

# **GUÍA FORMATIVA DEL RESIDENTE DE RADIOFÍSICA HOSPITALARIA**

**Unidad Docente de Radiofísica Hospitalaria**

**Jefe de Unidad Docente: Miguel Herrador Córdoba**

**Tutores: Montserrat Baeza Trujillo**

**Gerardo Sánchez Carmona**

**Hospitales Universitarios Virgen del Rocío**

**Aprobado en Comisión de docencia con fecha 26-Abril-2016**

## ÍNDICE

	Pag
<b>1. BIENVENIDA</b>	
<b>2. Unidad Docente de</b>	
<b>2.1. Estructura física</b>	
<b>2.2. Organización jerárquica y funcional</b>	
<b>2.3. Cartera de Servicios asistencial</b>	
<b>2.4. Cartera de servicios docente e investigadora</b>	
<b>2.5. Otros</b>	
<b>3. GUÍA DE FORMACIÓN DEL ESPECIALISTA EN</b>	
<b>4. PLAN DE FORMACIÓN DEL RESIDENTE DE</b>	
<b>4.1. Competencias generales a adquirir durante la</b>	
<b>formación</b>	
<b>4.2. Plan de rotaciones</b>	
<b>4.3. Competencias específicas por rotación</b>	
<b>4.4. Rotaciones Externas</b>	
<b>5. GUARDIAS</b>	
<b>6. SESIONES</b>	
<b>7. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN</b>	
<b>8. EVALUACIÓN</b>	
<b>8.1. Del ministerio</b>	
<b>8.2. Propia del Hospital</b>	
<b>8.3. Del Servicio (opcional)</b>	
<b>9. BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA</b>	
<b>10. PLAN INDIVIDUALIZADO DE ROTACIONES</b>	
<b>11. OTROS</b>	

## **1. BIENVENIDA**

### **1.1. Jefe de Servicio**

En los Hospitales Virgen del Rocío trabajan físicos como tales desde 1973. Su primera inclusión como Unidad Asistencial se produce en 1975 de acuerdo con una Resolución del entonces INSALUD. En 1978 se jerarquiza la unidad como Sección y en 1997 adquiere la categoría de Servicio. La evolución de nuestra profesión ha acompañado a la evolución de las tecnologías, puestas al servicio de la medicina, basadas en el uso de las radiaciones ionizantes. No en vano puede decirse que somos los principales garantes del uso seguro y adecuado de las radiaciones ionizantes con fines médicos.

En la actualidad, somos 16 profesionales los que formamos parte del Servicio. Nuestras misiones, valores y cartera de servicios se encuentran publicados en nuestra página web. Estamos acreditados como Unidad Docente para la formación de Especialistas en Radiofísica Hospitalaria desde 1998 y sin temor a equivocarnos podemos decir que entre nuestros mejores logros ocupa un lugar preferente el conjunto de compañeros que se han formado con nosotros, de los que nos sentimos especialmente orgullosos.

Ellos ya terminaron la etapa que vosotros comenzáis ahora. Una etapa ilusionante para vosotros y para nosotros. A lo largo de la misma se producirán cambios en vuestras vidas y en las nuestras: aprender es cambiar y cambiar es vivir. Vivamos pues los tres próximos años a tope para que vuestra preparación sea la mejor posible y cimentemos la esperanza de que cómo dice el refranero “no os acostéis ni un solo día sin haber aprendido algo nuevo”.

No olvidéis en ningún momento quienes van a ser los beneficiarios directos de vuestro trabajo y esfuerzos. Sed bienvenidos y pegaros a vuestros erres anteriores. Yo estaré siempre a vuestra disposición para lo que necesitéis y pueda facilitároslo.

## 1.2. Tutor

¡Bienvenidos!

Aprovechamos este primer paso que dais en vuestra formación como Radiofísicos Hospitalarios para animaros a recorrerla con ilusión y energía. Nuestra profesión esta llena de retos y estímulos continuos, aquí encontrareis un campo de aplicación perfecto para los conocimientos de física adquiridos durante la licenciatura.

Como tutores nos tendréis a vuestro lado durante los próximos tres años, asimismo todo el Servicio de Radiofísica, Jefe de Servicio, facultativos, y el resto del personal participará activamente durante vuestro periodo de formación.

El Servicio también se enriquecerá con vuestras aportaciones, ideas y puntos de vista, vuestro aprendizaje y participación será activo y por tanto nos retroalimentará al resto.

Las competencias que vais a adquirir os permitirán desarrollar vuestra labor profesional correctamente, desempeñando dicha labor de modo que consigáis los mejores resultados posibles.

Finalmente os instamos a que saquéis el máximo rendimiento a vuestra residencia, de modo que esta sea satisfactoria, será un periodo exigente, pero los resultados os proporcionarán la base sólida sobre la que se construirá vuestra carrera profesional.

¡Suerte!

## 2. EL SERVICIO DE RADIOFÍSICA HOSPITALARIA

La Unidad de Radiofísica de los Hospitales Universitarios Virgen del Rocío, puede contemplarse como el resultado de la evolución tecnológica en varios campos, de la medicina asistencial. Concretamente, el incremento del uso de las radiaciones ionizantes tanto en el diagnóstico como en la terapia ha venido acompañado de un considerable aumento en la complejidad de las técnicas y del equipamiento para la aplicación de dicho agente físico; lo cual ha derivado en la necesidad de que profesionales de la física colaboren activa y estrechamente con los médicos.

Paralelamente evolucionan las necesidades y las respuestas en el terreno de la formación postgrado de los físicos que realizan dicha colaboración: cursos específicos, estancias en el extranjero, becas universitarias ..., hasta culminar en la creación en 1997, por parte de los Ministerios de Educación y de Sanidad de una especialidad sanitaria específica denominada Radiofísica Hospitalaria que se cursa por el método MIR, en nuestro caso RHIR.

Actualmente el Servicio de Radiofísica de los Hospitales Universitarios Virgen del Rocío está formado por F.E.A.s de Radiofísica Hospitalaria, Personal Sanitario No Médico y RHIRs. Se ubica en el Hospital General y constituye además el Servicio de Protección Radiológica del propio centro y su área, del hospital y área de Osuna y de 14 centros de atención primaria de Sevilla y provincia que poseen instalaciones radiológicas. En el desarrollo de las funciones específicas de protección radiológica depende directamente del titular de las instalaciones (Servicio Andaluz de Salud representado por el Director Gerente o de Distrito correspondiente).

Como Unidad Docente para la formación de Especialistas en Radiofísica arrancamos en 1998. Los radiofísicos formados en nuestro hospital se encuentran trabajando satisfactoriamente en centros públicos y privados de toda España.

Los miembros del Servicio de Radiofísica forman parte de la Sociedad Española de Física Médica (SEFM), la mayoría también de la Sociedad Española de Protección Radiológica (SEPR) y de la Sociedad Andaluza de Radiofísica Hospitalaria (SARH). Algunos pertenecen a Sociedades Europeas y otros a Sociedades Españolas y Andaluzas de Medicina Nuclear, Radiología o Radioterapia. Los RHIRs se incorporan a estas sociedades profesionales participando activamente en sus congresos y reuniones científicas.

Actualmente el Servicio cuenta con el Grupo de Investigación catalogado en el PAI como Grupo de Física Médica de los H.U. Virgen del Rocío y desarrolla un proyecto de investigación financiado por la Consejería de Salud.

### **2.1. Estructura física**

El Servicio de Radiofísica está ubicado en el Ala Norte de la Planta Baja del Hospital General de los H.U. Virgen del Rocío.

Cuenta con cinco despachos, dos laboratorios y una secretaria. Distribuidos todos ellos a lo largo de un pasillo.

También dispone de dependencias en el sótano del citado Hospital General, donde se encuentran un laboratorio de gestión y control de residuos radiactivos y tres habitaciones para el almacenamiento de los mismos y en el Hospital Duque del Infantado, donde hay un despacho - laboratorio.

### **2.2. Organización jerárquica y funcional (incluir asignación de residentes a tutores)**

Miembros del Servicio:

Jefe de Servicio y de la unidad docente:

Dr. D. Miguel Herrador Córdoba

Facultativos:

D<sup>a</sup>. Montserrat Baeza Trujillo -Tutora de Residentes

D<sup>a</sup>. María Carrasco Herrera

D. Amadeo Gómez Puerto

D. Florencio Javier Luis Simon

Dr. D. Juan Carlos Mateos Pérez

D. Alejandro Santos Rubio

D. Gerardo Sánchez Carmona -Tutor de Residentes

D. Santiago Velázquez Miranda

Residentes:

D. Felipe Derecho Torres (3er año)

D. Ricardo Dorado Dorado (3er año)

D. Carlos Baeza Monedero (1er año)

Personal de enfermería:

D<sup>a</sup> Emilia Aranda Rodríguez (T.E.R.)

D<sup>a</sup> M. Dolores Hernández Camacho (T.E.R.)

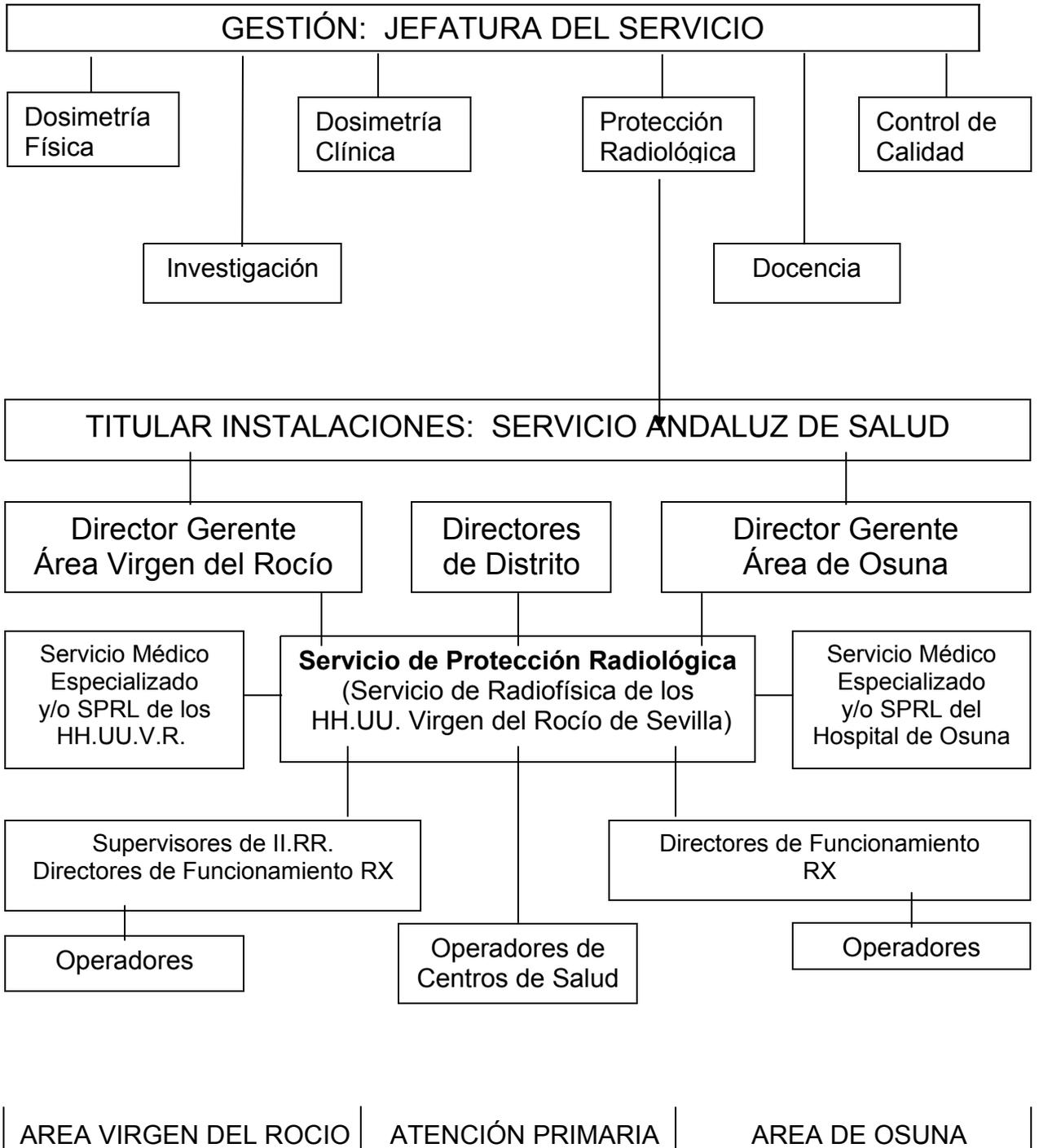
D<sup>a</sup> María Sillero López (T.E.R.)

D<sup>a</sup> Alicia Reyes Brenes (T.E.R.)

Administrativo:

D. Joaquín Naranjo Carrillo

### CUADRO ORGANIZATIVO



### 2.3. Cartera de Servicios Asistencial

Las misiones encomendadas al especialista en radiofísica hospitalaria en el seno de un hospital pueden resumirse en la siguientes:

La planificación, aplicación e investigación de las técnicas y procedimientos de la Física utilizados en los exámenes y tratamientos médicos con radiaciones.

La caracterización, aceptación, puesta en marcha y control de calidad de los equipos e instalaciones empleados en dichos exámenes y tratamientos.

La protección radiológica de los afectados: pacientes, profesionales, y público en general.

La gestión más eficiente de los recursos disponibles teniendo siempre presente que el ciudadano constituye el eje de la Unidad.

De aquí se deriva la cartera de servicios que a continuación se describe

Referidos a pacientes diagnosticados o tratados con isótopos radiactivos no encapsulados:

- Estimación de dosis en órganos de interés.
- Supervisión de tratamientos y alta radiológica de los pacientes.
- Información a pacientes, familiares, personas próximas y voluntarios en protección radiológica.
- Gestión de dosis de radiación en pacientes ingresados.
- Gestión de residuos y efluentes biológicos contaminados con radionúclidos.

Referidos a pacientes sometidos a pruebas diagnósticas con rayos X o a intervenciones con su apoyo:

- Estimación de dosis en órganos de interés para exploraciones tipo.

- Estimaciones de dosis individualizadas para pacientes normales o críticos desde el punto de vista de la protección radiológica.
- Asesoramiento para la justificación.
- Información a pacientes, familiares, personas próximas y voluntarios en protección radiológica.

Referidos a pacientes sometidos a tratamientos radioterápicos:

- Planificación y dosimetría clínica 3D con fotones y electrones de varias energías, con campos simples, conformados y multiláminas. Técnicas especiales. Dosimetría in vivo para control de tratamiento. Puesta en tratamiento. Verificaciones. Cálculos radiobiológicos.
- Planificación y dosimetría clínica en braquiterapia de alta tasa y control radiográfico del posicionamiento de la fuente. Planificación en tiempo real o en preplanning de tratamientos de próstata con semillas radiactivas. Verificación y postplanning. Dosis en órganos críticos.
- Informes dosimétricos.

Referidos a aparatos o fuentes productoras de radiación (aceleradores lineales, equipos productores de rayos X de todo tipo, isótopos radiactivos, residuos y efluentes radiactivos; nuestras actuaciones tienen significado radiológico, esto es: nos centramos en conocer y controlar el agente que aplicamos al paciente y su interacción con éste)

- Especificaciones técnicas y selección de equipamiento, pruebas de aceptación, de referencia, de estado y periódicas de control de calidad.
- Vigilancia de las condiciones de seguridad en su funcionamiento.
- Operaciones de dosimetría o caracterización de haces y fuentes.
- Registros e informes

Referidos a equipos detectores de radiación (gammacámaras, sistemas de imagen, equipos para dosimetría física de unidades de tratamiento con radiaciones ionizantes, monitores ...)

- Especificaciones técnicas y selección de equipamiento.
- Pruebas de aceptación, de referencia, de estado y periódicas de control de calidad.
- Registros e informes

#### Referidos a instalaciones radiactivas y de rayos X

- Diseño, blindaje, procedimientos de p.r. y documentación para su legalización.
- Vigilancia en construcción, comprobación de sistemas de seguridad y pruebas de aceptación.
- Pruebas de referencia, de estado y de control de calidad periódicas.
- Vigilancia radiológica y del cumplimiento de los requisitos legales para su funcionamiento.
- Control de adquisición de fuentes radiactivas y gestión de residuos y efluentes radiactivos.
- Registros e informes

#### Referidos al trabajo con radiaciones ionizantes de los profesionales (tareas enmarcables en prevención de la salud de los profesionales sanitarios)

- Clasificación de puestos de trabajo, vigilancia de las condiciones de seguridad en los mismos y de las técnicas utilizadas. Clasificación y señalización de zonas.
- Clasificación de trabajadores, dosimetría personal e historiales dosimétricos.
- Elaboración de normas y procedimientos de protección radiológica.
- Gestión de licencias y acreditaciones.
- Certificaciones de dosis ocupacional. Certificados de experto en protección radiológica.
- Registros e informes.

## 2.4. Cartera de Servicio Docente e Investigadora

### Actividad científica

F.J. Luis, M. Herrador, Baeza M., Carrasco M., Velázquez S. et al.  
Capacitación de Supervisores de Instalaciones Radiactivas de Radioterapia y Medicina Nuclear.

ISBN: 978-1-326-23982-4, año 2015

Libro Completo.

M.A. Carrasco, M. Perucha, F.J. Luis, M. Baeza, M. Herrador.

A comparison between radiochromic EBT2 film model and its predecessor EBT film model.

Physics Medica:European Journal of Medical Physics. V 29, Issue 24, 412 – 422, Año 2012

F.J.Luis, R. Alvarez, M. Perucha, A. Agudo, G. Sánchez, R. Vaquez, M. Herrador

Contribución a la dosis efectiva recibida por los pacientes en las exploraciones diagnósticas en medicina nuclear con un SPECT-CT por el uso de tomografía computarizada.

Revista Española de Medicina Nuclear, vol 29, Sup 1, 2010 Artículo

M.D. Casal, M. Jiménez, A. Ureña, G. Sánchez, M. Herrador

Estudio dosimétrico en equipos de TC monocorte en pacientes adultos y pediátricos, y su aplicación en niños con enfermedades neuronales crónicas.

Radioprotección. Vol XVII, nº63, 19-24, 2010

Artículo.

F.J. Luis, M. Herrador, V. González, A. Gómez

La irradiación corporal total para el trasplante de médula ósea

Actualizaciones en trasplantes 2007

ISBN: 84-690-1311-4; 149-155, Año 2007

Capítulo de libro

P. Cabrera, J.C. Mateos, M. Herrador, M.J. Ortiz

Estudio de los efectos de las prótesis metálicas en tratamientos radioterápicos en irradiación pélvica

Radioprotección, Vol XIII, nº 49, 193-195, 2006

Artículo

A. Ureña, A. Santos, F.J. Luis, G. Sánchez, M. Herrador

Diferencias en las dosis absorbidas en los órganos de riesgo y volumen tumoral de planificación (PTV) en tratamientos de pulmón usando dos algoritmos de cálculo diferentes: pñsil beam y collapsed cone

Radioprotección, Vol XIII, nº 49, 187-189, 2006

Artículo

G. Sánchez, A. Ureña, A. Santos, G. Haro, M. Herrador

Influencia del uso de un protector ocular de bismuto sobre el índice de dosis TC y el ruido de la imagen en un protocolo de cráneo estándar

Radioprotección, Vol XIII, nº 49, 56-58, 2006

Artículo

Santos-Rubio A, Sánchez-Carmona G, González-Torres I, Carbajo-Chaves J, Luis-Simón FJ, Herrador-Córdoba M.

Control y seguimiento de la actividad de los tanques de residuos líquidos de la unidad de terapia metabólica de los Hospitales Universitarios Virgen del Rocío.

Radioprotección, Vol XII, nº 45, 330-331, 2005

Sánchez-Carmona G, Luis-Simón FJ, Herrador-Córdoba M, Haro-Madero G, Santos-Rubio A  
Influencia en el espesor del blindaje de la distribución de tensiones máximas en salas convencionales de radiodiagnóstico  
Radioprotección, Vol XII, nº 45, 56-57, 2005

Se han realizado en los últimos cinco años mas de treinta comunicaciones a congresos nacionales e internacionales.

#### Actividad investigadora

En el seno del Servicio está formado y registrado el grupo de investigación denominado Física Médica Virgen del Rocío, en el marco del Plan Andaluz de Investigación y cuyo registro es CTS-457.

Proyecto de investigación “Planes radiobiológicos en el tratamiento del cáncer”, cuyo código es PI-0264/2008 siendo la Consejería de Salud la Agencia Financiadora.

Principales líneas de investigación, Radiobiología clínica, simulación Monte Carlo, estimación de dosis con rayos X en procedimientos diagnósticos. Actividad docente.

#### Formación pregrado:

- Docencia de primer ciclo de la Facultad de Medicina en Medicina y en Biomedicina Básica y Experimental. (Física Médica).
- Docencia en la facultad de Odontología (Protección Radiológica).
- Colaboración en la formación de técnicos superiores especialistas en radioterapia.

#### Formación postgrado:

- Formación reglada de especialistas en radiofísica hospitalaria.
- Capacitación de supervisores y de operadores de instalaciones radiactivas médicas.
- Capacitación de profesionales para dirigir u operar instalaciones de radiodiagnóstico médico.
- Rotaciones de especialistas en formación de otras especialidades.

- Formación en protección radiológica de residentes.
- Formación de segundo nivel en protección radiológica para procedimientos intervencionistas.

Formación continuada:

- Formación e información en materia de protección radiológica para profesionales sanitarios.
- Colaboración en la formación relacionada con la seguridad del paciente.

## 2.5. Otros (Opcional)

Instrumentación propia del Servicio de Radiofísica

- Sistema Barracuda con detector multipropósito.
- Maniquí Catphan 600
- Multímetros PMX-I/ R, PMX-I/M, PMX-I/CT, PMX-I/D.
- Dosímetro Solidose 102.
- Sistema Barracuda completo.
- Maniquí de calidad de imagen Test de Leeds TOR18FG.
- Maniquí de calidad de imagen Test de Leeds CDR.
- Maniquí de calidad de imagen (mamografía) CIRS 11<sup>a</sup>.
- Maniquí de resolución espacial en mamografía 07-503.
- Maniquí de calidad de imagen CATPHAN 600
- Maniquí de calidad de imagen (radiología digital) CDRAD 2.0
- Maniquí de calidad de imagen (mamografía digital) PASMAM
- Maniquí de calidad de imagen ETR1
- Maniquíes de 16 y 32 cms para la medida del CTDI en TC
- Fotómetro de Quantum Instruments
- Fuente de estabilidad de Sr90 Scanditronix-W tipo CDC
- Fuente de estabilidad de Sr90 Scanditronix-W tipo CDP
- Electrómetro PRECITRON AB Janus A. S/N 414
- 3 Cámaras de ionización cilíndrica.- 0,6cc
- 2 Cámaras de ionización plana Scanditronix-W PPC40.
- Electrómetro Scanditronix-W DOSE 1
- Electrómetro INOVISION/KEITHLEY 35040.
- Electrómetro PTW Unidos.
- Cámara de ionización plana NACP-01.
- 3 Electrómetros Victoreen Double Check 7200.
- Cámaras Scanditronix/Wellhöfer IC-15.
- Sistema Blue Phantom, Unidad de control y electrómetro CU 500E
- Cámaras Scanditronix/Wellhöfer CC-13.
- Maniquí de agua automatizado para dosimetría absoluta Sc-W, WP1D

- Array de detectores Schuster GbmH BMS-96
- Array de detectores Scanditronix-W LDA-99 N/S DEE300-1005
- Maniquí de agua sólida (30 láminas)
- Cámara VICTOREEN 580-006.DFA50 Electrómetro NE Technology 2640A
- Cámara de transmisión NE Technology 2642A.
- Electrómetro RADCAL 9010
- Cámara 10X5-6, S/N 16236 para RADCAL 9010
- Cámara 10X5-6M, S/N 8624 para RADCAL 9010
- Cámara 10X5-3CT, S/N 8530 para RADCAL 9010
- Cámara 10X5-60, S/N 9393 para RADCAL 9010
- Cámara 10X5-1800, S/N 9985 para RADCAL 9010
- Electrómetro RADCAL 2025.
- Ratímetro.- NE.- RM5 Sonda BP3/2 S/N 946
- Monitor portátil Nardeux Loches Babyline 61 E508A
- Monitor portátil.- Keithley.- M36150
- Monitor portátil Victoreen 450-P-DE-SI
- Monitor portátil Victoreen 451P
- Espectrómetro multicanal EURISYS SACE SPECT
- Activímetro Atomlab 100
- Electrómetro y detector de pozo Standard-Imaging
- PRA51 Detector portátil de contaminación superficial Berthold LB122
- Detector portátil de contaminación superficial Berthold LB 123
- Monitor fijo de contaminación P/M.- Berthold LB-1043B
- Monitor ambiental Berthold Microgamma LB111
- Monitor de área Técnicas Radiofísicas MR-870 D
- Monitor de área BS Electrónica MR870
- Monitor de área Mini Instrument Ltd 7-10
- Dosímetros personales Toshpe
- 2 Dosímetros personales DMC 2000 XB de MGP Instruments

#### Equipamiento relacionado con la dosimetría clínica

- Sistemas de planificación ONCENTRA MASTER PLAN (4+2 puestos de trabajo, telerradioterapia)
- Sistema de Planificación Eclipse v 10 ( 2 + 1 puestos de trabajo).
- Sistema de planificación BraquiVisión (alta tasa)
- Sistema de planificación Variseed (braquiterapia prostática)
- Sistema de planificación ADAC-PINNACLE (1+1 puestos de trabajo)
- Sistema de dosimetría in vivo con detectores mosfet THOMSON/NI N/S 571
- Maniquí de IMRT para MOSFET mod. TN-RD-52
- Maniquí antropomórfico RANDO
- Scanner Epson 1000-XL
- Películas radiocrómicas GAFCROMIC EBT

- Películas radiográficas KODAK EDR2

Otro equipamiento de interés del Servicio de Radiofísica

- 13 PCs personales Pentium 4 a 3 GHz o superior
- 1 Estación de trabajo con 4 microprocesadores para investigación

Las particularidades características de nuestra Unidad en tanto a prestadora de servicio a otras unidades (clientes internos) hacen que su dimensionamiento se relacione no solo con el equipamiento propio sino también con el correspondiente a dichos clientes. Por ello a incluimos a continuación todo el equipamiento del Hospital que utiliza radiaciones para el tratamiento y/o diagnóstico e investigación.

Equipamiento del H.U.V.R. para el tratamiento con radiaciones ionizantes (Servicio de Radioterapia)

- 2 Aceleradores lineales Varian 600C monoenergéticos (fotones 6MV), uno de ellos con colimador multiláminas y capacidad para realizar tratamientos de intensidad modulada.
- Acelerador lineal Varian 2100C, multienergético (fotones de 6MV y 18 MV, electrones de 6,9,12,15,18 MeV) con colimador multiláminas, dispositivo electrónico de imagen portal y capacidad para realizar tratamientos de intensidad modulada.
- Acelerador Elekta Synergy, multienergético (fotones de 6 MV y 15 MV, electrones de 6,9,12,15,18 MeV), con colimador multiláminas, dispositivo electrónico de imagen portal, imagen guiada, y capacidad para realizar tratamientos con intensidad modulada y terapia volumétrica rotacional.
- Acelerador Varian RapidArc, multienergético (fotones de 6 MV y 15 MV, electrones de 6,9,12,15,18 MeV), con colimador multiláminas, dispositivo electrónico de imagen portal, imagen guiada, y capacidad para realizar tratamientos con intensidad modulada y terapia volumétrica rotacional.
- Equipo de alta tasa, varisource 200.
- Sistema de implantes de semillas de 125I para próstata.

- Irradiador biológico.

Equipamiento del H.U.V.R. para la obtención de imágenes con radionúclidos y/o rayos X (Servicio de Medicina Nuclear)

- Gammacámara Spect de doble cabezal (Philips Picker)
- Gammacámara Spect de doble cabezal (Siemens ECAM)
- Gammacámara Spect de doble cabezal (Siemens Symbia)
- Gammacámara Spect - TC de doble cabezal (Siemens Symbia T6)
- PET - TC (Siemens Biograph 16)
- Densitómetro (Hologic Explorer QDR)
- Contadores RIA (Packard Cobra y Packard Riastar)
- Detección de captación tiroidea (Siemens Thyreomat)
- Detección del ganglio centinela.

Equipamiento del H.U.V.R. y resto del área de Protección Radiológica Sevilla I, para la obtención de imágenes con rayos X (Servicio de Radiodiagnóstico)

- 11 TC multicorte.
- 10 Mamógrafos.
- 7 Telemandos.
- 5 Equipos vasculares y hemodinámica.
- 42 equipos de radiología convencional, mediante película radiográfica, radiografía computarizada y digital mediante silicio amorfo.
- 14 equipos portátiles.
- 5 ortopantomógrafos.
- 18 equipos dentales intraorales.
- 17 equipos radioquirúrgicos.

**3. GUÍA DE FORMACIÓN DEL ESPECIALISTA EN RADIOFISICA  
HOSPITALARIA**

**PROGRAMA DE FORMACIÓN  
DE LA ESPECIALIDAD DE  
RADIOFÍSICA HOSPITALARIA  
(3 AÑOS)**

Comisión Nacional de la Especialidad de Radiofísica Hospitalaria

# Índice

<b>1. Denominación oficial de la especialidad y requisitos.....</b>	
<b>2. Introducción.....</b>	
<b>3. Definición de la especialidad y campo de acción.....</b>	
<b>4. Estructura de la formación.....</b>	
<b>5. Objetivo general de la formación .....</b>	
<b>6. Programa de formación .....</b>	
<b>6.1. Formación teórica.....</b>	
6.1.1. Conocimientos básicos comunes a todas las áreas .....	
6.1.1.1. Ampliación de Física de radiaciones .....	
6.1.1.2. Metrología y Dosimetría de las radiaciones. Técnicas e instrumentación .....	
6.1.1.3. Fundamentos de Anatomía y Fisiología humanas y Oncología .....	
6.1.1.4. Fundamentos de Radiobiología .....	
6.1.1.5. Fundamentos de la imagen médica.....	
6.1.1.6. Estadística .....	
6.1.1.7. Fundamentos sobre garantía y control de calidad.....	
6.1.2. Conocimientos específicos del área de protección radiológica.....	
6.1.3. Conocimientos específicos del área de terapia con radiaciones .....	
6.1.3.1. Radioterapia externa.....	
Equipos de tratamiento e imagen.....	
Dosimetría física.....	
Adquisición de datos del paciente.....	
Sistemas de planificación y cálculo de dosis. Dosimetría clínica .....	
Técnicas de radioterapia externa .....	
Verificación de tratamientos.....	
Garantía y control de calidad.....	
6.1.3.2. Braquiterapia .....	
Equipos.....	
Especificación de fuentes .....	
Técnicas de tratamiento.....	
Planificación de tratamientos y cálculo de dosis .....	
Garantía y control de calidad.....	
6.1.3.3. Tratamientos con fuentes no encapsuladas .....	
6.1.4. Conocimientos específicos del área de diagnóstico por la imagen.....	
6.1.4.1. Radiodiagnóstico .....	
Fundamentos.....	
Equipos.....	
Dosimetría física.....	
Garantía y control de calidad.....	
Dosimetría de pacientes .....	
6.1.4.2. Medicina Nuclear.....	
Fundamentos.....	
Equipos.....	
Garantía y control de calidad.....	
Dosimetría de pacientes .....	
6.1.4.3. Fundamentos de Ultrasonidos.....	
6.1.4.4. Fundamentos de Resonancia Magnética .....	
6.1.5. Conocimientos específicos en otros usos de las radiaciones .....	
6.1.5.1. Radiaciones ionizantes en los laboratorios y centros de investigación.....	
6.1.5.2. Radiaciones no ionizantes en fisioterapia y rehabilitación.....	
<b>6.2. Formación práctica.....</b>	
6.2.1. Actividades requeridas para el aprendizaje en el área de conocimientos básicos .....	
6.2.1.1. Metrología y Dosimetría de las radiaciones. Técnicas e instrumentación .....	
6.2.1.2. Principios de Radiobiología clínica.....	
6.2.1.3. Imagen.....	
6.2.1.4. Estadística .....	
6.2.1.5. Garantía y control de calidad.....	

6.2.2. Actividades requeridas para el aprendizaje en el área de protección radiológica .....	
6.2.3. Actividades requeridas para el aprendizaje en el área de terapia con radiaciones .....	
6.2.3.1. Radioterapia Externa .....	
Equipos de tratamiento e imagen.....	
Dosimetría física de haces de tratamiento convencionales .....	
Adquisición de datos de pacientes.....	
Sistemas de Planificación y cálculo de tratamientos. Dosimetría clínica.....	
Puesta en práctica de la planificación.....	
Verificación de tratamientos.....	
Garantía y control de calidad.....	
6.2.3.2. Braquiterapia .....	
Equipos.....	
Especificación de las fuentes .....	
Técnicas de tratamiento.....	
Planificación del tratamiento y cálculo de dosis .....	
Garantía y control de calidad.....	
6.2.3.3. Tratamientos con fuentes no encapsuladas .....	
6.2.4. Actividades requeridas para el aprendizaje en el área de diagnóstico por la imagen .....	
6.2.4.1. Radiodiagnóstico .....	
Equipos.....	
Dosimetría física.....	
Garantía y control de calidad.....	
Dosimetría de pacientes .....	
6.2.4.2. Medicina Nuclear.....	
Equipos.....	
Garantía y control de calidad.....	
Dosimetría de pacientes .....	
6.2.5. Actividades requeridas para el aprendizaje en otros usos de las radiaciones .....	
6.2.5.1. Radiaciones ionizantes en los laboratorios y centros de investigación.....	
<b>6.3. Actividades complementarias .....</b>	
6.3.1. Organización y gestión hospitalarias .....	
6.3.2. Docencia e investigación .....	
6.3.3. Ética profesional.....	
<b>7. Evaluación del proceso docente.....</b>	

## 1. Denominación oficial de la especialidad y requisitos

Denominación: Radiofísica Hospitalaria

Duración: 3 años

Requisitos: Físico, con una formación universitaria acreditada de 300 créditos ECTS

## 2. Introducción

Desde la publicación en 1996 de la primera versión del programa de formación en Radiofísica Hospitalaria, se ha producido una evolución significativa de esta especialidad.

A la vez que se hace necesaria la inclusión de nuevos contenidos en la formación, los desarrollos técnicos obligan a una revisión de los que se han impartido desde un principio para adaptarlos a las novedades de la práctica de la profesión.

El presente programa de formación pretende dar respuesta a esta evolución. El texto fija los conocimientos teóricos y las actividades prácticas que el residente debe realizar con el fin de que adquiera las habilidades necesarias para el ejercicio de la Radiofísica Hospitalaria.

## 3. Definición de la especialidad y campo de acción

La Física Médica (FM), en el más amplio sentido, es la ciencia que se ocupa de las aplicaciones de la Física a la Medicina. Es difícil concebir cualquier función fisiológica que no esté relacionada con la Física, ni parámetro clínico que no requiera la Física para su medida.

Dentro del amplísimo campo de la FM, la Radiofísica Hospitalaria (RFH) es la Especialidad Sanitaria que comprende la aplicación de los conceptos, leyes, modelos, agentes y métodos propios de la Física de radiaciones a la prevención, diagnóstico y tratamiento de las enfermedades, desempeñando una importante función en la asistencia médica, en la investigación biomédica y en la optimización de algunas actividades sanitarias.

El campo de acción de la RFH se enmarca en la asistencia médica especializada, e impone que los especialistas tengan competencia en la dosimetría de las radiaciones, el control de calidad de equipos e instalaciones empleados en diagnóstico y terapia con radiaciones, en el diseño, planificación y cálculo de todos los tratamientos de los pacientes y en la protección radiológica de las personas afectadas.

La especialidad de RFH que se describe en este programa incluye, aparte de otros aspectos, los de la formación del Experto en Física Médica que se cita en la directiva 97/43/EURATOM.

## 4. Estructura de la formación

Los aspirantes a Residentes en RFH, que pueden proceder de distintas Facultades de Ciencias o Escuelas Técnicas Superiores, deberán partir de una sólida formación universitaria en Física que incluya, al menos, las siguientes materias: física fundamental, física cuántica, física de radiaciones, matemáticas superiores, física atómica y nuclear avanzada, física de materiales, físico-química, electricidad y magnetismo, electrónica, informática y estadística.

La formación de los residentes de RFH tiene que ser una formación global que abarque los conocimientos teóricos de los temas propios de la especialidad, las habilidades prácticas que se adquieren por su incorporación a las actividades diarias del Servicio donde realizan su aprendizaje, y el conocimiento de temas y actividades complementarias que son herramientas científicas o profesionales que les deben servir para el desarrollo de su trabajo.

Como tales conocimientos y actividades complementarias se consideran la Estadística e Informática médicas que se incluyen en los conocimientos básicos comunes a todas las áreas de la especialidad, la Ética Profesional, la Organización Hospitalaria y Gestión de Servicios o Unidades, y la Docencia e Investigación, a lo que se dedica un apartado específico en este programa. El desarrollo de estas actividades se hará paralelo al de las áreas fundamentales de la especialidad e incluido en ellas.

El aprendizaje teórico y práctico abarcará las siguientes áreas:

- Protección radiológica
- Terapia con radiaciones
- Diagnóstico por imagen
- Otros usos de las radiaciones

Se recomienda que la distribución del tiempo se haga de la forma siguiente:

- Radioterapia: 18 meses
- Radiodiagnóstico, Resonancia Magnética y Ultrasonidos: 9 meses
- Medicina Nuclear, Protección Radiológica y otros usos de las radiaciones: 9 meses

En cuanto a la cronología, cada Unidad Docente decidirá, en función de sus características y organización, el modo y secuencia de la formación en las distintas áreas.

## 5. Objetivo general de la formación

El objetivo de la formación del especialista en RFH es garantizar que, en su periodo de residencia, adquiera conocimientos y habilidades que le garanticen su competencia en todas las áreas de la especialidad. Es, por tanto, una formación global que abarca los conocimientos teóricos y la formación práctica.

El programa teórico se ajustará al temario que se incluye a continuación y comprende todas las áreas de competencia de la especialidad. Los conocimientos necesarios se adquirirán mediante el uso de una bibliografía básica, la asistencia a cursos especialmente recomendados por Sociedades Científicas tanto nacionales como internacionales, una acción tutorial y la asistencia a congresos, seminarios, talleres, sesiones científicas, etc., dentro de la propia Unidad Docente y en el exterior.

La asistencia a los cursos recomendados por Sociedades Científicas, deberá sumar, al finalizar el periodo de residencia, un mínimo de 12 créditos ECTS.

El programa práctico se realizará en Unidades Docentes bajo la supervisión de especialistas en Radiofísica y abarcará todos los aspectos de la práctica diaria de esta especialidad, incluidas las actividades en atención continuada. El residente en RFH, al terminar su periodo de formación, conocerá las bases físicas de las aplicaciones terapéuticas, diagnósticas y de investigación de las radiaciones en el ámbito sanitario, así como los principios de funcionamiento de los equipos utilizados para ello y habrá adquirido la experiencia suficiente para desarrollar sus funciones de forma autónoma.

## 6. Programa de formación

### 6.1. Formación teórica

#### **6.1.1. Conocimientos básicos comunes a todas las áreas**

*Objetivo general:*

- Adquirir la base científica de aplicación general que posibilitará el desarrollo del trabajo del radiofísico y que le proporcionará herramientas específicas para la solución de los problemas de su especialidad

##### **6.1.1.1. Ampliación de Física de radiaciones**

*Objetivo específico:*

- Dominar el conocimiento de la estructura de la materia, de las radiaciones y de las interacciones entre ambas

*Contenidos:*

- Estructura de la materia
- Radiaciones ionizantes y no-ionizantes
- Radiactividad
- Interacción de la radiación con la materia (fotones y partículas)
- Efectos físicos de la radiación

##### **6.1.1.2. Metrología y Dosimetría de las radiaciones. Técnicas e instrumentación**

*Objetivos específicos:*

- Conocer los fundamentos de la metrología y la teoría de la medida en general, y los de la dosimetría de las radiaciones en particular
- Adquirir los conocimientos necesarios para saber elegir correctamente el instrumento necesario en cada caso e interpretar de forma adecuada los resultados

*Contenidos:*

- Fundamentos de Metrología
- Teoría de la medida. Incertidumbres y tolerancias
- Sistemas de medida. Técnicas e instrumentos
- Concepto de dosis y kerma
- Teoría de la cavidad de Bragg-Gray
- Magnitudes dosimétricas y sus relaciones
- Bases físicas de los diferentes sistemas de medida de la radiación: calorimetría, dosimetría química, detectores de gas, cámaras de ionización, detectores de centelleo, dosímetros de termoluminiscencia, semiconductores, dosimetría fotográfica, dosímetros portales, dosimetría por geles ....
- Sistemas de dosimetría utilizados en la práctica hospitalaria

### **6.1.1.3. Fundamentos de Anatomía y Fisiología humanas y Oncología**

#### *Objetivos específicos:*

- Conocer la terminología médica relacionada con la especialidad e identificar las estructuras anatómicas en las modalidades de imagen que se utilicen
- Conocer la justificación de los diferentes procedimientos terapéuticos con radiaciones

#### *Contenidos:*

- Bases de Anatomía
- Bases de Fisiología. Órganos y sistemas
- Identificación de estructuras anatómicas en la imagen clínica
- Bases de Oncología: Epidemiología, Etiología, ...
- Biología del proceso tumoral
- Clasificación de tumores
- Modalidades de tratamiento del cáncer

### **6.1.1.4. Fundamentos de Radiobiología**

#### *Objetivos específicos:*

- Conocer los mecanismos de acción de las radiaciones sobre los distintos tejidos y órganos y su respuesta
- Conocer el efecto diferenciado de las radiaciones sobre los tumores y los tejidos sanos
- Conocer los fundamentos del riesgo de las radiaciones sobre los seres vivos

#### *Contenidos:*

- Introducción a la Biología molecular y celular
- Respuesta de los tejidos a la radiación a nivel molecular y celular. Efectos deterministas y estocásticos.
- Daño celular y curvas de supervivencia celular
- Respuesta macroscópica del tejido a la radiación
- Respuesta de tumores y tejido normal a la radiación a niveles terapéuticos. Dependencia con el fraccionamiento, la tasa y el volumen
- Modelos radiobiológicos
- Dosis de tolerancia y probabilidad de control tumoral. Efectos dosis-volumen. Modelos TCP (*Tumor Control Probability*) y NTCP (*Normal Tissue Control Probability*)
- Aplicaciones en la práctica clínica
- Bases biológicas del riesgo radiológico. Carcinogénesis, riesgos genéticos y somáticos para los individuos expuestos y para la población
- Efectos de la radiación en el embrión y el feto

### **6.1.1.5. Fundamentos de la imagen médica**

#### *Objetivo específico:*

- Conocer los fundamentos de la formación, manejo y transmisión de la imagen médica

#### *Contenidos:*

- Física de la formación de imágenes

- Principios básicos de las diferentes modalidades de imagen clínica
- Tratamiento de imágenes: filtros, algoritmos de reconstrucción, ...
- Evaluación de la calidad de imagen: función de transferencia, ruido, resolución y contraste
- Sistemas de transmisión de imágenes. Protocolos DICOM (*Digital Imaging and Communications in Medicine*), ...
- Procesado de imágenes médicas
- Fusión de imágenes
- Sustracción de imágenes
- Sistemas de almacenamiento y gestión de imágenes médicas

#### **6.1.1.6. Estadística**

##### *Objetivos específicos:*

- Saber evaluar las incertidumbres y tolerancias asociadas a los procesos de medida y a la aplicación de los tratamientos
- Conocer los fundamentos del tratamiento estadístico de datos y su aplicación a los controles de calidad

##### *Contenidos:*

- Estadística descriptiva
- Distribuciones de probabilidad. Parámetros fundamentales
- Teoría del muestreo. Estimación estadística
- Teoría estadística de las decisiones
- Aplicación al cálculo de incertidumbres
- Teoría de la correlación
- Diseño de estudios clínicos

#### **6.1.1.7. Fundamentos sobre garantía y control de calidad**

##### *Objetivos específicos:*

- Conocer los fundamentos de la teoría de la calidad y sus aplicaciones a los programas de garantía de calidad de las distintas unidades asistenciales
- Conocer los estándares nacionales e internacionales de calidad en el ámbito de la especialidad.
- Conocer los fundamentos de la teoría del control estadístico de la calidad

##### *Contenidos:*

- Definición de calidad, garantía de calidad, control de calidad, estándares de calidad
- Gestión de calidad
- Normas nacionales e internacionales de calidad
- Programas de garantía de calidad
- Control de calidad

#### **6.1.2. Conocimientos específicos del área de protección radiológica**

##### *Objetivos generales:*

- Conocer los principios básicos de la Protección Radiológica
- Conocer las normas legales y recomendaciones locales, nacionales e internacionales en materia de Protección y Seguridad Radiológicas
- Conocer los procedimientos operativos de cada una de las áreas de trabajo

*Contenidos:*

- Bases científicas de la Protección Radiológica
- Magnitudes y unidades en Protección Radiológica
- Detección de la radiación en Protección Radiológica
- Justificación y optimización: principio ALARA (*As Low As Reasonably Available*)
- Principios básicos de la limitación de dosis
- Evaluación del riesgo radiológico
- Vigilancia de la radiación: Clasificación de áreas y de personal.
- Administración y organización de la Protección Radiológica
- Organizaciones y normas nacionales e internacionales
- Legislación nacional e internacional
- Diseño de instalaciones. Cálculo de blindajes
- Gestión de la seguridad radiológica
- Planes de emergencia
- Manipulación del material radiactivo. Transporte
- Estudio y valoración de contaminaciones
- Gestión de residuos
- Control de calidad del equipamiento de medida de la radiación ambiental y contaminación radiactiva
- Procedimientos operativos de cada una de las áreas de trabajo según el tipo de fuentes y equipos empleados

### **6.1.3. Conocimientos específicos del área de terapia con radiaciones**

*Objetivos generales:*

- Conocer los fundamentos científicos de las aplicaciones terapéuticas de las radiaciones producidas por equipos generadores de RX, aceleradores de partículas y fuentes radiactivas encapsuladas y no encapsuladas
- Conocer el equipamiento asociado

*Contenidos:*

#### **6.1.3.1. Radioterapia externa**

*Equipos de tratamiento e imagen*

- Unidades de Rayos X de kilovoltaje
- Unidades de Cobalto
- Aceleradores lineales de electrones
- Sistemas de imagen en unidades de tratamiento
- Simuladores: convencionales, de TC, virtuales
- Sistemas de imagen para localización

*Dosimetría física*

- Caracterización y estudio de haces de radiación
- Definición de condiciones de referencia y terminología
- Determinación de la dosis en haces de fotones y electrones según los diferentes protocolos existentes
- Especificación de la dosis de referencia en la práctica clínica
- Dosimetría relativa:
  - Variación de la dosis a lo largo del eje del haz: Rendimiento en profundidad
  - Variación de la dosis perpendicularmente al eje del haz: Perfiles. Penumbra, planitud, simetría
- Factores de campo. Contribución de la radiación dispersa del cabezal y del maniquí
- Parámetros de caracterización de haces de fotones y electrones
- Distribuciones de dosis 3D
- Efecto de los modificadores del haz (cuñas físicas y virtuales, compensadores,... )
- Métodos de adquisición y transferencia de datos para los sistemas de planificación. Requerimientos de cada sistema
- Adquisición de datos del paciente*
  - Técnicas de simulación
  - Posicionamiento del paciente
  - Sistemas de inmovilización
  - Adquisición de imágenes (sistemas radiográficos, TC, RM, ...)
  - Contornos. Sistemas de adquisición.
  - Control de calidad del proceso de obtención de imágenes
  - Localización de volúmenes y órganos críticos
  - Fusión de imágenes para localización tumoral
- Sistemas de planificación y cálculo de dosis. Dosimetría clínica*
  - Especificación de dosis y volúmenes. Recomendaciones internacionales (ICRU50, ICRU62, ...)
  - Parámetros y funciones que intervienen en el cálculo de la dosis
  - Principios de la planificación manual y con ordenador
  - Cálculo de Unidades Monitor
  - Sistemas de planificación computarizados
  - Algoritmos de cálculo (1D, 2D, 3D)
  - Herramientas en la planificación 3D: BEV, DRR, HDV
  - Optimización y evaluación de la planificación
  - Verificación de cálculos dosimétricos
  - Transmisión de imágenes y datos
  - Registro y archivo. Recomendaciones internacionales
- Técnicas de radioterapia externa*
  - Técnicas convencionales:
    - Campos regulares e irregulares
    - Modificadores del haz: Cuñas, bolus, compensadores
    - Colimación del haz: bloques, multiláminas
    - Efectos de la oblicuidad, contigüidad y superposición de campos
    - Efectos de la heterogeneidad
    - Conceptos de normalización y ponderación de los haces
    - Campos fijos y terapia de movimiento

- Técnicas avanzadas:
- 3D conformada
- No coplanares
- Radioterapia de Intensidad Modulada (IMRT)
- Técnicas especiales:
- Campos extensos: irradiaciones totales corporales con fotones y electrones
- Haces estrechos: radiocirugía y radioterapia estereotáxica fraccionada
- Radioterapia intraoperatoria
- Tratamientos con haces de partículas pesadas

#### *Verificación de tratamientos*

- Verificación inicial del posicionamiento del paciente y de la planificación del tratamiento en el simulador o en la unidad de tratamiento
- Comprobación con imágenes portales
- Precisión geométrica, reproducibilidad y métodos de verificación
- Dosimetría *in vivo*
- Sistemas de registro y verificación

#### *Garantía y control de calidad*

- Selección de equipos
- Definición de especificaciones técnicas
- Comprobación de características
- Pruebas de aceptación, de referencia y de constancia del equipamiento
- Control de calidad:
- Instrumentación y equipos de medida
- Unidades de tratamiento
- Sistemas de planificación
- Simuladores
- Dosimetría clínica
- Revisiones periódicas de cálculos y parámetros de tratamiento
- Revisiones de las fichas individuales de tratamiento
- Diseño y realización de programas de garantía de calidad en los aspectos asociados al equipamiento y la dosimetría
- Normas y recomendaciones de calidad nacionales e internacionales en radioterapia externa

### **6.1.3.2. Braquiterapia**

#### *Equipos*

- Tipos de radionúclidos
- Fuentes radiactivas encapsuladas: características selección y diseño de fuentes
- Aplicadores
- Sistemas de carga diferida (LDR, HDR, PDR)
- Equipos de calibración de fuentes
- Sistemas de imagen para braquiterapia

#### *Especificación de fuentes*

- Caracterización de la emisión de las fuentes. Actividad. Tasa de kerma en aire de referencia
- Definición del rendimiento de las fuentes. Protocolos nacionales e internacionales
- Métodos de dosimetría

### *Técnicas de tratamiento*

- Selección de fuentes
- Preparación de fuentes
- Procedimientos de trabajo
- Aplicaciones de carga directa
- Aplicaciones de carga diferida (manual y automática)
- Implantes permanentes y temporales
- Aplicaciones estándar: implantes de baja tasa de dosis. Sistemas de implantación y de cálculo de dosis clásicos: sistema de París, de Manchester ...
- Extensión a otros tipos de implantes: HDR, PDR
- Técnicas especiales:
- Intracoronaria
- Implantes permanentes de semillas
- Implantes oftálmicos
- Implantes esterotáxicos

### *Planificación de tratamientos y cálculo de dosis*

- Formalismos generales
- Estructura general de los sistemas de planificación de BT. Datos necesarios para la configuración de los sistemas de planificación
- Sistemas de toma de datos. Localización de fuentes.
- Algoritmos de reconstrucción
- Algoritmos de cálculo
- Optimización y evaluación de la planificación.
- Especificación de dosis y volúmenes de acuerdo con protocolos internacionales. Sistemas de cálculo de dosis clásicos: sistema de París, de Manchester ...

### *Garantía y control de calidad*

- Selección de equipos:
- Definición de especificaciones
- Comprobación de características
- Pruebas de aceptación, de referencia y de constancia.
- Control de calidad:
- Instrumentos y equipos de medida
- Fuentes y aplicadores
- Unidades de tratamiento
- Sistemas de planificación y cálculo
- Accesorios utilizados para la reconstrucción espacial del implante
- Sistemas de imagen
- Dosimetría clínica
- Diseño y realización de programas de garantía de calidad en los aspectos asociados al equipamiento y la dosimetría.
- Normas y recomendaciones de calidad nacionales e internacionales en Braquiterapia

### **6.1.3.3. Tratamientos con fuentes no encapsuladas**

- Procedimientos de terapia
- Elección del radionúclido y el radiofármaco. Propiedades físicas, cinética y distribución
- Consideraciones radiobiológicas
- Técnicas dosimétricas

- Procedimientos generales en el manejo de esta clase de fuentes

#### **6.1.4. Conocimientos específicos del área de diagnóstico por la imagen**

##### *Objetivos generales:*

- Conocer los fundamentos de la formación de la imagen diagnóstica
- Conocer el equipamiento empleado
- Conocer los fundamentos de los distintos procedimientos y técnicas diagnósticas

##### *Contenidos:*

#### **6.1.4.1. Radiodiagnóstico**

##### *Fundamentos*

- Producción de rayos X. Espectro energético. Parámetros que lo modifican.
- Formación de la imagen de rayos X. Contraste. Artefactos
- Colimación. Radiación dispersa. Rejillas
- Geometría de la imagen radiográfica. Amplificación. Distorsión.

##### *Equipos*

- Tubos y generadores de rayos X. Propiedades.
- Cadena de imagen:
- Placa radiográfica. Características de la película radiográfica. Pantallas de refuerzo.

##### *Procesadoras. Negatoscopios*

- Intensificadores de imagen
- Sistemas receptores de imagen digital: CR, *flat panel*, etc.
- Características de los equipos de radiodiagnóstico:

- Radiográficos
- Tomógrafos convencionales
- Mamógrafos
- Equipos dentales
- Telemandos
- Arcos de quirófano
- Equipos vasculares y de hemodinámica
- Tomógrafos computarizados (TC)

##### *Introducción a los principales procedimientos*

- Estudios simples. Proyecciones más frecuentes
- Estudios complejos. Urografías. Estudios digestivos
- Estudios de mamografía
- Radiografía dental
- Procedimientos intervencionistas: vasculares y de hemodinámica
- Estudios de TC

##### *Dosimetría física*

- Dosimetría del haz de radiación en radiodiagnóstico
- Rendimiento
- Sistemas de medida: cámaras de ionización, detectores de semiconductor, dosímetros de termoluminiscencia, películas radiográficas
- Caracterización del haz
- Filtración total

- Calidad del haz
- Equipos para la medida de la tensión, la corriente y el tiempo. Analizadores compactos
- Garantía y control de calidad*
- Selección de equipos
- Definición de especificaciones
- Comparación de características
- Pruebas de aceptación, del establecimiento del estado de referencia inicial y de constancia del equipamiento. Parámetros geométricos, dosimétricos y de calidad de imagen
- Diseño y realización de programas de garantía de calidad en radiodiagnóstico. Normas y recomendaciones de calidad nacionales e internacionales - Control de calidad de la instrumentación de medida: calibración e intercomparación
- Dosimetría de pacientes*
- Indicadores de dosis. Dosis en la superficie de entrada. Producto dosis-área. Producto dosislongitud. Niveles de referencia
- Estimación de dosis en órganos de pacientes. Métodos y programas de cálculo.
- Dosimetría en procedimientos de alta dosis. Dosis de interés.

#### **6.1.4.2. Medicina Nuclear**

##### *Fundamentos*

- Radisótopos empleados. Características de los radionucleidos
- Obtención de los radionucleidos
- Radiofármacos.
- Captación de los radiofármacos por el organismo. Período biológico efectivo
- Estudios morfológicos y funcionales
- Exploraciones gammagráficas más frecuentes y radiofármacos usados
- Principios físicos de la tomografía computarizada por emisión de fotón único (SPECT)
- Principios físicos de la Tomografía por emisión de positrones (PET)
- Estadística. Errores de contaje

##### *Equipos*

- Activímetros
- Gammacámaras : planares, Sistemas SPECT y PET,
- Contadores gamma,
- Contadores beta,
- Sondas intraoperatorias
- Programas de análisis de imagen y funciones
- Cámaras de multi-imagen
- Procesadoras, etc.

##### *Garantía y control de calidad*

- Selección de equipos
- Definición de especificaciones
- Comparación de características
- Pruebas de aceptación, del establecimiento del estado de referencia inicial y de constancia del equipamiento
- Control de calidad de la instrumentación de medida
- Garantía de calidad del equipamiento y de la imagen. Control de calidad periódico
- Normas y recomendaciones de calidad en MN nacionales e internacionales

##### *Dosimetría de pacientes*

- Dosimetría interna. Métodos de cálculo. Modelos estándar de distribución de radiofármacos
- Dosimetría clínica y dosis típicas en los procedimientos estándar de diagnóstico. Actividades de referencia

#### **6.1.4.3. Fundamentos de Ultrasonidos**

- Naturaleza de los US. Propagación
- Transductores
- Aplicaciones clínicas en diagnóstico y en terapia
- Formación y tratamiento de imágenes
- Descripción general de los equipos. Garantía y control de calidad
- Efectos biológicos y seguridad

#### **6.1.4.4. Fundamentos de Resonancia Magnética**

- Campo magnético e imanes. Propiedades magnéticas de la materia
- Conducta de un núcleo bajo un campo magnético. Excitación. Relajación
- Obtención de imágenes. Artefactos.
- Aplicaciones clínicas
- Espectroscopía
- Efectos biológicos y seguridad
- Componentes de un equipo de RM
- Garantía y control de calidad

#### **6.1.5. Conocimientos específicos en otros usos de las radiaciones**

*Objetivos generales:*

- Conocer las técnicas y los procedimientos que emplean radiaciones ionizantes en los laboratorios y centros de investigación asociados a los hospitales
- Conocer los fundamentos de las técnicas de terapia que emplean radiaciones no ionizantes
- Conocer el equipamiento y la instrumentación empleada

*Contenidos:*

##### **6.1.5.1. Radiaciones ionizantes en los laboratorios y centros de investigación**

- Fuentes de radiación utilizadas
- Programas de garantía y control de calidad del equipamiento
- Bases físicas de las nuevas técnicas asociadas a estas aplicaciones

##### **6.1.5.2. Radiaciones no ionizantes en fisioterapia y rehabilitación**

- Fundamentos sobre las radiaciones utilizadas (onda corta, microondas, ...). Tipos de equipos. Aplicaciones terapéuticas. Riesgos y seguridad. Garantía de Calidad
- Fundamentos de los equipos de rayos láser. Tipos de equipos. Aplicaciones terapéuticas. Riesgos y seguridad. Garantía de calidad

## **6.2. Formación práctica**

*Objetivos generales:*

- Adquirir aptitud y responsabilidad crecientes bajo la tutela y dirección del personal de plantilla del Servicio en cada una de las áreas de trabajo
- Rotar por todas las áreas de la Especialidad y realizar por sí mismo las actividades establecidas en este programa para ser capaz de asumir funciones de forma autónoma

**6.2.1. Actividades requeridas para el aprendizaje en el área de conocimientos básicos**

**6.2.1.1. Metrología y Dosimetría de las radiaciones. Técnicas e instrumentación**

- Usar diferentes sistemas de medida para comprender el alcance, limitaciones, cuidados en la utilización y problemas que puedan surgir en su manejo.
- Comparar y justificar el uso de diferentes sistemas de detección de radiaciones
- Analizar y justificar el uso de distintos dosímetros en situaciones clínicas diversas
- Evaluar las incertidumbres y tolerancias en las medidas de dosis
- Diseñar procedimientos para calibración o comparación de detectores que satisfagan unas condiciones previas sobre la incertidumbre del resultado

**6.2.1.2. Principios de Radiobiología clínica**

- Analizar los distintos modelos radiobiológicos (LQ, TCP, NTCP, ...)
- Averiguar cuáles son los modelos disponibles en los sistemas de planificación de la institución
- Averiguar cuáles son los modelos que se usan en situaciones clínicas habituales
- Investigar los parámetros clínicos usados en los modelos disponibles
- Calcular ejemplos prácticos (al menos con el modelo lineal cuadrático) de situaciones que se presentan en la práctica clínica habitual

**6.2.1.3. Imagen**

- Analizar y comparar imágenes anatómicas obtenidas con los distintos sistemas disponibles en el hospital: RX, US, TC, RM, SPECT, PET, ...
- Analizar los métodos disponibles para valorar la calidad de imagen en cada una de las distintas modalidades disponibles en el hospital
- Identificar artefactos de imagen en cada una de las modalidades y analizar las posibles causas
- Investigar los agentes de contraste para cada modalidad de imagen.
- Identificar los sistemas de transferencia de imágenes disponibles en el hospital

**6.2.1.4. Estadística**

- Considerar los datos obtenidos en las medidas y en los controles de calidad como una muestra de una distribución. Interpretar estadísticamente los resultados. Analizar tendencias temporales y correlaciones entre variables
- Estimar las incertidumbres asociadas en cada proceso de medida, mediante la teoría de propagación de incertidumbres y según el procedimiento empleado
- Optimizar procedimientos de medida mediante el análisis de las incertidumbres implicadas

#### **6.2.1.5. Garantía y control de calidad**

- Identificar y analizar los distintos programas de garantía de calidad de la institución, generales y específicos
- Observar y participar en la elaboración de programas de garantía de calidad de acuerdo con las recomendaciones nacionales e internacionales.

#### **6.2.2. Actividades requeridas para el aprendizaje en el área de protección radiológica**

- Diseñar instalaciones y calcular blindajes
- Realizar controles de irradiación y contaminación
- Observar y participar en el proceso de gestión de residuos radiactivos
- Observar y participar en el sistema local de control dosimétrico del personal. Analizar diferentes sistemas de dosimetría personal y de área
- Elaborar procedimientos de gestión de los dosímetros personales
- Valorar la aplicación, dentro de la institución, de las leyes y recomendaciones vigentes
- Observar y participar en la elaboración de documentaciones preceptivas
- Observar y participar en la elaboración de programas de protección radiológica
- Participar en la realización de control de calidad de equipos de medida
- Participar en la elaboración o discusión de los planes de emergencia para cualquier instalación radiactiva
- Participar en los simulacros de emergencia
- Observar y participar en la elaboración o actualización del Manual de PR del hospital
- Observar cómo se debe informar al personal sanitario, pacientes y público en materia de protección radiológica

#### **6.2.3. Actividades requeridas para el aprendizaje en el área de terapia con radiaciones**

##### **6.2.3.1. Radioterapia Externa**

###### *Equipos de tratamiento e imagen*

- Identificar los distintos componentes de los equipos de tratamiento e imagen con el ingeniero durante las intervenciones preventivas
- Manejar los equipos de tratamiento e imagen
- Participar en la selección de técnicas para la obtención de imágenes mediante TC, angiografías, US, RM, SPECT, etc., que se utilizan en terapia

- Verificar la transferencia de imágenes y otros datos mediante la red desde los sistemas de planificación a los aceleradores y entre aceleradores, y realizar un apropiado control de calidad del sistema de transferencia.

#### *Dosimetría física de haces de tratamiento convencionales*

- Aplicar protocolos de dosimetría incluyendo el de uso general a nivel nacional
- Practicar con el material de medida utilizado para calibraciones: cámaras de ionización, diodos,...
- Realizar pruebas de constancia y de estabilidad de las cámaras de ionización
- Realizar medidas de intercomparación de cámaras para la determinación del factor de calibración según el protocolo empleado en la institución. Obtener los parámetros de corrección
- Realizar medidas con diferentes equipamientos (cámaras, diodos, películas, TLD,...) de:
  - Dosis absolutas de fotones y electrones según el protocolo empleado en el hospital
  - Dosis relativas de fotones y electrones:
    - Calidad del haz
    - Variación de la dosis a lo largo del eje y perpendicularmente al eje para haces abiertos y con modificadores
    - Factores de campo
    - Factores de transmisión
  - Realizar medidas de los parámetros geométricos
  - Realizar medidas de coincidencia del haz radiante y el haz luminoso
  - Realizar el informe del estado de referencia de una unidad de tratamiento de teleterapia
  - Realizar las medidas adicionales necesarias para configurar una unidad de tratamiento en el planificador

#### *Adquisición de datos de pacientes*

- Especificar y justificar los criterios para seleccionar sistemas de imagen en Radioterapia (simulador, TC, RM ...)
- Participar en el uso de los sistemas de imagen utilizados para localización y diseño del tratamiento en la práctica clínica
- Preparar o verificar contornos y otros datos de pacientes para la planificación de tratamientos
- Comprender el proceso de definición de volúmenes anatómicos: CTV, PTV, ...
- Evaluar incertidumbres en los datos de los pacientes

#### *Sistemas de Planificación y cálculo de tratamientos. Dosimetría clínica*

- Introducir los datos necesarios para la configuración de una unidad de tratamiento
- Verificar la coincidencia de los datos del planificador con los medidos
- Verificar el proceso de transferencia de imágenes a sistemas de planificación de tratamientos
- Analizar los algoritmos utilizados localmente para el cálculo de dosis en fotones y electrones
- Analizar y valorar las propiedades y las limitaciones de los algoritmos implementados en los sistemas de planificación locales a partir de la información disponible (manuales, reuniones de grupos de usuarios, ...)
- Analizar y valorar los métodos utilizados para tener en cuenta heterogeneidades y defecto de tejido en irradiación con fotones
- Verificar los algoritmos de planificación utilizando maniqués adecuados, planificando una irradiación determinada y realizando medidas de dosis en las condiciones planificadas
- Realizar cálculos manuales de tiempos de tratamiento o Unidades Monitor para haces de

fotones y electrones con distintas energías, para una amplia variedad de situaciones clínicas

- Manejar el sistema de planificación con todas las herramientas disponibles
- Realizar planificaciones con ordenador (2D y 3D) viendo efectos de oblicuidad e inhomogeneidad
- Realizar planificaciones con ordenador (2D y 3D) usando imágenes de localización para un conjunto representativo de localizaciones tumorales, usando apropiados modificadores del haz como cuñas, bloques, multiláminas, compensadores o bolus.
- Realizar planificaciones con ordenador (2D y 3D) con haces contiguos o superpuestos
- Realizar planificaciones 3D de, al menos, las siguientes localizaciones: cráneo, SNC, ORL, mama (con y sin áreas ganglionares), pulmón, abdomen, próstata, vejiga, recto, ginecológicas, etc.
- Realizar planificaciones de radiocirugía y de radioterapia estereotáxica fraccionada
- Valorar y optimizar las planificaciones con las herramientas disponibles en el sistema (histogramas dosis-volumen, visualización 3D, NTCP, ...)
- Realizar un tratamiento de irradiación corporal total y superficial
- Realizar los informes dosimétricos correspondientes a estas planificaciones
- Verificar los cálculos individuales de pacientes en planes de tratamiento, usando un programa independiente de cálculo de Unidades Monitor teniendo en cuenta los diferentes factores
- Estudiar sistemas de planificación IMRT

#### *Puesta en práctica de la planificación*

- Introducir los parámetros físicos de la planificación en la ficha de tratamiento
- Transferir los parámetros de la planificación al acelerador
- Transferir los datos necesarios para la realización de los moldes y verificar los resultados

#### *Verificación de tratamientos*

- Observar y analizar las verificaciones de las planificaciones en el simulador o en la unidad de tratamiento antes del tratamiento
- Observar y analizar la aplicación del tratamiento en la unidad
- Evaluar discrepancias entre imágenes portales y las imágenes de verificación hechas en el simulador o DRR

#### *Garantía y control de calidad*

- Analizar y comentar el programa de Garantía de Calidad en Radioterapia del hospital en los aspectos relativos al equipamiento de Radioterapia externa
- Participar en la aceptación de unidades de tratamiento o cualquier otro equipamiento, cuando sea posible.
- Realizar el control de calidad periódico del equipamiento:
- Instrumentación y equipos de medida
- Unidades de tratamiento
- Sistemas de planificación
- Elaborar los informes correspondientes
- Discutir el papel del control de calidad en el funcionamiento
- Discutir cómo el control de calidad reduce el riesgo de un accidente en Radioterapia
- Conocer, evaluar y discutir accidentes producidos

### **6.2.3.2. Braquiterapia**

#### *Equipos*

- Justificar la elección de fuentes en Braquiterapia y las razones para su uso en una situación clínica particular
- Manejar las fuentes radiactivas y sus accesorios
- Asistir a la preparación de las fuentes para uso clínico
- Observar y valorar el mantenimiento preventivo de los distintos equipos de carga diferida automática
- Identificar los distintos componentes de los equipos de carga diferida automática con el Ingeniero del Sistema durante las intervenciones de mantenimiento preventivo
- Manejar los equipos de carga diferida

#### *Especificación de las fuentes*

- Determinar la tasa de kerma en aire de las fuentes en uso en el hospital, usando el equipamiento disponible

#### *Técnicas de tratamiento*

- Observar y participar en el proceso clínico completo (localización en el simulador, planificación del tratamiento y aplicación del tratamiento) de todas las modalidades disponibles en el hospital (carga directa y carga diferida manual y automática)

#### *Planificación del tratamiento y cálculo de dosis*

- Investigar los tipos de algoritmos usados localmente para el cálculo de dosis. Comprobar el algoritmo y ver limitaciones.
- Calcular tiempos de tratamiento usando métodos manuales
- Realizar distribuciones de dosis de braquiterapia usando sistemas computarizados
- Investigar los métodos de especificación de dosis en las aplicaciones intersticiales e intracavitarias empleados en el hospital. Contrastar con las recomendaciones internacionales

#### *Garantía y control de calidad*

- Analizar y comentar el programa de Garantía de Calidad en Radioterapia de la Institución, en los aspectos relativos al equipamiento de Braquiterapia.
- Realizar el control de calidad periódico del equipamiento de Braquiterapia:
- Instrumentación y equipos de medida
- Fuentes y aplicadores
- Equipos de carga diferida automáticos
- Sistemas de planificación y cálculo
- Sistemas de imagen
- Realizar los informes correspondientes

### **6.2.3.3. Tratamientos con fuentes no encapsuladas**

- Discutir las características de las fuentes y las razones para su elección en una situación clínica práctica
- Observar el proceso clínico de administrar este tipo de radionúclidos a pacientes y el subsecuente control de estos
- Manejar el material empleado en la toma de datos para la medida de dosis en órganos: activímetros, cámaras de ionización, gammacámaras,...
- Calibrar la instrumentación empleada para la toma de datos mediante maniqués apropiados en cada caso

- Emplear los formalismos existentes para la adquisición de datos y el cálculo de dosis en órganos (MIRD)
- Elaborar procedimientos de protección radiológica y garantía de calidad para la realización de estos tratamientos

#### ***6.2.4. Actividades requeridas para el aprendizaje en el área de diagnóstico por la imagen***

##### **6.2.4.1. Radiodiagnóstico**

###### *Equipos*

- Observar y valorar el mantenimiento preventivo de los equipos e identificar sus componentes con el Ingeniero del Sistema durante las intervenciones de mantenimiento preventivo
- Manejar los distintos tipos de equipos y sistemas receptores de imagen: convencionales, telemandos, mamógrafos, dentales, arcos de quirófano, vasculares, TC, ...
- Analizar y comentar criterios de selección de equipos y sistemas de medida

###### *Dosimetría física*

- Manejar los distintos tipos de detectores que se emplean en la dosimetría para radiodiagnóstico: cámaras de ionización, diodos, dosímetros de termoluminiscencia, películas radiográficas.
- Realizar comprobaciones de constancia de detectores mediante su intercomparación
- Traspasar factores de calibración de los detectores de referencia a otros

###### *Garantía y control de calidad*

- Manejar la instrumentación necesaria para la realización de los controles de calidad de los equipos para radiodiagnóstico: multímetros, maniqués de control de calidad de la geometría del haz, maniqués de control de calidad de imagen
- Diseñar maniqués sencillos que se adapten a las necesidades particulares para la realización de los controles
- Realizar las pruebas de control de calidad de los diferentes tipos de equipos y sistemas receptores de imagen, de acuerdo con protocolos nacionales e internacionales. Deberán incluir equipos convencionales, telemandos, mamógrafos, dentales, arcos de quirófano, vasculares, TAC, ...
- Investigar y comentar posibles mejoras en las técnicas de imagen
- Elaborar los informes correspondientes sobre el estado de los equipos

###### *Dosimetría de pacientes*

- Medir niveles de referencia en las distintas salas con el indicador de dosis adecuado para cada caso (DES, Dosis-Área, Dosis-Longitud, ...) como parámetro de control de calidad del procedimiento global. Analizar los resultados estadísticamente para la toma de decisiones
- Estimar dosis en órganos empleando los métodos y programas adecuados (EffDose, CTDose, ImpaCT)
- Medir de forma individualizada la dosis de interés en cada caso en pacientes sometidos a procedimientos de alta dosis

### **6.2.4.2. Medicina Nuclear**

#### *Equipos*

- Observar y valorar el mantenimiento preventivo de los equipos e identificar sus componentes con el Ingeniero del Sistema durante las intervenciones de mantenimiento preventivo
- Manejar los equipos de diagnóstico y la instrumentación auxiliar empleados en Medicina Nuclear: activímetros, gammacámaras planares, SPECT y PET, programas de procesado y tratamiento de imágenes y datos ...
- Analizar y comentar criterios de selección de equipos y sistemas de medida

#### *Garantía y control de calidad*

- Manejar el material empleado para las medidas de control de calidad de la instrumentación: para activímetros (fuentes de estabilidad y dispositivos para pruebas geométricas), para gammacámaras planares, SPECT y PET (maniqués de resolución temporal y espacial, de uniformidad planar y tomográfica, fuentes para estabilidad ...)
- Diseñar maniqués sencillos que se adapten a las necesidades particulares para la realización de los controles
- Realizar las pruebas de control de calidad de los diferentes tipos de equipos (activímetros, gammacámaras planares, SPECT, PET, sondas intraoperatorias ...) de acuerdo con protocolos nacionales e internacionales.
- Elaborar los informes correspondientes sobre el estado de los equipos
- Investigar y comentar posibles mejoras en las técnicas de imagen

#### *Dosimetría de pacientes*

- Manejar los procedimientos destinados a la estimación de la dosis en órganos de pacientes sometidos a procedimientos diagnósticos en aquéllos casos en que se precise, empleando los formalismos y modelos más conocidos (ICRP, MIRD)

### **6.2.5. Actividades requeridas para el aprendizaje en otros usos de las radiaciones**

#### **6.2.5.1. Radiaciones ionizantes en los laboratorios y centros de investigación**

- Identificar los distintos procedimientos de uso de las radiaciones
- Realizar el control de calidad del equipamiento asociado a la medida de radiación

### **6.3. Actividades complementarias**

Además de las actividades específicas de la RFH, el Residente debe participar durante su formación en las siguientes actividades complementarias.

#### **6.3.1. Organización y gestión hospitalarias**

##### *Objetivos generales:*

- Aprender a desenvolverse en el ámbito hospitalario
- Asimilar el lenguaje de la Medicina
- Acostumbrarse a la relación con los pacientes
- Entender el hospital como un centro de trabajo multidisciplinar, donde el paciente, objetivo de toda la actividad asistencial, se vea favorecido por el trabajo en equipo y el buen entendimiento entre todos

- Estar capacitado para organizar y gestionar un grupo de trabajo, sección o servicio de Radiofísica

*Contenidos:*

- El Sistema de Salud
- Regulaciones nacionales y directivas europeas
- Guías y recomendaciones de organizaciones nacionales e internacionales.
- Consideraciones éticas en la práctica médica
- Principios de gestión aplicados en departamentos hospitalarios y proyectos
- Recursos humanos
- Principios de gestión de personal
- Organización de los Servicios o Unidades
- Asesoramiento en la compra de material

### **6.3.2. Docencia e investigación**

*Objetivos generales:*

- Conocer los métodos para presentar correctamente los resultados de su trabajo
- Adquirir la capacidad de comunicación suficiente para desempeñar sus labores docentes

*Actividades:*

- Participar en la elaboración de trabajos para presentar en congresos
- Participar en el desarrollo de trabajos de investigación relacionados con los contenidos del programa de formación
- Participar en la impartición de cursos de formación a otros profesionales
- Participar en la preparación e impartición de seminarios, sesiones científicas y demás actividades docentes dentro y fuera del servicio
- Elaborar algún proyecto de investigación, lo que incluirá:
- Definir necesidades, intereses y programas.
- Establecer prioridades
- Establecer cronogramas, marcando los puntos de continuidad y de finalización

### **6.3.3. Ética profesional**

*Objetivo general:*

- Familiarizarse con los códigos de conducta profesional
- Aprender a discernir entre situaciones que se les puedan presentar y resolverlas de acuerdo a la ética profesional

*Actividades:*

- Conocer el código deontológico de la especialidad
- Discutir casos prácticos en los que se puedan tomar opciones distintas

## **7. Evaluación del proceso docente**

El proceso docente debe conducir al logro de los objetivos descritos en el programa. Su evaluación se basará en el análisis de la información siguiente:

- Actividad descrita en el *Libro del Residente*
- Informe periódico del tutor (trimestral)

- Evaluaciones periódicas (semestrales)
- Teóricas
- Prácticas
- Informe del Jefe de Servicio (anual)
- Informes de actividades del Residente (anual)
- Entrevistas personales

#### 4. ROTACIONES DEL RESIDENTE RADIOFÍSICA HOSPITALARIA

##### 4.1. Competencias generales a adquirir durante la formación

El residente al final de su periodo de formación habrá adquirido las competencias generales propias del Especialista en Radiofísica Hospitalaria que son:

- Actitud y aprendizaje y mejora continua.
- Orientación al ciudadano: respeto por sus derechos.
- Orientación a resultados.
- Trabajo en equipo.
- Oferta de servicios u conocimiento organizativo.
- Medicina basada en la evidencia.
- Metodología de Calidad.
- Educación para la salud, consejo sanitario y medidas de prevención.
- Adecuada utilización de los recursos disponibles.
- Capacidad para la toma de decisiones clínicas, diagnósticas y/o terapéuticas.
- Comunicación y/o entrevista clínica.
- Capacidad docente.
- Aplicación de técnicas de investigación.
- Visión continuada e integral de los procesos.
- Continuidad asistencial.
- Capacidad para desarrollar medidas de ámbito familiar.
- Soporte vital.

##### 4.2. Plan de rotaciones

La distribución general de rotaciones de los residentes es la siguiente:

Primer año:

- Conocimiento de la especialidad y del Servicio en el Hospital. Organización interna. Instrumentación propia.

- Instrumentación radiológica: de diagnóstico (Medicina nuclear y Radiodiagnóstico), de terapia (Radioterapia) y otros (Hemodinámica...).
- Rotación en Servicios Médicos (Medicina Nuclear, Radiodiagnóstico, Radioterapia).
- Dosimetría física: Condiciones de referencia de todo el equipamiento, caracterización y modelado de haces de radiación.

Segundo año:

- Sistemas de calidad: Controles periódicos de equipos de tratamiento, diagnóstico y propios del Servicio.
- Dosimetría clínica: Planificaciones de tratamiento y dosis a pacientes en exploraciones con radiaciones ionizantes, puestas en tratamiento, verificaciones e informes de dosis impartida.

Tercer año:

- Braquiterapia: Planificaciones de tratamiento, verificaciones e informe de dosis impartida.
- Rotaciones Externas.
- Protección Radiológica.

#### 4.3. Competencias específicas por rotación

El residente al final de la rotación por conocimiento de la especialidad y del Servicio en el Hospital. Organización interna. Instrumentación propia será capaz:

- Conocer la organización interna del Servicio y de este en el conjunto del Hospital.
- Conocer todo el equipamiento del Servicio.
- Conocer cual es el papel del radiofisico respecto de la instrumentación
- Elegir y manejar los diferentes detectores de radiación.

El residente al final de la rotación por Instrumentación radiológica será capaz de:

- Identificar y conocer el funcionamiento de cada uno de los equipos que utilizan radiaciones ionizantes en el hospital, así como los equipos de resonancia y ultrasonidos.

El residente al final de la rotación por los Servicios Médicos afines será capaz de:

- Conocer la cartera del servicio correspondiente.
- Conocer como se desarrolla el flujo de pacientes por cada servicio.
- Conocer las funciones del radiofísico en relación a cada uno de ellos

El residente al final de la rotación por Dosimetría física será capaz de:

- Realizar las medidas para la caracterización de los haces de radiación de los aceleradores lineales. Medir la dosis absorbida en el punto de referencia y las distribuciones de dosis relativa a ese punto en el espacio tridimensional.
- Identificar y valorar la influencia de cada uno de los parámetros de esos haces sobre las dosis de los pacientes.
- Conocer los interlocks (bloqueos de error) de los aceleradores, corregirlos cuando es posible y evaluar si el equipo está en condiciones para su uso clínico. Cuando no es así que medidas hay que tomar para corregirlo.
- Realizar las medidas experimentales necesarias para caracterizar los haces de radiación de uso diagnóstico.
- Identificar y valorar la influencia de cada uno de los parámetros de esos haces sobre las dosis de los pacientes y sobre las características de las imágenes médicas.
- Elaborar documentos (procedimientos normalizados de trabajo, informes, etc).

El residente al final de la rotación por Sistemas de calidad: Controles periódicos de equipos de tratamiento, diagnóstico y propios del Servicio.

- Realizar los controles de calidad periódicos de los equipos de radioterapia, medicina nuclear y radiodiagnóstico.
- Evaluar la calidad de imagen de los equipos de diagnóstico con criterios cuantitativos.

- Conocer legislación sobre criterios de calidad aplicable a Medicina Nuclear, Radioterapia y Radiodiagnóstico.
- Conocer los contenidos de los programas preceptivos de garantía calidad.
- Elaborar documentos (procedimientos normalizados de trabajo, informes, etc).

El residente al final de la rotación por Dosimetría Clínica será capaz de:

- Diseñar los tratamientos de pacientes con radioterapia externa con haces de fotones y/o de electrones. Adquisición de los datos del paciente, elección de la técnica de tratamiento.
- Calcular los tratamientos de pacientes con radioterapia externa con haces de fotones y/o de electrones, a partir de los diferentes algoritmos de calculo del sistema de planificación (Pencil Beam, Collapsed Cone, Monte Carlo, Clarkson, etc).
- Verificar el sistema de planificación.
- Verificar los tratamientos mediante medidas en maniqués y dosimetría in vivo sobre los pacientes.
- Realizar compensaciones radiobiológicas en los tratamientos.
- Manejar la red de software de los tratamientos.
- Elaborar documentos (procedimientos normalizados de trabajo, informes, etc).

El residente al final de la rotación por Braquiterapia será capaz de:

- Diseñar los tratamientos de pacientes de braquiterapia. Adquisición de los datos del paciente, elección de la técnica de tratamiento.
- Calcular los tratamientos de pacientes de braquiterapia.
- Verificar el sistema de planificación.
- Verificar los tratamientos mediante medidas en maniqués y dosimetría in vivo sobre los pacientes.
- Elaborar documentos (procedimientos normalizados de trabajo, informes, etc).

El residente al final de la rotación por Protección Radiológica será capaz de:

- Calcular los blindajes necesarios para los diferentes equipos emisores de radiación.
- Medir la dosis de radiación de los trabajadores del Hospital.
- Determinar las normas de protección radiológica de pacientes sometidos a tratamiento o diagnóstico con fuentes radiactivas.
- Gestionar los residuos radiactivos tanto sólidos como líquidos.
- Conocer la normativa nacional e internacional en protección radiológica.
- Elaborar documentos (procedimientos normalizados de trabajo, informes, etc).

#### **4.4. Rotaciones externas**

Esta rotación tiene de duración máxima 3 meses. No es obligatoria aunque sí recomendable. La duración es variable dependiendo del centro de acogida, y las necesidades del servicio y de formación del residente.

El objetivo principal es la profundización de conocimientos, o el adiestramiento en alguna de las técnicas o procedimientos que no se realizan aún en este hospital y son de interés máximo en la especialidad. El centro de acogida puede variar de un año a otro, dependiendo de la elección del residente, de la disponibilidad del centro, y de las necesidades de formación específicas. En principio serán centros nacionales con unidades docentes, pero no se descarta la posibilidad de alguna estancia internacional si fuese de interés.

Las técnicas no disponibles en estos momentos en nuestro Hospital con mayor interés docente son: Radiocirugía y tratamientos de radioterapia con intensidad modulada con aceleradores lineales o con un equipo de tomoterapia

### **5. GUARDIAS**

Los residentes realizan guardias en módulos correspondientes a una guardia de 24 horas a la semana.

Dada la singularidad de la especialidad, esta guardia se realiza en el propio Servicio de Radiofísica o en aquellos Servicios que son clientes internos nuestros, en presencia física de 2 a 3 tardes completas a la semana.

En las guardias se realizarán actividades asistenciales programadas (dosimetrías clínicas en tratamientos con radioterapia externa, braquiterapia, terapia metabólica, controles de calidad, dosimetría física y protección radiológica) que serán supervisadas por un facultativo. Siempre existe un Radiofísico con continuidad asistencial para la resolución de problemas o supervisión de la actividad del residente en la misma.

## 6. SESIONES

Se realizan en la sala de reuniones y dosimetría clínica del Servicio de Radiofísica. Se estructuran en:

### **Casos Clínicas:**

Es diaria. Se realiza simultáneamente a la organizativa del servicio. Se presentan casos, problemas comunes, dudas de tratamiento, etc debidas a la actividad rutinaria. Los residentes han de presentar al menos en el 50% de ellas algún caso o problemática.

P.ej:            Planificaciones del día especiales de rtp  
                  Controles de medicina Nuclear. Problemática  
                  Controles de control de calidad de rayos X.  
                  Supuestos de protección radiológica  
                  Dosimetrías en aceleradores e radioterapia, etc

Su duración no de ser mayor de 45 min

### **Sesiones clínico y bibliográficas**

Se anuncian semestralmente en el tablón de anuncios del pasillo del citado Servicio. Tienen periodicidad semanal y están acreditadas. Son de asistencia recomendable para todo el Servicio. La actualización de conocimientos es necesaria para los profesionales.

Las sesiones bibliográficas básicamente son la puesta en común de lecturas sistemática de revistas especializadas y libros de referencia. La selección de los artículos más interesantes y su resumen escapa a la capacidad individual de los profesionales por lo que es necesario realizar esta actividad en grupo.

El ponente habrá revisado el artículo o tema de interés y hará una exposición pública de su contenido, problemas, crítica científica ,etc.

Se recomienda a los residentes la realización de este tipo de sesiones con periodicidad bimensual, dado que así adquieren destreza en la exposición científica y en la metodología docente y de investigación.

Asimismo durante la rotación de los residentes de Radiofísica en otros Servicios del Hospital asistirán a las sesiones de los mismos.

**Sesiones Hospitalarias:**

- Avances científicos – técnicos: Salón de actos edificio de gobierno, primer jueves de cada mes a las 8.00h.
- Anatomoclínica: Salón del actos edificio de gobierno, último jueves de cada mes a las 8.15h.
- Seminario de investigación: Salón de actos Hospital General, primer jueves de cada mes a las 15.30h.

## **7. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN**

Durante el periodo de residencia, el residente realizará un mínimo de tres comunicaciones y/o publicaciones en los Congresos y/o revistas de nuestro ámbito.

## **8. EVALUACIÓN**

### **8.1 Del Ministerio**

Se rellenarán los documentos oficiales por el FEA responsable del residente en cada rotatorio y los validará el tutor con su firma. Es misión del tutor garantizar esta evaluación, hacerla con el responsable del rotatorio y remitirla a la Comisión de docencia al finalizar la rotación.

### **8.2 Propia del Hospital**

Mínimo de 6 reuniones al año, y siempre tras cada rotación, valorando libro de residente (Anexo) y audit de portfolio (Anexo).

Nº de sesiones clínicas presentadas.

Cursos como discente y como docente.

Ponencias y comunicaciones a Congresos.

Publicaciones.

### **8.3 Del Servicio (opcional)**

## 9. BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA

Existe una extensa bibliografía de nuestra especialidad a disposición de los residentes, dentro de ella destacamos:

Libros:

The Physics of Radiation Therapy.	F.M. Khan (Disponible en el Servicio)
Physics in Nuclear Medicine	J.A. Sorensen, M.E. Phelps (Disponible en el Servicio)
The physics of Radiology	H.E. Johns, J.R. Cunningham (Disponible en el Servicio)
The physics of Radiotherapy X-Rays from Linear Accelerators	 (Disponible en el Servicio)
Atoms, Radiation and Radiation Protection, J.E. Turner	 (Disponible en el Servicio)

Revistas:

Medical Physics	(Disponible en el Servicio)
Physics Medicine and Biology	(Disponible on line Hospital)
Radiotherapy and Oncology	(Disponible Hospital)
International Journal of Radiation Oncology Biology and Physics	 (Disponible Hospital)
British Journal of Radiology	(Disponible on line Hospital)
Radiology	(Disponible on line Hospital)
Health Physics	(Disponible on line Hospital)
International Journal of Nuclear Medicine	(Disponible on line Hospital)
Journal Applied of Clinical Medical Physics	(Disponible on line Hospital)
Physica Medica	
Revista Española de Física Médica	(Disponible on line Hospital)
Revista de Radioprotección	(Disponible on line Hospital)

Páginas web:

[www.sefm.es](http://www.sefm.es) - Sociedad Española de Física Médica

[www.sepr.es](http://www.sepr.es) - Sociedad Española de Protección Radiológica

[www.csn.es](http://www.csn.es) - Consejo de Seguridad Nuclear

[www.aapm.org](http://www.aapm.org) - Sociedad Americana de Física Médica

[www.icrp.org](http://www.icrp.org) - Comisión Internacional de Protección Radiológica

[www.icru.org](http://www.icru.org) - Comisión Internacional de Unidades y Medidas de la Radiación

[www-naweb.iaea.org/nahu/default.asp](http://www-naweb.iaea.org/nahu/default.asp) - División de salud de la Agencia Internacional de energía atómica

[www.estro.be](http://www.estro.be) - European Society for Therapeutic Radiology and Oncology

## **10. PLAN INDIVIDUALIZADO DE ROTACIONES**

Es necesario adaptar el plan general de rotaciones del residente a un plan individualizado de rotaciones donde se especifiquen las rotaciones de cada residente y los meses exactos en los que las va a llevar a cabo. Este plan se debe elaborar anualmente con la incorporación de los residentes. Se entregará a cada residente y se remitirá una copia a Docencia con periodicidad anual. Resulta práctico realizar esta parte en una tabla (anexo).

En el plan individualizado debe también el nombre del tutor, los objetivos de Investigación específicos, las actividades formativas internas y externas (incluyendo PCCEIR), los días de tutorías, etc

## PLAN INDIVIDUALIZADO DE ROTACIONES DE LOS RESIDENTES DE R1 promoción 2015

Nombre y apellidos	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo

Nombre del tutor:

Horario de Tutorías

Objetivos de Investigación 2015

Una comunicacion a congreso

Objetivos de formación 2015

Dos cursos de formación en alguno de los campos de aplicación de la Radiofísica

Objetivos específicos de cada rotación

**Los especificados en el programa de la especialidad**

Curso de Protección Radiológica (para las especialidades que así esté contemplado en su programa docente)

Guardias 2015-2016

9 Jornadas complementarias de presencia física.

Sesiones Clínicas 2015-2016

Realizar al menos 6 sesiones clínicas

**Otros**

## R2 promoción 2015

Nombre y apellidos	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo

Nombre del tutor:

Horario de Tutorías

Objetivos de Investigación 2015

Una comunicacion a congreso

Objetivos de formación 2015

Dos cursos de formación en alguno de los campos de aplicación de la Radiofísica

Objetivos específicos de cada rotación

### Los especificados en el programa de la especialidad

Curso de Protección Radiológica (para las especialidades que así esté contemplado en su programa docente)

Guardias 2015-2016

9 Jornadas complementarias de presencia física.

Sesiones Clínicas 2015-2016

Realizar al menos 6 sesiones clínicas

**Otros**

### R3 promoción 2015

Nombre y apellidos	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo

Nombre del tutor:

Horario de Tutorías

Objetivos de Investigación 2015

Una comunicacion a congreso

Objetivos de formación 2015

Dos cursos de formación en alguno de los campos de aplicación de la Radiofísica

Objetivos específicos de cada rotación

### Los especificados en el programa de la especialidad

Curso de Protección Radiológica (para las especialidades que así esté contemplado en su programa docente)

Guardias 2015-2016

9 Jornadas complementarias de presencia física.

Sesiones Clínicas 2015-2016

Realizar al menos 6 sesiones clínicas

**Otros**