



**ISTITUTO NAZIONALE PER LO STUDIO E LA CURA DEI TUMORI
FONDAZIONE "G. PASCALE" -NAPOLI**

RELAZIONE TECNICA di RADIOPROTEZIONE

**(Esame preventivo dei progetti di installazione: art 61 comma 2 e
art. 79 comma 1 lett. b.1, D.Lgs 230/95 e s.m.i.)**

Redatta dall'Esperto Qualificato

Dott. Vincenzo Cerciello

INDICE

1) Premessa	Pag.3
2) Adempimenti di Legge.....	Pag.3-4
3) Descrizione della Pratica Radiologica e delle Apparecchiature RX	Pag.4-5
4) Descrizione dei dello stato dei Locali RX oggetto della Pratica.....	Pag.5-13
5) Parametri Operativi di Radioprotezione e barriere aggiuntive.....	Pag.14-16
5.1-Carico di lavoro	
5.2-Stima degli spessori barriere protettive aggiuntive	
6) Stima Preventiva della Dose Efficace e della Dose Equivalente	Pag.17-18
6.1-Personale direttamente addetto all'impiego delle apparecchiature radiologiche	
6.2-Personale non coinvolto in attività con rischio di esposizione alle radiaz. ioniz.	
6.3-Persone del pubblico, pazienti e accompagnatori	
7) Classificazione delle Aree, del Personale e Frequenza delle Valutazioni.....	Pag.18-20
7.1-Classificazione delle Aree	
7.2-Classificazione delle Zone	
7.3-Dispositivi di protezione	
7.4-Frequenza delle valutazioni	
8) Obiettivi radioprotezionistici di progetto	Pag.21
9) Modalità Previste per la Disattivazione dell'installazione ed Eventuale Riciclo o Riutilizzo del Materiale	Pag.21-22
10) Benessere al Progetto della Pratica Radiologica Descritta	Pag.23

APPENDICI:

A. Norme Interne di Protezione e Sicurezza.....	Pag.24
B. Obblighi dell'Esercente.....	Pag.25

1- PREMESSA

Si premette che presso l'Istituto Nazionale Tumori -IRCCS- Fondazione "G. Pascale", nell'ambito dell'attività di radiodiagnostica specialistica e di radiologia complementare, è già stata intrapresa una pratica radiologica comportante la detenzione e l'utilizzo di apparecchiature radiologiche.

La presente *Relazione Tecnica di Radioprotezione*, redatta a seguito degli opportuni sopralluoghi tecnici, contiene le *Valutazioni di Radioprotezione* connesse all'*esame preventivo* ed al *relativo benessere*, dal punto di vista della sorveglianza fisica, del *progetto di installazione* di due nuove apparecchiature RX, precisamente di due angiografi digitali da collocarsi, in accordo alle planimetrie mostrate in seguito, in due sale distinte denominate, rispettivamente, "*Sala Artis Zee*" e "*Sala Artis Zeego*", entrambe poste all'interno della S.C. di Radiologia Interventistica, quest'ultima ubicata al piano terra dell'edificio degenze dell'Istituto Pascale.

L'obiettivo della presente relazione è quello di pervenire, attraverso le *pertinenti valutazioni*, alla formulazione delle *indicazioni di radioprotezione* ed al rilascio del *benessere di esecuzione del progetto* relativamente all'acquisizione ed alla installazione delle due apparecchiature radiologiche in parola.

Le valutazioni di radioprotezione implicano, in particolare:

- L'individuazione delle aree nelle quali si configura il rischio radiologico con conseguente *classificazione delle aree* medesime;
- La definizione e la *quantificazione del rischio radiologico* per gli operatori addetti all'impiego delle apparecchiature radiologiche e per quelli che sono direttamente coinvolti nelle procedure di radiologia interventistica nonché per gli individui della popolazione;
- La predisposizione di adeguate *procedure di radioprotezione e/o di mezzi di protezione* finalizzati alla minimizzazione del rischio radiologico.

Questa analisi preventiva, ai sensi dell'art. 61 del D.L.gs 230/95, costituisce, per gli aspetti concernenti i rischi da radiazioni ionizzanti, il documento di cui all'art. 180 del D.Lgs 81/08.

2 - ADEMPIMENTI di LEGGE

La Sorveglianza Fisica della protezione deve essere affidata dall'Esercente ad un Esperto Qualificato (art. 77 D. Lgs. 230/95 e s.m.i.).

Nel caso di **Nuovo Impianto** o di **Sostituzione e/o Aggiunta** di apparecchiature, o modifica dell'**Ubicazione dei locali** e **delle aree** destinati allo svolgimento della Pratica Radiologica, il Datore di Lavoro dovrà acquisire preventivamente dall'Esperto Qualificato una nuova *Relazione Tecnica di Radioprotezione* ai sensi della vigente normativa (art. 61 D. Lgs. 230/95 e s.m.i.).

Tale documentazione sarà aggiornata dall'Esperto Qualificato in occasione della **Prima Verifica**, da effettuarsi *prima* dell'inizio delle Attività comportanti rischio da radiazioni ionizzanti, e delle successive **Verifiche Periodiche** (art. 77 D. Lgs. 230/95 e s.m.i.).

La documentazione di Sorveglianza Fisica, corredata del relativo carteggio con le competenti Autorità, dovrà essere conservata presso la sede di svolgimento della Pratica Radiologica o la sede legale dell'Esercente per cinque anni.

La presente Relazione Tecnica di Radioprotezione, limitatamente agli aspetti riguardanti i rischi derivanti dall'impiego delle radiazioni ionizzanti, costituisce anche il documento di cui all'art. 180 del D.Lgs 81/08.

Nel caso di **Cessazione della Detenzione** di apparecchiature o di **Cessazione della Pratica Radiologica**, l'Esercente è tenuto ad inviarne comunicazione, almeno 30 giorni prima della cessazione, alle Autorità in precedenza elencate, specificando la destinazione prevista per le sorgenti di radiazioni.

Nel caso di **Cessazione definitiva dell'attività di impresa**, l'intera documentazione relativa alla Sorveglianza Fisica della Protezione dovrà essere trasmessa, entro sei mesi, alla Direzione Provinciale del Lavoro (art. 81 c5 D. Lgs. 230/95 e s.m.i.).

3 - DESCRIZIONE della PRATICA RADIOLOGICA e delle APPARECCHIATURE RX

La pratica radiologica oggetto della presente relazione sarà svolta nell'ambito dell'attività di radiologia interventistica con l'utilizzo di due nuove apparecchiature RX digitali con arco a C aventi le caratteristiche qui di seguito riportate:

Tipologia	Marca e Modello	Energia massima di accelerazione degli elettroni	Corrente massima
Apparecchio radiologico digitale con arco a C, detettore e monitor	marca Siemens Modello Artis ZEEGO	125 keV	Vedi descrizione successiva
Apparecchio radiologico digitale con arco a C, detettore e monitor	marca Siemens Modello Artis ZEE FLOOR	125 keV	Vedi descrizione successiva

► *Apparecchio Artis ZEEGO* (caratteristiche tecniche dichiarate):

- Generatore monoblocco ad alta frequenza (100 kHz); potenza: 100 kW ovvero: 1000 mA a 100 kV e 800 mA a 125 kV;
- Tubo RX ad anodo rotante (9000 giri/min) a tripla macchia focale con sistema di raffreddamento olio/acqua;

- Modalità scopia pulsata: tensione 40 ÷ 125 kV; corrente max: 250 mA fuoco piccolo e 66 mA micro fuoco; numero di impulsi: 7.5; 10; 15 e 30 p/s.
- Fuoco grande: 1.0 mm; fuoco piccolo: 0.6 mm; fuoco microscopico (micro focus): 0.3 mm.
- Filtrazione ≥ 2.5 mm di Al
- Radiazione di fuga (Leakage) < 0.44 mGy/h ad 1 metro a 125 kV;
- Rivelatore piatto (detettore): 30×40 cm.

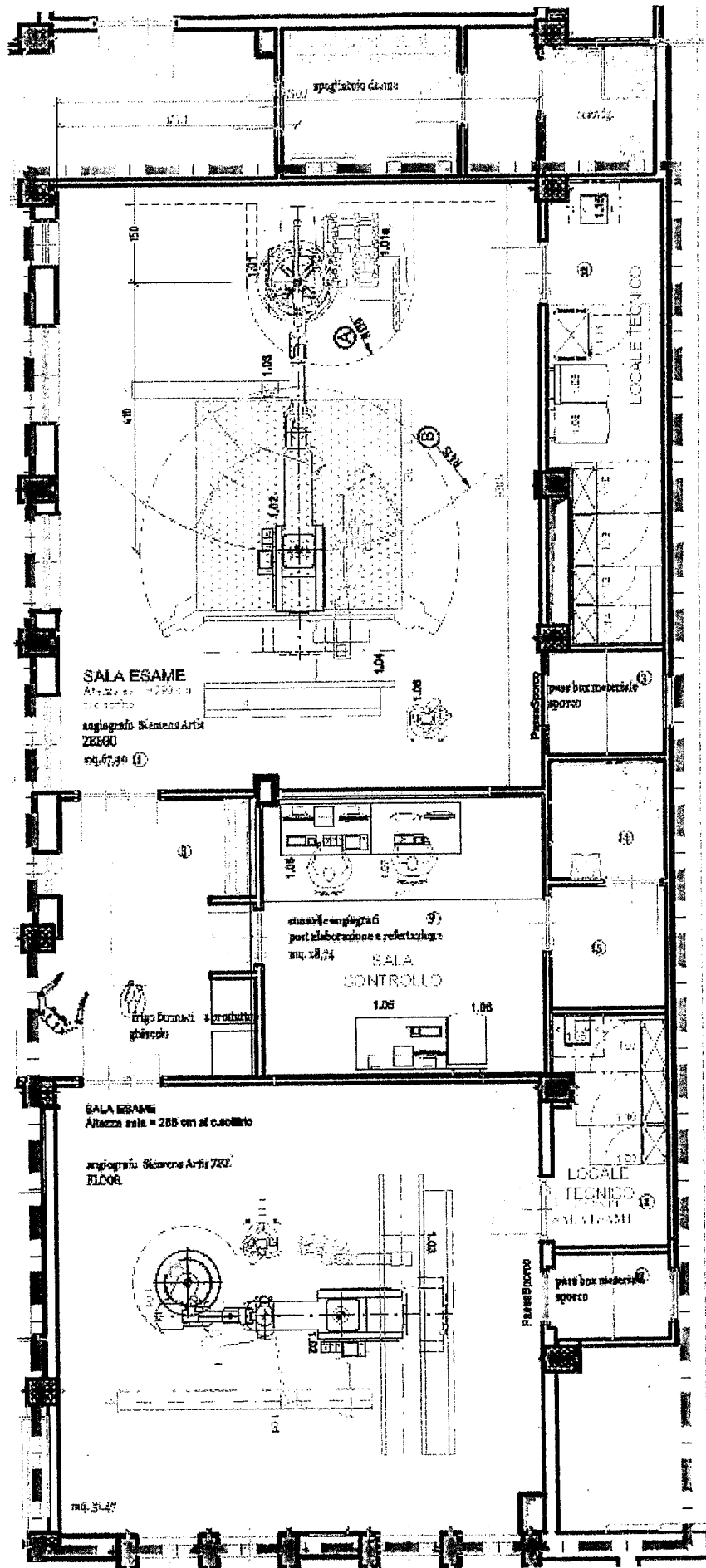
► *Apparecchio Artis ZEE FLOOR* (caratteristiche tecniche dichiarate):

- Generatore monoblocco ad alta frequenza (100 kHz); potenza: 100 kW ovvero: 1000 mA a 100 kV e 800 mA a 125 kV;
- Tubo RX ad anodo rotante (9000/10.800 giri/min) a doppia macchia focale con sistema di raffreddamento olio/acqua;
- Modalità scopia pulsata: tensione 40 ÷ 125 kV; corrente max: 250 mA con fuoco piccolo e 68 mA con micro fuoco; numero di impulsi: max 60 p/s;
- Modalità scopia continua: tensione 40 ÷ 125 kV; corrente 0.1 ÷ 24 mA;
- Modalità grafia: tensione 40 ÷ 125 kV; corrente 0.1 ÷ 24 mA; tempo: 0.5 ÷ 500 ms
- Fuoco piccolo (small focus): 0.8 mm; fuoco microscopico (micro focus) 0.4 mm.
- Filtrazione ≥ 2.5 mm di Al
- Radiazione di fuga (Leakage) < 0.44 mGy/h ad 1 metro a 125 kV;
- Rivelatore piatto (detettore): 30×40 cm.

Le suddette apparecchiature, come da progetto (vedi planimetrie), saranno collocate in due distinte sale, di nuova realizzazione, poste all'interno della S.C. di Radiologia Interventistica ed indicate, rispettivamente, come "Sala Artis Zee" e "Sala Artis Zeego"

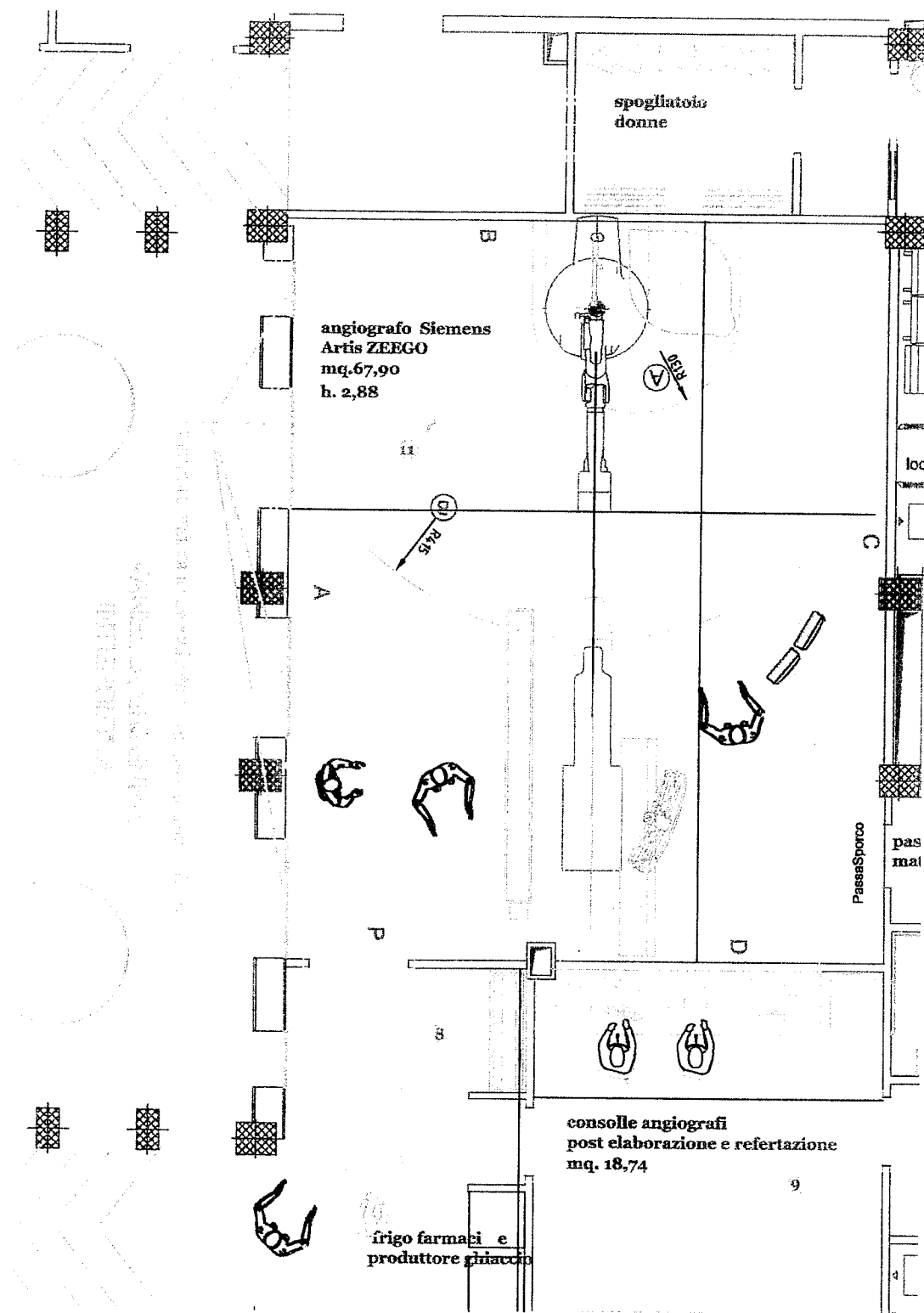
4 - DESCRIZIONE dello STATO dei LOCALI RX OGGETTO della PRATICA

Ai fini della redazione della presente relazione è stato preventivamente effettuato un sopralluogo con il personale delegato dal Direttore dell'Ufficio Tecnico dell'Istituto Pascale acquisendo, contestualmente, le planimetrie di progetto elaborate dall'Ufficio Tecnico medesimo e che sono parte integrante di questa relazione. Sulla base di dette planimetrie, per ciascuna delle due sale radiologiche sono state effettuate le valutazioni che verranno successivamente descritte. Si precisa che l'attuale planimetria dei luoghi in cui verranno installate le nuove apparecchiature radiologiche differisce, almeno in parte, da quella di progetto in quanto sono state previste una serie di modifiche strutturali relativamente alle sale radiologiche ed ai locali e/o aree della nuova S.C. di Radiologia Interventistica. Nelle figure che seguono si riportano le summenzionate planimetrie di progetto.



Dettaglio planimetrico delle sale radiologiche della S.C. di Radiologia Interventistica

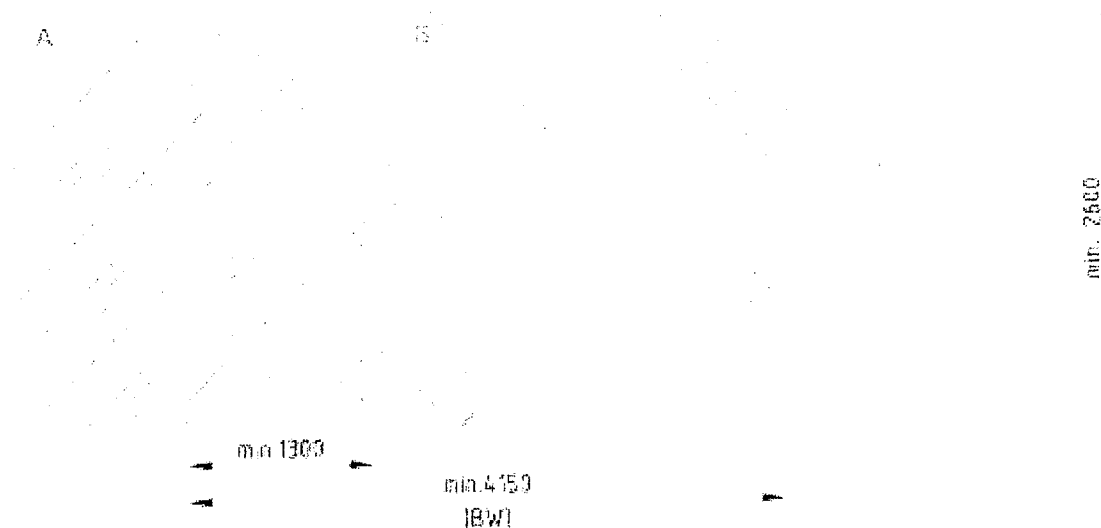
Sala Artis Zeego



► La sala denominata “Sala Artis Zeego” ed in cui sarà installato l’angiografo Siemens Artis Zeego, a completamento dei lavori edili, avrà, in accordo alla planimetria di progetto, dimensioni pari a 740 cm (larghezza)×930 cm (profondità), per un superficie complessiva di 67.9 m², con pareti perimetrali (pareti A, B, C e D) di altezza 290 cm.

L’angiografo Artis Zeego è del tipo a basamento fisso ed ha un braccio estensibile che consente di

spostare l'arco a C lungo il lettino di trattamento, come mostrato nella figura che segue:



Le distanze minime tra l'asse del fascio radiante e le pareti che delimitano la sala angiografica Artis Zeego sono le seguenti:

- distanza minima dalla parete A: 375 cm;
- distanza minima dalla parete B: 280 cm;
- distanza minima dalla parete C: 375 cm;
- distanza minima dalla parete D: 370 cm;
- distanza minima dalla visiva V: 370 cm
- distanza minima dalla porta P: 390 cm.

Viene ora data una descrizione strutturale delle pareti che delimiteranno le due sale angiografiche sulla base del progetto redatto dall'Ufficio Tecnico dell'Istituto Pascale:

a) *Parete A*: è una parete esterna realizzata in doppia fodera, confinante con una vanella esterna interdotta. La continuità della parete è, allo stato, interrotta da quattro finestre che si affacciano sulla vanella esterna le quali, come da progetto, verranno chiuse mediante blocchetti in gesso di spessore 15 cm la cui equivalenza in piombo è di circa 0.3 mm.

La parte esterna della parete A è costituita da mattoni forati di larghezza 12 cm. La parte interna della parete è invece realizzata in materiale laterizio, ovvero con tavelle forate, di spessore 12 cm. Su entrambi i lati della parete è apposto uno strato di intonaco di spessore 3 cm per lato. In totale, considerando la sola parte piena del mattone e dei laterizi, si ha uno spessore complessivo di circa 11 cm (di cui 6 cm per la parte esterna in mattoni e 5 cm per la parte interna in laterizio). A questo spessore vanno aggiunti i 6 cm di spessore dell'intonaco. Pertanto, nel suo complesso, la parete A realizza uno spessore equivalente in calcestruzzo di circa 10 cm e quindi, alle energie tipiche della radiodiagnostica (max 125 kV), uno spessore

equivalente in piombo dell'ordine di 1 mm¹.

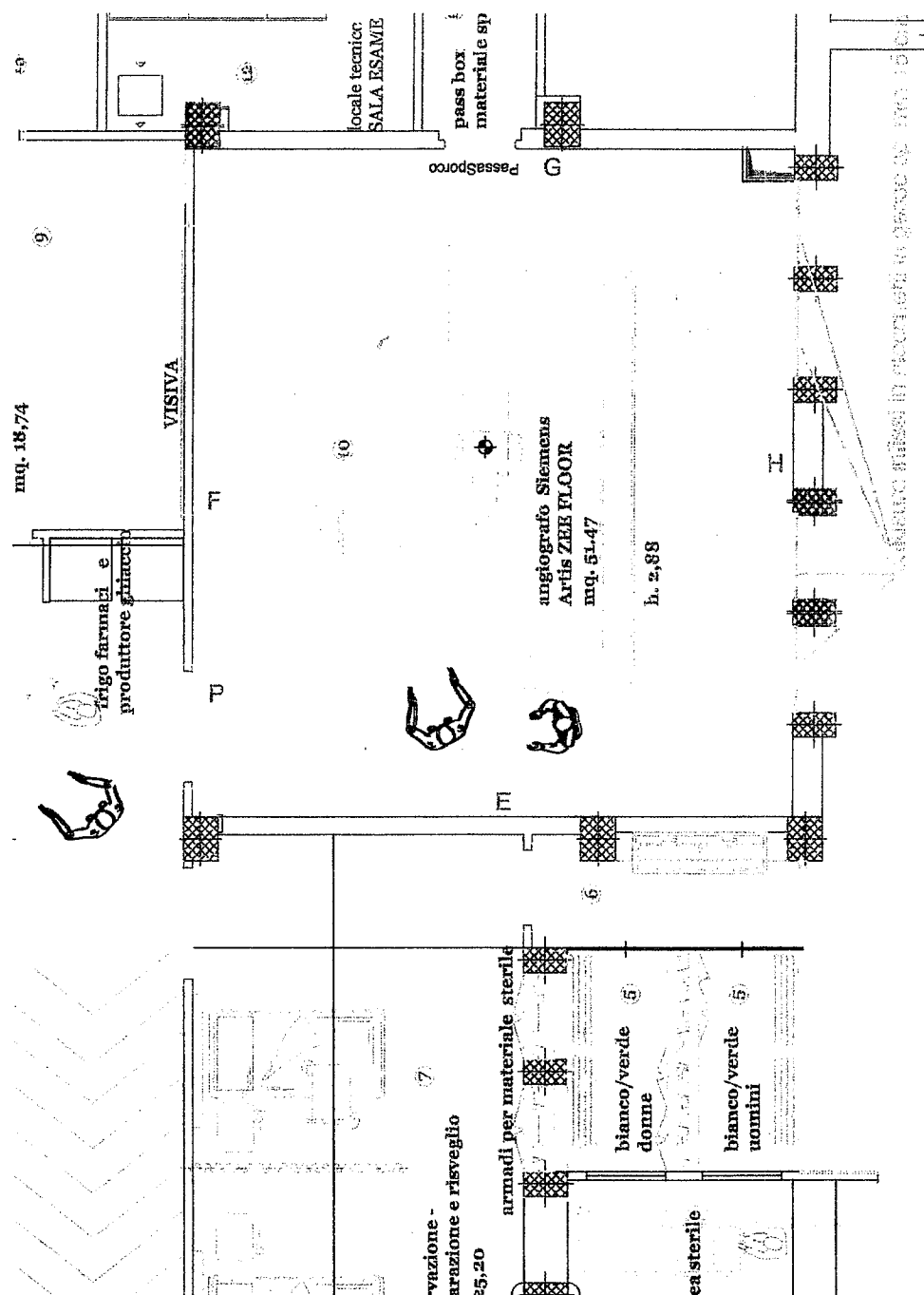
- b) *Parete B*: è una parete interna confinante con un corridoio della S.C. di Radiodiagnostica I. Essa è realizzata in materiale laterizio (tavelle forate) di spessore complessivo 20 cm con sovrapposizione, su entrambi i lati, di 3 cm di intonaco per lato. Pertanto, in totale, considerando la sola parte piena del laterizio si ha uno spessore di circa 5 cm al quale vanno aggiunti i 6 cm di spessore dell'intonaco. Quindi, nel suo complesso, la parete B realizza uno spessore equivalente in calcestruzzo di circa 6 cm e pertanto, alle energie tipiche della radiodiagnostica, uno spessore equivalente in piombo di circa 0.5 mm.
- c) *Parete C*: è una parete interna confinante con un corridoio della S.C. di Radiodiagnostica I. Essa è realizzata in materiale laterizio (tavelle forate) di spessore complessivo 20 cm con sovrapposizione, su entrambi i lati, di 3 cm di intonaco per lato. Pertanto, in totale, considerando la sola parte piena del laterizio si ha uno spessore di circa 5 cm al quale vanno aggiunti i 6 cm di spessore dell'intonaco. Nel suo complesso, quindi, la parete B realizza uno spessore equivalente in calcestruzzo di circa 6 cm e pertanto, alle energie tipiche della radiodiagnostica, uno spessore equivalente in piombo di circa 0.5 mm. La continuità della parete C, come da progetto, sarà interrotta da due aperture: la prima dovrà consentire l'accesso al locale tecnico mentre la seconda fungerà da varco "passa sporco". Il varco di accesso dovrà essere provvisto di una porta la cui equivalenza in Pb sia almeno di 2 mm. Analogo grado di schermatura dovrà essere previsto anche per il sistema "passa sporco".
- d) *Parete D*: è una parete interna confinante con un'area della S.C. di Radiologia Interventistica. Realizzata in materiale laterizio (tavelle forate) di spessore complessivo 20 cm con sovrapposizione, su entrambi i lati, di 3 cm di intonaco per lato. Pertanto, in totale, considerando la sola parte piena del laterizio si ha uno spessore di circa 5 cm al quale vanno aggiunti i 6 cm di spessore dell'intonaco. Nel suo complesso, la parete D realizza uno spessore equivalente in calcestruzzo di circa 6 cm e quindi, alle energie tipiche della radiodiagnostica, uno spessore equivalente in piombo di circa 0.5 mm. La continuità della parete D è interrotta da un varco che deve consentire l'accesso del personale e del paziente alla sala Artis Zeego e da una visiva in vetro. Il varco di accesso dovrà essere provvisto di

¹ Le valutazioni dell'equivalente in calcestruzzo di una parete vengono effettuate assumendo: per il calcestruzzo (cl) una densità di 2.3 g/cm³; per il mattone pieno una densità di 1.5 g/cm³; per l'intonaco una densità di 1.2 g/cm³. Dalla pubblicazione NCRP 147 si ricavano:

- 1) a 100 kV, le seguenti corrispondenze tra spessore in calcestruzzo e spessore in piombo: 15 cm di cl \approx 2 mm di Pb; 11 cm di cl \approx 1.3 mm di Pb; 7.2 cm di cl \approx 0.7 mm di Pb; 6 cm di cl \approx 0.55 mm di Pb; 4.6 cm di cl \approx 0.36 mm di Pb;
- 2) a 125 kV, le seguenti corrispondenze tra spessore in calcestruzzo e spessore in piombo: 15 cm di cl \approx 1.65 mm di Pb; 11 cm di cl \approx 1.0 mm di Pb; 7.2 cm di cl \approx 0.55 mm di Pb; 6.3 cm di cl \approx 0.45 mm di Pb; 4.6 cm di cl \approx 0.27 mm di Pb;

una porta la cui equivalenza in Pb sia almeno di 2 mm; la visiva, invece, dovrà essere tale da avere una equivalenza in Pb di 3 mm.

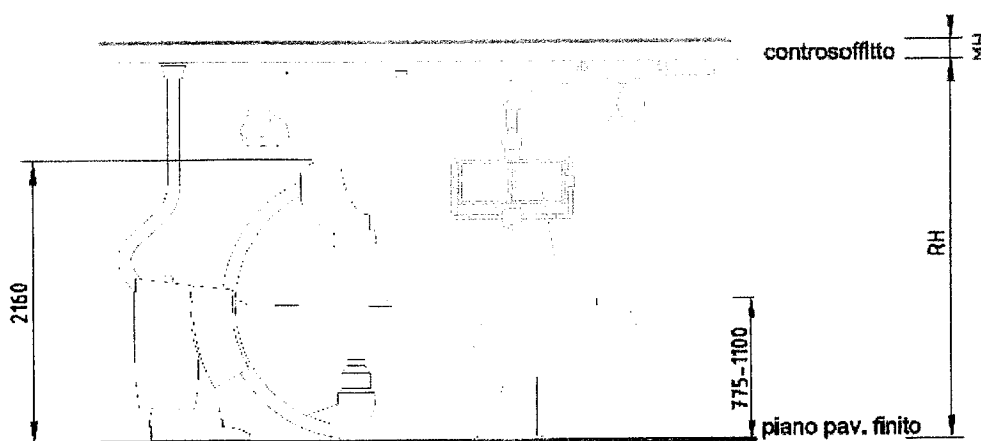
Sala Artis Zee



► La sala denominata “Sala Artis Zee” ed in cui sarà collocato l’angiografo Siemens Artis Zee, in accordo all’allegata planimetria di progetto, a completamento dei lavori edili avrà dimensioni pari a 750 cm (larghezza)×690 cm (profondità), per un superficie complessiva di 51.5 m².

L’apparecchio angiografico, del tipo a basamento fisso, non è del tipo ad arco a C estensibile, ragion per cui le distanze tra asse del fascio e pareti che delimitano la sala angiografica non possono cambiare. Nella figura che segue è schematizzato il posizionamento dell’angiografo rispetto al piano

di appoggio (pavimento della sala):



Le distanze minime dell'asse del fascio radiante dell'angiografo dalle pareti che delimitano la sala angiografica Artis Zee sono le seguenti:

- distanza minima dalla parete E: 375 cm;
- distanza minima dalla parete F: 410 cm;
- distanza minima dalla parete G: 375 cm;
- distanza minima dalla parete H: 270 cm;
- distanza minima dalla visiva V: 430 cm;
- distanza minima dalla porta P: 460 cm.

Viene ora data una descrizione strutturale delle pareti sulla base del progetto dell'Ufficio Tecnico:

- e) *Parete E*: è una parete interna confinante con un corridoio di passaggio della S.C. di Radiologia Interventistica. Essa è realizzata in materiale laterizio (tavelle forate) di spessore complessivo 20 cm con sovrapposizione, su entrambi i lati, di 3 cm di intonaco per lato. Pertanto, in totale, considerando la sola parte piena del laterizio si ha uno spessore di circa 5 cm al quale vanno aggiunti i 6 cm di spessore dell'intonaco. Nel suo complesso, la parete F realizza uno spessore equivalente in calcestruzzo di circa 6 cm e quindi, alle energie tipiche della radiodiagnostica, uno spessore equivalente in piombo di circa 0.5 mm.
- f) *Parete F*: è una parete interna confinante con un'area della S.C. di Radiologia Interventistica. Essa è realizzata in materiale laterizio (tavelle forate) di spessore complessivo 20 cm con sovrapposizione, su entrambi i lati, di 3 cm di intonaco per lato. Pertanto, in totale, considerando la sola parte piena del laterizio si ha uno spessore di circa 5 cm al quale vanno aggiunti i 6 cm di spessore dell'intonaco. Nel suo complesso, la parete G realizza uno spessore equivalente in calcestruzzo di circa 6 cm e quindi, alle energie tipiche della radiodiagnostica, uno spessore equivalente in piombo di circa 0.5 mm. La continuità della parete G è interrotta da un varco che deve consentire l'accesso del personale e del paziente alla sala Artis Zee e da una visiva in vetro. Il varco di accesso dovrà essere provvisto di una

porta la cui equivalenza in Pb sia almeno di 2 mm; la visiva, invece, dovrà essere tale da avere una equivalenza in Pb di 3 mm.

g) *Parete G*: è una parete interna confinante con un corridoio della S.C. di Radiodiagnostica I. Essa è realizzata in materiale laterizio (tavelle forate) di spessore complessivo 20 cm con sovrapposizione, su entrambi i lati, di 3 cm di intonaco per lato. Pertanto, in totale, considerando la sola parte piena del laterizio si ha uno spessore di circa 5 cm al quale vanno aggiunti i 6 cm di spessore dell'intonaco. Nel suo complesso, la parete H realizza uno spessore equivalente in calcestruzzo di circa 6 cm e quindi, alle energie tipiche della radiodiagnostica, uno spessore equivalente in piombo di circa 0.5 mm. La continuità della parete H, come da progetto, sarà interrotta da due aperture: la prima dovrà consentire l'accesso al locale tecnico mentre la seconda funge da varco "passa sporco". Il varco di accesso dovrà essere provvisto di una porta la cui equivalenza in Pb sia almeno di 2 mm. Analogò grado di schermatura dovrà essere previsto anche per il sistema "passa sporco".

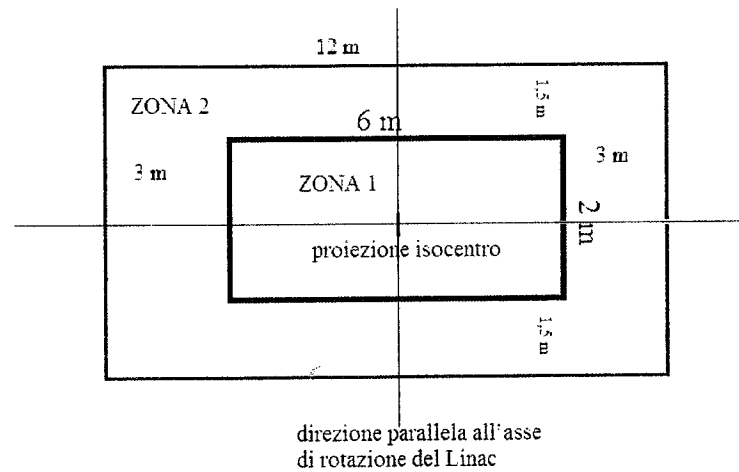
h) *Parete H*: è una parete esterna realizzata in doppia fodera confinante con una vanella esterna interdotta. La continuità della parete è, allo stato, interrotta da quattro finestre che si affacciano sulla vanella esterna le quali, come da progetto, verranno chiuse mediante blocchetti in gesso di spessore 15 cm la cui equivalenza in piombo è di circa 0.3 mm.

La parte esterna della parete H è costituita da mattoni forati di larghezza 12 cm mentre la parte interna è realizzata in materiale laterizio (tavelle forate) di larghezza 12 cm. Su entrambi i lati della parete vi è apposto uno strato di intonaco di spessore 3 cm per lato. In totale, considerando la sola parte piena del mattone e dei laterizi, si ha uno spessore complessivo di circa 11 cm (di cui 6 cm per la parte esterna in mattoni e 5 cm per la parte interna in laterizio). A questo vanno aggiunti i 6 cm di spessore dell'intonaco. Nel suo complesso, la parete E realizza uno spessore equivalente in calcestruzzo di circa 10 cm e quindi, alle energie tipiche della radiodiagnostica, uno spessore equivalente in piombo di circa 1 mm.

► Il solaio di copertura e quello di calpestio della S.C. di Radiologia Interventistica sono realizzati mediante struttura latero-cementizia posata in opera avente un spessore (equivalente) complessivo in calcestruzzo non inferiore a 20 cm che, alle energie tipiche della radiodiagnostica (max 125 kV), corrisponde ad uno spessore in Pb di oltre 2 mm.

Inoltre, come da relazione redatta in data 12.06.2014 dagli Esperti Qualificati addetti alla Sorveglianza Fisica in Radioterapia, su una parte del solaio di calpestio della S.C. di Radiologia Interventistica, che è posta in corrispondenza del sottostante bunker del Linac Elekta Agility

6-15 MV, dovrà essere realizzata una schermatura aggiuntiva a due zone, avente le caratteristiche riportate nella figura che segue (la schermatura si estende in parte nella sala Artis Zee ed in parte nell'area antistante la visiva):



Le superfici delle due zone sono entrambe centrate rispetto alla proiezione dell'isocentro del sottostante Linac sul soprastante solaio di calpestio della S.C. di Radiologia Interventistica.

La "zona 1", di superficie pari a 12 m^2 , dovrà avere una schermatura aggiuntiva, cioè che si aggiunge allo spessore dell'esistente solaio di calpestio della S.C. di Radiologia Interventistica, costituita da uno spessore in piombo di 5 cm cui sarà sovrapposto un ulteriore spessore in ferro o acciaio di 7 cm.

La "zona 2", di superficie pari a 38 m^2 , dovrà avere una schermatura aggiuntiva (sempre rispetto al solaio di calpestio) costituita da uno spessore in calcestruzzo baritico di 12 cm.

Quindi nella zona 1 la schermatura aggiuntiva sarà costituita da piombo-ferro mentre nella zona 2 sarà in calcestruzzo baritico (densità 3.40 gr/cm^3).

Secondo le valutazioni degli Esperti Qualificati addetti alla Radioterapia e riportate nella relazione del 19.06.2014, la suddetta schermatura aggiuntiva, tenuto conto del carico di lavoro annuale del Linac Agility e del fattore di occupazione T degli ambienti della S.C. di Radiologia Interventistica posti al di sopra del bunker del Linac Agility ($T = 1$), una volta realizzata sarà tale da garantire ai lavoratori della S.C. di Radiologia Interventistica, ma più in generale alla popolazione tutta, il non superamento di una dose efficace annuale di 0.1 mSv/anno .

Nelle more della realizzazione della suddetta schermatura aggiuntiva, gli Esperti Qualificati addetti alla Radioterapia hanno prescritto la inibizione di alcuni angoli del gantry per le energie 10 e 15 MV (vedasi relazione redatta in data 12.06.2014). Nel rispetto della suddetta prescrizione, gli Esperti Qualificati addetti alla Radioterapia, nella relazione datata 19.06.2014, valutano un massimo di dose per i lavoratori della S.C. di Radiologia Interventistica che stazionano con continuità nella zona in cui è prevista la schermatura aggiuntiva, pari a circa 0.18 mSv/mese .

5 – PARAMETRI OPERATIVI di RADIOPROTEZIONE E BARRIERE AGGIUNTIVE

5.1.1 - Carico di Lavoro

Sulla base delle indicazioni fornite dal Direttore della S.C. di Radiologia Interventistica con nota RI 57/14 del 10.06.2014, si evince che le attività di radiologia interventistica ammontano a non più di 500 procedure/anno (10 procedure/settimana) e sono delle seguenti tipologie: *embolizzazioni*, *drenaggi* e *stent biliari* (posizionamento, controllo e rimozione), *drenaggi addominali* (posizionamento, controllo e rimozione), e *drenaggi* e *stent ureterali* (posizionamento, controllo e rimozione). Inoltre, con nota RI 61/14 del 16.06.2014, inviata ad integrazione della precedente nota, il Direttore della S.C. di Radiologia Interventistica ha comunicato, che:

- a) le procedure in scopia continua vengono effettuate con i seguenti parametri di erogazione:
 - durata media di ciascuna procedura: 5 min;
 - corrente massima per ciascuna procedura: 6 mA;
 - tensione massima per ciascuna procedura: 90 kV_p.
- b) nelle procedure di embolizzazione, oltre alla scopia continua, vengono utilizzate anche sequenze di impulsi durante l'iniezione del mezzo di contrasto;
- c) il carico di lavoro settimanale complessivo (W_{sett}), tenendo conto del carico in scopia continua e del carico in scopia pulsata, è dell'ordine di 1000 mA min/sett.

Ai fini delle valutazioni radioprotezionistiche formulate nella presente relazione, si assume, tuttavia, un fattore di sicurezza pari al 50% in modo da tener conto di eventuali incrementi del carico di lavoro che possano verificarsi nel futuro. In conseguenza di ciò si assume un carico di lavoro settimanale complessivo pari a:

$$\bullet \text{ Carico di lavoro settimanale: } W_{\text{sett}} = 1500 \text{ mA min/sett}$$

Ai fini delle valutazioni, si assume che il suddetto carico di lavoro settimanale sia equamente distribuito tra le due apparecchiature e quindi per metà (750 mA min/sett) venga erogato in una sala e per l'altra metà (750 mA min/sett) venga erogato nell'altra sala.

5.1.2 – Stima degli spessori delle barriere protettive aggiuntive

Lo spessore delle schermature aggiuntive in piombo da porre sulle pareti in muratura di ciascuna delle due sale radiologiche nelle quali verranno installati gli angiografi è stato valutato tenendo conto degli *obiettivi di progetto*, dei *fattori di occupazione*, del *carico di lavoro*, del *posizionamento dell'apparecchiatura RX* riportato nella planimetria di progetto, della *tensione massima*, nonché della circostanza che la radiazione primaria emessa dal tubo RX è sempre assorbita dal detettore (rivelatore digitale) e che pertanto le barriere protettive fisse sono interessate solo dalla radiazione

secondarie (radiazione diffusa dal paziente e radiazione di fuga dalla cuffia). Più precisamente, ai fini delle valutazioni radio protezionistiche si è assunto:

- *obiettivo di progetto (P):* 0.25 mSv/anno
- *carico di lavoro settimanale (W_{sett}):* 750 mA min/sett
- *tensione massima apparecchio RX (V):* 125 kV_p
- *posizionamento apparecchiatura RX (distanza dalle barriere fisse):* vedi planimetria
- *fattori di occupazione delle aree adiacenti le due sale radiologiche (T):*
 - corridoi: $T = 1/4$
 - consolle (visive): $T = 1$
 - locali soprastanti: $T = 1$
 - locali sottostanti: $T = 1$
- *tipologie di barriere:* tutte le pareti (A, B, C, D, E, F, G, H) nonché il solaio soprastante ed il solaio sottostante sono da considerarsi *barriere secondarie*.

Sulla base di queste considerazioni, per ciascuna delle due sale radiologiche sono stati valutati (conservativamente) gli spessori delle schermature in piombo da aggiungere alle pareti previste nel progetto strutturale di cui alle precedenti planimetrie. Tali spessori aggiuntivi sono riportati nell'ultima colonna delle due tabelle che seguono:

Tab.I.: Sala Artis Zeego –schermatura esistente e spessori in piombo richiesto		
<i>Parete</i>	<i>Schermatura strutturale</i>	<i>Spessore aggiuntivo richiesto</i>
Parete A	a) mattoni forati, laterizi e intonaco b) blocchi in gesso e intonaco (corrispondenti a 0.5÷ 1 mm di Pb)	2 mm di Pb fino al soffitto (290 cm)
Pareti B,C,D	laterizi e intonaco (corrispondenti a 0.5 mm di Pb)	2 mm di Pb fino al soffitto (290 cm)
Visiva esterna	nessuna	visiva equiv. a 3 mm di Pb
Porta di accesso sala RX	nessuna	2 mm di Pb
Porta di accesso locale Tecnico	nessuna	2 mm di Pb
Passaggio sporco	nessuna	2 mm di Pb
Soffitto (h = 290 cm)	Solaio latero cementizio posato in opera (equivalente a non meno di 2 mm di Pb)	nessuno
Piano di calpestio	Solaio latero cementizio posato in opera (equivalente a non meno di 2 mm di Pb)	nessuno

Tab.II.: Sala Artis Zee –schermatura esistente e spessori in piombo richiesto		
<i>Parete</i>	<i>Schermatura strutturale</i>	<i>Spessore aggiuntivo richiesto</i>
Pareti E,F,G	laterizi e intonaco (corrispondenti a 0.5 mm di Pb)	2 mm di Pb fino al soffitto (290 cm)
Pareti B,C,D	a) mattoni forati, laterizi e intonaco b) blocchi in gesso e intonaco (corrispondenti a 0.5÷ 1 mm di Pb)	2 mm di Pb fino al soffitto (290 cm)
Visiva esterna	nessuna	visiva equiv. a 3 mm di Pb
Porta di accesso sala RX	nessuna	2 mm di Pb
Porta di accesso locale Tecnico	nessuna	2 mm di Pb
Passaggio sporco	nessuna	2 mm di Pb
Soffitto (h = 290 cm)	Solaio latero cementizio posato in opera (equivalente a non meno di 2 mm di Pb)	nessuno
Piano di calpestio	Solaio latero cementizio posato in opera (equivalente a non meno di 2 mm di Pb)	nessuno

► Si ritiene che le opere murarie allo stato già esistenti, integrate con quelle previste nel progetto e con le schermature aggiuntive in “*piombo*” riportate nell’ultima colonna delle precedenti due tabelle, costituiscano delle barriere protettive adeguate e tali da garantire il non superamento dei limiti di dose fissati dal D.Lgs 230/95 e s.m.i. sia per ogni categoria di lavoratori eventualmente presenti esternamente alle suddette sale radiologiche, sia per i membri della popolazione, compresi i pazienti e gli eventuali accompagnatori.

► Ai fini della radioprotezione dei lavoratori operanti in sala angiografica si richiede, altresì,:

- l’installazione di una barriera pensile anti-X in vetro da agganciare al soffitto della sala per la protezione del cristallino;
- l’installazione, al di sotto della barriera pensile anti-X, di una tendina anti-X per la protezione del tronco dell’operatore;
- l’installazione, lateralmente al lettino dell’apparecchio angiografico, di una schermatura anti-X per la protezione degli arti inferiori degli operatori.
- l’acquisizione di una barriera mobile in vetro di spessore equivalente a 0.5 mm Pb da posizionare in prossimità del lettino allo scopo di ridurre le dosi ai rimanenti operatori presenti in sala.
- l’installazione, prima dell’inizio delle attività del Linac Agility, di dosimetri ambientali nella zona della S.C. di Radiologia Interventistica posta al di sopra del Linac medesimo.

6 – STIMA PREVENTIVA della DOSE EFFICACE e DELLA DOSE EQUIVALENTE

6.1 – Personale direttamente addetto all’impiego delle apparecchiature radiologiche

Si premette che nella esecuzione delle pratiche di radiologia interventistica agli operatori presenti in sala durante l’erogazione dei raggi X è prescritto di indossare i dispositivi di protezione individuali loro assegnati, ovvero camice anti-X con spessore equivalente a 0.5 mm di Pb, collarino per la protezione della tiroide ed occhiali anti-X.

Poiché la medesima attività, anche in termini di carico di lavoro, era già in precedenza svolta dagli stessi operatori mediante un apparecchio RX fisso con arco a C sempre in dotazione alla S.C. di Radiologia Interventistica ed avente caratteristiche non dissimili da quelli in fase di acquisizione, per il personale direttamente coinvolto nella esecuzione di pratiche di radiologia interventistica (medico radiologo, anestesista, infermiere e TSRM) si confermano le valutazioni di dose già in precedenza effettuate. Tali valutazioni, che sono consistenti con il non superamento dei limiti di dose fissati per i lavoratori esposti, tengono conto sia dell’attività svolta nelle normali condizioni di lavoro che del contributo di dose derivante da esposizioni potenziali dovute ad eventi anomali e/o malfunzionamenti.

6.2 - Personale non coinvolto in attività con rischio di esposizione alle radiazioni ionizzanti

Il personale non coinvolto direttamente in attività che prevedono l’impiego delle apparecchiature radiogene non dovrà accedere alle aree di impiego delle apparecchiature medesime (*Zone Classificate*) quando esse erogano raggi X. Pertanto, in conseguenza delle attività radiologiche svolte presso l’Istituto Pascale, si valuta che per il suddetto personale si abbia un incremento di dose inferiore ad un decimo del limite di dose efficace annuale previsto per le persone del pubblico (< 0.1 mSv/anno), avendo considerato, in tale valutazione, anche il contributo di dose derivante da esposizioni potenziali dovute ad eventi anomali e/o malfunzionamenti.

6.3 - Persone del Pubblico, pazienti ed accompagnatori

Per quanto concerne le persone del pubblico, intendendo per esse gli individui che si trovano al di fuori del perimetro dell’Istituto Pascale, le valutazioni preventive indicano che l’incremento di dose efficace dovuto all’esercizio degli apparecchi RX oggetto della presente relazione nonché di quelli allo stato già detenuti ed utilizzati nell’Istituto, risulta inferiore a 0.01 mSv/anno, ovvero priva di rilevanza radiologica.

Per quanto concerne i pazienti in attesa dell’effettuazione dell’esame ed i loro eventuali accompagnatori, in ragione delle ipotesi ampiamente conservative assunte, le valutazioni preventive indicano che l’incremento di dose efficace dovuto all’esercizio degli apparecchi RX oggetto della presente relazione nonché di quelli allo stato già detenuti ed utilizzati presso l’Istituto Pascale,

risulta ragionevolmente al di sotto dell'obiettivo di progetto e praticamente non rilevante radiologicamente (inferiore a 0.01 mSv/anno).

Sulla base della tipologia di apparecchiature radiologiche che si andrà ad utilizzare, dell'attività prevista e della rilevanza radiologica delle attività medesime, le valutazioni eseguite portano a ritenere che non sussistano i presupposti per l'individuazione di un *gruppo di riferimento della popolazione*.

7 - CLASSIFICAZIONE delle AREE e del PERSONALE, DISPOSITIVI DI PROTEZIONE INDIVIDUALI, SORVEGLIANZA SANITARIA, FREQUENZA delle VALUTAZIONI

7.1 Classificazione delle Zone (art. 80 c.1a D.Lgs. 230/95 e s.m.i.)

Sulla base del carico di lavoro dichiarato, delle procedure di esecuzione delle indagini e delle valutazioni eseguite, si conclude che lo spazio circostante ciascuno dei due apparecchi radiologici oggetto di questa relazione si configura come *Zona Controllata*, quest'ultima essendo confinabile entro il perimetro di ciascuna sala radiologica stessa, quest'ultimo costituito da pareti in muratura e schermature con pannelli in piombo. Dunque:

▶ Sala Artis Zeego: classificata *Zona Controllata*

▶ Sala Artis Zee: classificata *Zona Controllata*

Ciascuna delle sale radiologiche sopra indicate dovrà essere segnalata da apposita cartellonistica e l'accesso alle stesse sarà regolamentato dalle *norme interne di protezione e sicurezza* che dovranno essere affisse in sala in modo da essere sempre consultabili da ciascun lavoratore.

Con l'apparecchiatura RX in condizioni di non erogazione di raggi X, l'accesso alla sala in cui verrà collocata l'apparecchiatura stessa non sarà soggetto ad alcun vincolo radioprotezionistico.

Sulla base delle caratteristiche degli apparecchi RX oggetto della presente relazione e delle valutazioni eseguite, si ritiene che non sussistano i presupposti per la individuazione di "*Zone Sorvegliate*". Pertanto, tutti gli ambienti della S.C. di Radiologia Interventistica, della S.C. di Radiodiagnostica I e del Blocco Operatorio confinanti con le due sale radiologiche in cui sono detenuti gli apparecchi RX oggetto della presente relazione, sono da considerarsi "*Zone a libero accesso*", senza alcun vincolo dal punto di vista radioprotezionistico. Fanno eccezione alcuni locali della sottostante S.C. di Radioterapia per i quali, ancorché non vi siano vincoli radio protezionistici in relazione alle attività di radiologia interventistica, gli Esperti Qualificati addetti, in ragione delle apparecchiature radioterapiche (Linac) in essi detenute ed utilizzate, hanno proceduto ad una classificazione in *Zone Controllate* e *Zone Sorvegliate*.

