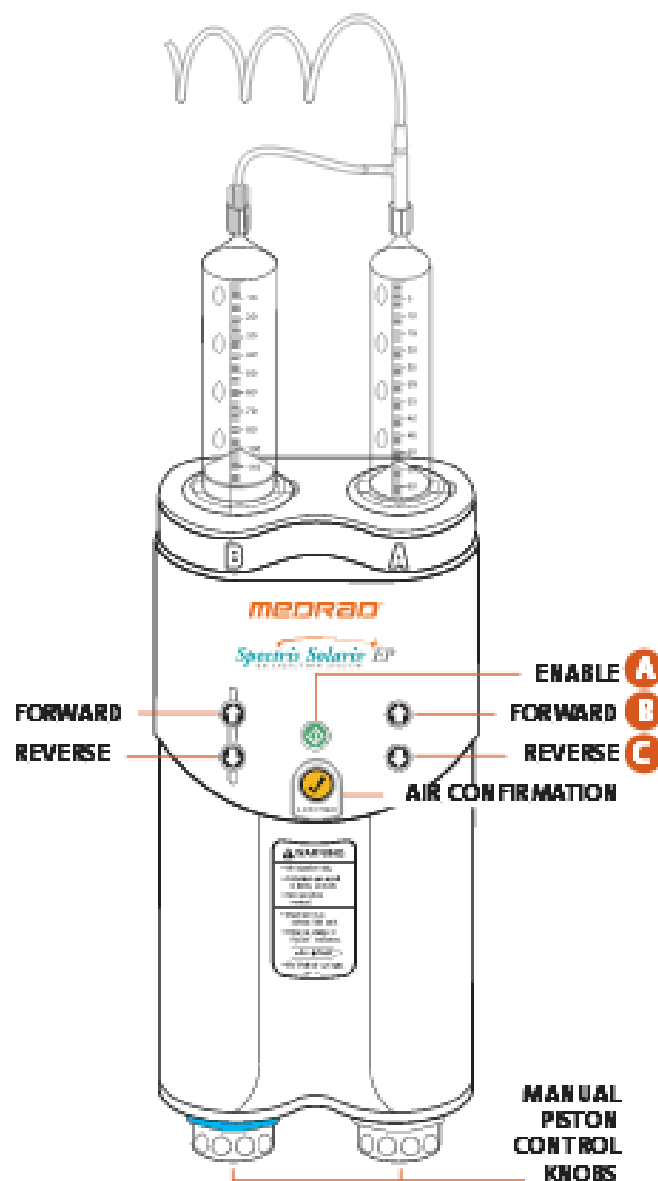


SALA MAGNETE – Iniettore automatico



MEDRAD® Spectris Solaris® EP
MR Injection System

SALA MAGNETE – Iniettore automatico





PROTOCOL NAME

Flush
m|

Flow Rate
m/s

Volume
m|

A

19.0



88

A

```

graph LR
    Input --> PreProcessor[Pre-processor]
    PreProcessor --> Output
    Output --> PostProcessor[Post-processor]
    PostProcessor --> FinalOutput[Final Output]
  
```

3.0

3.0

Hold

A

3.0

3.0

1.0

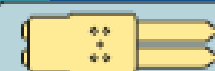
20

Delay: Scan

0:15

KVO Paused

2:23:04



Stop

Injecting phase 4



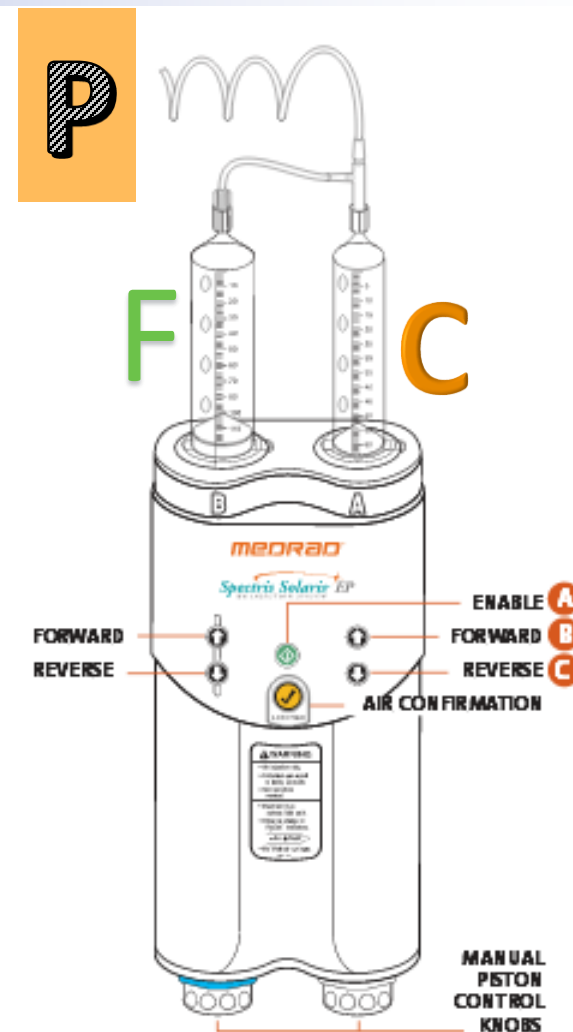
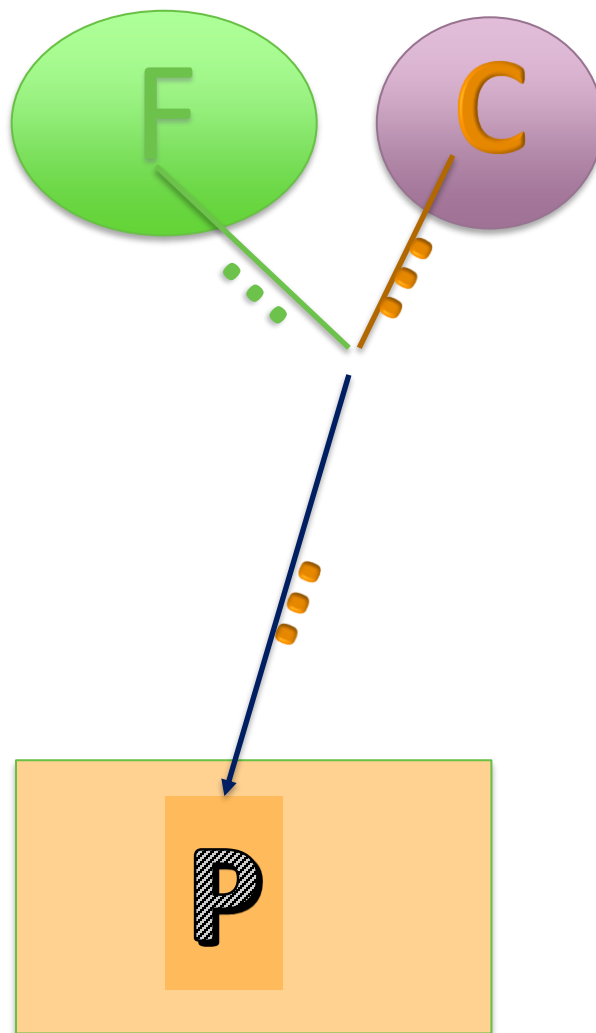
Duration

00:07

Delivered

A+B
m

Iniettore automatico e TVP ...



SALA MAGNETE – Connettori Bobine

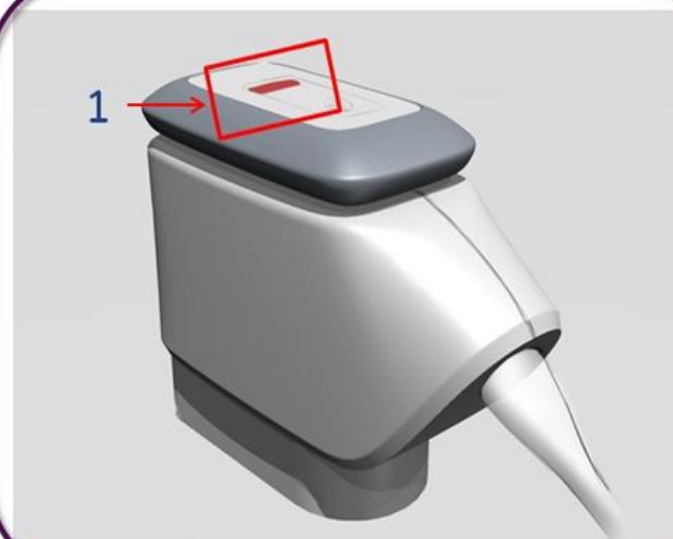
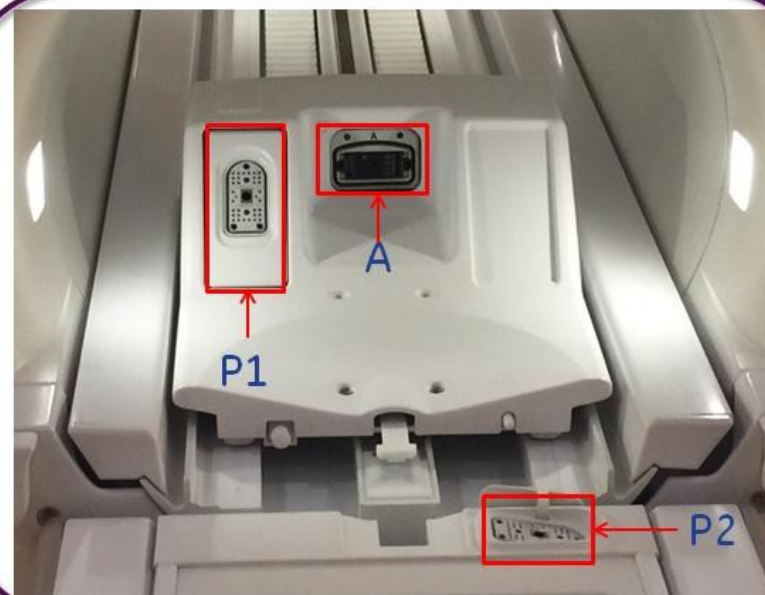


Portabobine Excite HD per
un sistema a 8 e 16 canali



Portabobine a 32 canali
Gemelli





Gemelli



ott. '25

93

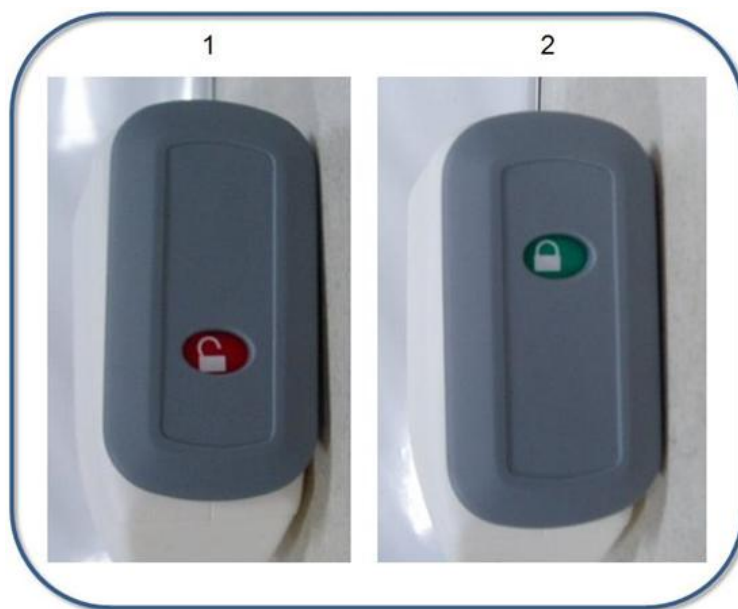
SALA MAGNETE – Connettori Bobine



Gemelli



ott. '25



Gemelli





Gemelli



ott. '25

Manuale dell'operatore 26.0

Etichetta del pulsante	Descrizione
	La trackball dispone di tre pulsanti di selezione. Viene utilizzata per azionare la visualizzazione in sala.
	Alignment (Allineamento) accende o spegne le luci di allineamento. Quando le luci di allineamento sono accese, questo pulsante è illuminato e il messaggio "landmark on" (riferimento anatomico attivo) visualizzato sul pannello dello stato.
	Landmark (Riferimento anatomico) immette il punto di riferimento definito.
	Advance to Scan (Passa a scansione) fa avanzare il riferimento anatomico definito fino all'isocentro del magnete.
	In fa avanzare il lettino nel tunnel. Quando il pulsante viene premuto completamente, il tavolo si sposta alla massima velocità.
	Stop Table (Arresta tavolo) arresta il movimento in entrata o in uscita del lettino. Questo pulsante ignora tutti gli altri comandi di movimento del lettino.
	Out fa fuoriuscire il lettino dal tunnel. Quando il pulsante viene premuto completamente, il tavolo si sposta alla massima velocità.
	Back to Landmark (Ritorna la riferimento) riporta il piano d'esame nell'ultima posizione con riferimento.
	Home riporta il tavolo alla posizione iniziale, completamente ritratta sul trasporto paziente.



Gemel



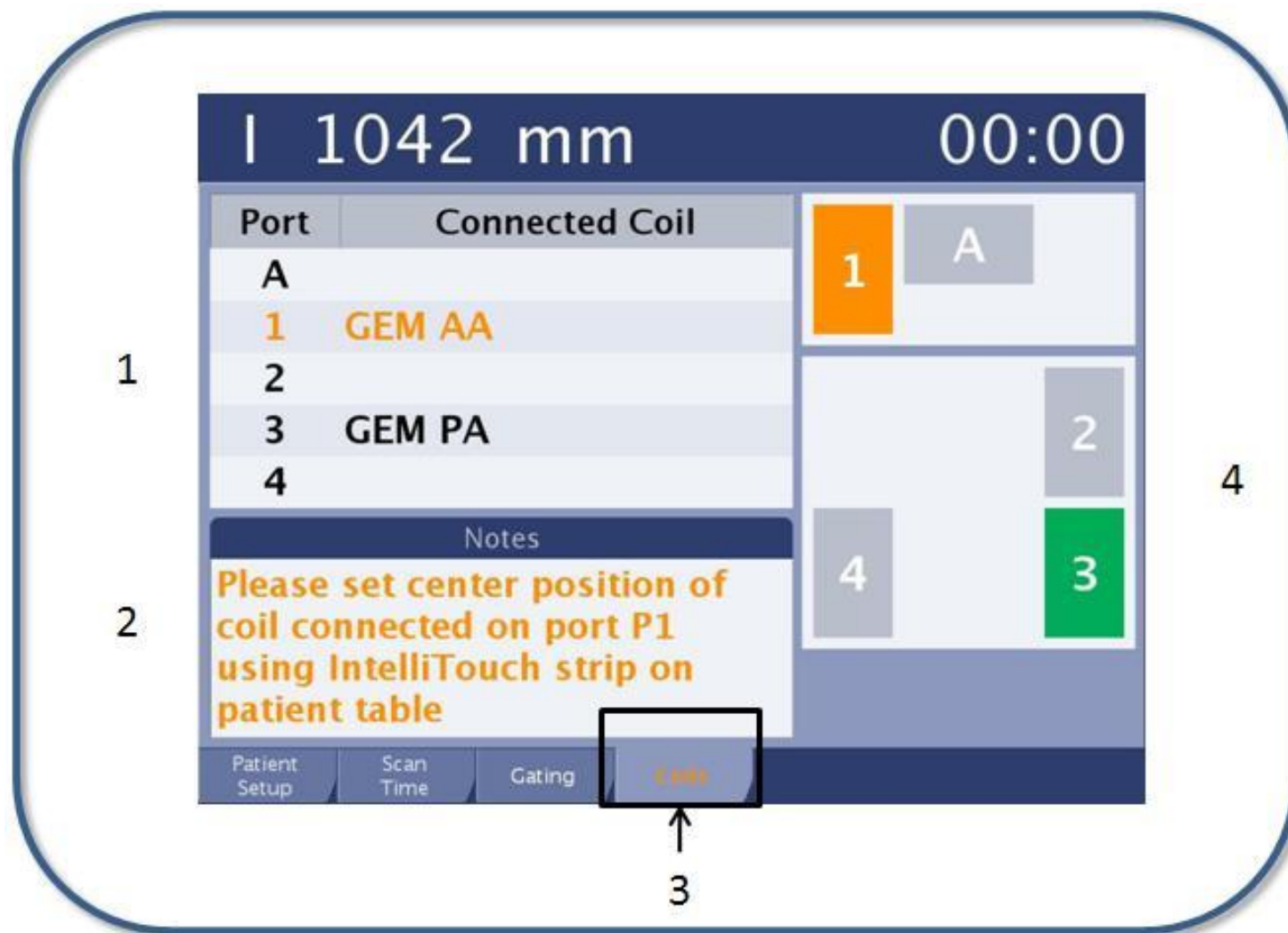
Questa icona indica che il tavolo deve essere agganciato **elettricamente**. L'animazione dell'icona della spina che si inserisce e disinserisce si arresta quando la bobina è correttamente alloggiata. A questo punto è visualizzata l'icona della spina inserita.

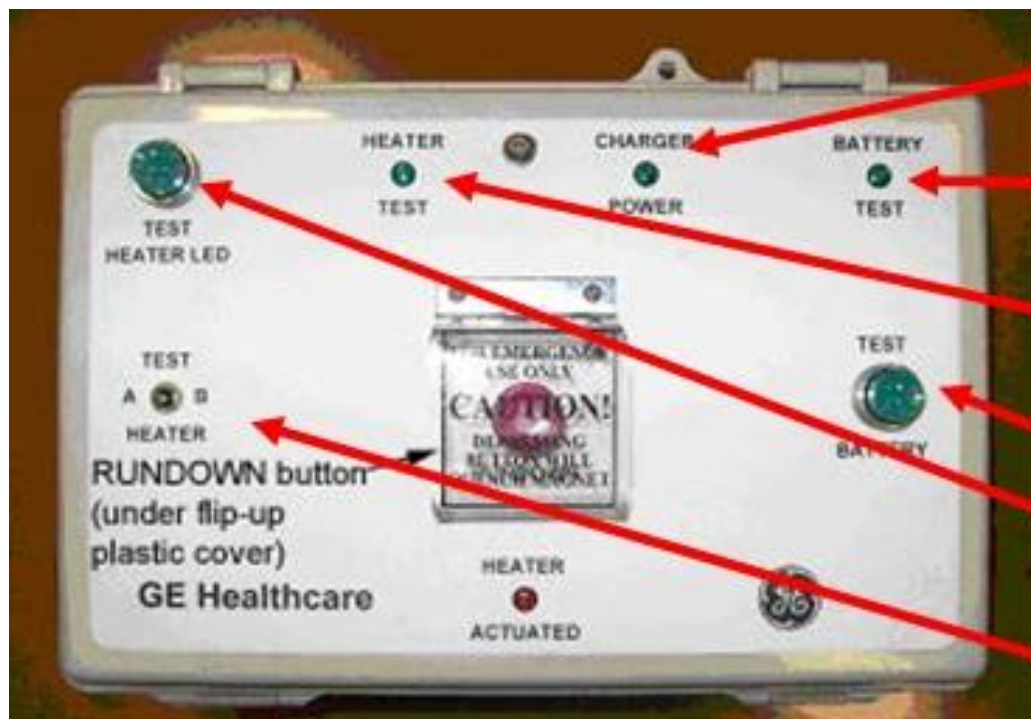


Questa icona indica che il tavolo deve essere agganciato **meccanicamente**. L'animazione dell'icona del tavolo che si posta in su e in giù si arresta quando il tavolo è correttamente alloggiato. A questo punto è visualizzata l'icona del tavolo agganciato.



Questa icona indica che il tavolo deve essere sollevato. L'animazione dell'icona del tavolo verticale che si sposta in su e in giù si arresta quando il tavolo è completamente sollevato e può essere connesso all'LPCA1 e dunque spostarsi nel tunnel. A questo punto è visualizzata l'icona del tavolo in posizione completamente sollevata.





CHARGER POWER LED

TEST HEATER toggle

HEATER TEST LED

TEST BATTERY switch

TEST HEATER LED

TEST HEATER toggle switch



- ✧ Armadio dell'alimentazione
- ✧ Armadio per la Radiofrequenza
- ✧ Armadio dei Gradienti
- ✧ Armadio processori dei segnali
- ✧ Pompa di raffreddamento (chiller)
- ✧ Sistema di raffreddamento della sala stessa (Gruppo Frigo)

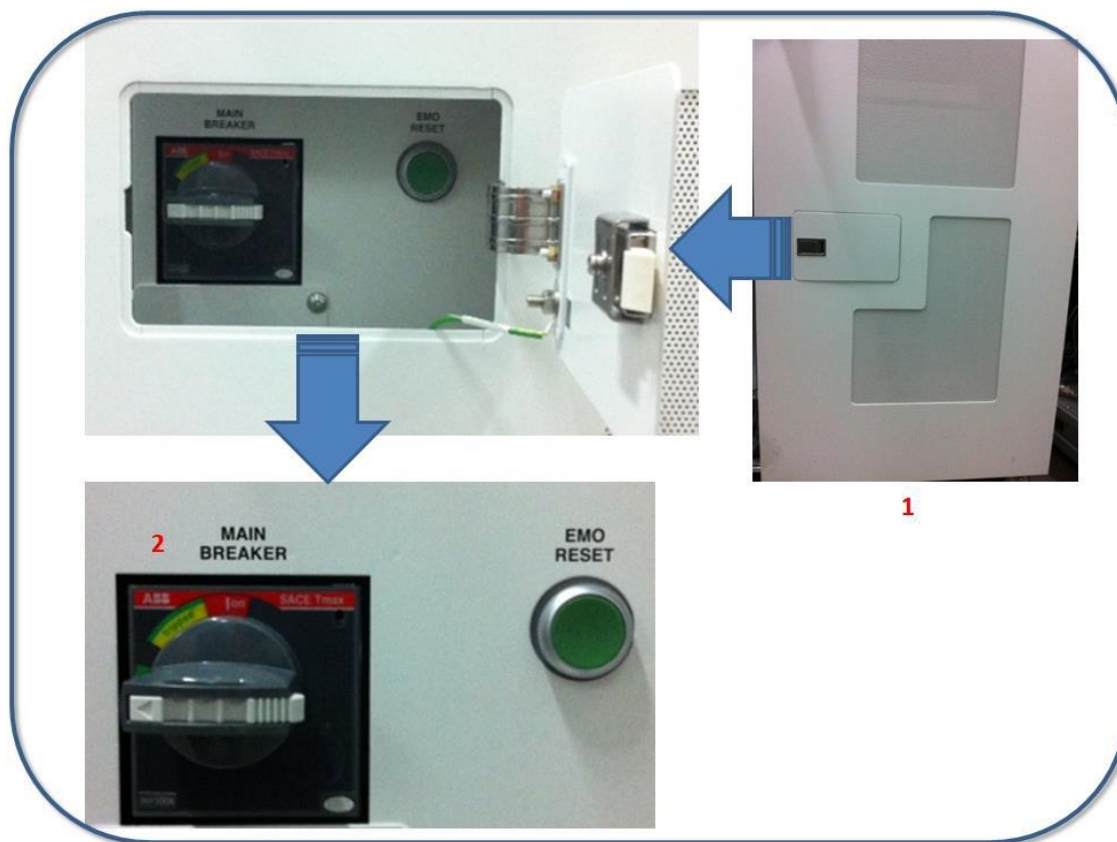






ott. '25

L'interruttore principale della PDU (unità di distribuzione dell'alimentazione) interrompe l'alimentazione dei componenti del sistema, tranne l'unità di arresto del magnete, il compressore criogenico, le luci della sala scansione, i raffreddatori e il dispositivo di monitoraggio degli agenti criogenici del magnete.





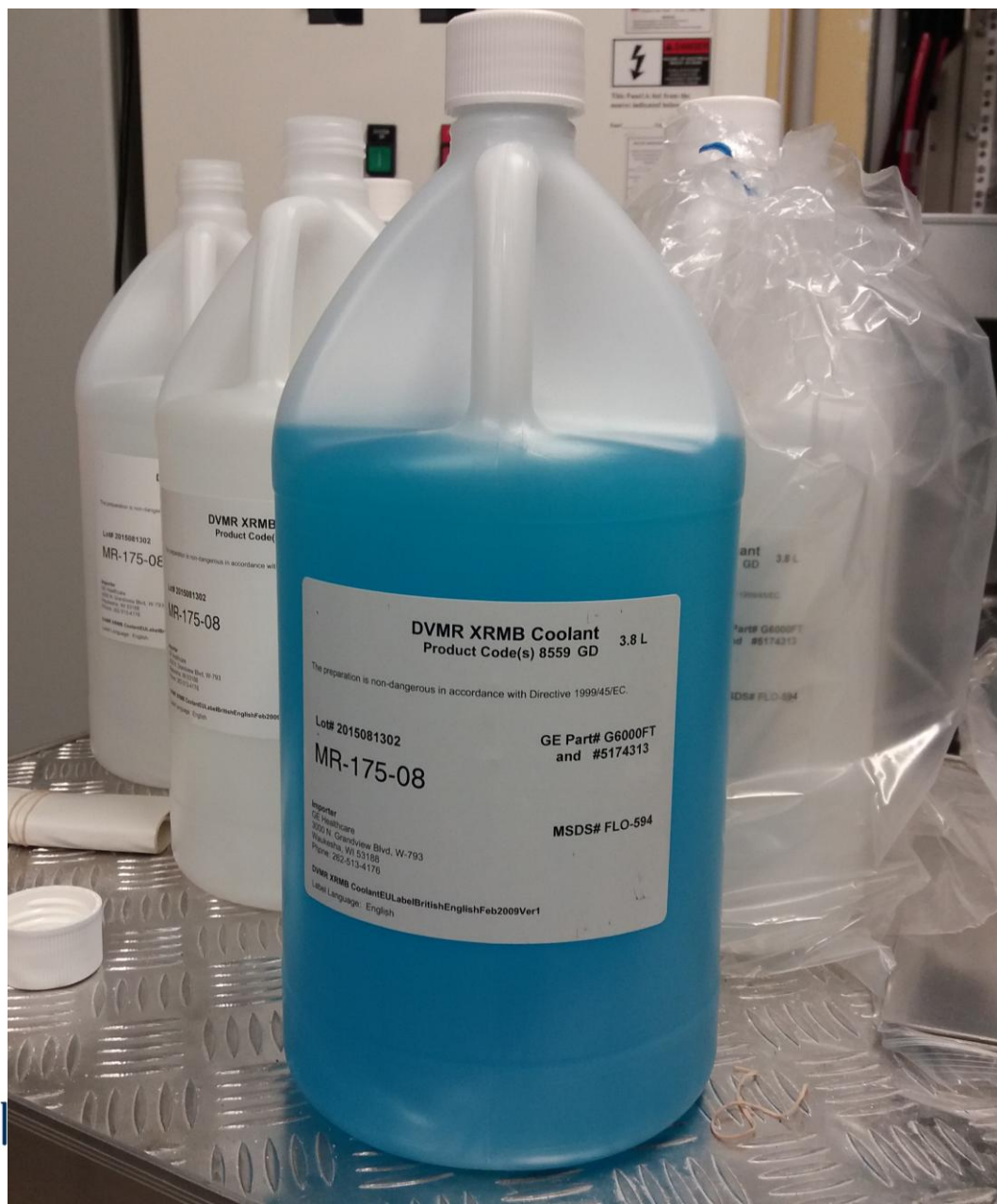










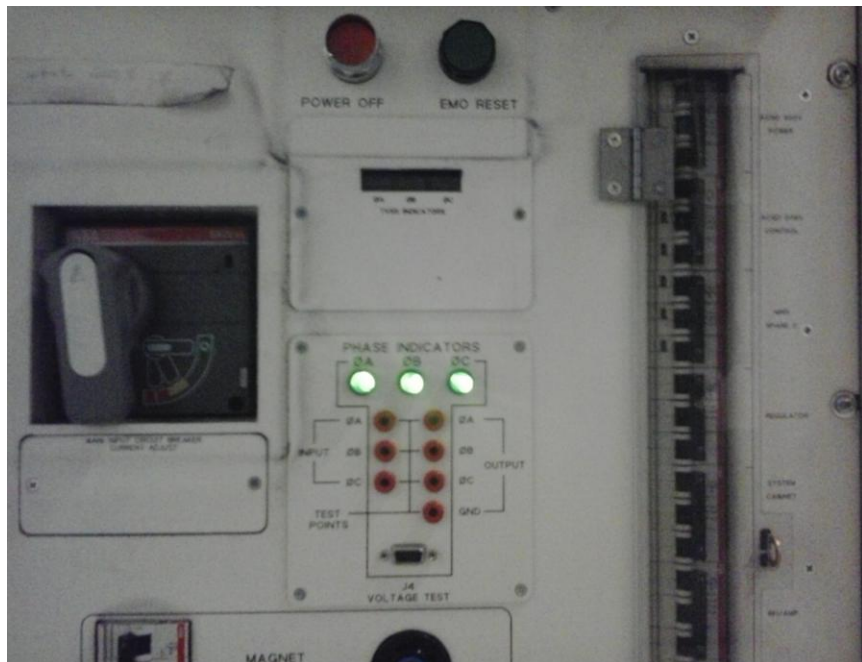






ott. '25

114

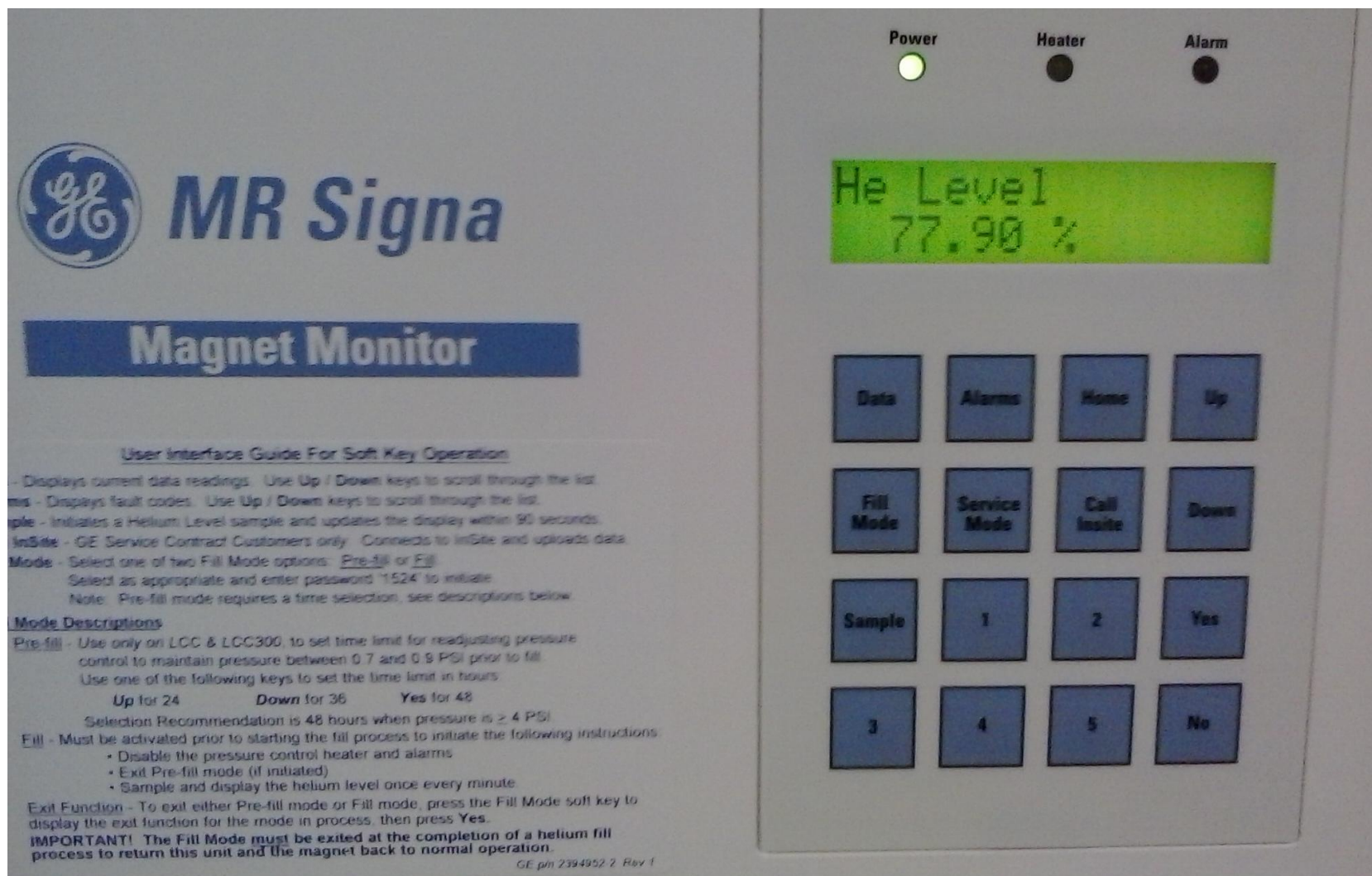


LYTRON[®]
Total Thermal Solutions™

KODIAK RECIRCULATING CHILLER
RC045J03BG0C011

Pompa di raffreddamento
(Chiller)





Power



Heater



Alarm



18-Oct-14 06:34
v1.56 0 Alarms

He Pressure
0.908 PSI

He Level
77.90 %



MR Signa

Magnet Monitor

È importante controllare il livello di elio nel magnete. La maggior parte dei sistemi oggi giorno è dotata di una «*Magnet Monitor Unit*», che si trova all'interno della sala apparecchiature dello scanner. Il Magnet Monitor è solitamente collegato alla ditta fornitrice tramite modem e il livello dell'elio e la pressione sono costantemente monitorati.

Come controllare il livello dell'Elio?

- ✓ Individuare l'unità monitor magnete che generalmente si trova su una parete o sul lato di un armadio, all'interno della sala apparecchiature
- ✓ Il display sul monitor alterna automaticamente tra il livello dell'elio e la pressione dell'elio, mostrerà le letture più recenti
- ✓ Per ottenere una lettura corrente, premere il pulsante «**Sample**» e tenerlo premuto per circa 10 secondi, verranno pubblicate le letture aggiornate
- ✓ Puoi anche navigare con i pulsanti Su e Giù per vedere i risultati

gehealthcare.com/mr - 2021: DOC2610567

Considerazioni

- Se il livello di elio scende al di sotto del 60% o al di sotto del livello indicato dal Servizio di Ingegneria clinica, contattare l'assistenza tramite il Coordinatore tecnico;
- La pressione normale del magnete è compresa tra 3,9 psi e 4,1 psi, se è superiore o inferiore contattare l'assistenza, sempre tramite il Coordinatore tecnico;
- Se il LED di allarme è acceso, contattare il proprio coordinatore tecnico



Appendix A Magnet volumetric conversion of liquid helium level

SIGNA™ Voyager - 70 cm

A.1 Volumetric conversion of Magnet Monitor cryogen percentage to liquid helium level

Level (%)	Liquid helium (liters)	Level (%)	Liquid helium (liters)	Level (%)	Liquid helium (liters)	Level (%)	Liquid helium (liters)	Level (%)	Liquid helium (liters)	Level (%)	Liquid helium (liters)
0	108	17	569	34	984	51	1293	68	1603	85	1880
1	126	18	598	35	1004	52	1311	69	1621	86	1893
2	146	19	626	36	1024	53	1329	70	1640	87	1905
3	168	20	654	37	1043	54	1347	71	1658	88	1918
4	192	21	681	38	1062	55	1365	72	1675	89	1930
5	218	22	708	39	1080	56	1383	73	1693	90	1942
6	245	23	734	40	1099	57	1401	74	1710	91	1953
7	273	24	760	41	1117	58	1419	75	1727	92	1965
8	301	25	785	42	1135	59	1437	76	1744	93	1976
9	330	26	809	43	1152	60	1456	77	1761	94	1987
10	360	27	833	44	1170	61	1474	78	1777	95	1998
11	390	28	856	45	1188	62	1492	79	1793	96	2010
12	420	29	879	46	1205	63	1511	80	1808	97	2021
13	450	30	901	47	1223	64	1529	81	1823	98	2033
14	480	31	922	48	1240	65	1548	82	1838	99*	2046
15	510	32	944	49	1258	66	1566	83	1852	100*	2059
16	540	33	964	50	1276	67	1585	84	1866		

*Level sensor or Magnet Monitor cannot get readings above 100% or 2059 liters. **Please do not fill the magnet above 98% or 2033 liters for any reason.**

Measure Helium Level

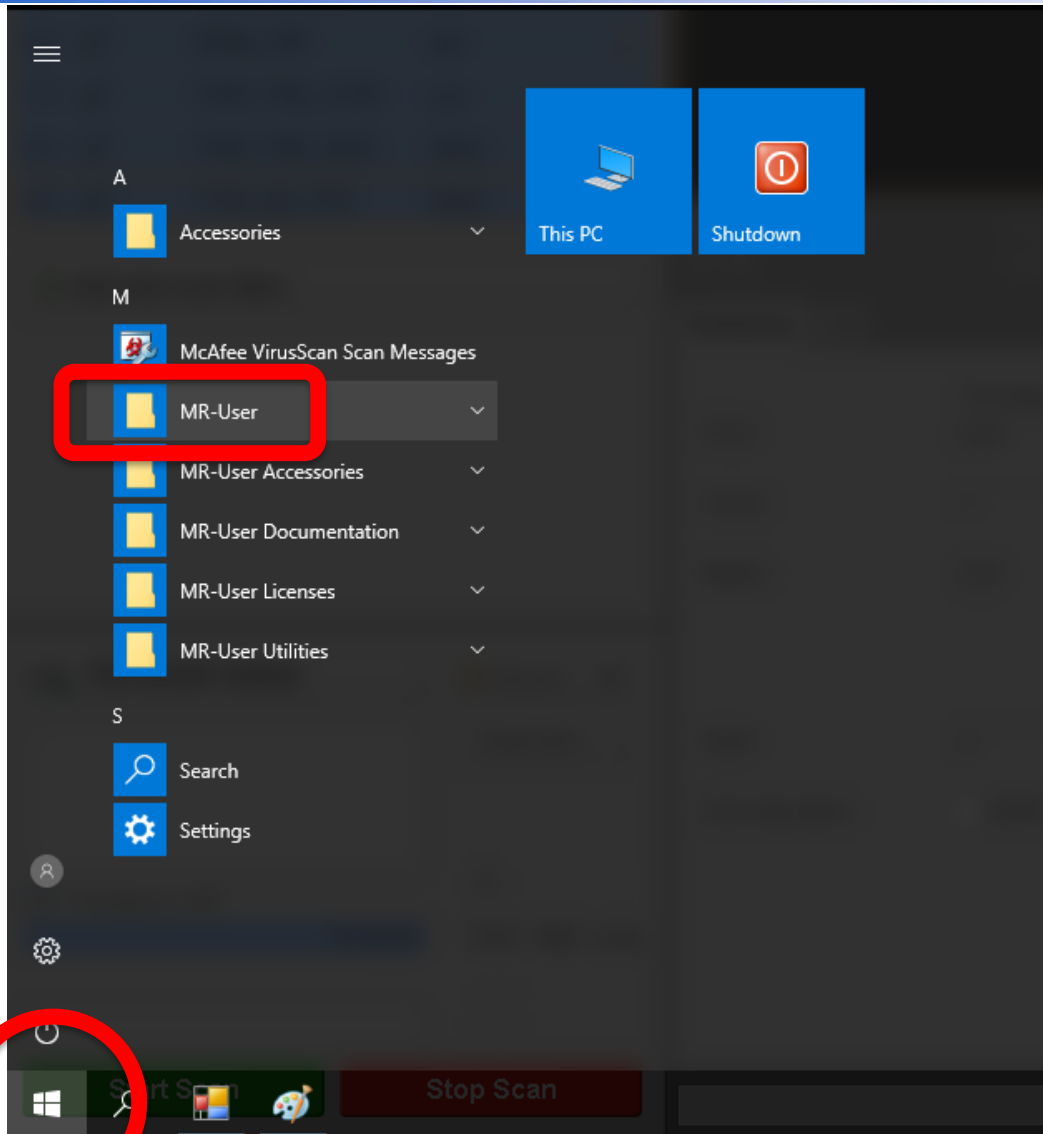
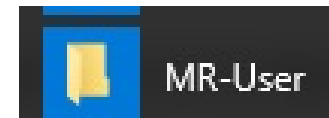


La misurazione va effettuata senza paziente sul lettino.

Livello dell'Elio - Philips



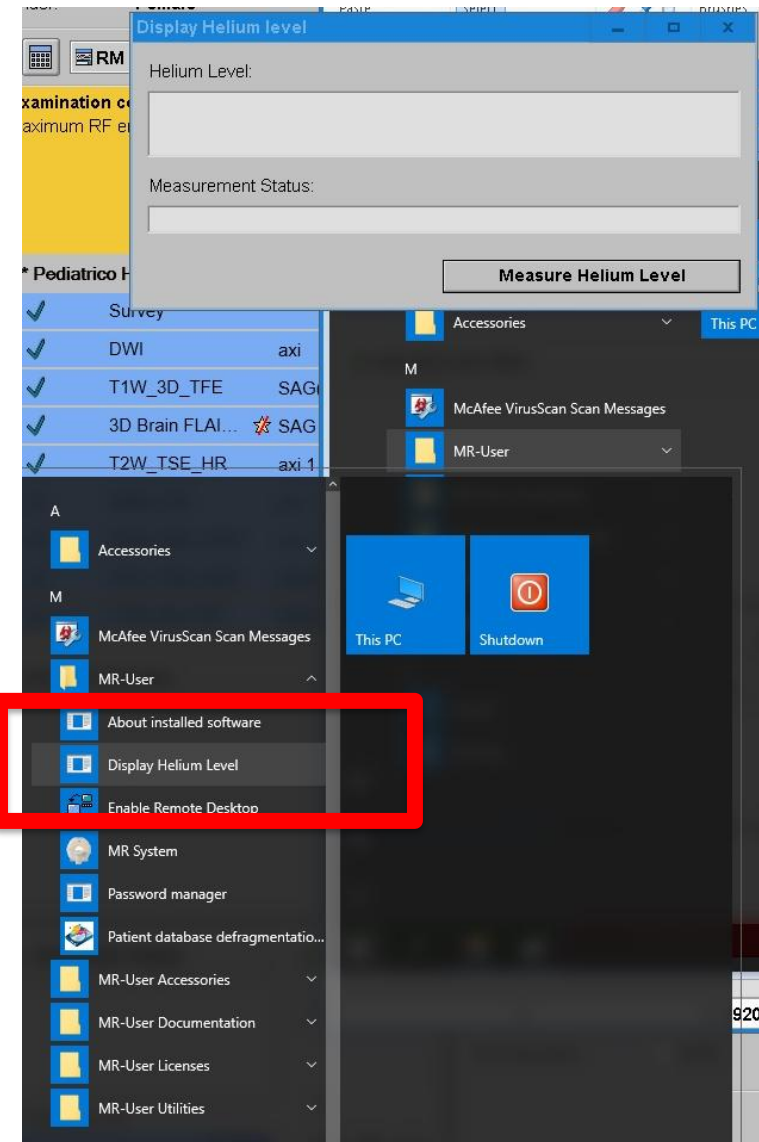
1. Cliccare sul Tasto Windows
2. selezionare la cartella MR-User



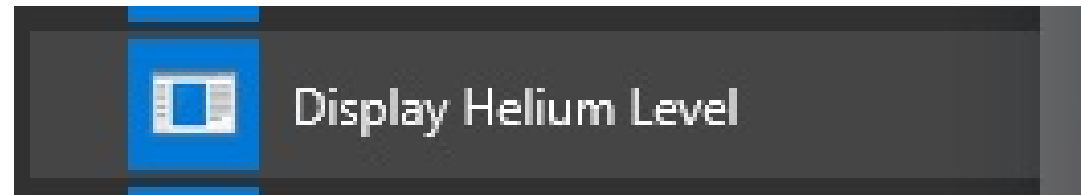
1.

2.

Livello dell'Elio - Philips

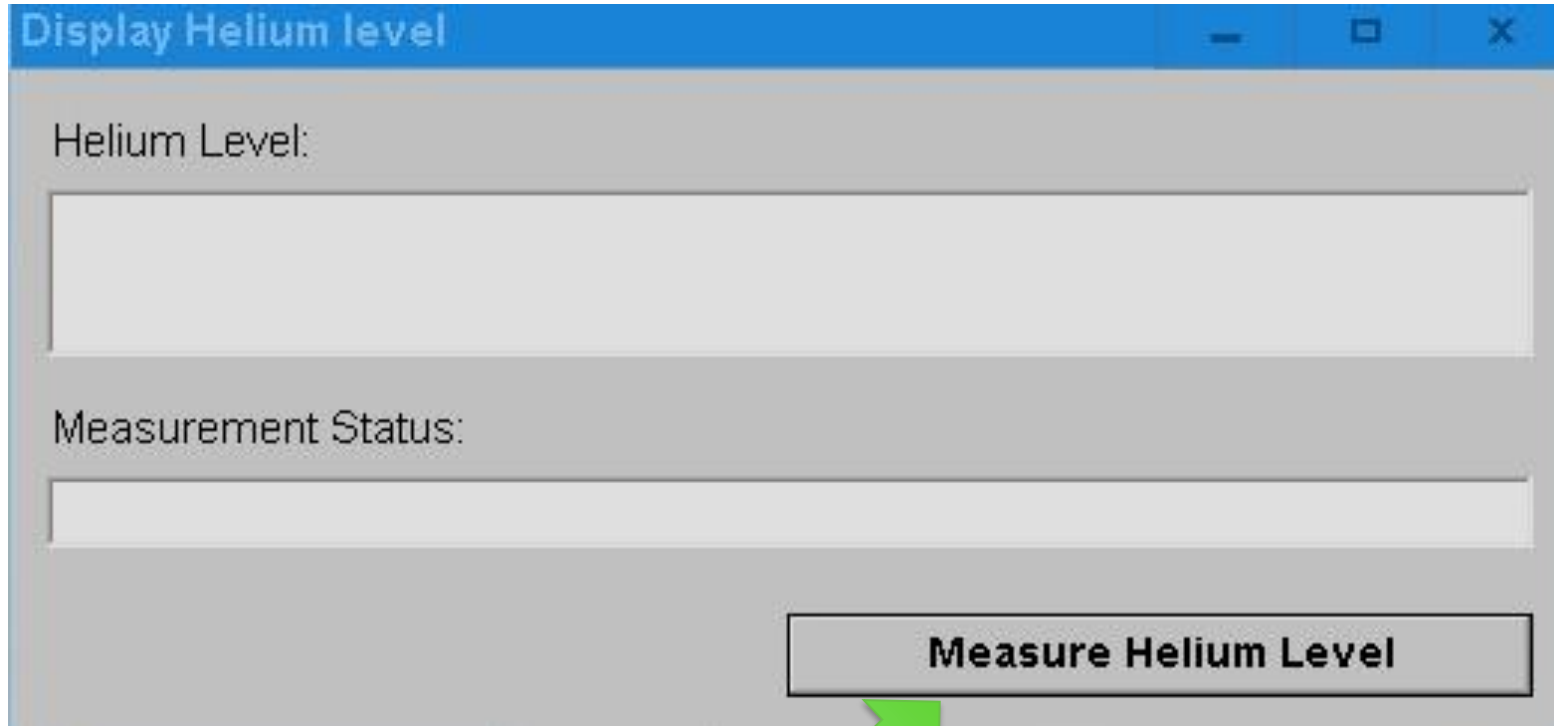


Fare clic su «Display Helium level» ...



Livello dell'Elio - Philips

Si apre la seguente schermata:



Display Helium level

Helium Level:

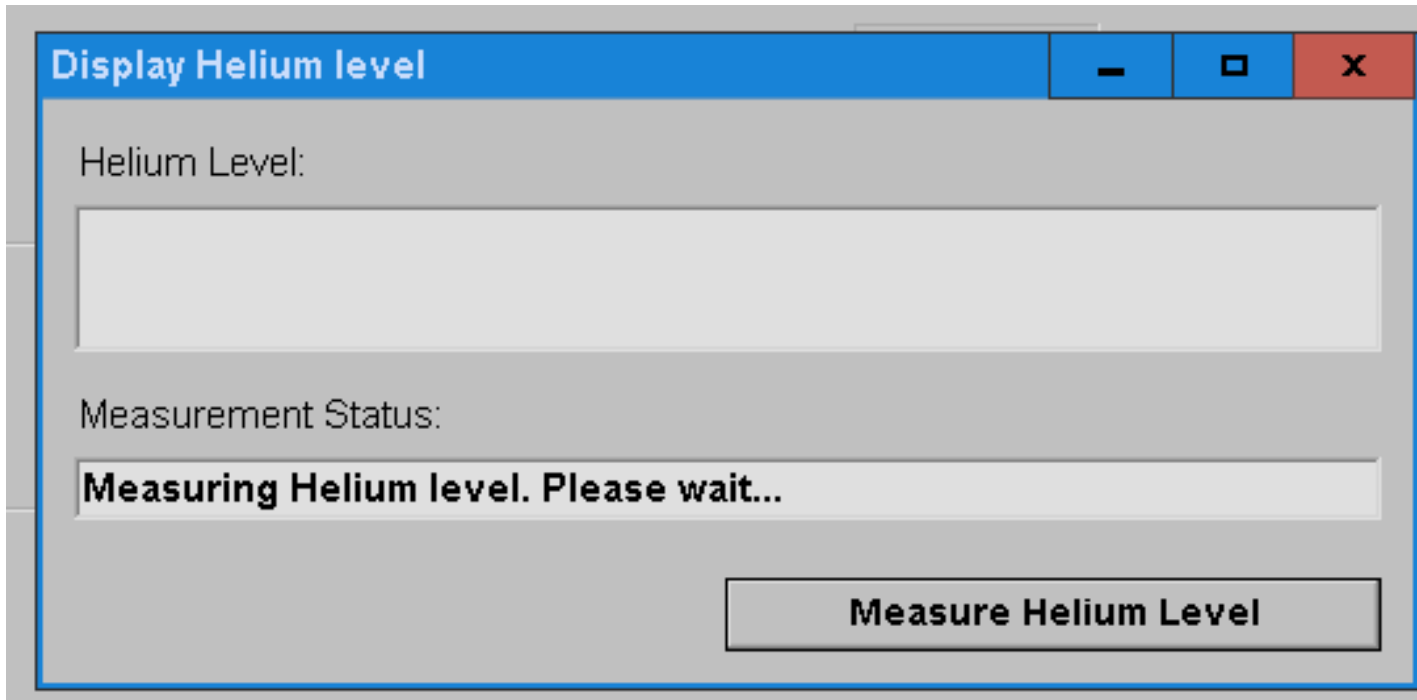
Measurement Status:

Measure Helium Level



Fare clic su «Measure Helium Level ...»

Livello dell'Elio - Philips



Display Helium level

Helium Level:

Measurement Status:

Measuring Helium level. Please wait...

Measure Helium Level



Inizierà la misurazione ... aspettare che appaia il valore attuale

Risultato finale

Display Helium level

Helium Level:

Helium Level = 55.3%

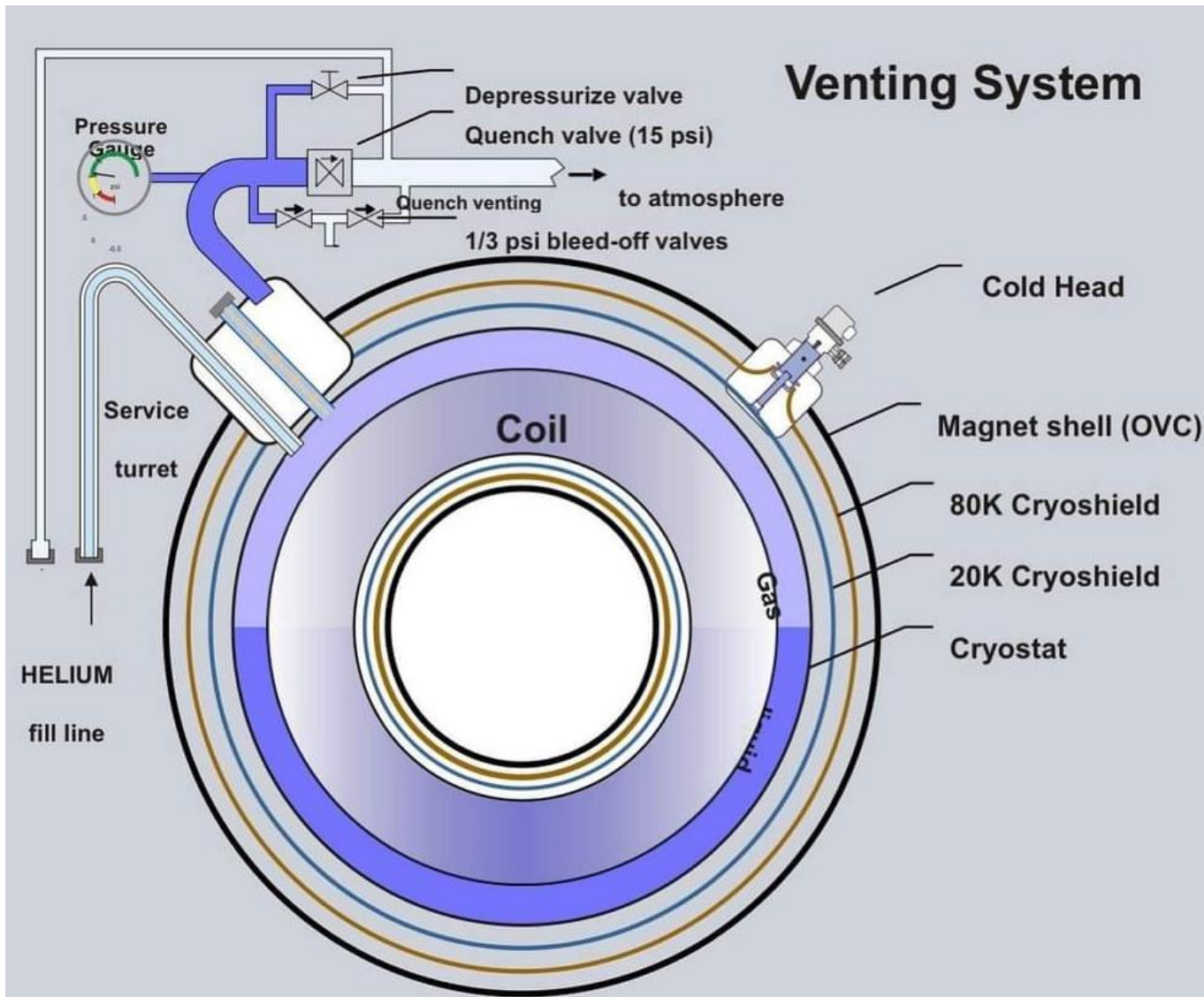
Measurement Status:

Measurement Completed

Measure Helium Level

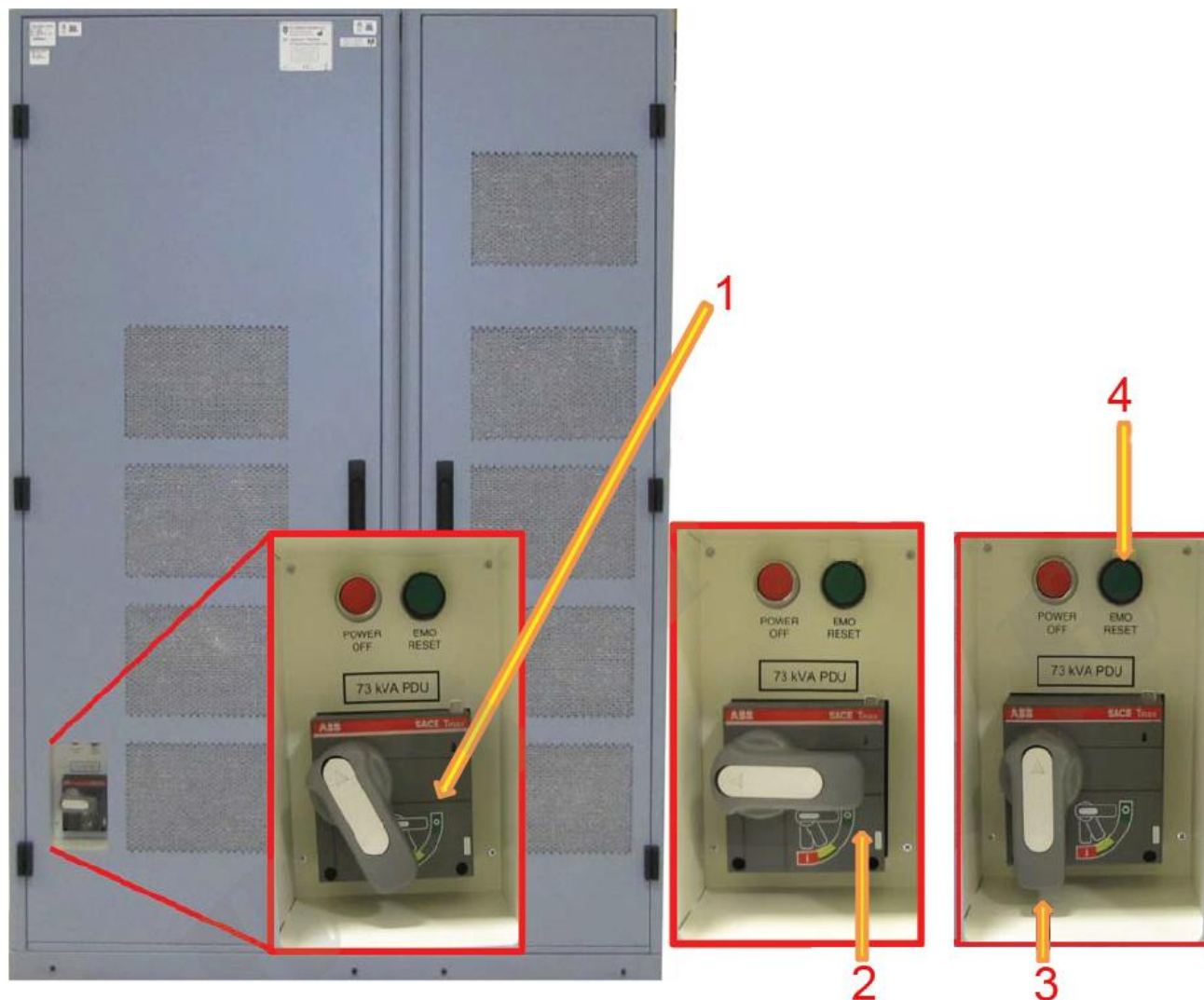


Sistema di sfiato











- G Console di comando
- G Dispositivo di controllo dell'iniettore automatico
- G Dispositivo di comunicazione con il paziente
- G Dispositivo di allarme
- G Monitor temperatura
- G Monitor umidità
- G Monitor percentuale ossigeno





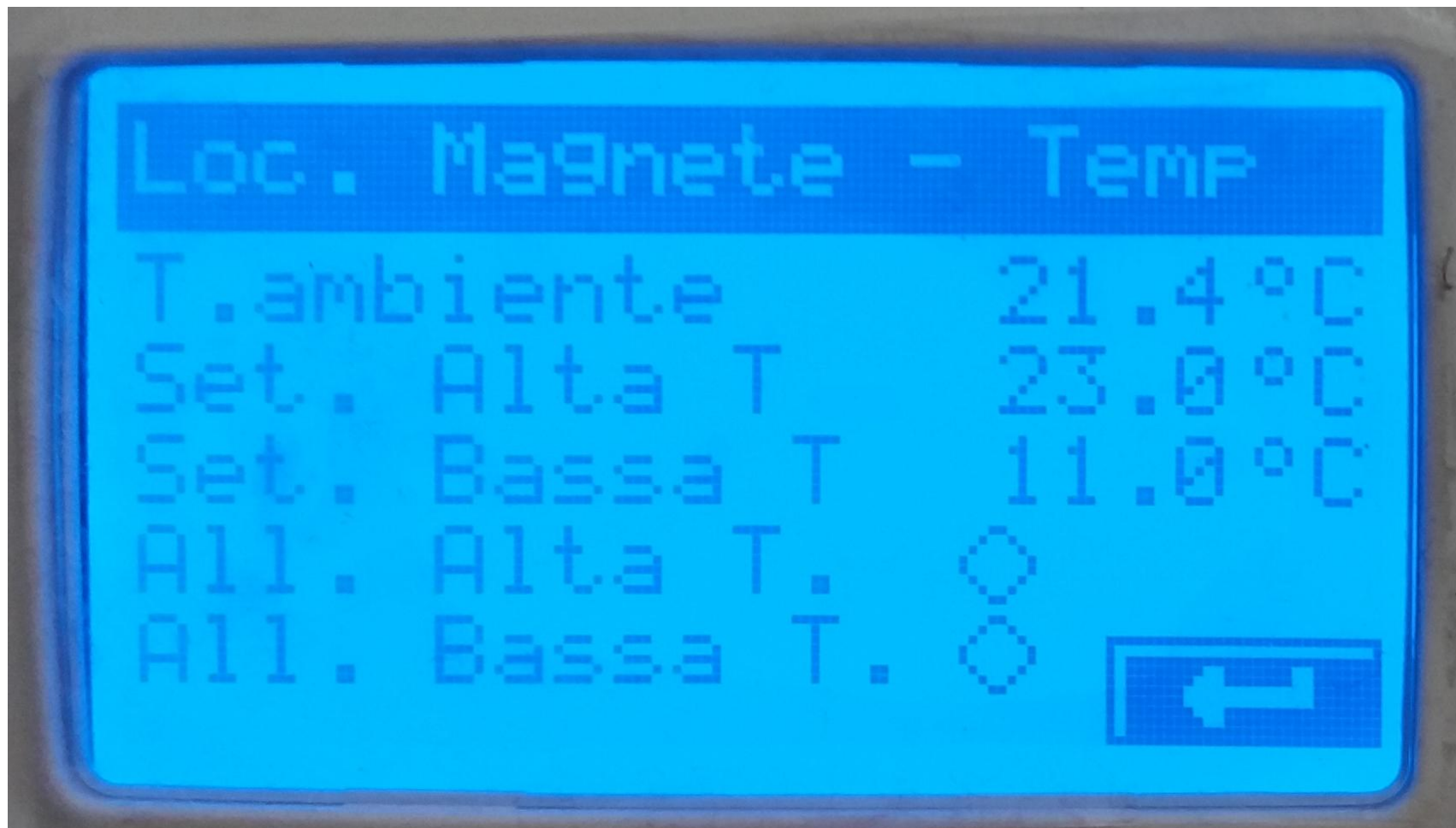


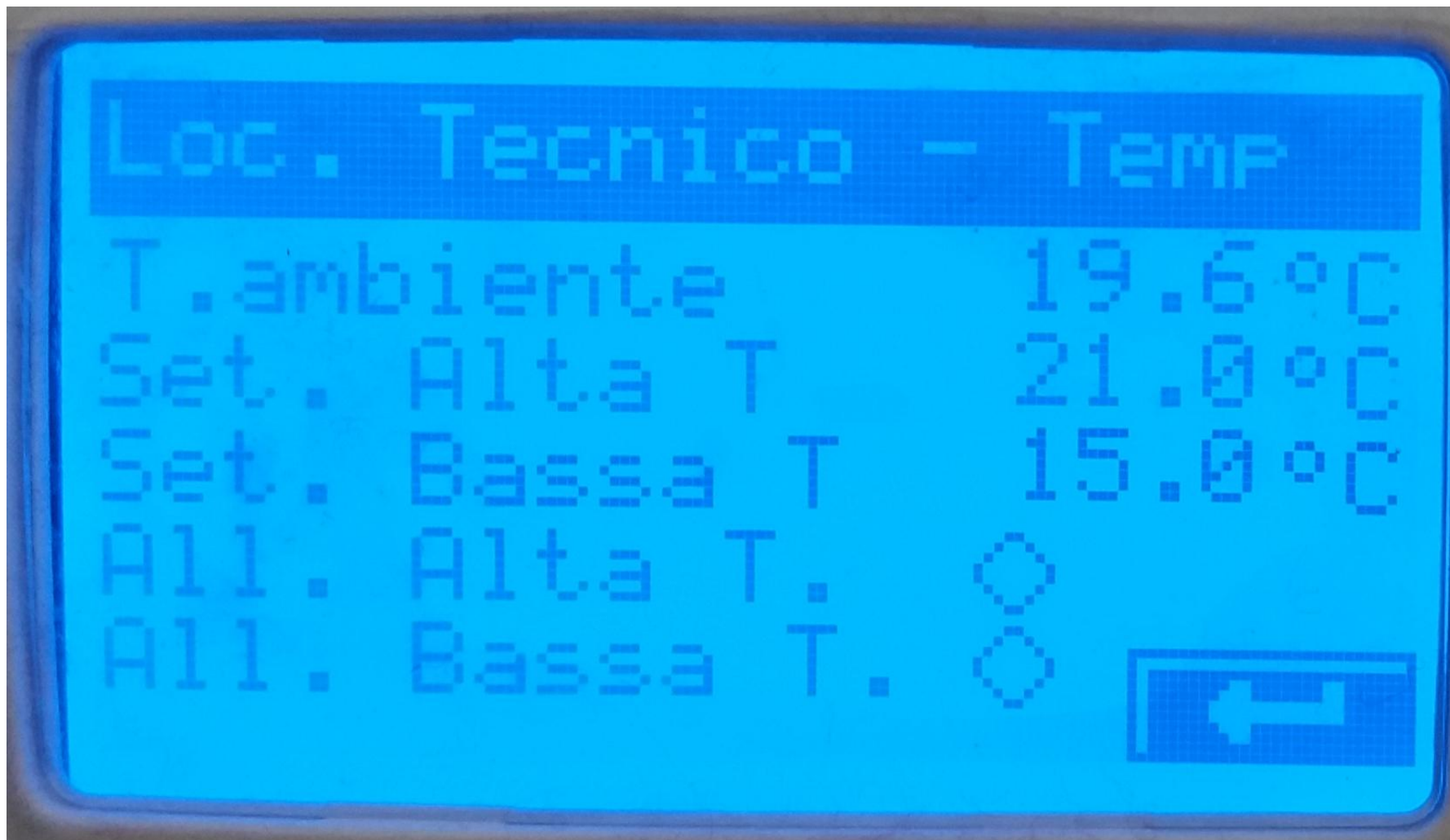
MONITOR PERCENTUALE OSSIGENO



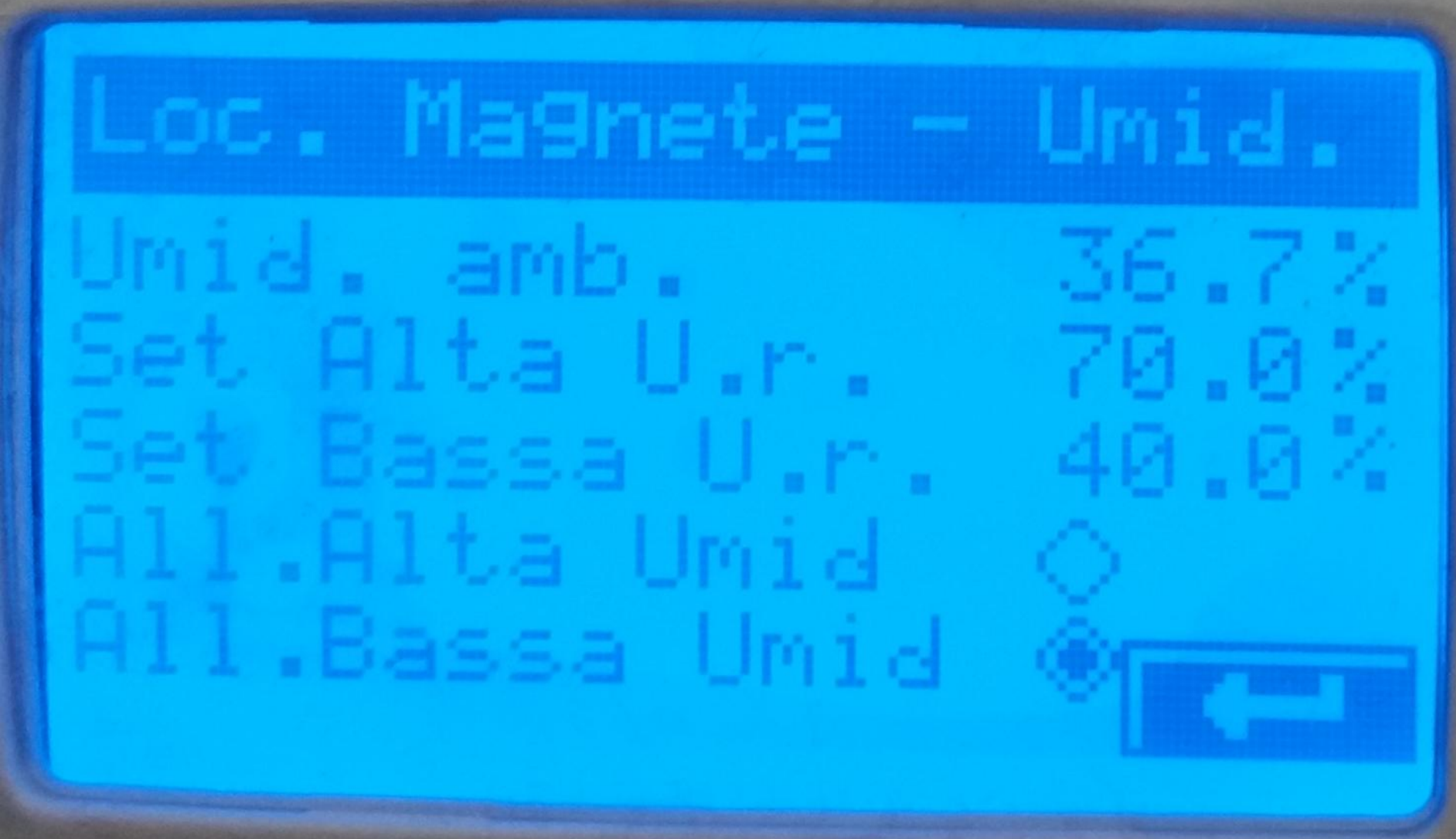


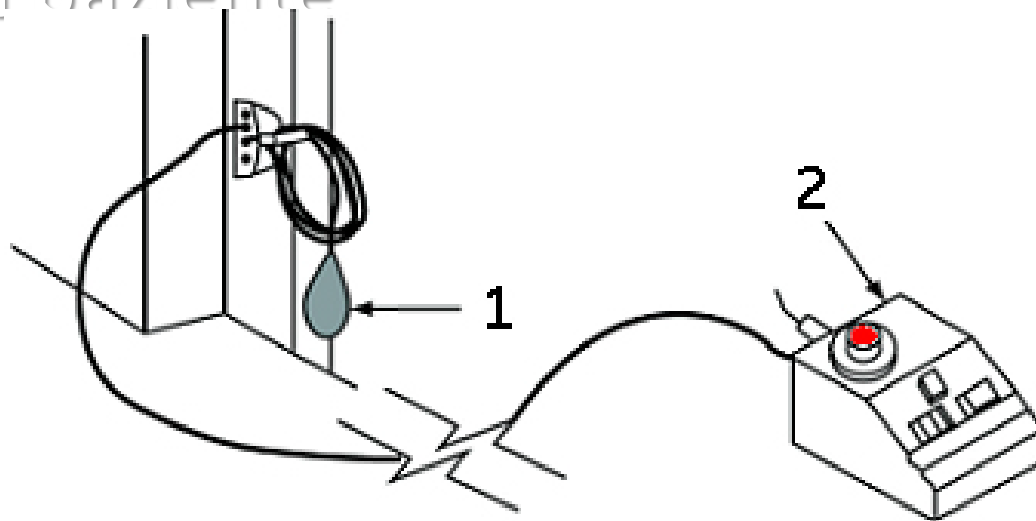












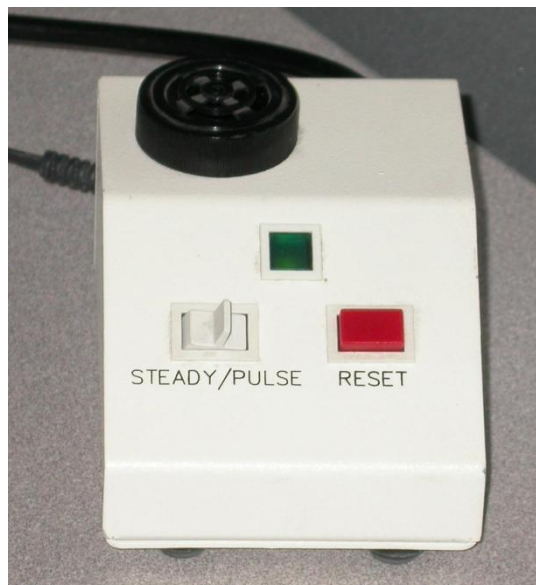
Il sistema RM è dotato di un dispositivo di allarme paziente che permette al paziente di avvertire chi sta alla console semplicemente premendo un tasto.

1 Pulsante di allarme paziente

2 Scatola comandi

Quest'operazione determina l'illuminazione della scatola comandi e l'emissione di un segnale acustico. Il commutatore sulla scatola comandi consente di impostare il segnale luminoso e acustico intermittente o fisso.

Il sistema RM è inoltre dotato di un sistema di comunicazione che consente all'operatore di mantenersi in contatto con il paziente per tutta la durata dell'esame.





Il pulsante di **arresto di emergenza** si trova sulla tastiera e su entrambi i lati (destro e sinistro) della copertura del magnete. Questa funzione disattiva l'alimentazione dell'apparecchiatura presente nella sala magnete che, in una situazione di emergenza, può rappresentare un pericolo per il paziente.

Il pulsante di **arresto di emergenza** disattiva i seguenti sistemi:

- ⌘ RF
- ⌘ Alimentatore gradienti
- ⌘ Unità della sala magnete
- ⌘ Sottosistema di supporto del tavolo e del paziente

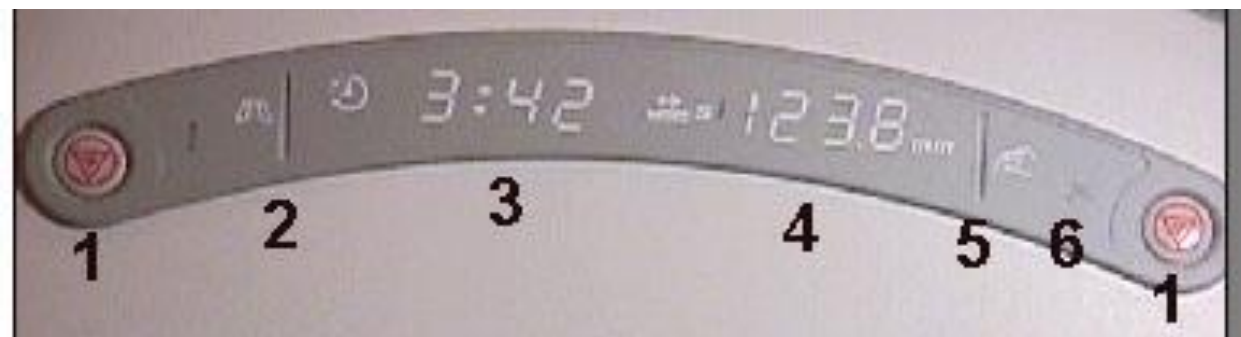


AVVERTENZA

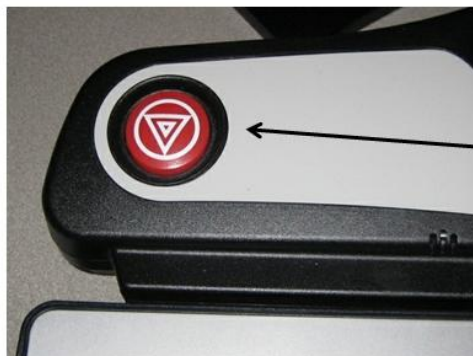
Il pulsante di arresto di emergenza non elimina il campo magnetico e non spegne i computer, la consolle dell'operatore o la fotocamera.

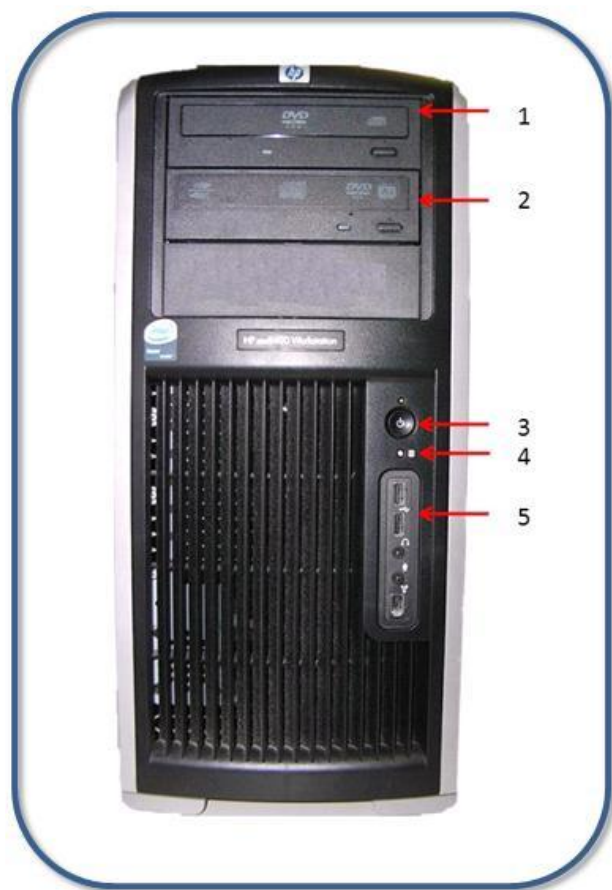


SALA COMANDO – Dispositivo di allarme

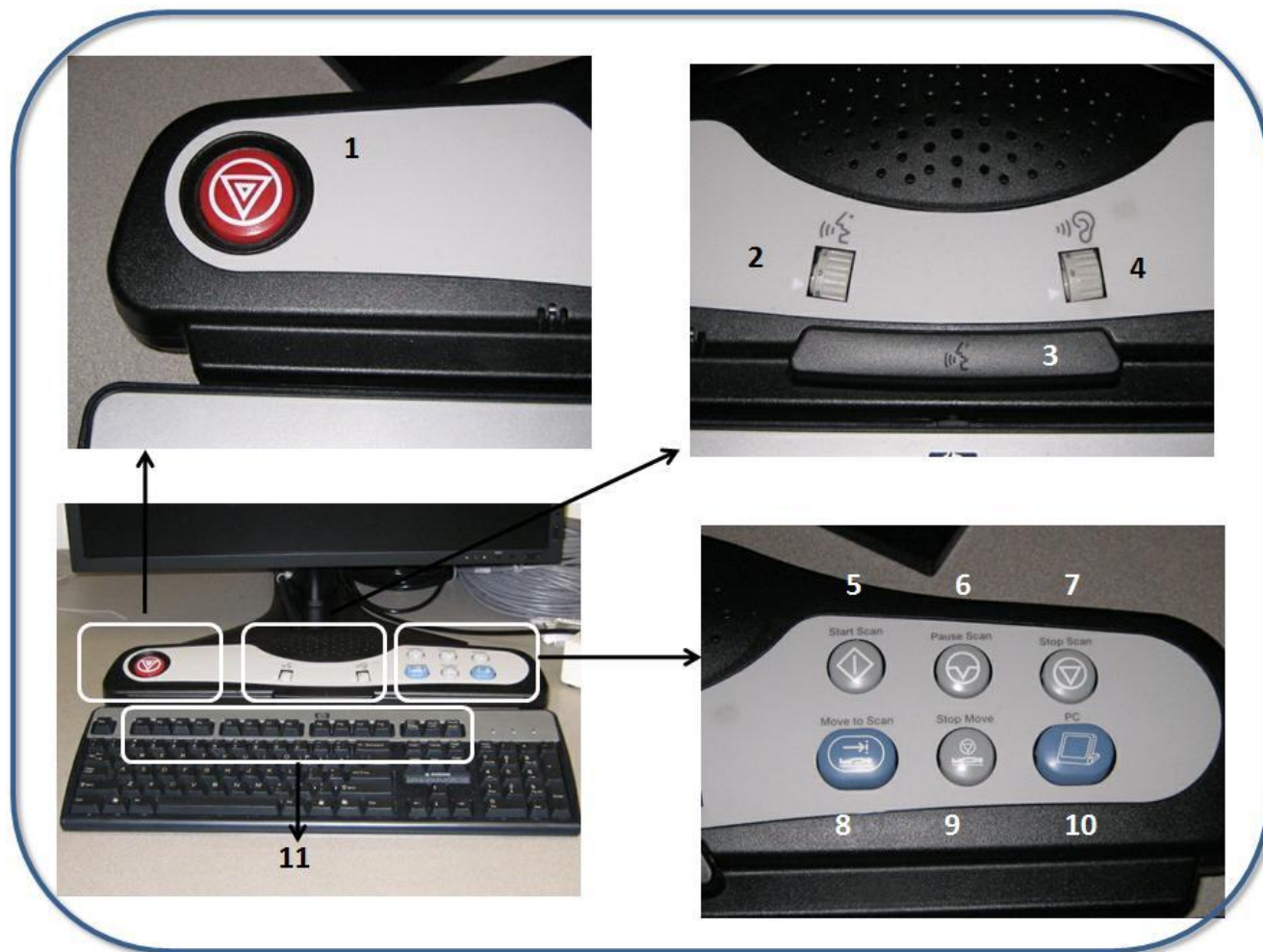


Geme





HARDWARE: Host Computer



Standard RF Transmit Architecture

RF amplifier	Air cooled, small footprint
Maximum output power	21 kW body, 4 kW head
Maximum RF field	> 24 μ T
Transmit gain	> 100 dB (30 dB course/ 84 dB instantaneous)
RF exciter frequency range	64 $\pm$ 0.6 MHz
Amplitude control	16 bit with 50 ns resolution
Frequency resolution	< 0.6 Hz/step
Phase resolution	< 0.1 degree/step
Amplitude stability	< 0.1 dB (5 min)
Phase stability	< 1.2 degrees (5 min)
Frequency stability	1 part per billion (10^9) (5 min)
Digital RF pulse control	2 amplitude modulators, 2 frequency or phase modulators

Standard Receive Chain Architecture

Receive channels	8 (std.), 16 or 32 (optional)
Analog to digital converters	8 (std.), 16 or 32 (optional)
Receive chain noise figure	< 0.8 dB nominal (includes switches, receivers, preamps)
Sampling rate	1 MHz @ 16 bits per channel
ADC sampling resolution	16 bit with 50 ns alignment
Receive signal filtering/decimation	Digital, non-recursive, linear FIR
Quadrature demodulation	Digital
Receiver dynamic range	> 145 dB/Hz
Receive signal resolution	Up to 32 bits
System pre-amplifiers*	9 with 28 dB gain
Pre-amplifier noise figure	< 0.5 dB

* Additional pre-amplifiers are provided with multi-channel, phased array coils.



Reconstruction

The Signa HDx 1.5T features a powerful volume reconstruction engine (XVRE) that enables virtually real-time image generation, even when massive parallel imaging datasets are involved. Delivering twice the reconstruction capacity of industry standards, the Signa HDx 1.5T reconstruction engine features massive onboard memory and local raw data storage.

Volume Recon Engine (XVRE - 2 blade)

4 x 2.6 GHz AMD Opteron 252 CPUs

16 GB ECC DDR 400 RAM
(12.8 GB/sec with processor integrated memory controller)

4 x 73 GB hard disk storage

1 GHz AMD HyperTransport

1 MB full-speed L2 advanced transfer cache

10 Gbps Infiniband backbone

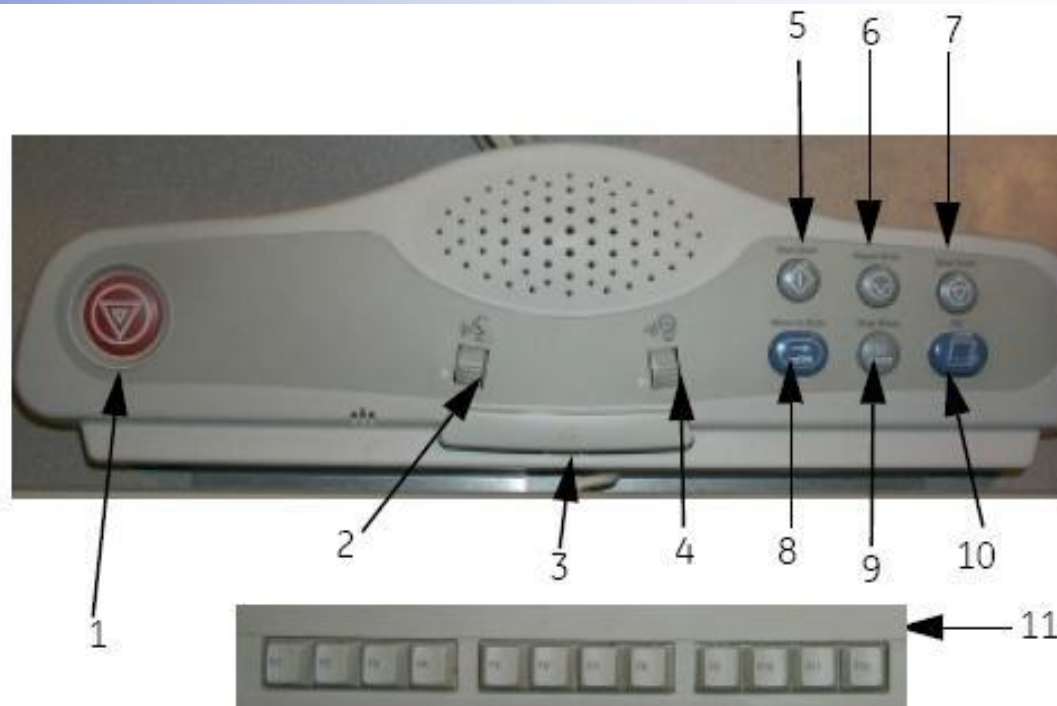
1.0 Gbps Ethernet image transfer

2700 2D FFTs per second (full FOV, 256 x 256 matrix)



Generalmente un sistema RMI è composto da più di un computer,

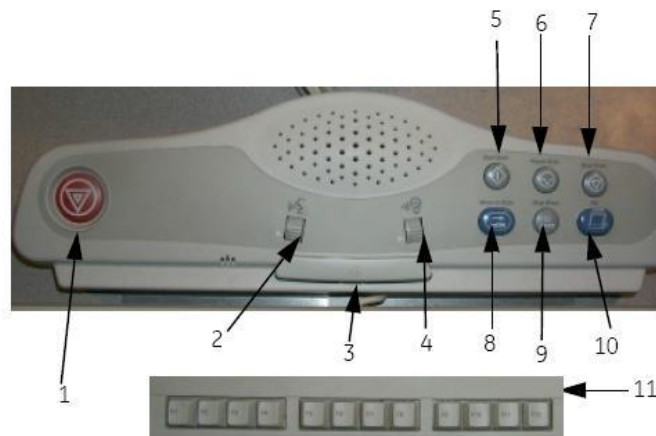
- Il computer host (preposto alle funzioni di coordinatore e archivio principale nonché di vigilanza del traffico dei dati generici)..
- Il controllore d'impulsi (preposto al controllo del funzionamento in tempo reale del hardware).
- Il ricostruttore d'immagini (preposto alla conversione dei dati di spazio K, attraverso una trasformata di Fourier, in un'immagine). Generalmente il ricostruttore d'immagine
- Il processore d'immagine visualizza l'immagine.



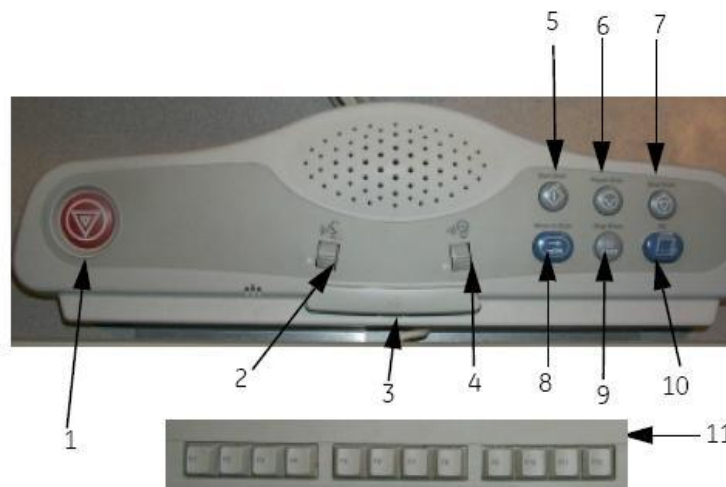
1.

Arresto di Emergenza

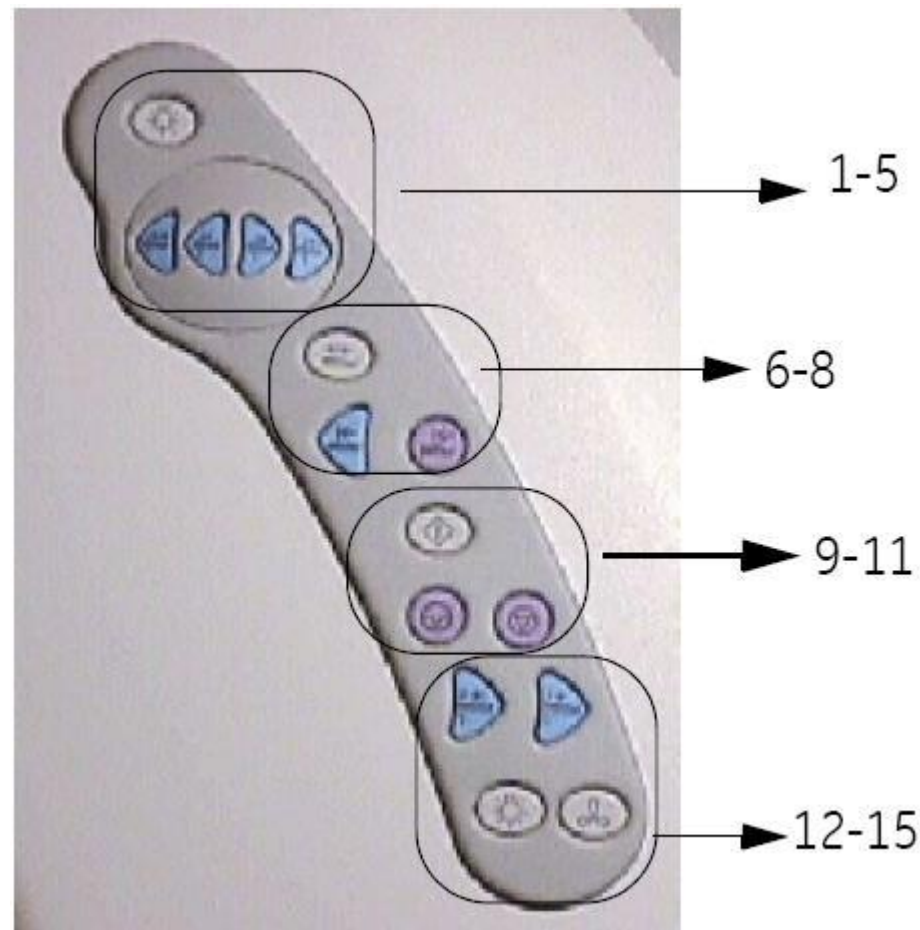
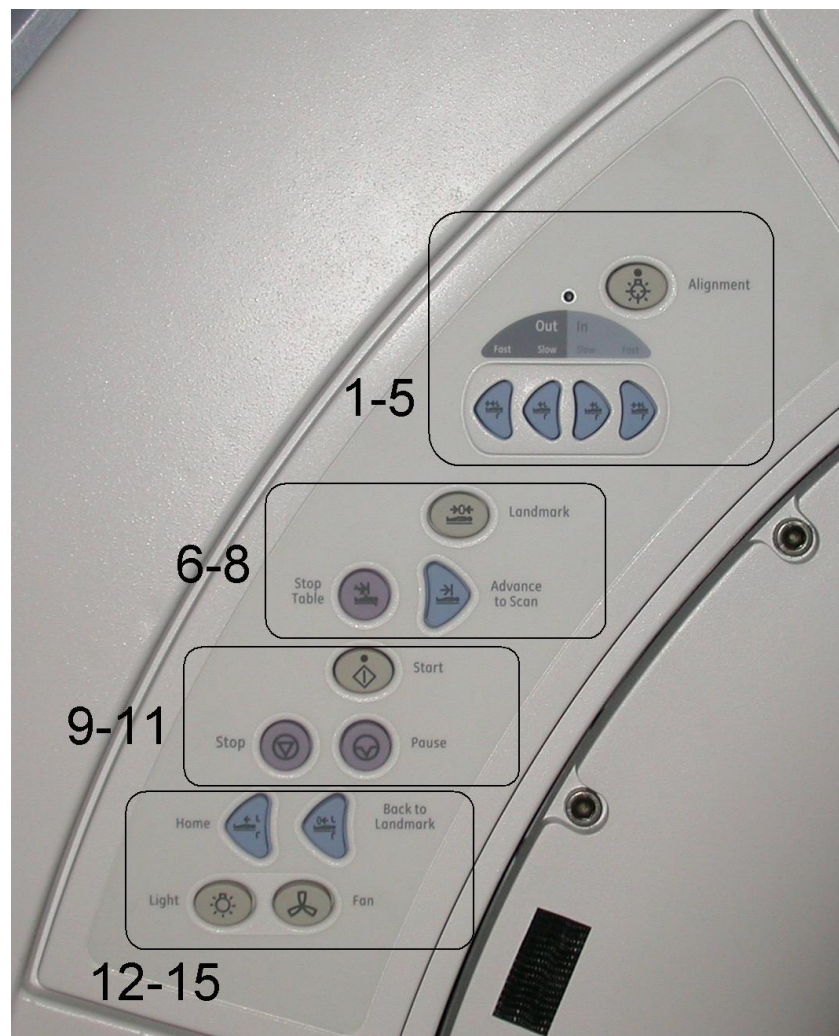
Disattiva tutte le fonti di alimentazione elettrica in prossimità del paziente. Il tasto disattiva l'energia di radiofrequenza, l'amplificatore del gradiente, lo spostamento del tavolo, l'alimentazione di compensazione e gli armadi dell'alimentazione principale del magnete di imaging a risonanza magnetica. Non spegne il magnete e non disattiva il computer.

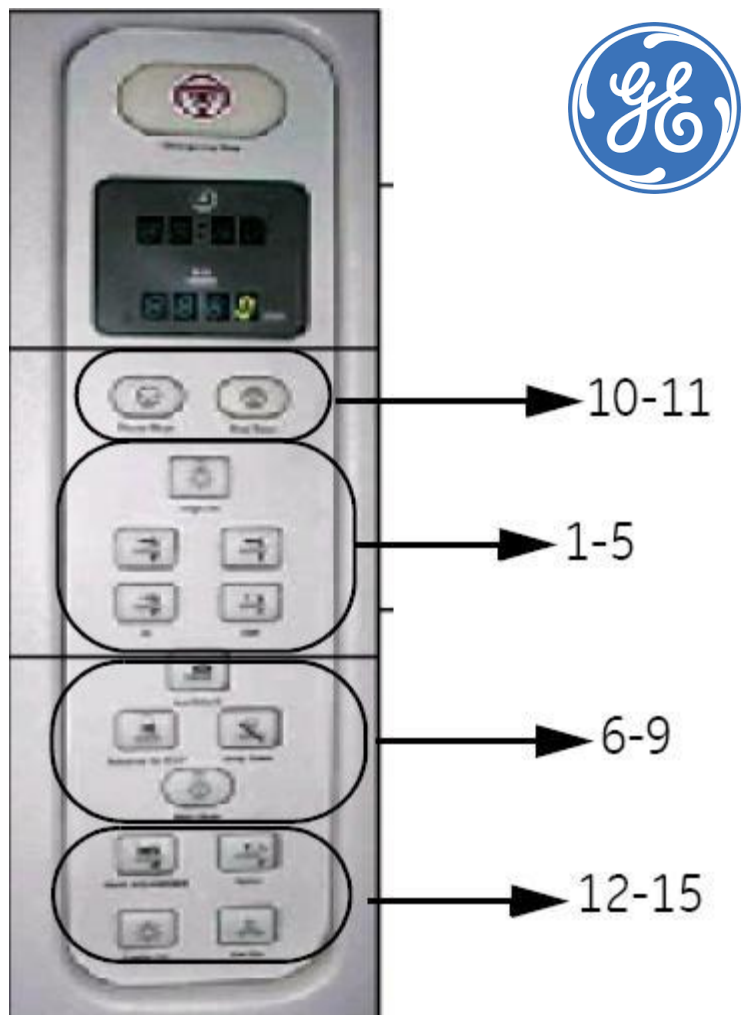


- | | | |
|----|-----------------|---|
| 2. | Comando volume | Regola il volume del sistema di comunicazione col paziente della console dell'operatore RM. |
| 3. | Comunicazione | Attiva il sistema di comunicazione in modo che l'operatore possa parlare con il paziente all'interno del tubo. Premere per parlare, rilasciare per ascoltare. |
| 4. | Comando volume | Regola il volume della voce del paziente nel tubo per il sistema di comunicazione con il paziente. |
| 5. | Avvio scansione | Riprende la scansione dopo aver effettuato una pausa o le tecniche in apnea. |
| 6. | Pausa | Interrompe temporaneamente la scansione. |



- | | | |
|-----|---------------------------|--|
| 7. | Arresto scansione | Interrompe una scansione o prescansione. I dati di scansione non vengono salvati né ricostruiti. |
| 8. | Spostamento per scansione | Se premuto, fa spostare il lettino nella posizione di scansione. |
| 9. | Arresta movimento | Se premuto, arresta il movimento del lettino. |
| 10. | Icone PC | Non attive. |
| 11. | Tasti funzione | Attiva i collegamenti in determinate funzioni. |





1.  **Luci di allineamento:** accende o spegne le luci di allineamento. Quando le luci di allineamento sono accese, questo pulsante è acceso e sul pannello di controllo appare il messaggio di "attivazione riferimento anatomico".
2.  **Ingresso rapido:** sposta in avanti il trasporto alla velocità di 10 cm (4 pollici) al secondo.
3.  **Ingresso lento:** sposta in avanti il trasporto alla velocità di 1,2 cm (0,5 pollici) al secondo.
4.  **Uscita lenta:** sposta all'indietro il trasporto alla velocità di 1,2 cm (0,5 pollici) al secondo.
5.  **Uscita veloce:** sposta all'indietro il trasporto alla velocità di 10 cm (4 pollici) al secondo.
6.  **Riferimento anatomico:** immette il punto di riferimento definito.



7.



Spostamento per scansione: fa avanzare il riferimento anatomico definito fino all'isocentro del magnete.

8.



Arresta movimento: arresta il movimento di ingresso e uscita del lettino. Questo pulsante annulla tutti i comandi di spostamento del lettino.

9.



Avvio: riavvia un esame se è stato premuto il pulsante Pausa scansione, o il movimento del lettino supera i 2 mm.

10.



Pausa scansione: arresta la scansione temporaneamente.

11.



Annulla scansione: annulla una scansione durante una prescansione, una scansione attiva o dopo l'uso del pulsante Pausa scansione.

12.



Ritorna a riferimento anatomico: sposta il piano d'esame nell'ultima posizione con riferimento anatomico.

13.



Inizio: riporta il tavolo alla posizione iniziale, completamente ritirata sul trasporto paziente.

14.



Illuminazione: controlla la luce all'interno dell'apertura del magnete.

15.



Ventola: controlla la circolazione dell'aria all'interno dell'apertura del magnete.

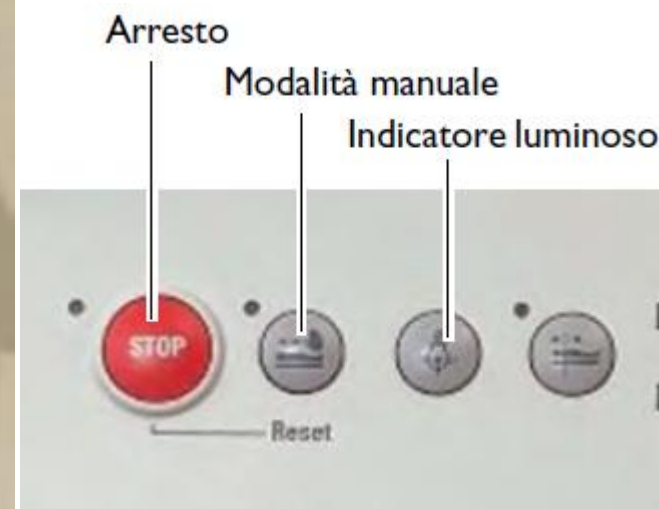


Selezioni display coperchio magnete



N.	Selezione	Descrizione
1.	Arresto di Emergenza	Se premuto, disattiva l'alimentazione dell'apparecchiatura di posizionamento del paziente e quella relativa alla scansione.
2.	Visualizzazione della funzione respiratoria	Indica ritorno e intensità di segnale per i mantici di compensazione respiratori nel display LED con grafico a barre.
3.	Visualizzazione ora	Visualizza l'ora di scansione.
4.	Posizione paziente	Visualizza la posizione del tavolo.
5.	Visualizzazione degli impulsi periferici	Indica ritorno e intensità di segnale per il conduttore di gating periferico nel display LED con grafico a barre.
6.	Visualizzazione cardiaca	Lampeggia quando le derivazioni ECG sono collegate.





PHILIPS

Healthcare

Geme



ott. '25

164

Rilevatore impulso
periferico

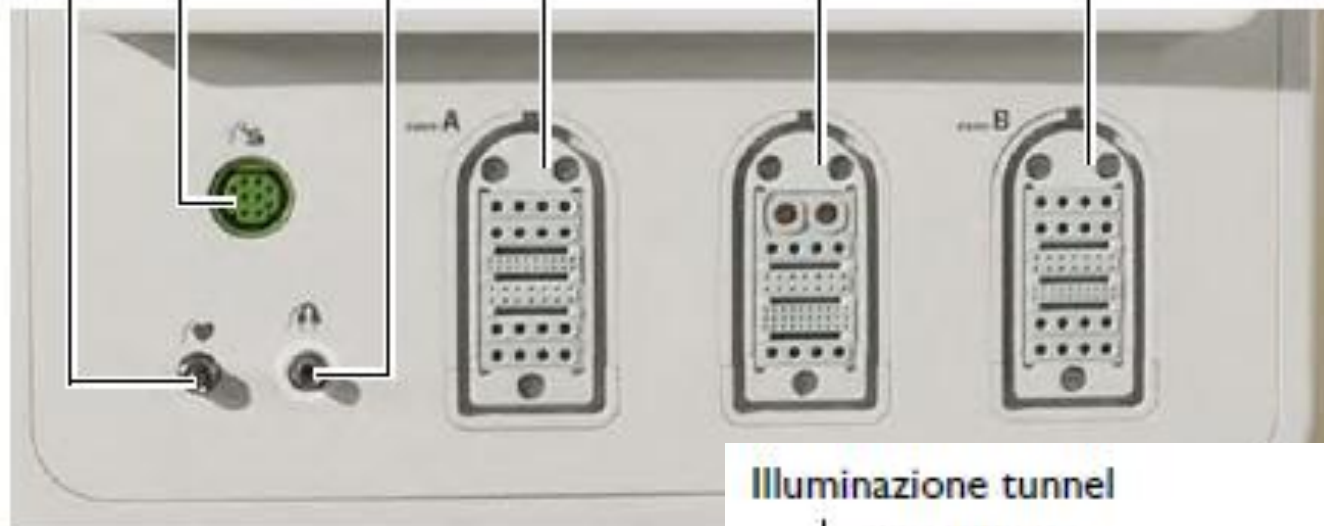
Sensore respiratorio

Bobine per spettroscopia e
trasmissione/ricezione

VCG

Bobine di ricezione

Bobine di ricezione



Illuminazione tunnel

Ventilatore

Pulsante Voce

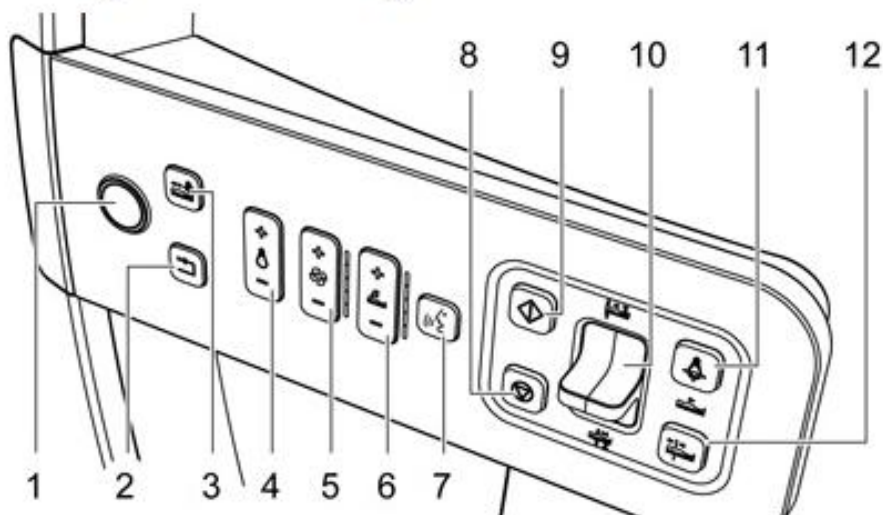


PHILIPS

Healthcare

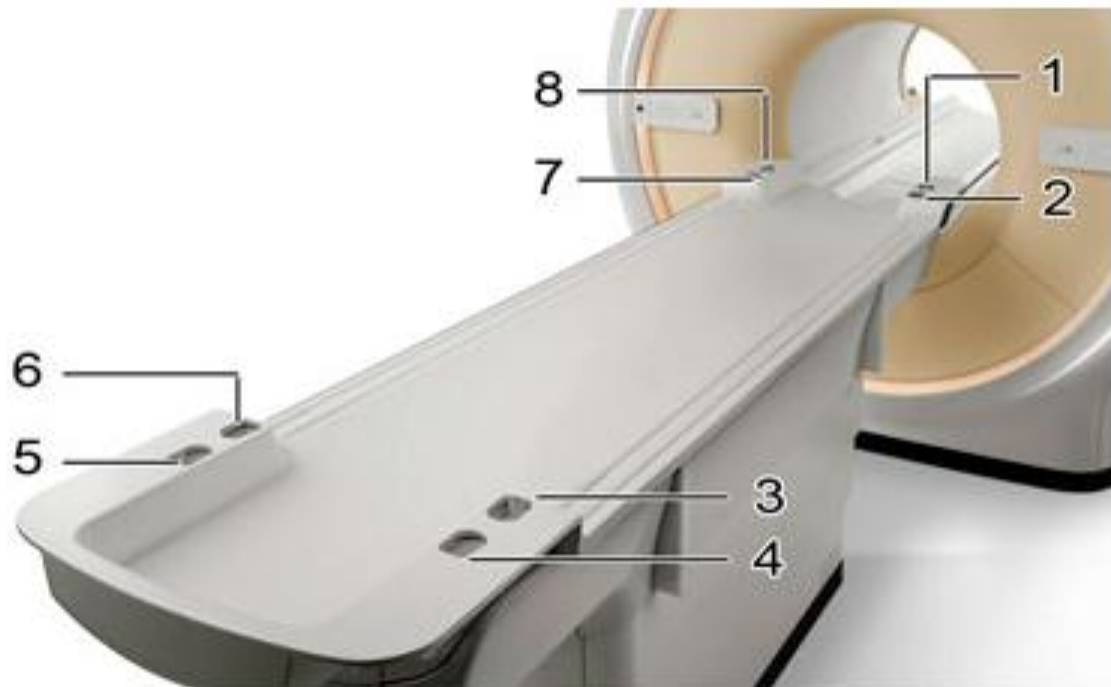
Modulo interfaccia utente INGENIA (UIM, User Interface Module)

UIM (lato sinistro)



- | N° | Pulsanti e interruttori |
|----|--|
| 1 | Arresto d'emergenza |
| 2 | Riprendi |
| 3 | Modalità manuale |
| 4 | Illuminazione tunnel / anello ambiente |
| 5 | Ventilazione |
| 6 | Volume musica |
| 7 | Voce |
| 8 | Termina scan |
| 9 | Avvio scansione / Pausa scansione |
| 10 | Interruttore a levetta |
| 11 | Indicatore luminoso |
| 12 | Piano di corsa/scansione (TTS) |





N° Tipo:

- 1 Presa FlexConnect.
- 2 Non in uso.
- 3 Presa FlexConnect.
- 4 Non in uso.
- 5 Prese per cuffie auricolari e pulsante di chiamata del personale.
- 6 Non in uso.
- 7 Presa FlexConnect.
- 8 Prese per cuffie auricolari e pulsante di chiamata del personale.

Scollegare tutte le bobine collegate alle prese FlexConnect e scollegare la chiamata del personale e le cuffie auricolari prima di rimuovere il piano portapaziente con il FlexTrak.



NOTA

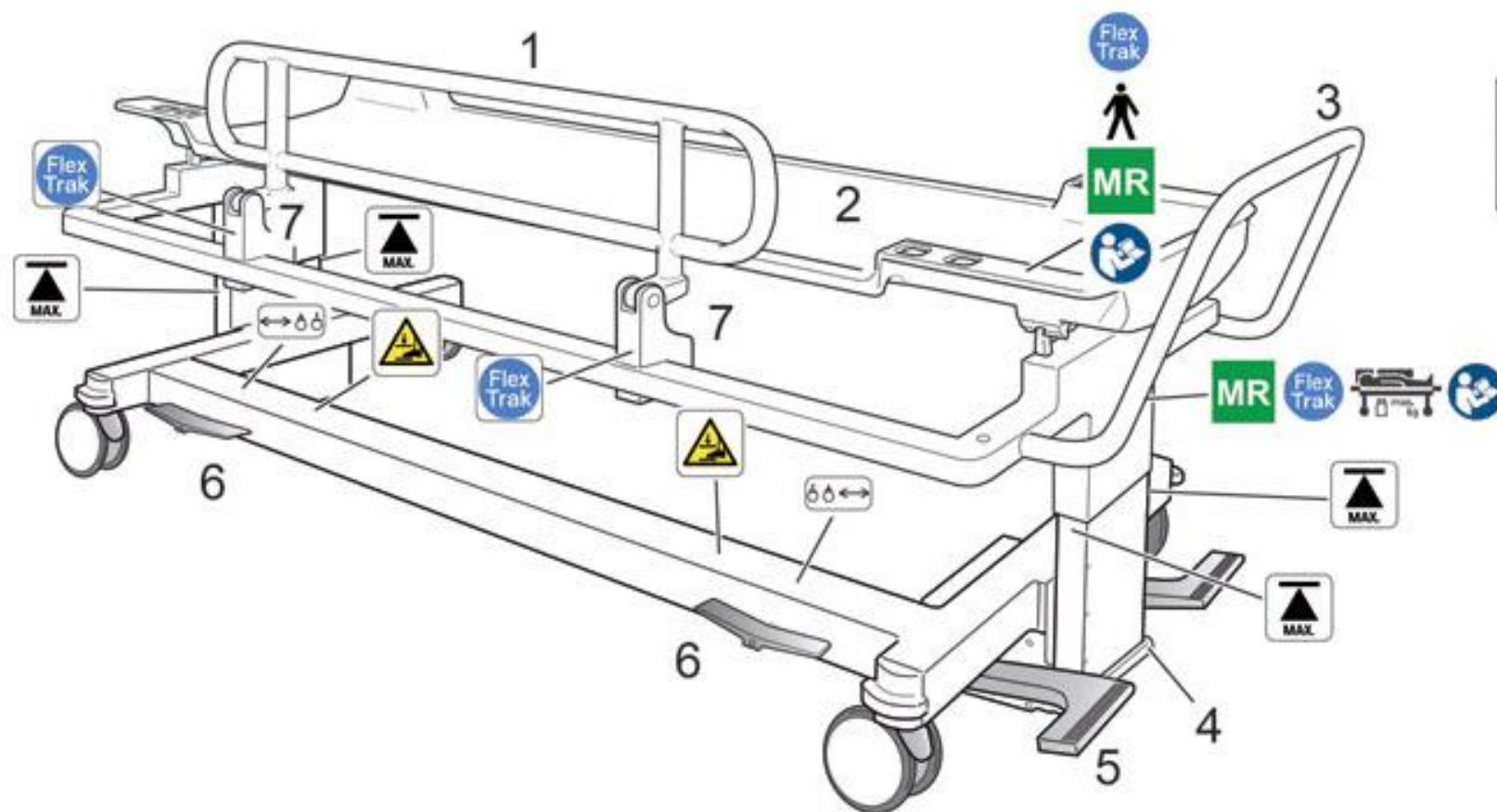
Verificare che i cavi della bobina e i connettori non vengano schiacciati durante la rimozione o il posizionamento del piano portapaziente.

Il carico operativo di sicurezza per il piano portapaziente per l'uso di **FlexTrak** è di **250 kg**. Questo è il peso totale di paziente, bobine e accessori di posizionamento.

La massa totale massima di FlexTrak è:

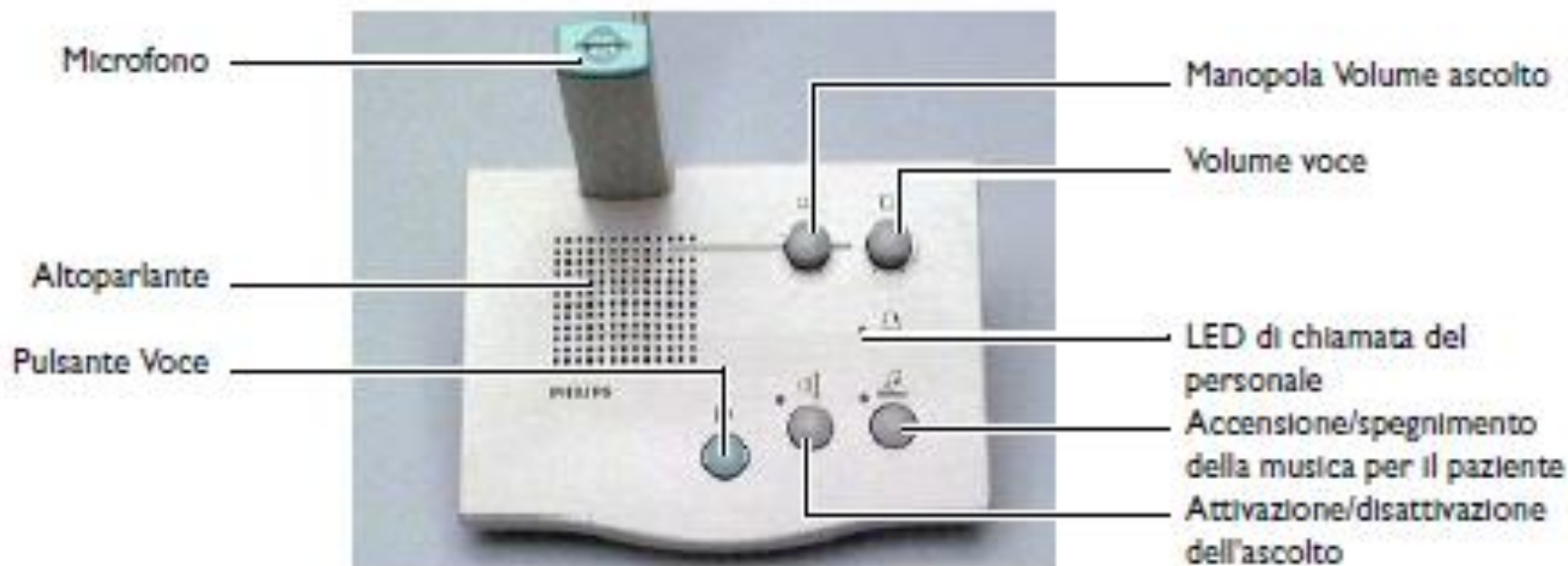
Versione ad altezza fissa: **360 kg**





Il **FlexTrak** è il sistema di trasporto del paziente dedicato per il sistema RM in uso. Sono disponibili una versione regolabile in altezza (HA) e una ad altezza fissa (FH).

Interfono paziente/operatore



PHILIPS

Healthcare

N° Descrizione

- 1 Microfono
- 2 Pulsante di arresto di emergenza*
- 3 Volume voce
- 4 Volume musica
- 5 Accensione/spegnimento della musica per il paziente
- 6 Anello ambiente del pulsante Voce e di chiamata del personale
- 7 Attivazione/disattivazione dell'ascolto
- 8 Volume ascolto

PHILIPS

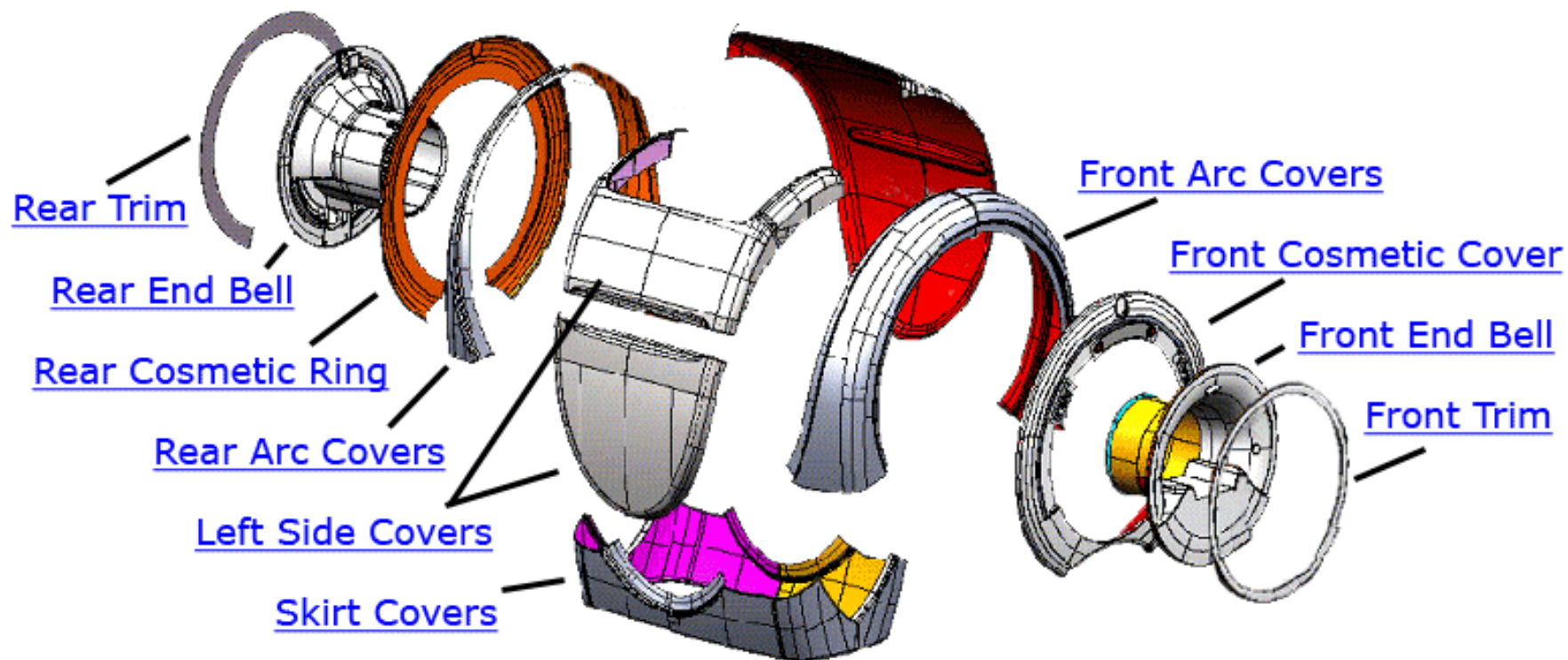
Healthcare



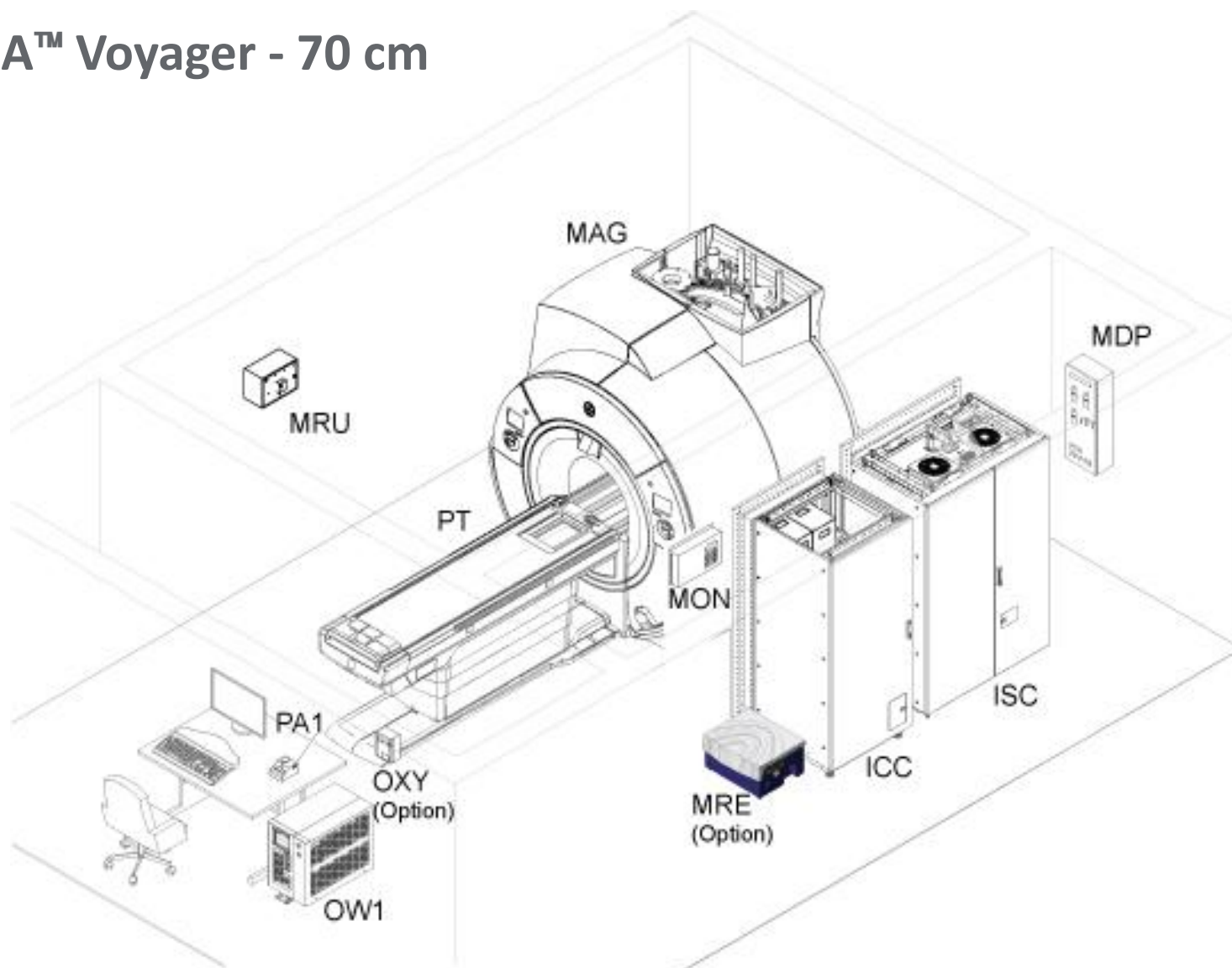




Carrello con ripiani per le bobine superiori Head e Head/Neck (1), ripiani per bobina base (2) e interfaccia dStream (3), ripiano laterale per la bobina Anterior (4), supporto flebo (5) e cassetto per gli accessori di posizionamento (6).

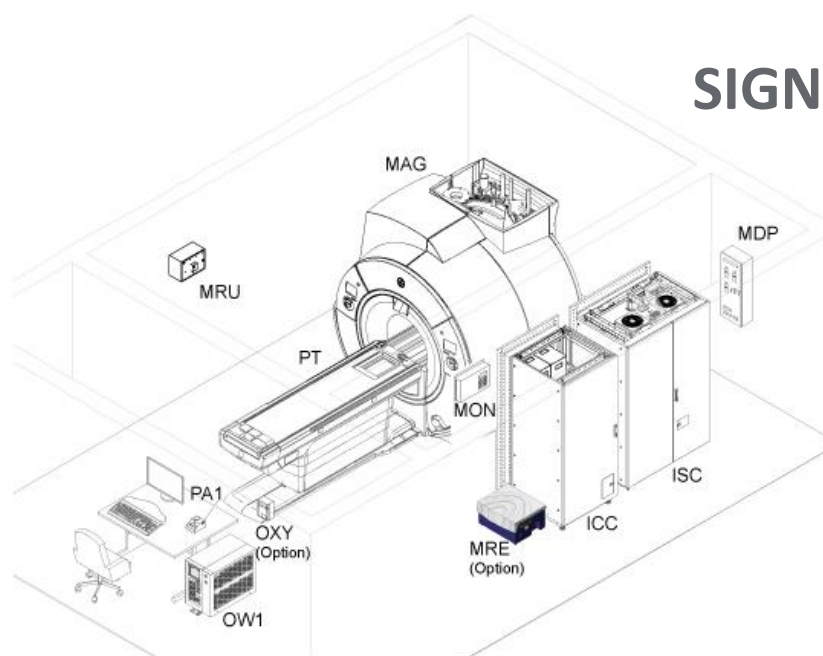


SIGNA™ Voyager - 70 cm

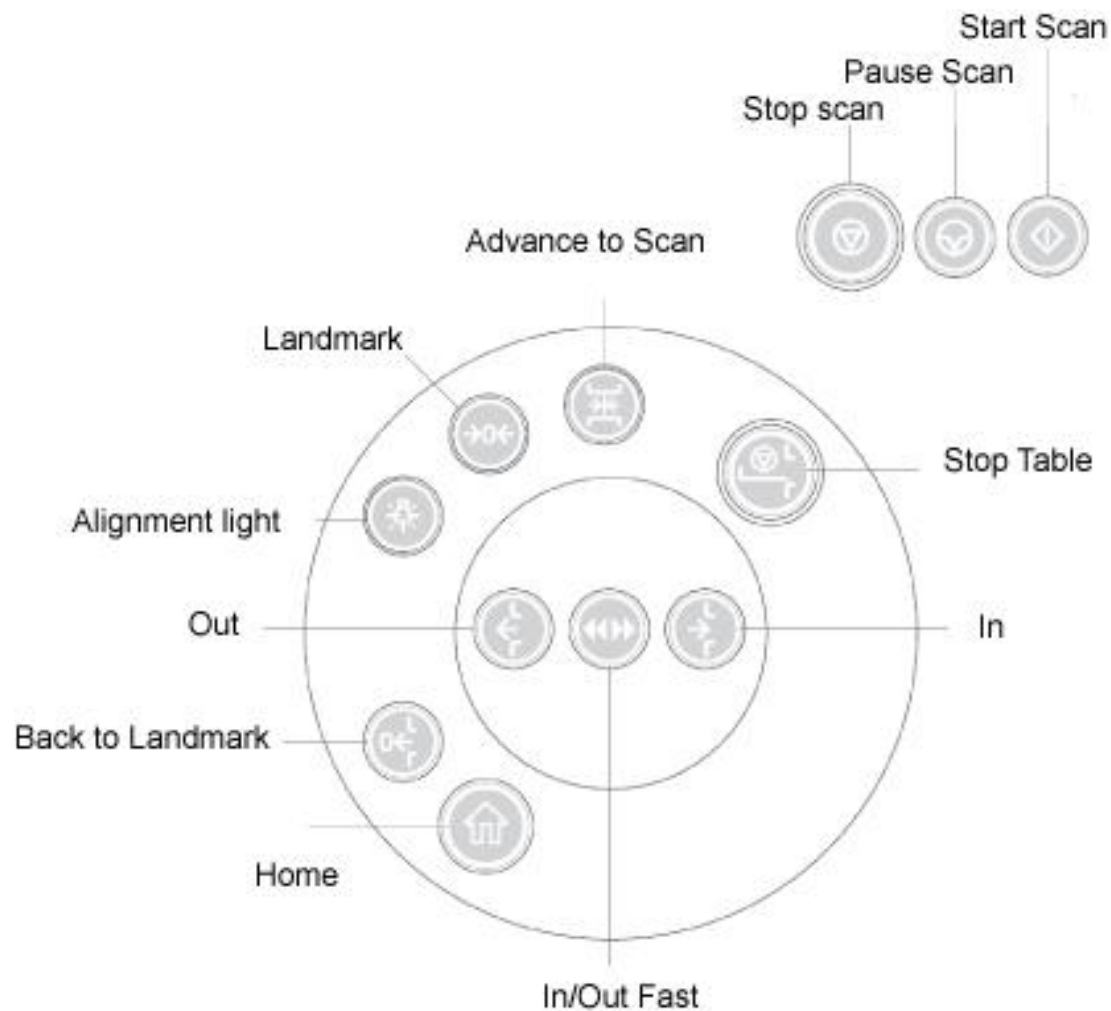


The basic SIGNA Voyager system, [Figure 1](#), consists of the following major equipment:

- The Magnet with Magnet Enclosure, Gradient Coil (VRMw), Body Coil and Magnet Accessories
- Integrated System Cabinet (ISC) containing Power Distribution Unit, Gradient Drivers, Exciter, RF Amplifiers, ASC, Driver Module, ICE, PHPS, DCPS, and Cabinet Monitor
- Integrated Cooling Cabinet (ICC) containing Gradient Cooling Unit (GCU), Cabinet Cooling Unit (CCU), Patient Blower, Body Coil Blower, and Shield/Cryo Cooler Compressor
- Operator Workspace equipment: GOC Cabinet With Linux PC, Mouse and Mouse Pad, LCD panel, and chair
- Pneumatic Patient Alert System
- Patient Table and cradle
- Patient accessories such as: a phantom kit, patient log book, head cushion and sponges, chin and forehead straps, body wedges, knee cushions, and security/restraint straps
- Gating accessories which include: patient cardiac leads, peripheral gating probe, and respiratory bellows



SIGNA™ Voyager - 70 cm



SIGNA™ Voyager - 70 cm