



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
ASL n°7 Carbonia

Deliberazione n° 1965

adottata dal Direttore Generale in data - 2 DIC. 2014

**OGGETTO: Revisione procedure tecniche di Radioprotezione:
Procedura Operativa Ospedaliera: PO02 – Modalità di Applicazione della
normativa di radioprotezione
Procedura Operativa Ospedaliera: PO03 – Rischi derivanti dall'impiego di
sorgenti radiogene. - Rettifica**

Su proposta del Direttore del P.O. Sirai il quale

PREMESSO che con deliberazione n°1926 del 24 novembre 2014 sono state approvate le procedure operative ospedaliere PO02 e PO03 aventi come oggetto, rispettivamente, Modalità di Applicazione della Normativa di Radioprotezione e Rischi derivanti dall'impiego di sorgenti radiogene;

RILEVATO che, per mero errore materiale, non è stata inclusa la nuova versione al punto 9 della Procedura Operativa 03 relativo all'accesso nella zona controllata;

CONSIDERATO che si rende necessario, al fine di assicurare la completezza della procedura e la rispondenza all'istruttoria, correggere il punto 9 della PO03 che risulta pertanto essere il seguente: **9) REGOLAMENTAZIONE DELL'ACCESSO ALLA ZONA CONTROLLATA.** Durante l'emissione raggi, tutto il personale non indispensabile allo svolgimento delle procedure chirurgiche sotto controllo radioscopico, nel rispetto del principio di ottimizzazione, deve tenersi a distanza di sicurezza dal punto di emissione ovvero dietro le paratie di protezione (almeno 2 metri dal fuoco).

Propone l'adozione del presente atto deliberativo di rettifica della procedura PO03 allegata alla deliberazione n°1926 del 24/11/2014



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
ASL n°7 Carbonia

IL Direttore Generale

PRESO ATTO della proposta del Direttore del P.O. Sirai;

SENTITI altresì i pareri favorevoli dei Direttori Sanitario e Amministrativo;

DELIBERA

per i motivi esposti in premessa :

- 1) di approvare la rettifica del punto 9) della procedura operativa PO03 allegata alla delibera n°1926 del 24/11/2014;
- 2) di allegare al presente atto la PO03 rettificata.

Il Direttore Generale
Dr. Maurizio Calamida

Il Direttore Amministrativo

Dr. Claudio Ferri

Il Direttore Sanitario

Dr. Andrea Corrias



Il Direttore del P.O. Sirai

Dr. Sergio Pili

add/Frongia



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
Asl n° 7 Carbonia

Il Responsabile del Servizio Affari Generali,

Attesta che la deliberazione
n. 1965 del - 2 DIC. 2014

è stata pubblicata

nell'Albo pretorio dell'Azienda USL n. 7
- 3 DIC 2014
a partire dal _____

Resterà a disposizione per la consultazione nella sezione
Archivio Deliberazioni del sito www.aslcarbonia.it



Servizio Affari Generali



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

Direzione
Presidio
Ospedaliero
SIRAI Carbonia

Documento **PO03**
**RISCHI DERIVANTI
DALL'IMPIEGO DI SORGENTI
RADIOGENE
SICUREZZA**

PO03,sicurezza

Rev. 1/2014

Pagina 1 di 16



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

**DIREZIONE
PRESIDIO OSPEDALIERO "SIRAI" CARBONIA
ASL n.7 - CARBONIA**

Procedura Operativa Ospedaliera

**RISCHI DERIVANTI
DALL'IMPIEGO DI SORGENTI RADIOGENE**

EMESSA DA	DATA	REDATTA DA	VERIFICATA DA	APPROVATA DA	REVISIONE	MOTIVO
Direttore Ospedale Rappresentante dell'Azienda per la qualità negli ospedali	10/03/2014	Sergio Pili DMP Direttore Ospedale PO. SIRAI Ivo Palazzari Resp.le Ufficio Radioprotezione	Satta Loredana Esperto Qualificato Tumminia Emanuela Esperto Qualificato	Direzione Deliberazione n.1926 del DIR GEN 24 NOV 2014	01/2014	Prima revisione

 REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA	Direzione Presidio Ospedaliero SIRAI Carbonia	Documento PO03 RISCHI DERIVANTI DALL'IMPIEGO DI SORGENTI RADIOGENE SICUREZZA	PO03,sicurezza Rev. 1/2014 Pagina 2 di 16
---	---	--	---

INDICE

1. GRANDEZZE FISICHE E LORO UNITA' DI MISURA	PAG	3
2. SCOPI DELLA RADIOPROTEZIONE		4
3. RELAZIONE TRA DOSE ED EFFETTI		7
4. TESSUTI ESPOSTI AL RISCHIO BIOLOGICO DA RADIAZIONI		7
5. VARI TIPI DI SORGENTI		7
6. CONTAMINAZIONE RADIOATTIVA		7
7. LIMITI DI DOSE: D.L. 17/3/95 n. 230 e successivi integrati dal D.Lgs.241/00		9
8. ZONA CONTROLLATA E SORVEGLIATA (dal Decreto Legislativo n. 230 del 17/3/95)		9
9. REGOLAMENTAZIONE DELL'ACCESSO ALLA ZONA CONTROLLATA (art. 61 comma 3, lettera a)		10
10. CRITERI DI CLASSIFICAZIONE DEL PERSONALE		10
11. OBBLIGHI DEL LAVORATORE art. 68 del D.Lgs. 17/3/95 n. 230		10
12. DISPOSIZIONI PARTICOLARI PER LE LAVORATRICI art. 69 del D.Lgs. 17/3/95 n. 230		11
13. OBBLIGHI DEI DATORI DI LAVORO, DIRIGENTI E PREPOSTI art 61 del D.Lgs. 17/3/95 n. 230		11
14. RISCHI ASSOCIATI ALL'USO DI APPARECCHIATURE RADIOGENE		12
15. METODI PER LA RIDUZIONE DELLA DOSE ASSORBITA		12
16. NORME DI RADIOPROTEZIONE		14
17. MISURAZIONE DELLA DOSE EQUIVALENTE PERSONALE		14
18. VALUTAZIONE DELLA DOSE DA ESPOSIZIONE ESTERNA ED INTERNA		15
19. CONTROLLI AMBIENTALI		15
20. BIBLIOGRAFIA		16
21. LISTA DI DISTRIBUZIONE DELLA PROCEDURA		16

ALLEGATI:

- Allegato 1 - Schema posizione operatori e distanze dei diversi organi radiosensibili
- Allegato 2_01 - Norme interne di Sicurezza - Diagnostica Tradizionale
- Allegato 2_02 - Norme interne di Sicurezza - Apparecchiature Radiologiche Mobili
- Allegato 2_03 - Norme interne di Sicurezza - TAC
- Allegato 2_04 - Norme interne di Sicurezza - Endorali

**1) GRANDEZZE FISICHE E LORO UNITA' DI MISURA**

ESPOSIZIONE: è il rapporto tra la somma delle cariche elettriche degli ioni di un dato segno prodotti in aria e la massa del volume d'aria, quando siano stati completamente arrestati tutti gli elettroni liberati. La sua unità di misura è il C/kg (coulomb/kg):

$$\text{Esposizione} = \frac{\text{Quantità di carica}}{\text{Massa}}$$

$$1 R = 2,58 \times 10^{-4} \text{ C/kg}$$

L'esposizione è la misura della ionizzazione causata dall'assorbimento di raggi X o gamma di energia inferiore a 3 MeV in una determinata massa di aria nel punto di interesse.

DOSE ASSORBITA: energia assorbita per unità di massa e cioè il quoziente di dE diviso per dm, in cui dE è l'energia media ceduta dalle radiazioni ionizzanti alla materia in un elemento volumetrico e dm la massa di materia contenuta in tale elemento volumetrico. L'unità di misura è il Gray, esso equivale a 100 rad.

Dalla definizione segue:

$$\text{Dose assorbita} = \frac{\text{Energia ceduta}}{\text{Massa}} \quad (\text{unità di misura Gy (Gray)})$$

$$1 \text{ Gy} = 1 \text{ J/Kg}$$

$$1 \text{ mGy} = 1/1.000 \text{ Gy}$$

$$1 \mu\text{Gy (micro Gray)} = 1/1.000.000 \text{ Gy}$$

$$1 \text{ mGy} = 1.000 \mu\text{Gy}$$

RISCHIO BIOLOGICO: Il grado di rischio derivante dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti non è solo proporzionale alla dose assorbita ma è anche legato al tipo di radiazione incidente ed alla radiosensibilità dei vari organi e tessuti irradiati.

DOSE EQUIVALENTE (H_T): Per tener conto della diversa pericolosità delle radiazioni incidenti, si introduce il cosiddetto "fattore di ponderazione delle radiazioni" (W_R) che tiene conto della pericolosità delle varie radiazioni rispetto alla radiazione di riferimento (raggi X) cui viene assegnato W_R = 1.

Il prodotto della dose assorbita media in un organo o tessuto (D_T) per il fattore di ponderazione della radiazione W_R prende il nome di "dose equivalente nel tessuto o organo T", (H_T)

$$H_T = W_R \cdot D_T \quad (\text{la sua unità di misura è il sievert - Sv})$$

I valori del fattore di ponderazione delle radiazioni W_R sono i seguenti:

Fotoni, tutte le energie	1
Elettroni e muoni, tutte le energie	1
Neutroni con energia < 10 keV	5
Neutroni con energia 10 keV - 100 keV	10
Neutroni con energia > 100 keV - 2 MeV	20
Neutroni con energia > 2 MeV - 20 MeV	10
Neutroni con energia > 20 MeV	5
Protoni, esclusi i protoni di rinculo, con energia > 2 MeV	5
Particelle alfa, frammenti di fissione, nuclei pesanti	20

DOSE EFFICACE (E): Per tener conto della diversa radiosensibilità dei diversi organi e tessuti del corpo umano per gli effetti stocastici si introduce la "dose efficace" (E), somma delle dosi equivalenti medie nei diversi organi e tessuti (H_T), ciascuna moltiplicata per un fattore di ponderazione (W_T) che tiene conto della diversa radiosensibilità degli organi e tessuti irradiati:



$$E = \sum_T W_T \cdot H_T = W_{T1} \cdot H_{T1} + W_{T2} \cdot H_{T2} + \dots + W_{Tn} \cdot H_{Tn}$$

dove:

H_T è la dose equivalente nell'organo o tessuto T;

W_T è il fattore di ponderazione per l'organo o il tessuto T;

W_R è il fattore di ponderazione per la radiazione R;

I valori del fattore di ponderazione W_T per i diversi organi o tessuti sono i seguenti:

Gonadi	0,20
Midollo osseo (rosso)	0,12
Colon	0,12
Polmone (vie respiratorie toraciche)	0,12
Stomaco	0,12
Vescica	0,05
Mammelle	0,05
Fegato	0,05
Esofago	0,05
Tiroide	0,05
Pelle	0,01
Superficie ossea	0,01
Rimanenti organi o tessuti	0,05

Modificati dall' ICRP n° 103 secondo lo schema seguente

Gonadi	0,08
Midollo osseo (rosso)	0,12
Colon	0,12
Polmone (vie respiratorie toraciche)	0,12
Stomaco	0,12
Vescica	0,04
Mammelle	0,12
Fegato	0,04
Esofago	0,04
Tiroide	0,04
Pelle	0,01
Superficie ossea	0,01
Rimanenti organi o tessuti	0,12

Tessuti rimanenti: ghiandole surrenali, regione extratoracica, cistifellea, cuore, reni, linfonodi, muscolo, mucosa orale, pancreas, prostata, intestino tenue, milza, timo, utero/cervice.

2) SCOPI DELLA RADIOPROTEZIONE

La radioprotezione si occupa della protezione degli individui, della loro progenie e del genere umano nel suo insieme. Gli effetti dannosi che possono derivare da esposizioni alle radiazioni ionizzanti si dividono in:

1. effetti somatici;
2. effetti ereditari.

EFFETTI SOMATICI: effetti che si manifestano nell'individuo stesso esposto alle radiazioni ionizzanti;

EFFETTI EREDITARI: effetti che colpiscono i suoi discendenti.

Per quanto riguarda gli **EFFETTI SOMATICI**, essi si suddividono ulteriormente in:

- a) **STOCASTICI;**
- b) **DETERMINISTICI.**



STOCASTICI (cioè probabilistici): per i quali la probabilità di accadimento viene considerata in funzione della dose (cioè all'aumentare della dose aumenta anche la probabilità di accadimento del danno biologico) esempio la carcinogenesi è l'effetto stocastico più importante; questi tipi di danno si possono manifestare anche con dosi minime, tuttavia la probabilità di danno cresce al crescere della dose di radiazioni assorbite dal corpo umano.

Con riferimento ai vari tipi di effetti sono state stabilite, per quanto riguarda gli effetti Stocastici, le stime di probabilità sia per le radiazioni a basso LET (cioè raggi X, gamma ed elettroni di ogni energia), sia per quelle ad alto LET (protoni, particelle alfa, nuclei pesanti, ...).

Nella tabella sottostante si riportano le stime di probabilità solo per le radiazioni a basso LET di tipico utilizzo nelle attività sanitarie.

La dose di radiazioni indicata, "dose efficace" è espressa in Sievert (Sv).

Le probabilità indicate (con l'esclusione di quella di riduzione del QI) rappresentano il numero di eventi su 100 persone irradiate con 1 Sv che si manifestano per un determinato effetto nel periodo e con le modalità indicate.

STIME DI PROBABILITA' DEGLI EFFETTI (da ICRP Pubblicazione 60 del 1990)

TABELLA 1

EFFETTO	POPOLAZIONE	PERIODO DI ESPOSIZIONE	MODALITÀ DI ESPOSIZIONE	DANNO o PROBABILITA'
Effetti Cancerogeni				
Tumori letali	Lavoratori	Tutta la vita	Basse dosi e intensità	4/100 Sv-1
Tumori letali	Popolazione generale	Tutta la vita	Basse dosi e intensità	5/100 Sv-1
Tumori letali alla cute	Popolazione generale	Tutta la vita	Alte o basse dosi basse intensità	0,02/100 Sv-1
Effetti ereditari				
Effetti ereditari gravi	Popolazione generale	Tutte le generazioni	Basse dosi e intensità	1/100 Sv-1
Effetti mentali				
Riduzione del QI	Feto	8 - 15 settimana di gestazione	Alte dosi e alte intensità	30 punti di QI Sv-1
Ritardo mentale grave	Feto	8 - 15 settimana di gestazione	Alte dosi e alte intensità	40/100 Sv-1

DETERMINISTICI: per i quali la gravità varia con la dose ricevuta, e per i quali esiste una dose soglia (esempi di effetti deterministici : cataratta del cristallino, eritema cutaneo, diminuzione della fertilità).

Per quanto riguarda gli effetti deterministici a dose-soglia la ICRP ha stabilito limiti di dose al di sotto delle soglie al fine di evitare l'accadimento dell'effetto. Nel fissare i limiti di dose efficace (dose al corpo intero) la ICRP si è basata sugli effetti stocastici al fine di definire un livello di dose al di sotto del quale le conseguenze per l'individuo siano accettabili. La ICRP ha fissato inoltre limiti di equivalente di dose (dose agli organi) come ulteriore limite nel caso di effetti deterministici alla cute, al cristallino, alle estremità.

LIMITI DI DOSE

TABELLA 2

	LAVORATORI	PUBBLICO
Dose efficace	20 mSv per anno (media su 5 anni)	1 mSv per anno
Dose equivalente Cristallino	150 mSv per anno	15 mSv per anno
Cute	500 mSv per anno	50 mSv per anno
Estremità	500 mSv per anno	

Si segnala che secondo l'ICRP n° 103 il limite di dose equivalente per il cristallino è di 20 mSv.

L'impiego di sorgenti radianti (tubi a raggi X o isotopi radioattivi) comporta pertanto dei rischi di natura probabilistica e di natura non probabilistica, i primi sono quei danni che si determinano con maggiore probabilità

 REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA	Direzione Presidio Ospedaliero SIRAI Carbonia	Documento PO03 RISCHI DERIVANTI DALL'IMPIEGO DI SORGENTI RADIOGENE SICUREZZA	PO03, sicurezza Rev. 1/2014 Pagina 6 di 16
---	---	--	---

all'aumentare della dose e non vi è una dose soglia sotto la quale la probabilità di accadimento del danno cada a zero; i secondi sono quelli che si manifestano quando il valore di dose di radiazioni sorpassa un valore di soglia prefissato.

I rischi di natura probabilistica quindi sono il rischio carcinogenico (induzione di tumori).

I rischi di natura non probabilistica sono danni a soglia prefissata, danni che hanno luogo quando una dose soglia è stata superata; (es. cataratta del cristallino, eritema cutaneo, caduta dei peli, sterilità temporanea e permanente, sindrome del sistema emopoietico, sindrome del sistema gastrointestinale, sindrome del sistema nervoso).

Qui sotto si riportano i valori di dose soglia oltre la quale questi tipi di danni si determinano:

eritema cutaneo desquamazione secca, dose soglia	3.000.000 - 5.000.000 μSv
desquamazione umida, dose soglia	20.000.000 μSv
caduta dei peli, dose soglia	3.000.000 - 4.000.000 μSv
Se vengono irradiati entrambi i testicoli:	
sterilità temporanea, dose soglia	150.000 μSv
sterilità permanente, dose soglia	3.500.000 - 6.000.000 μSv
Se vengono irradiate entrambe le ovaie:	
sterilità permanente, dose soglia	2.500.000 - 6.000.000 μSv
Cristallino	
opacità visibili	500.000 - 2.000.000 μSv
cataratta, dose soglia	5.000.000 μSv
Midollo osseo	
Depressione dell'ematopoiesi	500.000 μSv

Se viene irradiato il corpo nella sua totalità (panirradiazione), si hanno tre tipi di sindrome a seconda del valore della dose soglia raggiunto:

sindrome del sistema emopoietico, dose soglia: (morte entro 30 - 60 giorni)	3.000.000 - 5.000.000 μSv
sindrome del sistema gastrointestinale, dose soglia: (morte entro 10 - 20 giorni)	5.000.000 - 15.000.000 μSv
sindrome del sistema nervoso, dose soglia: (morte entro 1 - 5 giorni)	> 15.000.000 μSv

(dati desunti dalla Pubblicazione ICRP n. 60 del 1990)

Per quanto riguarda gli EFFETTI EREDITARI nell'intervallo di dosi che interessa la radioprotezione, sono ritenuti di tipo "stocastico" (cioè probabilistico).

Essi sono:

- danno genetico (danno sui futuri figli dovuto alla irradiazione degli organi genitali maschili e femminili);
- danno sul feto, dovuto ad irradiazione del nascituro nel grembo materno.

Scopo della radioprotezione è pertanto la prevenzione degli effetti dannosi di natura "deterministica" e la limitazione a livelli considerati accettabili della probabilità di accadimento degli effetti "stocastici".

La limitazione degli effetti stocastici si ottiene mantenendo tutte le esposizioni, che risultino giustificate, ad un livello tanto basso quanto è ragionevolmente ottenibile, mentre la prevenzione degli effetti "deterministici" si ottiene fissando limiti di dose equivalente tali che nessuna dose-soglia venga raggiunta anche a seguito di esposizione per l'intera durata della vita.

 REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA	Direzione Presidio Ospedaliero SIRAI Carbonia	Documento PO03 RISCHI DERIVANTI DALL'IMPIEGO DI SORGENTI RADIOGENE SICUREZZA	PO03,sicurezza Rev. 1/2014 Pagina 7 di 16
---	---	--	---

3) RELAZIONE TRA DOSE ED EFFETTI

1. Sono state fatte alcune ipotesi semplificative per gli scopi della radioprotezione: entro l'intervallo di esposizione che si incontra nelle condizioni abituali di lavoro con le radiazioni, si assume che il rischio di un dato effetto biologico sia legato linearmente con la dose e non vi sia soglia sotto la quale il rischio assuma valore "zero" (per gli effetti stocastici);
2. Quando si verifica un'introduzione di radionuclidi nel corpo umano (contaminazione interna) si deve tener conto che l'irraggiamento si protrarrà fin quando il radionuclide introdotto è presente nel corpo. La dose equivalente ricevuta da un certo organo o tessuto in tale periodo prende il nome di "dose equivalente impegnata".
 Allo stesso modo, la dose efficace ricevuta in quel periodo prende il nome di "dose efficace impegnata". Nel caso dei lavoratori il calcolo delle dosi impegnate viene effettuato cautelativamente su un periodo di 50 anni a partire dall'introduzione.

4) TESSUTI ESPOSTI AL RISCHIO BIOLOGICO DA RADIAZIONI

I fattori di rischio per i diversi tessuti sono basati sulle stime delle probabilità di induzione di malattie maligne a decorso fatale, di effetti deterministici oppure di malattie ereditarie che compaiono nei discendenti. Si deve tenere conto che i fattori di rischio per la comparsa di tumori maligni sono ridotti nelle persone anziane, a causa dei lunghi periodi di latenza che sono necessari per lo sviluppo dei tumori.
 Per questa ragione il rischio totale che deriva da una esposizione individuale varia con l'età ed il sesso.

5) VARI TIPI DI SORGENTI

- Macchina radiogena:
 - apparecchio in grado di produrre radiazioni per un tempo limitato deciso dall'utilizzatore es: (apparecchio radiografico). L'emissione di radioattività termina con lo spegnimento della macchina.
- Sorgente sigillata:
 - Sostanza radioattiva solidamente incorporata in un involucro inattivo che presenta una resistenza sufficiente ad evitare la dispersione di materia radioattiva nelle condizioni normali di lavoro.
- Sorgente non sigillata:
 - Sostanza radioattiva che può disperdersi facilmente nell'ambiente es: (radioisotopi della Medicina Nucleare).

6) CONTAMINAZIONE RADIOATTIVA

- Presenza di sostanze radioattive su di una matrice, superficie, ambiente, individuo, dovuta a contatto o dispersione della sostanza
- **Contaminazione esterna di un individuo**
 - Deposito di materia radioattiva su cute, arti,
- **Contaminazione esterna di un materiale**
 - Deposito di materia radioattiva sulla superficie di un oggetto.
- **Contaminazione esterna di una matrice**
 - Presenza di materia radioattiva nell'aria, nell'acqua, nel suolo, alimenti, etc....
- **Contaminazione interna**
 - Introduzione di materia radioattiva nell'organismo per inalazione, ingestione, ferita, assorbimento transcutaneo.

FATTORI DI RISCHIO:

GONADI: suscettibilità bassa all'induzione di tumori da radiazioni; riduzione della fertilità: nella donna, l'induzione della menopausa, può essere il risultato di una dose assorbita di 3 Gy in una donna di 40 anni, mentre potrebbe causare una amenorrea temporanea in una donna di 20 anni; nell'uomo, una dose assorbita di 0,25 Gy può

 REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA	Direzione Presidio Ospedaliero SIRAI Carbonia	Documento PO03 RISCHI DERIVANTI DALL'IMPIEGO DI SORGENTI RADIOGENE SICUREZZA	PO03,sicurezza Rev. 1/2014 Pagina 8 di 16
---	---	--	---

indurre una diminuzione temporanea degli spermatozoi, mentre una dose di 2,5 Gy può indurre una sterilità permanente. Il rischio di malattie ereditarie a seguito della irradiazione di un singolo genitore, nelle prime due generazioni, è calcolato a: 1/100 1/Sv .

MIDOLLO OSSEO ROSSO: tessuto principalmente implicato nel rapporto casuale tra radiazione e leucemie; osservazioni su persone irradiate per scopi terapeutici indicano che la frequenza di leucemie indotte raggiunge il suo massimo entro pochi anni dall'irradiazione e che la frequenza ritorna a livelli che esistevano prima della irradiazione dopo 25 anni circa. Il fattore di rischio per la leucemia è pari a: 0,002 1/Sv .

OSSA: le cellule radiosuscettibili dell'osso sono indicate nelle cellule dell'endostio e nelle cellule epiteliali della superficie ossea. Per gli scopi della radioprotezione il fattore di rischio per i tumori maligni delle ossa è preso pari a: 0,0005 1/Sv .

POLMONI: tumori maligni sono stati osservati nei minatori esposti ad alte concentrazioni di radon (gas radioattivo). Non sono descritti tumori maligni chiaramente attribuibili alla esposizione alle radiazioni in individui che hanno lavorato con materiali radioattivi in forma particolare (esempio plutonio); il rischio da materiali particolari è più piccolo di quello che si avrebbe per lo stesso materiale distribuito in maniera uniforme in tutto il tessuto polmonare. Per gli scopi della radioprotezione il fattore di rischio per i tumori maligni dei polmoni è pari a: 0,002 1/Sv .

TIROIDE: le cellule esposte a rischio biologico da radiazioni risultano essere le cellule epiteliali dei follicoli tiroidei. Per gli scopi della radioprotezione il fattore di rischio per i tumori maligni della tiroide è pari a: 0,0005 1/Sv .

MAMMELLE: le mammelle femminili, durante l'età riproduttiva, possono essere gli organi tra i più radiosuscettibili del corpo umano. Per gli scopi della radioprotezione il fattore di rischio per i tumori maligni delle mammelle è pari a: 0,0025 1/Sv .

NEGLI ALTRI TESSUTI: si ritiene che il rischio complessivo di tumori maligni in tutti i rimanenti tessuti non specificati non superi il valore di: 0,005 1/Sv con l'ipotesi aggiuntiva che nessun singolo tessuto contribuisca per più di 1/5 al valore di rischio complessivo.

RISCHIO STOCASTICO TOTALE A SEGUITO DI IRRADIAZIONE UNIFORME DEL CORPO INTERO
 Il fattore di rischio di mortalità per tumori maligni indotti è circa 0,01 /Sv .

CRISTALLINO: l'equivalente di dose di 15 Sv è al di sotto della dose soglia per la produzione di qualsiasi opacità nel cristallino.

CUTE: paragonando con gli altri tessuti, la cute ha una tendenza assai minore nello sviluppare tumori maligni mortali, tuttavia possono sopravvenire alterazioni cutanee inaccettabili, dal punto di vista estetico, a seguito di dosi assorbite di 20 Gy , somministrate nell'arco di settimane o mesi; pertanto l'uso di questo valore come limite di esposizione sull'intero arco della vita, previene la manifestazione di alterazioni deterministiche.

BAMBINI E FETI: la suscettibilità all'induzione di taluni tumori maligni risulta più elevata prima della nascita e durante l'infanzia che non durante la vita adulta.

7) LIMITI DI DOSE: D.L. 17/3/95 n. 230 integrati dal D.Lgs 241/00

Si riportano i limiti di dose efficace e dose equivalente per le categorie delle persone/lavoratori che svolgono un'attività con l'uso delle radiazioni ionizzanti, esposte per ragioni professionali, secondo il Decreto Legislativo 17 Marzo 1995 n. 230 e successive modifiche.

 REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA	Direzione Presidio Ospedaliero SIRAI Carbonia	Documento PO03 RISCHI DERIVANTI DALL'IMPIEGO DI SORGENTI RADIOGENE SICUREZZA	PO03_sicurezza Rev. 1/2014 Pagina 9 di 16
--	--	---	---

Categoria A -

Dose efficace (corpo intero)	20.000 μ Sv/anno
Cristallino	150.000 μ Sv/anno
Cute	500.000 μ Sv/anno
Mani e piedi	500.000 μ Sv/anno

Categoria B -

Dose efficace (corpo intero)	6.000 μ Sv/anno
Cristallino	45.000 μ Sv/anno
Cute	150.000 μ Sv/anno
Mani e piedi	150.000 μ Sv/anno

Pubblico / Lavoratore NON ESPOSTO

Dose efficace (corpo intero)	1.000 μ Sv/anno
Cristallino	15.000 μ Sv/anno
Cute	50.000 μ Sv/anno

8) ZONA CONTROLLATA E SORVEGLIATA (dal Decreto Legislativo n. 230 del 17/3/95)

ZONA CONTROLLATA: un ambiente di lavoro, sottoposto a regolamentazione per motivi di protezione dalle radiazioni ionizzanti, in cui sussiste per i lavoratori in essa operanti il rischio di superamento di uno dei valori dei limite di dose dei lavoratori di Cat. A.

- a) 6 mSv per esposizione globale o equivalente di dose efficace;
- b) i tre decimi dei seguenti limiti:
 - 150 mSv per il cristallino;
 - 500 mSv per la pelle;
 - 500 mSv per mani, avambracci, piedi, caviglie;

ed il cui accesso è segnalato e regolamentato.

ZONA SORVEGLIATA: un ambiente di lavoro in cui sussiste per i lavoratori in essa operanti il rischio di superamento in un anno solare uno dei pertinenti limiti fissati per le persone del pubblico e non classificata zona controllata.

LAVORATORI ESPOSTI: soggetti che, in ragione dell'attività lavorativa svolta, sono suscettibili di superare in un anno solare i limiti di dose fissati per le persone del Pubblico :

CATEGORIA A: sono lavoratori esposti di Categoria A i lavoratori che, per l'attività lavorativa svolta, sono suscettibili di ricevere in un anno una dose superiore a 6 mSv di dose efficace o superare uno dei seguenti valori di dose equivalente:

Dose equivalente annua	
DOSE EFFICACE	6 mSv/anno
DOSE EQUIVALENTE:	
Cristallino	45 mSv/anno
Pelle, mani, avambracci, piedi e caviglie	150 mSv/anno

 REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA	Direzione Presidio Ospedaliero SIRAI Carbonia	Documento PO03 RISCHI DERIVANTI DALL'IMPIEGO DI SORGENTI RADIOGENE SICUREZZA	PO03, sicurezza Rev. 1/2014 Pagina 10 di 16
---	--	---	---

CATEGORIA B: sono lavoratori di Categoria B i lavoratori esposti che non sono classificati in Categoria A.

NON ESPOSTI: sono lavoratori che per l'attività che svolgono non sono suscettibili di superare i limiti di dose previsti per le persone del pubblico.

PERSONE DEL PUBBLICO: individui della popolazione, esclusi i lavoratori, gli apprendisti e gli studenti esposti in ragione della loro attività.

9) REGOLAMENTAZIONE DELL'ACCESSO ALLA ZONA CONTROLLATA (art. 61 comma 3, lettera a)

Durante l'emissione raggi, tutto il personale non indispensabile allo svolgimento delle procedure chirurgiche sotto controllo radioscopico, nel rispetto del principio di ottimizzazione, deve tenersi a distanza di sicurezza dal punto di emissione ovvero dietro le paratie di protezione (almeno 2 metri dal fuoco).

10) CRITERI DI CLASSIFICAZIONE DEL PERSONALE

Sono classificati **NON ESPOSTI** i lavoratori che, in ragione dell'attività svolta, non sono suscettibili di superare in un anno solare uno dei seguenti valori:

Dose efficace (corpo intero)	1.000 μ Sv/anno
Cristallino	15.000 μ Sv/anno
Cute	50.000 μ Sv/anno

Sono classificati in Categoria B i lavoratori che, in ragione dell'attività svolta, sono suscettibili di un'esposizione in un anno solare compresa tra:

Dose efficace (corpo intero)	1.000 μ Sv - 6.000 μ Sv
Cristallino	15.000 μ Sv - 45.000 μ Sv
Pelle, mani, avambracci, piedi e caviglie	50.000 μ Sv - 150.000 μ Sv

Sono classificati in Categoria A i lavoratori che, in ragione dell'attività svolta, sono suscettibili di superare in un anno solare uno dei seguenti valori :

Dose efficace (corpo intero)	6.000 μ Sv/anno
Cristallino	45.000 μ Sv/anno
Cute	150.000 μ Sv/anno
Mani e piedi	150.000 μ Sv/anno

11) OBBLIGHI DEL LAVORATORE art. 68 del D.Lgs. 17/3/95 n. 230

I lavoratori devono:

- a) osservare le disposizioni impartite dal datore di lavoro o dai suoi incaricati, ai fini della protezione individuale e collettiva e della sicurezza, a seconda delle mansioni alle quali sono addetti;
- b) usare secondo le specifiche istruzioni i dispositivi di sicurezza, i mezzi di protezione e di sorveglianza dosimetrica predisposti o forniti dal datore di lavoro;
- c) segnalare immediatamente al datore di lavoro, al dirigente o al preposto le deficienze dei dispositivi e dei mezzi di sicurezza, di protezione, di protezione e di sorveglianza dosimetrica, nonché le eventuali condizioni di pericolo di cui vengono a conoscenza;
- d) non rimuovere né modificare, senza averne ottenuto l'autorizzazione, i dispositivi, e gli altri mezzi di sicurezza, di segnalazione, di protezione e di misurazione;

 REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA	Direzione Presidio Ospedaliero SIRAI Carbonia	Documento PO03 RISCHI DERIVANTI DALL'IMPIEGO DI SORGENTI RADIOGENE SICUREZZA	PO03,sicurezza Rev. 1/2014 Pagina 11 di 16
---	---	--	---

- e) non compiere, di propria iniziativa, operazioni o manovre che non sono di loro competenza o che possono compromettere la protezione e la sicurezza;
- f) sottoporsi alla sorveglianza medica ai sensi del presente decreto.

I lavoratori che svolgono, per più datori di lavoro, attività che li espongono al rischio da radiazioni ionizzanti, devono rendere edotto ciascun datore di lavoro delle attività svolte presso gli altri, ai fini di quanto previsto al non superamento dei limiti di dose - art. 66. Analoga dichiarazione deve essere resa per eventuali attività pregresse. I lavoratori esterni sono tenuti ad esibire il libretto personale di radioprotezione all'esercente le zone controllate prima di effettuare le prestazioni per le quali sono stati chiamati.

SCAMBIO DI INFORMAZIONI art. 68 bis del D.Lgs. 17/3/95 n. 230

Su motivata richiesta di autorità competenti anche di altri paesi appartenenti all'Unione Europea o di soggetti, anche di detti paesi, che siano titolari di incarichi di sorveglianza fisica o medica della radioprotezione del lavoratore, il lavoratore trasmette alle autorità o ai soggetti predetti le informazioni relative alle dosi ricevute. La richiesta delle autorità o dei soggetti di cui sopra deve essere motivata dalla necessità di effettuare le visite mediche prima dell'assunzione oppure di esprimere giudizi in ordine all'idoneità a svolgere mansioni che comportino la classificazione del lavoratore come esposto oppure, comunque, di tenere sotto controllo l'ulteriore esposizione del lavoratore.

12) DISPOSIZIONI PARTICOLARI PER LE LAVORATRICI art. 69 del D.Lgs. 17/3/95 n. 230

Ferma restando l'applicazione delle norme speciali concernenti la tutela delle lavoratrici madri, le donne gestanti non possono svolgere attività che le espongono in zone classificate o, comunque, attività che potrebbero esporre il nascituro ad una dose che ecceda un millisievert durante il periodo della gravidanza. E' fatto obbligo alle lavoratrici di notificare al datore di lavoro il proprio stato di gestazione, non appena accertato. E' altresì vietato adibire le donne che allattano ad attività comportanti un rischio di contaminazione.

13) OBBLIGHI DEI DATORI DI LAVORO, DIRIGENTI E PREPOSTI art. 61 D.Lgs. 17/3/95 n. 230

I datori di lavoro ed i dirigenti che rispettivamente esercitano e dirigono le attività disciplinate dal presente decreto ed i preposti che vi sovrintendono devono, nell'ambito delle rispettive attribuzioni e competenze, attuare le cautele di protezione e di sicurezza previste dal presente capo e dai provvedimenti emanati in applicazione di esso. I datori di lavoro, prima dell'inizio delle attività di cui al comma 1, debbono acquisire da un esperto qualificato di cui all'articolo 77 una relazione scritta contenente le valutazioni e le indicazioni di radioprotezione inerenti alle attività stesse.

A tal fine i datori di lavoro forniscono all'esperto qualificato i dati, gli elementi e le informazioni necessarie. La relazione costituisce il documento di cui all'art. 4, comma 2, del decreto legislativo 19 settembre 1994, n. 626, per gli aspetti concernenti i rischi da radiazioni ionizzanti. Sulla base delle indicazioni della relazione di cui al comma 2, e successivamente di quelle di cui all'art. 80, i datori di lavoro, i dirigenti e i preposti devono in particolare:

- a) provvedere affinché gli ambienti di lavoro in cui sussista un rischio da radiazioni vengano, nel rispetto delle disposizioni contenute nel decreto di cui all'articolo 82, individuati, delimitati, segnalati, classificati in zone e che l'accesso ad essi sia adeguatamente regolamentato;
- b) provvedere affinché i lavoratori interessati siano classificati ai fini della radioprotezione nel rispetto delle disposizioni contenute nel decreto di cui all'articolo 82;
- c) predisporre norme interne di protezione e sicurezza adeguate al rischio di radiazioni e curare che copia di dette norme sia consultabile nei luoghi frequentati dai lavoratori, ed in particolare nelle zone controllate;
- d) fornire ai lavoratori, ove necessari, i mezzi di sorveglianza dosimetrica e di protezione, in relazione ai rischi cui sono esposti;
- e) rendere edotti i lavoratori, nell'ambito di un programma di formazione finalizzato alla radioprotezione, in relazione alle mansioni cui essi sono addetti, dei rischi specifici cui sono esposti, delle norme di protezione

 REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA	Direzione Presidio Ospedaliero SIRAI Carbonia	Documento PO03 RISCHI DERIVANTI DALL'IMPIEGO DI SORGENTI RADIOGENE SICUREZZA	PO03_sicurezza Rev. 1/2014 Pagina 12 di 16
---	---	--	---

sanitaria, delle conseguenze derivanti dalla mancata osservanza delle prescrizioni mediche, delle modalità di esecuzione del lavoro e delle norme interne di cui alla lettera c);

- f) provvedere affinché i singoli lavoratori osservino le norme interne di cui alla lettera c), usino i mezzi di cui alla lettera d) ed osservino le modalità di esecuzione del lavoro di cui alla lettera e);
- g) provvedere affinché siano indicate, mediante appositi contrassegni, le sorgenti di radiazioni ionizzanti, fatta eccezione per quelle non sigillate in corso di manipolazione;
- h) fornire al lavoratore i risultati relativi alla sorveglianza dosimetrica che lo riguardano direttamente.

Per gli obblighi previsti nel comma 3 ad esclusione di quelli previsti alla lettera f), nei casi in cui occorra assicurare la sorveglianza fisica ai sensi dell'articolo 75, i datori di lavoro, dirigenti e preposti di cui al comma 1 devono avvalersi degli esperti qualificati di cui all'articolo 77 e, per gli aspetti medici, dei medici di cui all'articolo 83; nei casi in cui non occorre assicurare la sorveglianza fisica, essi sono tenuti comunque ad adempiere alle disposizioni di cui alle lettere c), e), f), nonché a fornire i mezzi di protezione eventualmente necessari di cui alla lettera d).

Tutti gli oneri economici relativi alla sorveglianza fisica e medica della radioprotezione sono a carico del datore di lavoro.

14) RISCHI ASSOCIATI ALL'USO DI APPARECCHIATURE RADIOGENE

I rischi radiologici associati con l'uso di apparecchiature emittenti radiazioni ionizzanti derivano solamente da irradiazione esterna.

Il rischio di irradiazione esterna è dovuto alle radiazioni X prodotte da tubi a raggi X di diagnostica e terapia o da radiazioni gamma prodotte da apparecchiature di gamma terapia, quali la cobalto terapia ed altre. Sostanzialmente si può dividere l'attività del personale sanitario (esempio: personale tecnico di radiologia, personale medico radiologo, personale infermieristico ecc.) secondo tre modalità di lavoro fondamentali:

1. la prima in cui l'operatore può lavorare stando al riparo di schermi protettivi fissi, quali cabinati posti a protezione dei tavoli di comando nelle diagnostiche della radiologia;
2. la seconda in cui l'operatore può operare protetto da schermi mobili (esempio: sala angiografica e sale operatorie dotate di barriere protettive mobili);
3. la terza in cui l'operatore è costretto ad operare presso il paziente senza alcun riparo protettivo se non indossando il grembiule anti-X in gomma piombifera.

Nel primo caso la protezione del lavoratore è massima, infatti le barriere protettive sono sempre progettate e realizzate affinché la dose assorbita dal lavoratore sia la minima possibile (popolazione).

Nel secondo caso la protezione offerta dalle barriere mobili costituite da pannelli schermati, garantisce ugualmente un elevato grado di protezione, infatti assorbono la maggior parte della radiazione diffusa prodotta dal paziente; tuttavia date le loro ridotte dimensioni, dovute alle necessità di essere mobili, e data la vicinanza con la sorgente diffondente durante il loro impiego, non permettono lo stesso grado di protezione delle barriere fisse.

Nel terzo caso il contenimento della dose assorbita dal lavoratore è affidata sostanzialmente alla protezione offerta dal grembiule anti-X in gomma piombifera, dalla distanza dalla sorgente e dal tempo di uso della apparecchiatura radiogena (tempo di scopia, numero di radiogrammi effettuati).

15) METODI PER LA RIDUZIONE DELLA DOSE ASSORBITA

DISTANZA: il fattore distanza, cioè distanza persona-sorgente radiante è uno dei metodi più validi.

Consideriamo un lavoratore che si allontani di due passi (circa 1 m) dalla sorgente radiante, di quanto diminuirà la dose assorbita rispetto ad una persona che si allontani di un solo passo (circa 50 cm)?

La dose diminuirà ad un quarto del valore di dose assorbita rispetto ad una distanza di un passo. Nella ipotesi che il lavoratore si allontani di tre passi (circa 1,5 m) la dose assorbita diminuirà ad un nono di quella assorbita ad un solo passo di distanza.

Come si vede la dose assorbita diminuisce molto rapidamente con l'aumentare della distanza. Questa legge fisica prende il nome di:

 REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA	Direzione Presidio Ospedaliero SIRAI Carbonia	Documento PO03 RISCHI DERIVANTI DALL'IMPIEGO DI SORGENTI RADIOGENE SICUREZZA	PO03,sicurezza Rev. 1/2014 Pagina 13 di 16
--	--	---	--

"legge dell'inverso del quadrato della distanza"

$$\frac{D_1}{D_2} = \frac{d_2^2}{d_1^2}$$

Quindi un metodo per ridurre la dose in modo significativo è quello di allontanarsi il più possibile dalla sorgente radiante compatibilmente con il lavoro che si deve svolgere. (ALLEGATO 1 - Schema per la posizione standard degli operatori e distanze dei diversi organi radiosensibili)

MEZZI PROTETTIVI (grembiuli, guanti e occhiali anti-X): il lavoratore che deve operare al di fuori delle barriere fisse (es. cabinati delle diagnostiche radiologiche) deve sempre indossare il grembiule anti-X in gomma piombifera messo a disposizione.

Generalmente vi sono due tipi di grembiuli che si possono utilizzare, quello di spessore equivalente a 0,5 mm di Pb (molto pesante) e quello equivalente a 0,25 mm di Pb (di peso più contenuto).

Il potere schermante del grembiule anti-X da 0,5 mm di Pb è di circa il 99 % della radiazione incidente diffusa dal paziente, mentre il potere schermante del grembiule anti-X da 0,25 mm di Pb è di circa il 95 % della radiazione incidente diffusa dal paziente.

E' indiscutibile la maggiore protezione offerta dal grembiule più pesante tuttavia dai dati sopra riportati anche il grembiule più leggero offre una protezione assai valida.

E' pertanto consigliabile che l'operatore indossi il grembiule più leggero quando prevederà che la seduta radiologica possa protrarsi per un tempo abbastanza lungo da rendere insopportabile il peso del grembiule pesante (es. interventi in sala operatoria, interventi di cateterismi cardiaci ecc.).

Il lavoratore deve inoltre indossare i guanti anti-X che anche in questo caso si possono presentare di diversi tipi:

- **guanti anti-X da 0,5 mm di Pb;** essi offrono una grande protezione, però le mani dell'operatore risultano praticamente immobilizzate (sono adatti quando l'operatore non ha necessità della mobilità delle dita e della loro sensibilità; es. quando si deve tenere fermo qualche cosa);
- **guanti da 0,25 mm di Pb,** permettono una migliore mobilità delle dita, però non si ha nessuna sensibilità; guanti equivalenti a spessori di pochi mm di Al; essi offrono un grado di protezione notevolmente minore rispetto ai guanti equivalenti in mm di Pb, il loro grande vantaggio è di avere una consistenza paragonabile ai guanti chirurgici; possono essere sterilizzati più volte; essendo il loro grado di protezione notevolmente minore rispetto ai guanti equivalenti in mm di Pb sono consigliabili solo nei casi in cui l'operatore (es. chirurghi ortopedici, vascolari ecc.) devono tenere le mani in prossimità del fascio radiante ed avere nello stesso tempo la massima sensibilità.
- **Occhiali anti-X,** devono essere indossati in tutte le procedure che comportano una esposizione alle radiazioni ionizzanti.

MEZZI PROTETTIVI (barriere mobili): tutte le sale operatorie ed alcune diagnostiche della radiologia sono dotate di barriere protettive mobili di spessore equivalente a 2 mm di Pb.

I lavoratori che possono allontanarsi dalla sorgente radiogena devono ripararsi dietro la barriera mobile, in caso di impossibilità devono o uscire dal locale (se possibile) o allontanarsi in modo da posizionarsi il più lontano possibile dalla sorgente radiante e in direzione opposta alla emissione del fascio a raggi X.

TEMPO DI ESPOSIZIONE: il fattore tempo di esposizione o numero di lastre effettuate incide notevolmente sul valore totale della dose di esposizione, pertanto si deve ridurre al massimo il tempo di scopia ricorrendo alla scopia pulsata ed utilizzando laddove esista la memoria dell'immagine, ridurre il numero di lastre effettuate impostando correttamente i dati di esposizione ed evitare la ripetizione delle stesse; limitare le dimensioni del campo allo stretto necessario perché all'aumentare del volume del corpo del paziente irradiato aumenta anche la quantità di radiazione diffusa.

 REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA	Direzione Presidio Ospedaliero SIRAI Carbonia	Documento PO03 RISCHI DERIVANTI DALL'IMPIEGO DI SORGENTI RADIOGENE SICUREZZA	PO03,sicurezza Rev. 1/2014 Pagina 14 di 16
---	---	--	--

RICORDARE CHE TUTTI I MEZZI PROTETTIVI SONO STATI PENSATI PER LA PROTEZIONE DALLE RADIAZIONI DIFFUSE E NON DAL FASCIO PRIMARIO.

16) NORME DI RADIOPROTEZIONE

Si allegano le Norme di Radioprotezione esposte nei luoghi di lavoro. In particolare si riportano le norme e modalità relative all'utilizzo dei dosimetri personali.

MODALITÀ DI UTILIZZO DEI DOSIMETRI PERSONALI

I dosimetro/i in dotazione devono essere obbligatoriamente utilizzati durante le attività con utilizzo delle radiazioni ionizzanti

- a) il dosimetro per la valutazione della dose efficace va portato all'altezza del taschino del camice, avendo cura che non venga schermato da alcun oggetto metallico: durante l'uso del grembiule protettivo in gomma piombifera, il dosimetro deve trovarsi al di sotto del grembiule anti-X stesso;
- b) il dosimetro per la valutazione della dose equivalente agli organi non protetti dal grembiule anti-X, qualora sia stato assegnato, va portato all'altezza dell'organo interessato (tiroide, cristallino, ...), non coperto dal grembiule anti-X;
- c) il dosimetro termoluminescente, ad anello o a bracciale, per la valutazione della dose alle mani va portato, sotto i guanti protettivi sia schermati che non, sulla mano che risulti più vicina alla sorgente radiante;
- d) il dosimetro non deve essere esposto volontariamente ai raggi;
- e) il dosimetro deve essere conservato, durante le ore di assenza dal servizio, lontano dalle fonti di calore e di radiazioni ionizzanti;
- f) in caso di smarrimento o di rottura, il lavoratore deve avvertire il datore di lavoro, affinché, sia possibile provvedere ad una rapida sostituzione del dosimetro;
- g) in caso di assenza prolungata per malattia, ferie, o aspettativa, consegnare i propri dosimetri personali al responsabile del servizio o del reparto che provvederà alla custodia o alla loro consegna al servizio di radioprotezione. Alla ripresa del lavoro, il lavoratore deve personalmente provvedere al recupero dei propri dosimetri prima di iniziare l'attività lavorativa.

Si ricorda che l'osservanza di tali norme è sancito dall'art. 68, comma 1) lettera b) del D.L. n. 230/95.

17) MISURAZIONE DELLA DOSE EQUIVALENTE PERSONALE

I dosimetri impiegati per la valutazione dell'equivalente di dose personale assorbita sono principalmente di due tipi:

- 1) dosimetri a pellicola fotografica (FB/film-badge);
- 2) dosimetri a termoluminescenza (TLD).

Ai lavoratori viene assegnato, a seconda del tipo di esposizione e degli organi da controllare, i dosimetri sopra indicati.

Generalmente ai lavoratori che effettuano esami radiodiagnostici utilizzando le barriere protettive fisse, viene assegnato un dosimetro del tipo a film-badge da portare al torace.

Ai lavoratori che effettuano esami radiodiagnostici protetti solamente dal grembiule anti-X vengono assegnati due dosimetri, uno a film-badge da portare al torace sotto il grembiule anti-X, l'altro a termoluminescenza da portare al collo, per la valutazione della dose assorbita dagli organi non protetti (es. cristallino, tiroide, ecc.).

Ai lavoratori che espongono le mani in prossimità del fascio radiante primario viene assegnato un dosimetro a termoluminescenza ad anello o a bracciale.

 REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA	Direzione Presidio Ospedaliero SIRAI Carbonia	Documento PO03 RISCHI DERIVANTI DALL'IMPIEGO DI SORGENTI RADIOGENE SICUREZZA	PO03_sicurezza Rev. 1/2014 Pagina 15 di 16
---	---	--	--

18) VALUTAZIONE DELLA DOSE DA ESPOSIZIONE ESTERNA ED INTERNA

L'art. 79 del D.L. 230/95, prevede che la valutazione della dose individuale per i lavoratori di categoria A sia effettuata mediante uno o più apparecchi di misura individuali nonché sulla base della sorveglianza ambientale, mentre per la stessa categoria di lavoratori la dose individuale da esposizione interna deve essere eseguita in base ad idonei metodi fisici e/o radiotossicologici.

Per i lavoratori classificati di categoria B il medesimo articolo dà la possibilità all'Esperto Qualificato di valutare la dose ricevuta da ogni singolo lavoratore sulla scorta dei risultati della sorveglianza fisica dell'ambiente di lavoro. Riveste pertanto particolare rilevanza la corretta classificazione del personale in categoria A o B, in quanto la valutazione della dose come si è visto può essere effettuata mediante sistemi individuali o semplicemente ambientali.

19) CONTROLLI AMBIENTALI

L'art. 79 comma 1, lettera c), relativo alle attribuzioni dell'esperto qualificato, prevede che venga effettuata periodicamente la sorveglianza ambientale di radioprotezione nelle zone controllate e sorvegliate.

Tale controllo è effettuato annualmente mediante misure con camera a ionizzazione nei punti di interesse.

Tale controllo è previsto in quanto la Legge consente all'esperto qualificato di valutare la dose ricevuta dai lavoratori che non sono classificati di categoria A sulla scorta dei risultati della sorveglianza fisica dell'ambiente di lavoro.

 REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA	Direzione Presidio Ospedaliero SIRAI Carbonia	Documento PO03 RISCHI DERIVANTI DALL'IMPIEGO DI SORGENTI RADIOGENE SICUREZZA	PO03,sicurezza Rev. 1/2014 Pagina 16 di 16
---	---	--	--

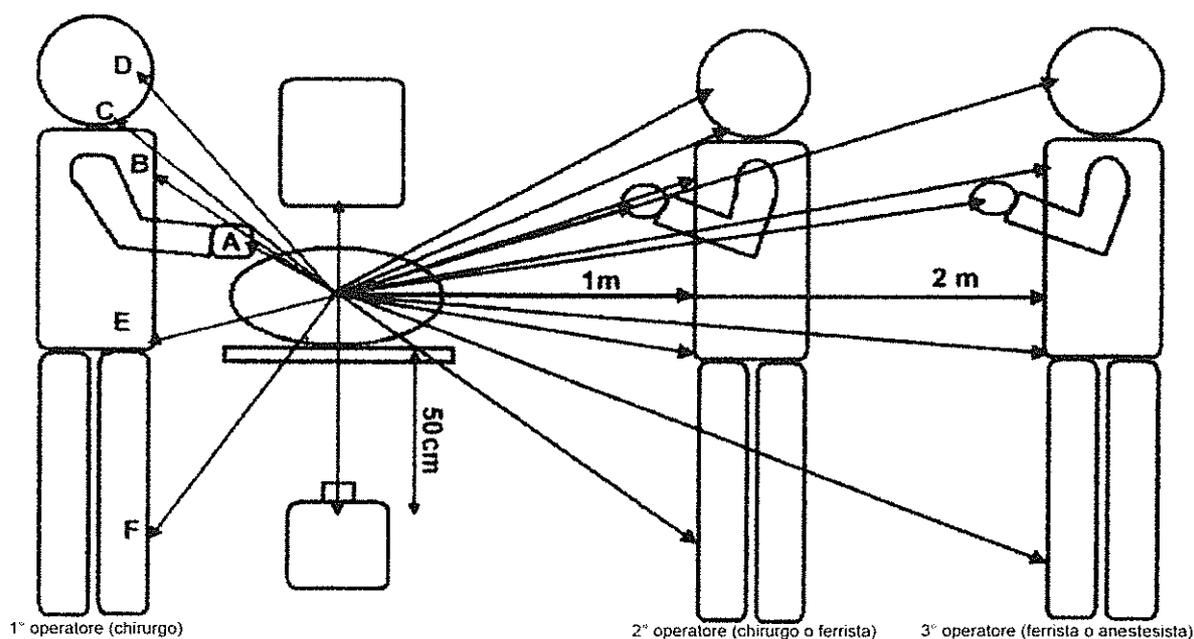
20) BIBLIOGRAFIA

- ICRP Pubblicazione n. 26/1977 "Raccomandazioni";
 ICRP Pubblicazione n. 34/1982 "Protezione del paziente in Diagnostica Radiologica";
 ICRP Pubblicazione n. 37/1983 "Analisi dei costi e benefici nella ottimizzazione della Protezione contro le radiazioni";
 ICRP Pubblicazione n. 57/1989 "Radiological Protection of the Worker in Medicine and Dentistry" Pergamon Press Oxford- New York
 ICRP Pubblicazione n. 60/1990 "Raccomandazioni" ENEA DISP;
 ICRP Pubblicazione n. 68/1994 "Coefficienti di dose per incorporazione di radionuclidi da parte dei lavoratori";
 ICRP Pubblicazione n. 103/2007 "Raccomandazioni della Commissione Internazionale per la protezione radiologica";
 J.E. Coggle "Effetti Biologici delle Radiazioni" Edizioni Minerva Medica;
 D.M. 6 Giugno 1968 G.U. n. 220 del 30/8/68;
 D.M. 2 Febbraio 1971 G.U. n. 58 del 6/3/71;
 D.L. 17 Marzo 1995 n. 230.
 D.L. 26 Maggio 2000 n. 241
 D.L. 09 Maggio 2001 n. 257.

21) LISTA DI DISTRIBUZIONE DELLA PROCEDURA

1. Direttore Generale
2. Direttore Amministrativo
3. Direttore Sanitario
4. Direttori dei Presidi Ospedalieri
5. Dirigenti Medici di Presidio Ospedaliero
6. Direttori Strutture di Radiodiagnostica
7. Responsabili attività di Radiodiagnostica
8. Responsabili attività di Medicina Nucleare
9. Responsabili attività di Emodinamica
10. Responsabili attività di Endoscopia
11. Direttori Strutture
12. Esperti Qualificati
13. Medici Autorizzati
14. Medici Competenti
15. Responsabile Servizio Prevenzione e Protezione
16. Rappresentanti dei Lavoratori per la Sicurezza
17. Tutto il personale esposto a radiazioni ionizzanti
18. Ufficio Qualità

Schema posizione operatori e distanza dei diversi organi radiosensibili



Organi Radiosensibili	A Mani	B Torace	C Tiroide	D Cristallino	E Gonadi	F Gambe
1° Operatore						
D_r (m)	0,30	0,82	0,75	0,88	0,55	0,90
Angolo sotteso (θ)	60°	55°	50°	40°	105°	145°
2° Operatore o Ferrista ad 1 m						
D_r (m)	0,87	1,05	1,20	1,23	1,02	1,26
Angolo sotteso (θ)	72°	70°	65°	60°	100°	126°
3° Ferrista o Anestesista a 2 m						
D_r (m)	1,84	2,02	2,15	2,13	2,02	2,15
Angolo sotteso (θ)	81°	80°	77°	72°	95°	112°

Fig 1 - Schematizzazione della posizione assegnata ai componenti di una equipe chirurgica composta da 1° operatore (chirurgo), 2° operatore (chirurgo o ferrista), 3° operatore (ferrista o anestesista). Sono indicate le distanze dal campo operatorio dei diversi organi radiosensibili: mani, torace, tiroide, cristallino, gonadi e gambe e gli angoli sottesi dagli stessi organi rispetto al punto centrale di diffusione rappresentato dal paziente sul tavolo operatorio.

NORME INTERNE DI SICUREZZA PER LA DIAGNOSTICA TRADIZIONALE

(Art. 61/3.c D.Lgs. 230/95 come modificato dal D.Lgs. 241/2000 e D.Lgs 257/2001)

Le presenti norme interne di protezione devono essere consultabili nei luoghi frequentati dai lavoratori. Tutto il personale addetto alle apparecchiature è tenuto ad osservarle scrupolosamente e ad avvertire immediatamente il preposto in caso di loro smarrimento.

- 1) Nessuno deve usare gli impianti radiologici senza una adeguata competenza tecnica, o eseguire esami radiologici senza una adeguata conoscenza delle proprietà fisiche e degli effetti dannosi delle radiazioni ionizzanti.
- 2) I datori di lavoro, i dirigenti ed i preposti devono rendere edotti i lavoratori dei rischi specifici cui sono esposti, delle modalità di esecuzione del lavoro e delle norme essenziali di protezione.
- 3) Rispettare le disposizioni impartite dal datore di lavoro, o dai suoi incaricati, ai fini della protezione individuale e collettiva e della sicurezza, a seconda delle mansioni alle quali sono addetti.
- 4) Segnalare immediatamente al datore di lavoro, al dirigente o al preposto le inefficienze dei dispositivi e dei mezzi di sicurezza, di protezione e di sorveglianza dosimetrica, nonché le altre eventuali condizioni di pericolo di cui vengano a conoscenza.
- 5) Non rimuovere, nè modificare, senza averne ottenuta l'autorizzazione, i dispositivi e gli altri mezzi di sicurezza, di segnalazione, di protezione e di misurazione.
- 6) Non compiere di propria iniziativa operazioni o manovre che non siano di propria competenza o che possano compromettere la protezione e la sicurezza.
- 7) Da parte delle lavoratrici: notificare al datore di lavoro il proprio stato di gravidanza non appena accertato.
- 8) Nessuna persona che non sia assolutamente necessaria all'esecuzione dell'esame in corso deve sostare in sala raggi
- 9) Mantenere chiuse le porte di accesso alla sala RX durante gli esami.
- 10) Prima di comandare l'erogazione dei raggi, controllare sul pannello di comando la corretta predisposizione delle appropriate condizioni di emissione.
- 11) Particolare cura deve essere rivolta alla radioprotezione del paziente. Osservare pertanto, le direttive nazionali ed internazionali, in particolare:
 - a) limitare all'indispensabile il numero delle esposizioni alle radiazioni dei pazienti, specialmente delle gestanti o dei bambini;
 - b) limitare, agendo sugli appositi limitatori e diaframmi, l'ampiezza del campo di irradiazione alla parte del corpo interessata all'esame;
 - c) usare sempre i più bassi carichi possibili in KV, mA e sec.;
 - d) proteggere i pazienti con idonei mezzi di protezione;
 - e) evitare di dover ripetere gli esami radiologici per disattenzione o per negligenza nelle valutazioni dei dati concernenti il paziente;
 - f) fare effettuare, periodicamente, la taratura degli strumenti del tavolo di comando (voltmetro, miniamperometro, timer) e la verifica dei gruppi centrori limitatori.
- 12) Durante gli esami radiologici restare sempre al riparo degli appositi schermi di protezione. Se per esigenze imposte dall'esame l'operatore deve restare al di fuori del riparo di tali schermi, deve indossare gli indumenti protettivi in gomma piombifera in dotazione.
- 13) Usare dispositivi di contenzione quando il paziente non sia in grado di mantenere la posizione prestabilita; qualora, eccezionalmente tali mezzi non siano assolutamente applicabili, richiedere l'assistenza di un accompagnatore, con esclusione di gestanti e minori di 18 anni, il quale indosserà idonei mezzi di protezione e sarà edotto della posizione da mantenere durante l'esame.
- 14) Prima di abbandonare l'impianto disinserire dalla rete il tavolo di comando.
- 15) Informare immediatamente il preposto e l'esperto qualificato di ogni situazione che comporti fondatamente un pericolo immediato o grave;
- 16) Prima di utilizzare apparecchi Rx nuovi o provenienti da riparazioni, informare con comunicazione scritta l'Esperto Qualificato per gli adempimenti richiesti.

Non utilizzare apparecchi Rx senza il benestare dell'Esperto Qualificato.

NORME INTERNE DI SICUREZZA PER APPARECCHIATURE RADIOLOGICHE MOBILI

(Art. 61/3.c D.Lgs. 230/95 come modificato dal D.Lgs. 241/00 e D.Lgs.257/01)

Le presenti norme interne di protezione devono essere consultabili nei luoghi frequentati dai lavoratori. Tutto il personale addetto alle apparecchiature è tenuto ad osservarle scrupolosamente e ad avvertire immediatamente il preposto in caso di loro smarrimento.

1. Nessuno deve usare gli impianti radiologici senza una adeguata competenza tecnica, o eseguire esami radiologici senza una adeguata conoscenza delle proprietà fisiche e degli effetti dannosi delle radiazioni ionizzanti.
2. Il personale deve osservare le norme di legge inerenti la radioprotezione, le disposizioni impartite dal datore di lavoro, o dai suoi incaricati, ai fini della protezione individuale e collettiva e della sicurezza, a seconda delle mansioni alle quali sono addetti.
3. Il personale deve usare con cura ed in modo corretto, secondo le specifiche istruzioni, i dispositivi di sicurezza, i mezzi di protezione e di sorveglianza dosimetrica forniti dal datore di lavoro.
4. Il personale deve immediatamente segnalare al datore di lavoro, al dirigente o al preposto le deficienze dei dispositivi e dei mezzi di sicurezza, di protezione e di sorveglianza dosimetrica, nonché le altre eventuali condizioni di pericolo di cui vengano a conoscenza.
5. Il personale non deve rimuovere né modificare, senza averne ottenuta l'autorizzazione, i dispositivi e gli altri mezzi di sicurezza, di segnalazione, di protezione e di misurazione.
6. Il personale deve sottoporsi alla sorveglianza medica.
7. I lavoratori che svolgono, per più datori di lavoro, attività che li esponano al rischio da radiazioni ionizzanti, devono rendere edotto ciascun datore di lavoro delle attività svolte presso gli altri; analoga dichiarazione deve essere resa per eventuali attività pregresse.
8. Se il personale è sottoposto a controllo dosimetrico individuale, prima di iniziare l'attività deve verificare di essere munito dei dosimetri individuali assegnati portati secondo le istruzioni per tutta la durata dell'attività.
9. In sala operatoria, il dosimetro fotografico deve essere posizionato sotto il camice piombifero, all'altezza del torace
10. Durante l'impiego dell'apparecchiatura radiologica si devono allontanare tutti i lavoratori non strettamente necessari al momento dell'atto radiologico
11. Tutti i lavoratori presenti al momento dell'atto radiologico devono indossare sempre i dispositivi di protezione individuale previsti e mantenersi alla massima distanza possibile, compatibilmente con le mansioni alle quali sono addetti.
12. Prima di iniziare l'esame, il personale deve verificare che le pazienti da sottoporre a indagine radiologica non siano in stato di gravidanza; in caso affermativo evitare di effettuare il radiogramma se non assolutamente indispensabile.
13. Al fine di una corretta valutazione dei carichi di lavoro dei lavoratori esposti, nonché di eventuali valutazioni dosimetriche per i pazienti sottoposti ad indagini radiologiche, gli interventi radiologici in modalità scopia con intensificatore di brillanza portatile devono essere opportunamente registrati, indicando in particolare la data, il nome del paziente, l'effettiva durata dell'emissione raggi X e i lavoratori presenti all'atto radiologico.
14. Ridurre il tempo di esposizione al minimo indispensabile (il beam-on time)
15. Il dose rate è maggiore e le dosi si accumulano più velocemente nei pazienti con dimensioni superiori alla media
16. La tensione applicata al tubo deve essere la più alta possibile e la corrente la più bassa
17. La distanza tra il tubo radiogeno e il paziente deve essere la più grande possibile, mentre vale il contrario per l'intensificatore di brillanza
18. Collimare sempre strettamente sull'area di interesse
19. Non si devono eseguire radiografie a diaframma tutto aperto.
20. Nelle procedure prolungate, ridurre la dose alla cute irradiata, modificando l'angolo di ingresso del fascio
21. Cercare di ridurre al minimo i tempi di fluoroscopia, di alto dose rate e il numero delle acquisizioni
22. Cercare di non usare ingrandimenti

23. Rimuovere la griglia durante gli interventi sui piccoli pazienti oppure quando l'intensificatore non può essere posizionato vicino al paziente
24. Posizionarsi correttamente rispetto alla macchina:
 - Se il fascio è orizzontale, posizionarsi possibilmente nel lato dell'intensificatore di brillantezza
 - Se il fascio è verticale, tenere il tubo sotto il paziente
25. Si deve limitare il campo di radiazione alla superficie del settore che interessa
26. Si deve evitare la ripetizione di un radiogramma anche se non perfetto ma bene interpretabile.
27. Nessuno, oltre al paziente, deve essere esposto al fascio diretto di radiazioni.
28. Prima di iniziare l'esame, il personale deve verificare che sia impostato sempre il campo di radiazione più piccolo possibile (collimazione del fascio) con i minimi valori del prodotto corrente x tempo (mAs), compatibilmente con le esigenze diagnostiche
29. Prima di iniziare l'esame, il personale deve controllare e verificare nell'apposito pannello, la corretta predisposizione dei dati operativi
30. Le radioscopie devono essere quanto più brevi possibili e devono essere eseguite con la minima intensità di corrente compatibilmente con le esigenze diagnostiche. L'operatore od altre persone che per esigenze di servizio non possono allontanarsi dal paziente (es. sala operatoria, impianti temporanei di pace-maker ecc.) devono utilizzare le attrezzature di protezione ambientale e/o personale quali: camici, guanti (quando possibile) e, all'occorrenza occhiali anti-X.
31. Posizionare il paziente in modo che il fascio radiante non incida inutilmente sulle gonadi e sugli organi ematopoietici che comunque, compatibilmente con l'esame radiologico da svolgere, vanno protetti con gli appositi accessori
32. Durante gli esami radiografici e radioscopici mettersi, ove esistenti, al riparo dietro gli schermi di protezione. E' obbligatorio comunque, compatibilmente con i compiti da svolgere, porsi alla massima distanza dalla fonte radiogena.
33. Le apparecchiature radiogene ed i loro accessori devono essere tenuti sempre in ottimo stato di funzionamento; pertanto si dovrà provvedere alle opportune verifiche tecniche e manutenzioni periodiche
34. Nel caso di malfunzionamento dell'apparecchio o di una delle sue parti, il personale deve sospendere l'impiego e richiedere l'intervento tecnico della ditta fornitrice
35. L'esecuzione di interventi di manutenzione e/o la sostituzione di parti e componenti dell'apparecchiatura radiogena devono essere comunicate prontamente al Datore di Lavoro affinché, sentito il parere dell'Esperto Qualificato, siano programmate, se del caso, nuove verifiche.
36. Il personale deve segnalare prontamente al Datore di Lavoro ogni deficienza dei mezzi di protezione e sicurezza ed ogni modifica alle condizioni di utilizzo del tubo affinché, sentito il parere dell'Esperto Qualificato, siano programmate, se del caso, nuove verifiche.

Non utilizzare apparecchi Rx senza il benestare dell'Esperto Qualificato

NORME INTERNE DI SICUREZZA PER LA TAC

(Art. 61/c D.Lgs. 230/95 come modificato dal D.Lgs. 241/2000 e D.Lgs 257/2001)

Il personale addetto è tenuto al rispetto delle seguenti norme nonché all'osservanza degli adempimenti di radioprotezione per i lavoratori.

In particolare:

1. Il pericolo di radiazioni ionizzanti sussiste solo a generatore acceso
2. Se il personale è sottoposto a controllo dosimetrico individuale, prima di iniziare l'attività deve verificare di essere munito dei dosimetri individuali assegnati portati secondo le istruzioni per tutta la durata dell'attività.
3. Prima di iniziare l'esame, il personale deve verificare che le pazienti da sottoporre a indagine radiologica non siano in stato di gravidanza
4. Prima di iniziare l'esame, il personale deve assicurarsi che tutte le porte di accesso alla sala siano chiuse e che la porta di accesso alla sala sia programmata in maniera tale che l'apertura possa essere effettuata solo dall'interno della sala.
5. Prima di iniziare l'esame, il personale deve assicurarsi che non vi siano persone esterne non autorizzate all'interno della sala.
6. Prima di iniziare l'esame, il personale deve controllare e verificare nell'apposito pannello, la corretta predisposizione dei dati operativi
7. Durante l'esame, il personale deve disporsi al riparo della barriera protettiva all'interno della sala comandi, dinanzi al tavolo di comando e tener sotto controllo il paziente attraverso la visiva schermata.
8. Il personale deve usare con cura ed in modo corretto i dispositivi di protezione ed i mezzi di sicurezza e di dosimetria in dotazione
9. Il personale non deve compiere di propria iniziativa operazioni che non siano di competenza e che possano compromettere la sicurezza e protezione
10. Le apparecchiature radiogene ed i loro accessori devono essere tenuti sempre in ottimo stato di funzionamento; pertanto si dovrà provvedere alle opportune verifiche tecniche e manutenzioni periodiche
11. Nel caso di malfunzionamento dell'apparecchio o di una delle sue parti, il personale deve sospendere l'impiego e richiedere l'intervento tecnico della ditta fornitrice
12. L'esecuzione di interventi di manutenzione e/o la sostituzione di parti e componenti dell'apparecchiatura radiogena devono essere comunicate prontamente al Datore di Lavoro affinché, sentito il parere dell'Esperto Qualificato, siano programmate, se del caso, nuove verifiche.
13. Il personale deve segnalare prontamente al Datore di Lavoro ogni deficienza dei mezzi di protezione e sicurezza ed ogni modifica alle condizioni di utilizzo del tubo affinché, sentito il parere dell'Esperto Qualificato, siano programmate, se del caso, nuove verifiche.

Non utilizzare apparecchi Rx senza il benestare dell'Esperto Qualificato.

NORME INTERNE DI SICUREZZA PER GLI ENDORALI

(Art. 61/c D.Lgs. n° 230/95 come modificato dal D.Lgs. n° 241/00 e D.Lgs 257/01)

Le presenti norme interne di protezione debbono essere consultabili nei luoghi frequentati dai lavoratori.

- 1) Nessuno deve usare gli impianti radiografici senza un'adeguata competenza tecnica, o eseguire esami radiografici senza una adeguata conoscenza delle proprietà fisiche e degli effetti dannosi delle radiazioni ionizzanti.
- 2) I datori di lavoro, i dirigenti ed i preposti devono rendere edotti i lavoratori dei rischi specifici cui sono esposti, delle modalità d'esecuzione del lavoro e delle norme essenziali di protezione.
- 3) Rispettare le disposizioni impartite dal datore di lavoro, o dai suoi incaricati, ai fini della protezione individuale e collettiva e della sicurezza, secondo le mansioni alle quali sono addetti.
- 4) Segnalare immediatamente al datore di lavoro, al dirigente o al preposto le inefficienze dei dispositivi e dei mezzi di sicurezza, di protezione e di sorveglianza dosimetrica ove richiesta, nonché le altre eventuali condizioni di pericolo di cui vengano a conoscenza.
- 5) Non rimuovere né modificare, senza averne ottenuta l'autorizzazione, i dispositivi e gli altri mezzi di sicurezza, di segnalazione, di protezione e di misurazione.
- 6) Non compiere di propria iniziativa operazioni o manovre che non sono di propria competenza o che possono compromettere la protezione e la sicurezza.
- 7) Da parte delle lavoratrici: notificare al datore di lavoro il proprio stato di gestazione non appena accertato.
- 8) Usare con cura ed in modo corretto, i dispositivi di sicurezza, i mezzi di protezione e di sorveglianza dosimetrica ove richiesti predisposti o forniti dal datore di lavoro.
- 9) Durante l'emissione dei raggi nessuna persona deve rimanere all'interno della sala, escluso il paziente sottoposto ad esame.
- 10) Mantenere chiuse le porte d'accesso alla sala RX durante gli esami.
- 11) Prima di comandare l'erogazione dei raggi, controllare sul pannello di comando la corretta predisposizione delle appropriate condizioni di emissione.
- 12) Particolare cura deve essere rivolta alla radioprotezione del paziente.
Osservare pertanto, le direttive nazionali ed internazionali, in particolare:
 - a) limitare all'indispensabile il numero delle esposizioni alle radiazioni dei pazienti, specialmente delle gestanti o dei bambini;
 - b) usare sempre i più bassi carichi possibili in sec.;
 - c) proteggere i pazienti con idonei mezzi di protezione;
 - d) evitare di dover ripetere gli esami radiologici per disattenzione o per negligenza nelle valutazioni dei dati concernenti il paziente;
 - f) fare effettuare, periodicamente, la taratura degli strumenti di comando (voltmetro, milliamperometro, timer) e la verifica della centratura del fascio.
- 13) Durante gli esami radiografici restare sempre in posizione riparata.
- 14) Il paziente deve mantenere la lastrina nella posizione prestabilita; quando eccezionalmente non riuscisse, richiedere l'assistenza di un accompagnatore, con esclusione di gestanti e minori di 18 anni, il quale indosserà idonei mezzi di protezione e sarà edotto della posizione da mantenere durante l'esame.
- 15) Prima di abbandonare l'impianto disinserire dalla rete la centralina di comando.
- 16) Informare immediatamente il datore di lavoro e l'esperto qualificato di ogni situazione che comporti fondatamente un pericolo immediato o grave.
- 17) Prima di utilizzare apparecchi Rx nuovi o provenienti da riparazioni, informare con comunicazione scritta l'Esperto Qualificato per gli adempimenti richiesti.

Non utilizzare apparecchi Rx senza il benestare dell'Esperto Qualificato