

## **ALLEGATO 3 C**

### **PROTOCOLLO PER L'ESECUZIONE DI PROVE FUNZIONALI RELATIVE A:**

- **Lotto 3: Tomografi a risonanza magnetica (RM) basso/medio campo  
“settoriali”**



## 1. Oggetto e scopo

Il presente documento descrive le procedure di acquisizione delle immagini, le procedure di elaborazione delle immagini e le modalità di presentazione dei parametri dei Tomografi a risonanza magnetica settoriali a basso campo.

## 2. Oggetti test

Per l'esecuzione di tutte le misure descritte nel presente protocollo si farà uso dei seguenti oggetti test:

- *Fantoccio cilindrico* FC9 ( 9 cm - altezza: 15 cm)



- *Fantoccio cilindrico* FC13 ( 13 cm - altezza: 15 cm)



- *Fantoccio cilindrico* FC16 ( 16 cm - altezza: 30 cm)



### 2.1 Soluzioni di riempimento

Il materiale utilizzato per il riempimento dei fantocci è una soluzione acquosa di un sale paramagnetico avente caratteristiche simili (densità degli spin  $\rho$ ,  $T_1$  e  $T_2$ ) a quella del corpo umano ( $\rho = \rho_{H_2O} \pm 20\%$ ,  $100ms < T_1 < 1200ms$  e  $50ms < T_2 < 400ms$ ).

La soluzione con la quale saranno riempiti gli oggetti test è una soluzione acquosa 8mM di solfato di rame ( $CuSO_4$ ) con l'aggiunta di 4 g/l di NaCl.

Tempo di rilassamenti longitudinale	$T_1 \sim 128 \text{ ms}$ (con un $B_0=0,5T$ e $T= 22^\circ C \pm 3^\circ C$ )
Tempo di rilassamenti trasversale	$T_2 \sim 106 \text{ ms}$ (con un $B_0=0,5T$ e $T= 22^\circ C \pm 3^\circ C$ )

Classificazione del documento: Consip Public

Gara a procedura aperta ai sensi del D. Lgs. n. 163/2006 e s.m.i., per la fornitura di tomografi a risonanza magnetica (RM), dispositivi accessori e dei servizi connessi e opzionali per le Pubbliche Amministrazioni

Allegato 3 C - Protocollo per l'esecuzione di prove funzionali - lotto 3



Conducibilità

$\sigma \sim 0,8 \text{ S/m}$

La soluzione dovrà essere preparata nei sei mesi precedenti il suo utilizzo nella prova.

### 3. Indicazioni preliminari all'esecuzione delle prove funzionali

- L'apparecchiatura dovrà essere disponibile per una intera giornata e per un tempo non inferiore a quattro ore.
- La temperatura e l'umidità relativa della sala magnete dovranno essere controllate ( $T = 22^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$ ;  $UR = 40\% - 60\%$ ).
- Gli oggetti test dovranno essere in equilibrio termico con l'ambiente della sala magnete (per garantire le condizioni di equilibrio termico dovranno essere allocati all'interno della sala magnete almeno un'ora prima dell'esecuzione delle prove).
- Sarà cura del tecnico fornitore verificare l'eventuale presenza e dislocazione di micro bolle all'interno dei fantocci. L'eventuale presenza di piccole bolle d'aria residue all'interno dei fantocci o dei loro inserti geometrici non pregiudica l'esecuzione delle prove e l'esito dell'analisi dei risultati della prova.
- Il tecnico fornitore dovrà assicurare la disponibilità di idonei sistemi per il corretto posizionamento di ogni fantoccio all'interno delle bobine.
- I tecnici del fornitore dovranno pre-impostare e memorizzare tutti i protocolli di acquisizione, con le relative condizioni operative descritte al par. 4 prima della data stabilita per l'esecuzione delle prove funzionali. Sarà, comunque, cura del laboratorio in fase di esecuzione delle prove verificare la correttezza e la corrispondenza dei parametri indicati nel suddetto paragrafo con quanto pre-impostato e memorizzato sulle apparecchiature offerte.
- L'acquisizione potrà essere attivata dal tecnico del fornitore dopo il posizionamento degli oggetti test da parte del tecnico del laboratorio individuato da Consip Spa. Tra il posizionamento di ogni oggetto test e la successiva acquisizione delle immagini si dovrà attendere un tempo minimo di 15 minuti.
- Il carico elettrico della bobina (loading) è solo quello fornito dall'oggetto test. Nessun'altra modalità di carico (elementi di carico e/o circuiti elettrici aggiuntivi) è consentita.
- Potranno essere effettuate eventuali procedure di calibrazione raccomandate dal fornitore.
- Le immagini di ogni singola prova dovranno essere acquisite con un "nome-paziente" coincidente con il nome della prova (esempio: per la prova sulla presenza di artefatti nella bobina ginocchio impostare il nome paziente KC\_C). Per ogni "nome-paziente" verrà inserito un peso fittizio di 75 kg ed un'altezza fittizia di 170 cm.
- In ogni sequenza di acquisizione dovrà essere utilizzato sempre lo stesso valore di Pixel Bandwidth, PBW (inverso della durata della finestra di campionamento). Il PBW dovrà essere impostato con un valore compreso tra 60 Hz e 140 Hz e comunque con un valore il più possibile vicino a 100 Hz. Il valore di PBW dovrà essere sempre riportato tra i dati relativi alle condizioni operative di acquisizione di ogni parametro.
- Tutte le immagini prodotte dovranno essere di tipo modulo (magnitude images).
- Nella valutazione delle prove che lo dovessero richiedere, la "baseline" viene determinata come media del segnale presente in una ROI (Region of Interest), di dimensioni pari al 10% dell'area che



produce segnale o 100 pixel, posizionata in una zona dell'immagine priva di segnale e di artefatti visibili (es: in un angolo dell'immagine).

#### 4. Condizioni operative e oggetti test per l'esecuzione delle prove

##### BOBINA GINOCCHIO

<i>Prova</i>	<i>Parametro di Imaging</i>	<i>Oggetto test</i>	<i>Condizioni operative</i>
KC_A	Rapporto Segnale Rumore: Linearità (SNR)	FC13	<b><i>Vedi par. 4.1</i></b>
KC_B	Uniformità (U)	FC13	<b><i>Vedi par. 4.2</i></b>
KC_C	Artefatti	FC9	<b><i>Vedi par. 4.3</i></b>

##### BOBINA COLONNA

<i>Prova</i>	<i>Parametro di Imaging</i>	<i>Oggetto test</i>	<i>Condizioni operative</i>
BC_A	Rapporto Segnale Rumore: Linearità (SNR)	FC16	<b><i>Vedi par. 4.4</i></b>
BC_B	Uniformità (U)	FC16	<b><i>Vedi par. 4.5</i></b>
BC_C	Distorsione Geometrica (DG)	FC16	<b><i>Vedi par. 4.6</i></b>
BC_D	Artefatti	FC9	<b><i>Vedi par. 4.7</i></b>

##### BOBINA GINOCCHIO

#### 4.1 Condizioni operative per il parametro di imaging: SNR

Sequenza: 2D Spin-echo strato singolo (SE)

Posizione dell'oggetto test FC13: Al centro della bobina in posizione orizzontale

Verificare con una procedura di acquisizione rapida di tipo standard, effettuata per tutti i tre piani (trasversale, sagittale e coronale), il corretto posizionamento dell'oggetto test.

Posizione dello strato: all'isocentro del magnete ( $\pm 30$  mm)

Piano di acquisizione: trasversale

Effettuare eventuali procedure di pre-scan

Tempo di Ripetizione, TR: 600 ms

Tempo di Eco, TE: 20 ms

Classificazione del documento: Consip Public

Gara a procedura aperta ai sensi del D. Lgs. n. 163/2006 e s.m.i., per la fornitura di tomografi a risonanza magnetica (RM), dispositivi accessori e dei servizi connessi e opzionali per le Pubbliche Amministrazioni

Allegato 3 C - Protocollo per l'esecuzione di prove funzionali - lotto 3



Flip Angle, FA: 90°

Pixel Bandwidth, PBW: il più vicino possibile a 100 Hz

Field of View, FOV: 200 mm

Matrice di acquisizione uguale alla matrice di ricostruzione: 256x256

Spessori dello strato: 3, 4, 5 e 6 e 7 mm,

Numero di medie/eccitazioni: 1

Per ogni spessore di strato eseguire due acquisizioni consecutive senza effettuare alcuna procedura di calibrazione tra le due acquisizioni

Non sono permesse operazioni di media del segnale

Tutti i filtri di acquisizione e ricostruzione devono essere disattivati

Durata della sequenza: 153 s

Durata dell'acquisizione per ogni spessore di strato (due sequenze consecutive): 306 s

Durata dell'acquisizione per la valutazione del parametro (5 strati): 1530 s

***Annotare ogni non conformità alle condizioni operative specificando i motivi e riportare tutte le modifiche dei parametri di acquisizione necessarie per effettuare la prova.***

#### **4.2 Condizioni operative per il parametro di imaging: U**

Le condizioni operative per questo parametro sono le stesse del punto 4.1 relativamente allo spessore di strato 5 mm. Pertanto non è necessario ripetere l'acquisizione dell'immagine.

Per la valutazione del parametro si utilizzerà la prima delle due immagini acquisite con spessore di strato 5 mm.

***Annotare ogni non conformità alle condizioni operative specificando i motivi e riportare tutte le modifiche dei parametri di acquisizione necessarie per effettuare la prova.***

#### **4.3 Condizioni operative per il parametro di imaging: Artefatti (di codifica di fase)**

Sequenza: 2D Spin-echo strato singolo (SE)

Posizione dell'oggetto test FC9: Al centro della bobina in posizione orizzontale

Verificare con una procedura di acquisizione rapida di tipo standard, effettuata per tutti i tre piani (trasversale, sagittale e coronale), il corretto posizionamento dell'oggetto test.

Posizione dello strato: all'isocentro del magnete ( $\pm 30$  mm)

Piano di acquisizione: trasversale (direzione della codifica di frequenza: R/L)

Effettuare eventuali procedure di pre-scan

Tempo di Ripetizione, TR: 600 ms

Tempo di Eco, TE: 20 ms

Flip Angle, FA: 90°

Pixel Bandwidth, PBW: il più vicino possibile a 100 Hz

Field Of View, FOV: 200 mm

Matrice di acquisizione uguale alla matrice di ricostruzione: 256x256

---

Classificazione del documento: Consip Public

Gara a procedura aperta ai sensi del D. Lgs. n. 163/2006 e s.m.i., per la fornitura di tomografi a risonanza magnetica (RM), dispositivi accessori e dei servizi connessi e opzionali per le Pubbliche Amministrazioni

Allegato 3 C - Protocollo per l'esecuzione di prove funzionali - lotto 3



Spessore dello strato: 5 mm  
Numero di medie/eccitazioni: 1  
Non sono permesse operazioni di media del segnale  
Tutti i filtri di acquisizione e ricostruzione devono essere disattivati  
Durata della sequenza: 153 s  
Durata dell'acquisizione per la valutazione del parametro: 153 s

***Annotare ogni non conformità alle condizioni operative specificando i motivi e riportare tutte le modifiche dei parametri di acquisizione necessarie per effettuare la prova.***

## **BOBINA COLONNA**

### **4.4 Condizioni operative per il parametro di imaging: SNR**

Sequenza: 2D Spin-echo strato singolo (SE)  
Posizione dell'oggetto test FC16: Al centro della bobina in posizione orizzontale  
Verificare con una procedura di acquisizione rapida di tipo standard, effettuata per tutti i tre piani (trasversale, sagittale e coronale), il corretto posizionamento dell'oggetto test.  
Posizione dello strato: all'isocentro del magnete ( $\pm 30$  mm)  
Piano di acquisizione: trasversale  
Effettuare eventuali procedure di pre-scan  
Tempo di Ripetizione, TR: 600 ms  
Tempo di Eco, TE: 20 ms  
Flip Angle, FA: 90°  
Pixel Bandwidth, PBW: il più vicino possibile a 100 Hz  
Field of View, FOV: 260 mm  
Matrice di acquisizione uguale alla matrice di ricostruzione: 256x256  
Spessori dello strato: 3, 5, 7, 8 e 10 mm  
Numero di medie/eccitazioni: 1  
Per ogni spessore di strato eseguire due acquisizioni consecutive senza effettuare alcuna procedura di calibrazione tra le due acquisizioni  
Non sono permesse operazioni di media del segnale  
Tutti i filtri di acquisizione e ricostruzione devono essere disattivati  
Durata della sequenza: 153 s  
Durata dell'acquisizione per ogni spessore di strato (due sequenze consecutive): 306 s  
Durata dell'acquisizione per la valutazione del parametro (5 strati): 1530 s

***Annotare ogni non conformità alle condizioni operative specificando i motivi e riportare tutte le modifiche dei parametri di acquisizione necessarie per effettuare la prova.***

### **4.5 Condizioni operative per il parametro di imaging: U**



Le condizioni operative per questo parametro sono le stesse del punto 4.4 relativamente allo spessore di strato 5 mm. Pertanto non è necessario ripetere l'acquisizione dell'immagine.

Per la valutazione del parametro si utilizzerà, per ogni piano di acquisizione, la prima delle due immagini acquisite con spessore di strato 5 mm.

***Annotare ogni non conformità alle condizioni operative specificando i motivi e riportare tutte le modifiche dei parametri di acquisizione necessarie per effettuare la prova.***

#### **4.6 Condizioni operative per il parametro di imaging: DG**

Le condizioni operative per questo parametro sono le stesse del punto 4.4 relativamente allo spessore di strato 5 mm. Pertanto non è necessario ripetere l'acquisizione dell'immagine.

Per la valutazione del parametro si utilizzerà, per ogni piano di acquisizione, la prima delle due immagini acquisite con spessore di strato 5 mm.

***Annotare ogni non conformità alle condizioni operative specificando i motivi e riportare tutte le modifiche dei parametri di acquisizione necessarie per effettuare la prova.***

#### **4.7 Condizioni operative per il parametro di imaging: Artefatti**

Sequenza: 2D Spin-echo strato singolo (SE)

Posizione dell'oggetto test FC9: Al centro della bobina in posizione orizzontale

Verificare con una procedura di acquisizione rapida di tipo standard, effettuata per tutti i tre piani (trasversale, sagittale e coronale), il corretto posizionamento dell'oggetto test.

Posizione dello strato: all'isocentro del magnete ( $\pm 30$  mm)

Piano di acquisizione: trasversale (direzione della codifica di frequenza: R/L)

Effettuare eventuali procedure di pre-scan

Tempo di Ripetizione, TR: 600 ms

Tempo di Eco, TE: 20 ms

Flip Angle, FA: 90°

Pixel Bandwidth, PBW: il più vicino possibile a 100 Hz

Field Of View, FOV: 240 mm

Matrice di acquisizione uguale alla matrice di ricostruzione: 256x256

Spessore dello strato: 5 mm

Numero di medie/eccitazioni: 1

Non sono permesse operazioni di media del segnale

Tutti i filtri di acquisizione e ricostruzione devono essere disattivati

Durata della sequenza: 153 s

Durata dell'acquisizione per la valutazione del parametro: 153 s

***Annotare ogni non conformità alle condizioni operative specificando i motivi e riportare tutte le modifiche dei parametri di acquisizione necessarie per effettuare la prova.***



## 5. Prove

Per l'esecuzione di ciascuna prova occorrerà impostare l'apparecchiatura secondo le condizioni operative previste, posizionare l'oggetto test ed attivare l'apparecchiatura per l'acquisizione delle immagini.

I file di immagine acquisiti andranno salvati su un CD/DVD identificato come di seguito: Nome azienda- Lotto; ad esempio: azienda POLO - lotto 3 (POLO-lotto3).

I file di immagine dovranno essere singolarmente denominati.

### 5.1 PROVA KC\_A - RAPPORTO SEGNALE RUMORE: LINEARITÀ

A cura del tecnico del fornitore:

Impostare le condizioni operative relative all'apparecchiatura previste per questa prova

A cura del tecnico del laboratorio:

Posizionare l'oggetto test collocandolo al centro della Bobina Ginocchio

*Documentazione*

N. 10 immagini digitali (due per ogni strato)

**Acquisizione dei dati** (a cura del laboratorio)

*Metodo 1 (Il seguente metodo si applica per bobine di ricezione ad acquisizione volumetrica: phased array volume sub-coils). Il metodo è applicabile anche per bobine di volume a canale singolo.*

1) Disegnare nell'immagine 1 una ROI (ROI75%) posizionata al centro dell'area dell'oggetto test che produce segnale e di dimensioni pari al 75% di questa area. Determinare il valor medio dell'intensità dei pixel della ROI75%.

2) Disegnare nell'immagine 1 una ROI (ROI10%) posizionata in una zona dell'immagine priva di segnale e di artefatti visibili (es: in un angolo dell'immagine) e di dimensioni pari al 10% dell'area che produce segnale dell'oggetto test o di 100 pixel. Il valore di baseline è calcolato come il valor medio dell'intensità dei pixel all'interno della ROI10%.

3) Determinare il segnale S come sottrazione dei due valori di intensità media dei pixel precedentemente determinati (valore della ROI75% meno valore della ROI10%)

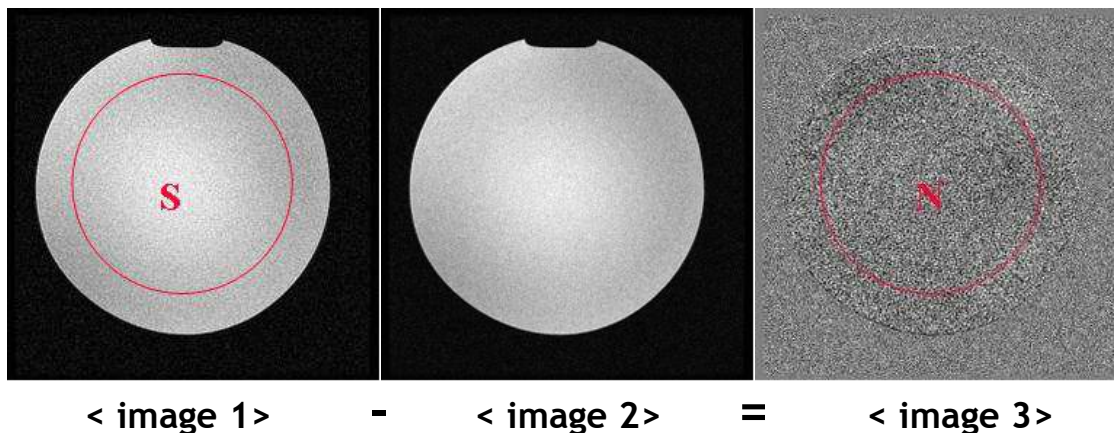
4) Determinare l'immagine 3 come sottrazione algebrica, pixel a pixel, dell'immagine 1 e dell'immagine 2

5) Trasferire la ROI75% utilizzata per determinare il segnale S nell'immagine 1 nella stessa posizione nell'immagine 3 e calcolare il rumore N come deviazione standard (SD) della dell'intensità dei pixel presenti nella ROI

6) Calcolare il Rapporto Segnale Rumore come:

$$SNR = \sqrt{2} \times S/N$$



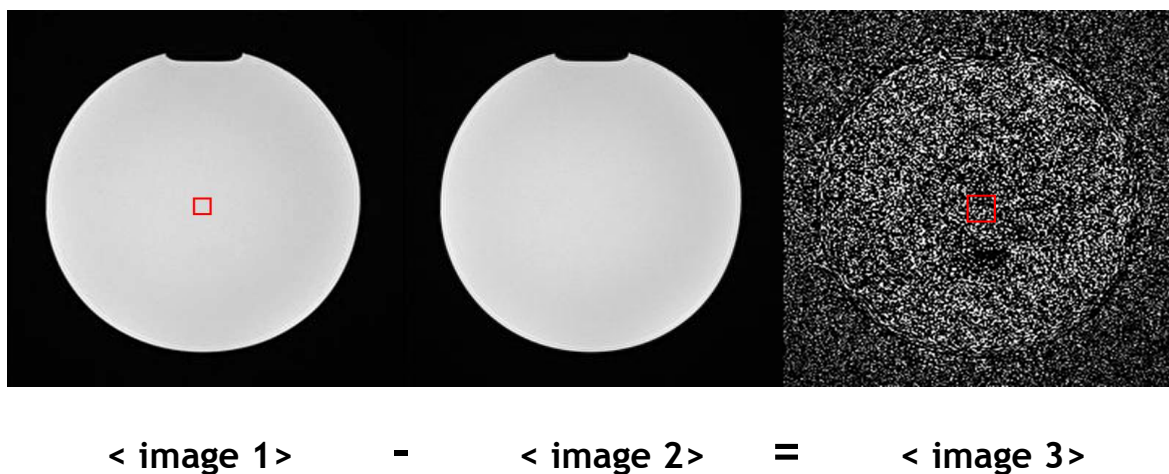


Ripetere l'operazione per ogni spessore dello strato

*Metodo 2 (Il seguente metodo si applica per bobine di ricezione ad acquisizione superficiale: phased array - surface sub-coil)*

- 1) Disegnare nell'immagine 1 una ROI (SROI7x7) quadrata di dimensioni 7x7 pixel posizionata al centro della area dell'oggetto test che produce segnale. Determinare il valor medio dell'intensità dei pixel della ROI7x7.
- 2) Disegnare nell'immagine 1 una ROI (BROI7x7) quadrata di dimensioni 7x7 pixel posizionata in una zona dell'immagine priva di segnale e di artefatti visibili (es: in un angolo dell'immagine). Il valore di baseline è calcolato come il valor medio dell'intensità dei pixel all'interno della BROI7x7.
- 3) Determinare il segnale S come sottrazione dei due valori di intensità media dei pixel precedentemente determinati (valore della SROI7x7 meno valore della BROI7x7)
- 4) Determinare l'immagine 3 come sottrazione algebrica, pixel a pixel, dell'immagine 1 e dell'immagine 2
- 5) Disegnare una ROI (NROI11x11) quadrata di dimensioni 11x11 pixel al centro dell'immagine 3 e calcolare il rumore N come deviazione standard (SD) dell'intensità dei pixel presenti nella NROI11x11
- 6) Calcolare il Rapporto Segnale Rumore come:

$$SNR = \sqrt{2} \times S/N$$





Ripetere l'operazione per ogni spessore dello strato

#### Dati

$$R^2K = R^2$$

Riportare in un grafico il SNR in funzione dello spessore dello strato. Eseguire un fit lineare e riportare il valore del coefficiente di regressione lineare,  $R^2$ .

Valori numerici di SNR per ogni spessore dello strato.

#### Documentazione

Elaborazione delle immagini e dei dati determinati.

Riportare il valore del parametro  $R^2K$  approssimato a tre cifre significative dopo la virgola

## 5.2 PROVA KC\_B - UNIFORMITÀ

A cura del tecnico del fornitore:

Vedi Paragrafo 5.1

A cura del tecnico del laboratorio:

Vedi Paragrafo 5.1

#### Documentazione

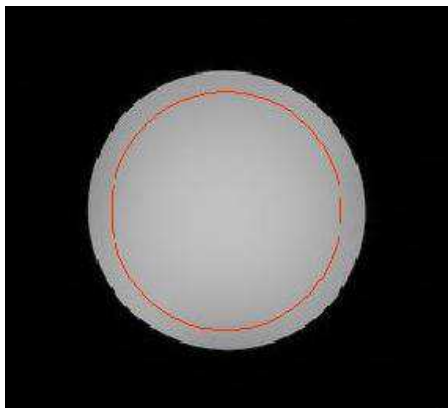
N. 1 immagine digitale

#### Acquisizione dei dati (a cura del laboratorio)

Usare la prima immagine utilizzata per la valutazione del rapporto segnale rumore.

- 1) Disegnare una ROI centrale pari al 75% della area che produce segnale
- 2) Determinare la deviazione media assoluta (AAD, Average Absolute Deviation) nella ROI come:

$$AAD = \sum_i^N |S_i - S_{mean}| / N$$

**Dati**

$$UK = 1 - AAD / S_{mean}$$

**Dove**

$$AAD = \sum_i^N |S_i - S_{mean}| / N$$

$S_i$  rappresenta il valore di ogni singolo pixel nella ROI

$S_{mean}$  rappresenta il valore medio nella ROI

$N$  rappresenta il numero di pixel nella ROI

**Documentazione**

Elaborazione dell'immagine e dei dati determinati

Riportare il valore del parametro **UK** approssimato a tre cifre significative dopo la virgola

### 5.3 PROVA KC\_C - ARTEFATTI

A cura del tecnico del fornitore:

Impostare le condizioni operative relative all'apparecchiatura previste per questa prova

A cura del tecnico del laboratorio:

Posizionare l'oggetto test collocandolo al centro della Bobina Ginocchio

**Documentazione**

N. 1 immagine digitale

**Acquisizione dei dati** (a cura del laboratorio)

1) misurare il valore del segnale di ghost,  $G$ , come media del segnale di una ROI 5x5 pixel (25 pixel) nella regione con maggiore intensità di ghost

2) misurare il valore del segnale nell'immagine,  $S$ , come media del segnale di una ROI 5x5 pixel (25 pixel)

Classificazione del documento: Consip Public

Gara a procedura aperta ai sensi del D. Lgs. n. 163/2006 e s.m.i., per la fornitura di tomografi a risonanza magnetica (RM), dispositivi accessori e dei servizi connessi e opzionali per le Pubbliche Amministrazioni

Allegato 3 C - Protocollo per l'esecuzione di prove funzionali - lotto 3



3) stimare il valore del fondo,  $F$ , come media del segnale di una ROI 5x5 pixel (25 pixel) posta nella direzione di codifica di frequenza al di fuori dalla regione con presenza di segnale e al di fuori della regione con presenza di ghost

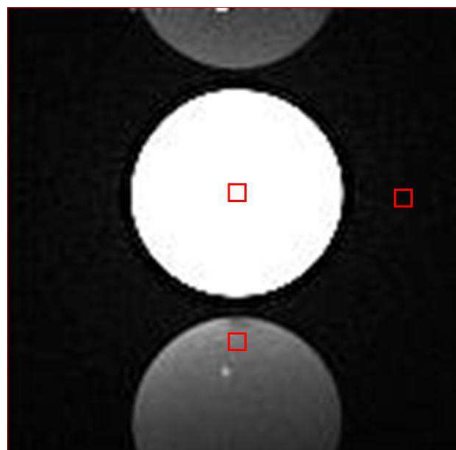


Fig. 5.3.1 Artefatto che produce un errore nella codifica di fase

#### Dati

$$EK = G/S$$

*NB: per  $G$  tale che  $G \leq 1,5 \cdot F$  porre  $G=0$*

Dove:

$G$  Rappresenta l'intensità del Ghost  
 $F$  Rappresenta la stima del Fondo  
 $S$  Rappresenta l'intensità del Segnale

#### Documentazione

Elaborazione dell'immagine contenente i valori misurati

Riportare valore del parametro  $EK$  approssimato a tre cifre significative dopo la virgola

## 5.4 PROVA BC\_A - RAPPORTO SEGNALE RUMORE: LINEARITÀ

A cura del tecnico del fornitore:

Impostare le condizioni operative relative all'apparecchiatura previste per questa prova

A cura del tecnico del laboratorio:

Posizionare l'oggetto test collocandolo al centro della bobina COLONNA

#### Documentazione

N. 10 immagini digitali (due per ogni strato)

Classificazione del documento: Consip Public

Gara a procedura aperta ai sensi del D. Lgs. n. 163/2006 e s.m.i., per la fornitura di tomografi a risonanza magnetica (RM), dispositivi accessori e dei servizi connessi e opzionali per le Pubbliche Amministrazioni

Allegato 3 C - Protocollo per l'esecuzione di prove funzionali - lotto 3

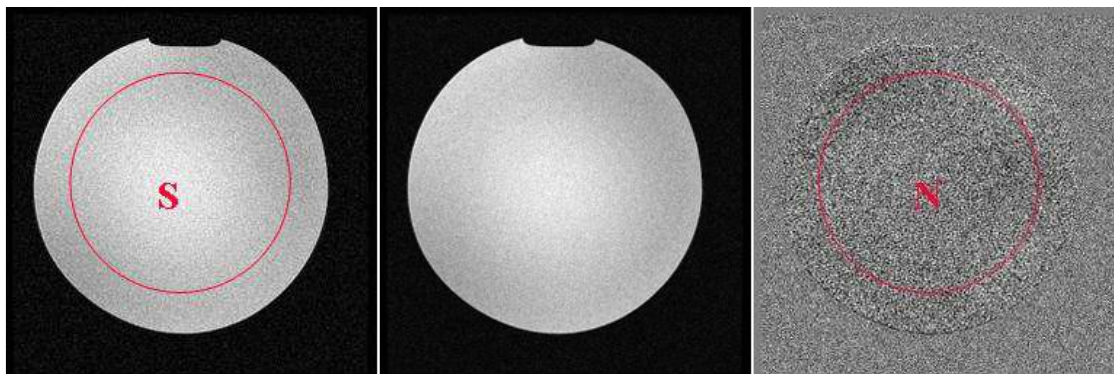


#### Acquisizione dei dati (a cura del laboratorio)

*Metodo 1 (Il seguente metodo si applica per bobine di ricezione ad acquisizione volumetrica: phased array volume sub-coils). Il metodo è applicabile anche per bobine di volume a canale singolo.*

- 1) Disegnare nell'immagine 1 una ROI (ROI75%) posizionata al centro dell'area dell'oggetto test che produce segnale e di dimensioni pari al 75% di questa area. Determinare il valor medio dell'intensità dei pixel della ROI75%.
- 2) Disegnare nell'immagine 1 una ROI (ROIF) posizionata in una zona dell'immagine priva di segnale e di artefatti visibili (es: in un angolo dell'immagine) e di dimensioni pari al 10% dell'area che produce segnale dell'oggetto test o di 100 pixel. Il valore di baseline è calcolato come il valor medio dell'intensità dei pixel all'interno della ROIF.
- 3) Determinare il segnale S come sottrazione dei due valori di intensità media dei pixel precedentemente determinati (valore della ROI75% meno valore della ROIF10%)
- 4) Determinare l'immagine 3 come sottrazione algebrica, pixel a pixel, dell'immagine 1 e dell'immagine 2
- 5) Trasferire la ROI75% utilizzata per determinare il segnale S nell'immagine 1 nella stessa posizione nell'immagine 3 e calcolare il rumore N come deviazione standard (SD) della dell'intensità dei pixel presenti nella ROI
- 6) Calcolare il Rapporto Segnale Rumore come:

$$\text{SNR} = \sqrt{2} \times S/N$$



$$< \text{image 1} > - < \text{image 2} > = < \text{image 3} >$$

Ripetere l'operazione per ogni spessore dello strato

*Metodo 2 (Il seguente metodo si applica per bobine di ricezione ad acquisizione superficiale: phased array - surface sub-coil)*

- 1) Disegnare nell'immagine 1 una ROI (SROI7x7) quadrata di dimensioni 7x7 pixel posizionata al centro della area dell'oggetto test che produce segnale. Determinare il valor medio dell'intensità dei pixel della ROI7x7.
- 2) Disegnare nell'immagine 1 una ROI (BROI7x7) quadrata di dimensioni 7x7 pixel posizionata in una zona dell'immagine priva di segnale e di artefatti visibili (es: in un angolo dell'immagine). Il valore di baseline è calcolato come il valor medio dell'intensità dei pixel all'interno della BROI7x7.



- 3) Determinare il segnale  $S$  come sottrazione dei due valori di intensità media dei pixel precedentemente determinati (valore della SROI7x7 meno valore della BROI7x7)
- 4) Determinare l'immagine 3 come sottrazione algebrica, pixel a pixel, dell'immagine 1 e dell'immagine 2
- 5) Disegnare una ROI (NROI11x11) quadrata di dimensioni 11x11 pixel al centro dell'immagine 3 e calcolare il rumore  $N$  come deviazione standard (SD) dell'intensità dei pixel presenti nella NROI11x11
- 6) Calcolare il Rapporto Segnale Rumore come:

$$SNR = \sqrt{2} \times S/N$$



$$< \text{image 1} > - < \text{image 2} > = < \text{image 3} >$$

Ripetere l'operazione per ogni spessore dello strato

#### Dati

$$R^2B = R^2$$

Riportare in un grafico il SNR in funzione dello spessore dello strato. Eseguire un fit lineare e riportare il valore del coefficiente di regressione lineare,  $R^2$ .

Valori numerici di SNR per ogni spessore dello strato.

#### Documentazione

Elaborazione delle immagini e dei dati determinati.

Riportare il valore del parametro  $R^2B$  approssimato a tre cifre significative dopo la virgola

## 5.5 PROVA BC\_B - UNIFORMITÀ

A cura del tecnico del fornitore:

Vedi Paragrafo 5.4

Classificazione del documento: Consip Public

Gara a procedura aperta ai sensi del D. Lgs. n. 163/2006 e s.m.i., per la fornitura di tomografi a risonanza magnetica (RM), dispositivi accessori e dei servizi connessi e opzionali per le Pubbliche Amministrazioni

Allegato 3 C - Protocollo per l'esecuzione di prove funzionali - lotto 3





A cura del tecnico del laboratorio:

Vedi Paragrafo 5.4

*Documentazione*

N. 1 immagine digitale

**Acquisizione dei dati** (a cura del laboratorio)

Utilizzare tra le immagini acquisite solo l'immagine con spessore dello strato 5 mm

- 1) Disegnare una ROI centrale pari al 75% della area che produce segnale dell'oggetto test.
- 2) Determinare la deviazione media assoluta (AAD, Average Absolute Deviation) nella ROI come:

$$AAD = \sum_i^N |S_i - S_{mean}| / N$$

Dove :

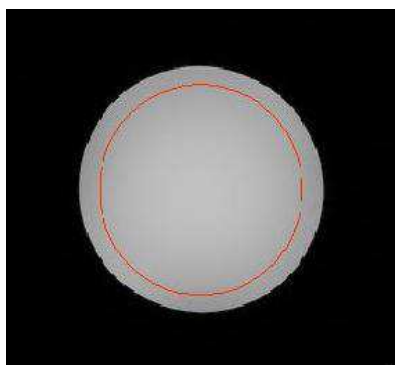
$S_i$  rappresenta il valore di ogni singolo pixel nella ROI

$S_{mean}$  rappresenta il valore medio nella ROI

N numero di pixel nella ROI

- 3) Calcolare l'uniformità come:

$$U = 1 - AAD / S_{mean}$$



< image 1 >

**Dati**

$$UB = 1 - AAD / S_{mean}$$

**Dove**

$$AAD = \sum_i^N |S_i - S_{mean}| / N$$

$S_i$  rappresenta il valore di ogni singolo pixel nella ROI

$S_{mean}$  rappresenta il valore medio nella ROI

N rappresenta il numero di pixel nella ROI

Classificazione del documento: Consip Public

Gara a procedura aperta ai sensi del D. Lgs. n. 163/2006 e s.m.i., per la fornitura di tomografi a risonanza magnetica (RM), dispositivi accessori e dei servizi connessi e opzionali per le Pubbliche Amministrazioni

Allegato 3 C - Protocollo per l'esecuzione di prove funzionali - lotto 3



#### Documentazione

Elaborazione dell'immagine e dei dati determinati

Riportare il valore del parametro **UB** approssimato a tre cifre significative dopo la virgola

### 5.6 PROVA BC\_C - DISTORSIONE GEOMETRICA

A cura del tecnico del fornitore:

Vedi Paragrafo 5.4

A cura del tecnico del laboratorio:

Vedi Paragrafo 5.4

#### Documentazione

N. 1 Immagine digitale per ogni piano di acquisizione

#### Acquisizione dei dati (a cura del laboratorio)

Utilizzare solo le immagini con spessore dello strato 5 mm

Misurare sull'immagine selezionata le dimensioni, in mm, di 6 diametri.

Le misure delle dimensioni dei diametri vanno eseguite nelle posizioni indicate nella figura 5.6.1 Riportare i sei valori della misura.

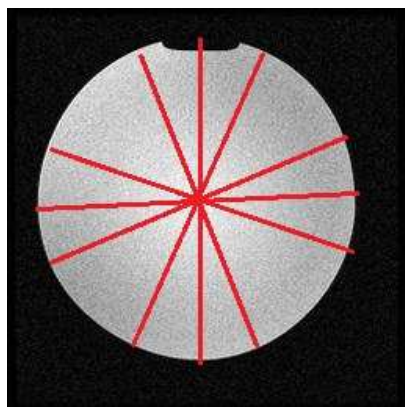


Fig . 5.6.1 Misure delle dimensioni dei 6 diametri

Calcolare il valore assoluto della massima differenza relativa (indipendentemente dalla direzione) tra la distanza misurata e quella reale come:

$$DG = \text{MAX} (|d_i - D| / D)$$

Dove:

D rappresenta il valore reale del diametro, in mm

Classificazione del documento: Consip Public

Gara a procedura aperta ai sensi del D. Lgs. n. 163/2006 e s.m.i., per la fornitura di tomografi a risonanza magnetica (RM), dispositivi accessori e dei servizi connessi e opzionali per le Pubbliche Amministrazioni

Allegato 3 C - Protocollo per l'esecuzione di prove funzionali - lotto 3





$d_i$  rappresenta il valore misurato del diametro sull'immagine, in mm

Vedi, a titolo di esempio, la tabella 5.6.1

segmento	Distanza misurata ( $d_i$ )	Distanza reale (D)	Differenza % $ d_i - D  / D$	Massima Differenza %	DG
d1	163	160	1,9		0,03
d2	155	160	3,1	3,1	
...					
d6	158	160	1,3		

Tabella 5.6.1

#### Dati

Riportare la massima distorsione geometrica calcolata come

$$DG = \text{MAX} (|d_i - D| / D)$$

D rappresenta il valore reale della distanza

$d_i$  rappresenta il valore misurato sull'immagine

#### Documentazione

Elaborazione delle immagini per la determinazione del parametro

Riportare il valore del parametro **DG** approssimato a tre cifre significative dopo la virgola

## 5.7 PROVA BC\_D - ARTEFATTI

A cura del tecnico del fornitore:

Impostare le condizioni operative relative all'apparecchiatura previste per questa prova

A cura del tecnico del laboratorio:

Posizionare l'oggetto test collocandolo al centro della bobina BODY COLONNA

#### Documentazione

N. 1 immagine digitale

#### Acquisizione dei dati (a cura del laboratorio)

- 1) misurare il valore del segnale di ghost, G, come media del segnale di una ROI 5x5 pixel (25 pixel) nella regione con maggiore intensità di ghost
- 2) misurare il valore del segnale nell'immagine, S, come media del segnale di una ROI 5x5 pixel (25 pixel)
- 3) stimare il valore del fondo, F, come media del segnale di una ROI 5x5 pixel (25 pixel) posta nella direzione di codifica di frequenza al di fuori dalla regione con presenza di segnale e al di fuori della regione con presenza di ghost.

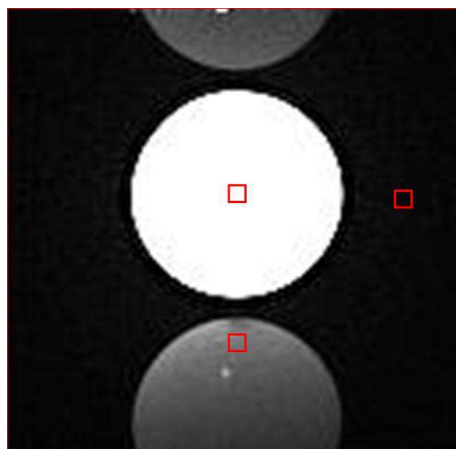


Fig. 5.7.1 Artefatto che produce un errore nella codifica di fase

#### Dati

EB =  $G/S$

*NB: per  $G$  tale che  $G \leq 1,5 \cdot F$  porre  $G=0$*

Dove:

G            Rappresenta l'intensità del Ghost  
F            Rappresenta la stima del Fondo  
S            Rappresenta l'intensità del Segnale

#### Documentazione

Elaborazione dell'immagine contenente i valori misurati

Riportare valore del parametro **EB** approssimato a tre cifre significative dopo la virgola