



NORMA UY 123 RADIOTERAPIA

Aprobado por Resolución XXX/2023 de la ARNR del XX/XX/2023

ÍNDICE

DISPOSICIONES GENERALES	3
REQUISITOS GENERALES RELATIVOS A LA PRÁCTICA.....	3
Requisitos administrativos	3
Requisitos de optimización	3
Requisitos de dirección y organización	3
REQUISITOS DE DISEÑO	4
Requisitos de diseño de fuentes y equipos generadores de radiaciones ionizantes.....	4
Requisitos de diseño de instalaciones.....	5
REQUISITOS OPERACIONALES	6
Requisitos generales	6
Requisitos de mantenimiento de fuentes y equipos	8
Gestión de fuentes selladas en desuso	8
REQUISITOS RELATIVOS AL PERSONAL	9
Requisitos de dotación del personal	9
Requisitos de cualificación del personal	9
Responsabilidades del personal	11
EXPOSICIÓN OCUPACIONAL.....	14
Dosimetría personal.....	14
Cumplimiento de los límites de dosis.....	15
Vigilancia radiológica de las zonas de trabajo.....	15
Detectores de radiación	16
EXPOSICIÓN MÉDICA.....	16
Justificación	16
Optimización de la protección	16
Investigación de exposiciones médicas involuntarias y accidentales	17
REGISTROS Y DOCUMENTACIÓN.....	18



ANEXO I	20
ANEXO II	22
ANEXO III	23
Glosario	25
Referencias.....	¡Error! Marcador no definido.

BORRADOR

 <p>Ministerio de Industria, Energía y Minería</p>	<p>NORMA UY 123</p> <p>RADIOTERAPIA</p>	Código: NR-11-123
		Versión: 01
		Fecha: XX/2023
		Página 3 de 26

DISPOSICIONES GENERALES

Objetivo

Artículo 1.- Establecer los requisitos mínimos de protección radiológica y seguridad física para la práctica de radioterapia. Esta norma está basada en las recomendaciones del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA).

Alcance

Artículo 2.- Esta norma es aplicable a las instalaciones, actividades y personas que están vinculadas a la práctica de radioterapia en todo el territorio nacional.

Explicación de términos

Artículo 3.- A los fines de la presente norma se define:

Radioterapia: es la especialidad médica que hace uso de radiación electromagnética y de partículas para el tratamiento de enfermedades generalmente del tipo oncológicas.

La radioterapia se puede clasificar en teleterapia y braquiterapia. En teleterapia se administra el tratamiento con una fuente externa de radiación situada a cierta distancia del cuerpo y en braquiterapia la fuente se coloca cerca del tumor, ya sea junto a él o en su interior.

REQUISITOS GENERALES RELATIVOS A LA PRÁCTICA

Requisitos administrativos

Artículo 4.- Para la realización de la práctica de radioterapia se requieren licencias para las etapas de construcción, operación y clausura emitidas por la Autoridad Reguladora Nacional en Radioprotección (ARNR) según lo establecido en la *Guía de autorización para instalaciones y actividades asociadas* vigente sin perjuicio de lo establecido en otras regulaciones.

Artículo 5.- El personal que realiza la práctica de radioterapia debe contar con las autorizaciones individuales que correspondan según lo que se establece en la presente norma y en la legislación vigente.

Artículo 6.- Las fuentes de radiaciones ionizantes que se utilizan en la práctica de radioterapia solo pueden adquirirse de entidades autorizadas por la ARNR.

Artículo 7.- Las entidades que prestan servicios asociados a la práctica de radioterapia deben estar debidamente autorizadas por la ARNR. Estos servicios pueden ser:

- a) montaje, mantenimiento, reparación de equipos y recambio de fuentes;
- b) servicios de física médica que incluyen planificación de tratamientos, calibración de fuentes y equipos, puesta en servicio y controles de calidad;
- c) servicios de protección radiológica que incluyen comprobación de hermeticidad de fuentes, calibración de equipos de medición utilizados en la práctica y dosimetría personal;
- d) otras actividades que considere la ARNR.

Requisitos de optimización

Artículo 8.- Los sistemas de protección deben estar optimizados. Para la exposición ocupacional o del público, la dosis efectiva anual deberá restringirse para evitar que sea superior a 6 mSv para los trabajadores y 0,3 mSv para los miembros del público.

Requisitos de dirección y organización



Artículo 9.- El representante legal (RL) debe garantizar que se establezca e implemente un programa de protección y seguridad radiológica (PPSR) de acuerdo al anexo 1 de la Guía de autorización para instalaciones y actividades asociadas que garantice la protección a trabajadores, pacientes y público.

Artículo 10.- El sistema de gestión general del servicio debe incluir todos los procesos vinculados a la práctica de radioterapia y prever auditorías y evaluaciones que permitan valorar la efectividad del PPSR y su mejoramiento continuo.

Artículo 11.- Para la ejecución de la práctica de radioterapia, el representante legal debe designar oficialmente al responsable de protección radiológica (RPR) que se encargue de supervisar el cumplimiento del PPSR y a un sustituto que cumpla con los mismos requisitos que el RPR.

Artículo 12.- Para la ejecución de la práctica de radioterapia que implique el uso de fuentes categoría 1, 2 o 3, el representante legal debe designar oficialmente al responsable por la seguridad física y cumplir con los demás requisitos establecidos en la Norma UY 118.

Artículo 13.- Para la ejecución de la práctica de radioterapia, el representante legal debe designar oficialmente al responsable físico.

Artículo 14.- El representante legal debe garantizar la dotación mínima del personal conforme con el Artículo 72 de la presente norma.

REQUISITOS DE DISEÑO

Requisitos de diseño de fuentes y equipos generadores de radiaciones ionizantes

Artículo 15.- Las fuentes selladas deben satisfacer los requerimientos de la normativa nacional e internacional. Las fuentes radiactivas deben satisfacer la versión vigente de la Norma ISO 2919 [1].

Artículo 16.- Las pruebas de hermeticidad a las fuentes selladas deben satisfacer la versión vigente de la Norma ISO 9978 [2].

Artículo 17.- La documentación de los equipos y fuentes debe estar en idioma español y debe especificar las condiciones para el montaje, pruebas de aceptación, puesta en servicio, garantía y mantenimiento, entre otros aspectos.

Artículo 18.- No se permite el uso de fuentes selladas de Ra-226 en braquiterapia.

Artículo 19.- Los equipos que se emplean en radioterapia deben satisfacer los requisitos establecidos en las normas vigentes de la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC).

Artículo 20.- Los equipos de radioterapia deben poseer sistemas de seguridad capaces de prevenir su utilización por parte de personal no autorizado.

Artículo 21.- El panel de control de los equipos de radioterapia debe permitir al operador interrumpir la irradiación en caso de emergencia.

Artículo 22.- Los equipos de teleterapia deben contar con elementos auxiliares que permitan colimar y bloquear el haz, así como sistemas confiables de verificación del posicionamiento.

Artículo 23.- Se debe contar con sistemas de inmovilización y fijación suficientes para el posicionamiento de los pacientes de acuerdo a las técnicas empleadas.

Artículo 24.- Los contenedores de las fuentes en los equipos de radioterapia deben poseer la señalización clara y permanente con el símbolo internacional de radiación ionizante establecido en la Norma ISO 361 [3].



Artículo 25.- En la sala de tratamiento de braquiterapia de alta tasa de dosis (HDR) deben existir los instrumentos y medios necesarios para ser utilizados en caso de tener que rescatar la fuente de forma manual de acuerdo a las especificaciones del fabricante.

Requisitos de diseño de instalaciones

Artículo 26.- El diseño constructivo de los locales dedicados a la práctica de radioterapia debe considerar la existencia de todas las áreas necesarias para asegurar la calidad de las exposiciones médicas teniendo en cuenta el flujo tecnológico de la práctica. En dependencia de las particularidades de las técnicas de radioterapia que se empleen, debe preverse como mínimo:

- a) sala de consulta para la atención de los pacientes;
- b) sala para la ubicación de equipos de simulación y adquisición de imágenes utilizados en el tratamiento;
- c) sala para la realización de la planificación de los tratamientos;
- d) área para el trabajo de los físicos y para el almacenamiento de los equipos y medios utilizados para el control de calidad;
- e) sala de espera de pacientes;
- f) área para el panel de control o consola de los equipos;
- g) sala de tratamiento (búnker) (una por cada equipo de radioterapia utilizado);
- h) sala para la fabricación de moldes si estos son necesarios;
- i) habitaciones individuales para la hospitalización de pacientes de braquiterapia de baja tasa de dosis (LDR);
- j) sala para la preparación de material radiactivo para LDR;
- k) sala de almacenamiento de fuentes de LDR.

Artículo 27.- El diseño constructivo debe garantizar que las dosis que reciban los trabajadores ocupacionalmente expuestos (TOE) y los miembros del público sean tan bajas como razonablemente sea posible alcanzar en consonancia con el Artículo 8º de la presente norma.

Artículo 28.- El cálculo de los blindajes de las salas de tratamiento y de los equipos de adquisición de imágenes utilizados en los tratamientos (simuladores) debe basarse en publicaciones de organizaciones internacionales reconocidas.

Artículo 29.- En las salas de tratamiento donde existan fuentes radiactivas se debe disponer de medios de prevención y de extinción de incendio para mantener la integridad de las mismas.

Artículo 30.- La sala de tratamiento debe contar con un enclavamiento de seguridad que interrumpa automáticamente la irradiación en caso de ingreso cuando el equipo está irradiando. El mecanismo debe estar diseñado de manera tal que la irradiación solo pueda restablecerse desde el área de control del equipo.

Artículo 31.- El acceso a la sala de tratamiento debe tener señalización luminosa adecuada que indique si el equipo está irradiando o no. Las señales lumínicas deben estar acopladas al equipo y se debe adoptar la convención de luz roja para "equipo irradiando" y luz verde para "equipo no irradiando".

Artículo 32.- Se debe disponer de interruptores manuales, adecuadamente ubicados, que permitan interrumpir la irradiación tanto desde el interior como del exterior de la sala de tratamiento.

Artículo 33.- La sala de tratamiento debe disponer de un sistema de iluminación de emergencia que se encienda en caso de interrupción de suministro eléctrico de manera tal que se garantice la salida del paciente de la sala y la eventual realización de procedimientos operacionales de emergencia con la seguridad requerida.



Artículo 34.- Si la sala de tratamiento cuenta con una fuente de categoría 1 o 2 debe estar dotada en su interior de un detector de radiaciones fijo, conectado a una fuente de alimentación eléctrica confiable e independiente de la red eléctrica. El detector debe tener una señal lumínica que debe ser visible la puerta de entrada a la sala (búnker).

Artículo 35.- La ubicación del área de control debe garantizar que en todo momento el operador tenga una visión adecuada del acceso a la zona controlada. En el área de control deben existir medios que permitan la visualización del paciente y la comunicación oral bidireccional con el mismo en todo momento durante el tratamiento.

Artículo 36.- La sala de almacenamiento y preparación de fuentes de braquiterapia debe ser de uso exclusivo y se debe ubicar cercana a la sala de tratamiento para evitar el desplazamiento innecesario de fuentes.

REQUISITOS OPERACIONALES

Requisitos generales

Artículo 37.- El representante legal debe garantizar que todas las tareas que se realizan en el servicio de radioterapia, incluyendo la operación de equipos y fuentes, se realicen de acuerdo a los procedimientos establecidos en el Informe de Seguridad de la práctica según la Guía de autorización de instalaciones y actividades asociadas.

Artículo 38.- Los equipos de radioterapia deben ser operados dentro de los límites y condiciones establecidas en la documentación técnica del fabricante y en la autorización otorgada por la ARNR. Los procedimientos de operación deben estar siempre disponibles en idioma español y en el área de control del equipo.

Artículo 39.- Se debe realizar una puesta en servicio de todos los equipos de radioterapia previo a su uso. La misma se debe llevar a cabo de acuerdo con protocolos de referencia reconocidos y se debe realizar un informe de puesta en servicio según las pautas que se describen en el Anexo I.

Artículo 40.- El representante legal debe garantizar que se elaboren y aprueben procedimientos operacionales de emergencia en los que se contemplen las medidas a tomar en caso de que ocurran situaciones anormales.

Artículo 41.- Todas las planificaciones deben ser sometidas a una verificación redundante adecuada mediante cálculo independiente, verificación paciente específico u otro mecanismo. Los procedimientos y criterios de aceptación de esta verificación deben estar establecidos en los protocolos del servicio. Además, los resultados de la misma deben quedar registrados en la ficha de tratamiento del paciente.

Artículo 42.- Se debe contar con equipamiento adecuado para realizar los controles de calidad acorde a la complejidad de las técnicas utilizadas en el servicio.

Artículo 43.- En tratamientos de teleterapia se debe realizar el inicio de tratamiento, el día del posicionamiento inicial o el primer día de tratamiento, en presencia del oncólogo radioterapeuta, el físico médico y los técnicos en radioterapia. En el caso de braquiterapia HDR, el oncólogo radioterapeuta, el físico médico y el técnico en radioterapia deberán estar presentes en todas las sesiones del tratamiento.

Artículo 44.- Los pacientes sometidos a tratamientos de LDR que requieran hospitalización no pueden disponer de acompañantes permanentes durante el tiempo que dura el tratamiento. Se permiten las visitas controladas a dichos pacientes, siempre que se demuestre que tales visitas no afectan el cumplimiento de la restricción de dosis establecidas en la Norma UY 100.

Artículo 45.- Mientras el paciente permanezca bajo tratamiento de LDR deben fijarse las señalizaciones e instrucciones indicadas a continuación:

a) En la parte exterior de la puerta de acceso:



- señalización;
- régimen de visitas;
- condiciones de uso autorizado del local (uso temporal o uso permanente).

b) En lugar visible dentro de la habitación: instrucciones para el personal dedicado a la atención del paciente. Estas instrucciones deben, como mínimo, describir:

- tamaño y apariencia de las fuentes;
- manipulación, almacenamiento seguro y comunicación inmediata en caso de situaciones anormales o de emergencia;
- atención del paciente;
- control de visitas;
- notificación al responsable de protección radiológica en caso de emergencia médica o muerte del paciente.

c) Al pie de la cama: enumeración de las fuentes colocadas y esquema demostrativo.

Artículo 46.- El paciente de LDR con implantes permanentes solo puede ser dado de alta cuando la tasa de dosis a 1 m se corresponde con los valores que aparecen en el Anexo II.

Artículo 47.- El paciente de LDR con implantes permanentes debe ser instruido en protección radiológica antes de ser dado de alta.

Artículo 48.- Los pacientes que se retiren del establecimiento con implantes permanentes y/o sus familiares deben ser instruidos por personal idóneo respecto de la forma de mantener las dosis tan bajas como sea razonablemente posible, acorde a los criterios establecidos en la Norma UY 100.

Artículo 49.- Se debe garantizar la entrega de instrucciones escritas a los visitantes y a las personas que prestan voluntariamente asistencia a pacientes que hayan sido sometidos a implantes con material radiactivo. Estas instrucciones deben incluir medidas para situaciones imprevistas tales como desprendimiento de implantes e intervenciones quirúrgicas no relacionadas con el implante.

Artículo 50.- Todo paciente sometido a tratamiento con implantes temporales debe ser monitoreado antes de darle el alta hospitalaria. El monitoreo al paciente debe incluir su ropa y sus objetos personales.

Artículo 51.- Cuando un paciente portador de fuentes radiactivas no permanentes deba pasar a condición de cuidado intensivo, las fuentes deben retirarse tan pronto como sea posible. Debe instruirse sobre estos aspectos al personal que puede llegar a intervenir en tales situaciones.

Artículo 52.- En el caso de muerte de un paciente con material radiactivo implantado, las fuentes deben ser retiradas y trasladadas al depósito. Cuando se trate de implantes permanentes toda acción relativa al tratamiento del cuerpo debe ser efectuada con el asesoramiento de personal idóneo en seguridad radiológica.

Artículo 53.- Para las instalaciones de HDR se debe contar con una cámara de pozo debidamente calibrada.

Artículo 54.- Para equipos que puedan operar con energías de fotones mayores a 10 MV, debe existir un procedimiento escrito concerniente a la manipulación de piezas que puedan estar activadas.

Artículo 55.- La calibración de los conjuntos dosimétricos de referencia se debe realizar cada dos años en un laboratorio secundario y se debe disponer de al menos uno calibrado en todo momento.

Artículo 56.- Se deberá disponer de alternativas que permitan contrastar las mediciones realizadas con los instrumentos de dosimetría absoluta en el periodo de vigencia de la calibración de los mismos

 <p>Ministerio de Industria, Energía y Minería</p>	<p>NORMA UY 123</p> <p>RADIOTERAPIA</p>	Código: NR-11-123
		Versión: 01
		Fecha: XX/2023
		Página 8 de 26

Requisitos de mantenimiento de fuentes y equipos

Artículo 57.- El representante legal debe garantizar la existencia y ejecución de un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos, en correspondencia con las recomendaciones de los fabricantes, que permita su funcionamiento seguro.

Artículo 58.- Las empresas que realizan el mantenimiento de los equipos deben tener autorización de la ARNR vigente al igual que los trabajadores que realizan dicha labor. El representante legal que realiza la práctica de radioterapia solo podrá contratar empresas de mantenimiento que posean la correspondiente autorización vigente otorgada por la ARNR a estos fines.

Artículo 59.- El alcance del programa de mantenimiento preventivo debe quedar especificado en el informe de seguridad.

Artículo 60.- El personal que realiza el mantenimiento debe dejar constancia escrita, legible y firmada del mismo donde se detalle la intervención realizada y la verificación del correcto funcionamiento del equipo.

Artículo 61.- Luego de realizarse un mantenimiento o modificación del equipo que pueda afectar los parámetros de seguridad, mecánicos y dosimétricos, o en casos de eventos anómalos (por ejemplo, pérdida de energía eléctrica), un físico médico autorizado debe verificar su correcto funcionamiento antes de iniciar los tratamientos, dejando registro de las pruebas realizadas y constancia firmada de conformidad con el mismo.

Artículo 62.- El representante legal debe garantizar que se establezcan procedimientos donde se definan de forma clara las responsabilidades del personal que realiza el mantenimiento y la reparación del equipo y del físico médico que recibe los equipos, una vez concluidos estos trabajos.

Artículo 63.- Se debe efectuar un mantenimiento preventivo de todos los sistemas, equipos y componentes relacionados con la seguridad, manteniendo las características funcionales originales establecidas por el fabricante. Los procedimientos para el mantenimiento y su frecuencia deben estar contenidos en la documentación técnica.

Artículo 64.- Para la práctica de HDR, el RPR debe coordinar con la empresa que realiza el recambio de fuentes la fecha prevista para el mismo y verificar que se disponga de los medios, procedimientos y personal cualificado para garantizar los aspectos de seguridad radiológica y física. Dicha empresa y su personal deben tener autorización vigente de la ARNR.

Artículo 65.- En los casos de instalaciones de braquiterapia se debe notificar a la ARNR la fecha del recambio de la fuente.

Artículo 66.- Para equipos que operen más allá de la fecha del fin de asistencia determinada por el fabricante, el centro debe disponer de un plan de recambio de los mismos aprobado por la ARNR.

Gestión de fuentes selladas en desuso

Artículo 67.- El representante legal debe garantizar que la gestión de las fuentes selladas en desuso se realice en correspondencia con lo establecido en la normativa vigente y de acuerdo a los procedimientos establecidos en el PPSR.

Artículo 68.- El representante legal debe garantizar que en los contratos de compra-venta de fuentes radiactivas se prevea el retorno a los suministradores de las fuentes gastadas o en desuso.

Artículo 69.- En el caso de las instalaciones con equipos de HDR se permitirá tener una fuente almacenada durante un período máximo de cuatro meses, siempre que esto se realice en un local exclusivamente diseñado para almacenamiento de desechos radiactivos y fuentes selladas

 <p>Ministerio de Industria, Energía y Minería</p>	<p>NORMA UY 123</p> <p>RADIOTERAPIA</p>	Código: NR-11-123
		Versión: 01
		Fecha: XX/2023
		Página 9 de 26

en desuso. Las condiciones de almacenamiento y las medidas de protección radiológica y seguridad física de esos locales serán las que apruebe la ARNR.

REQUISITOS RELATIVOS AL PERSONAL

Requisitos de dotación del personal

Artículo 70.- El representante legal debe garantizar que se cuente con personal cualificado suficiente y con autorización individual vigente para que la práctica se realice con un nivel adecuado de protección y seguridad radiológica y física. La dotación del personal debe estar en correspondencia con las técnicas de radioterapia empleadas, así como con los equipos, sistemas de planificación utilizados y la carga de trabajo prevista.

Artículo 71.- Para la realización de la práctica de radioterapia, requieren autorización individual todas aquellas personas que realizan las siguientes funciones:

- oncólogo radioterapeuta;
- físico médico;
- técnico en radioterapia;
- personal de mantenimiento de equipos y fuentes.

Artículo 72.- Para la realización de la práctica de radioterapia se debe contar como mínimo con la presencia efectiva del personal siguiente:

- a) Oncólogo radioterapeuta: 40 horas semanales por cada 300 pacientes tratados anualmente. Se garantizará que, como máximo, un oncólogo radioterapeuta no esté atendiendo más de 25-30 pacientes en cualquier momento en que su carga de trabajo sea evaluada.
- b) Físico médico: 40 horas semanales de físico médico autorizado por cada servicio, de las cuales al menos 20 horas serán ocupadas por un "físico médico cualificado". Cuando se realizan técnicas avanzadas de RT (por ejemplo, IMRT, VMAT, SBRT, SRS, etc.) se deben adicionar 10 horas semanales de "físico médico cualificado". Además, en todos los casos, el número total de horas de físicos médicos en el servicio debe satisfacer lo establecido en la tabla *Dotación de físicos médicos ARNR* (Anexo III) considerando todos los niveles y horas efectivas de los físicos disponibles en la clínica.
- c) Técnico en radioterapia:
 - Dos técnicos por equipo de teleterapia dedicados a la ejecución de los tratamientos, tratando no más de 20 pacientes por turno de 4 horas de trabajo.
 - Un técnico por equipo de braquiterapia HDR dedicado a la ejecución de los tratamientos, tratando no más de 4 pacientes por turno de 4 horas de trabajo.
 - Un técnico por equipo de simulación dedicado a la adquisición de imágenes.
- d) RPR y sustituto.

Artículo 73.- Se debe contar con oncólogos radioterapeutas en número suficiente para cubrir presencialmente todo el horario de tratamiento de pacientes del servicio.

Artículo 74.- Cada servicio debe designar un físico médico cualificado como responsable físico.

Artículo 75.- Cuando en el servicio de radioterapia exista un solo físico médico cualificado, se deben tomar las medidas que aseguren que la calibración de los haces de radiación y las fuentes de braquiterapia se verifique de manera independiente por otro físico médico autorizado.

Requisitos de cualificación del personal



Artículo 76.- El personal que realiza la práctica de radioterapia debe satisfacer los siguientes requisitos mínimos de cualificación:

a) Oncólogo radioterapeuta:

- Formación básica: graduado universitario de medicina.
- Formación especializada: médico especializado en radioterapia.
- Curso teórico práctico en protección y seguridad radiológica de al menos 60 horas. Este requisito puede convalidarse para el caso de los oncólogos radioterapeutas que demuestren la obtención de estos conocimientos de protección radiológica en los marcos de la formación especializada o residencia que han cursado.
- Poseer al menos un año de experiencia en el trabajo de un servicio de radioterapia bajo la supervisión directa de un oncólogo radioterapeuta autorizado por la ARNR. Esta experiencia puede obtenerse en los marcos de la propia especialización.

b) Físico médico:

- La cualificación de los físicos médicos necesaria se describe por niveles en la siguiente tabla:

Denominación	Requisitos	Autorización individual
Físico médico en formación	<ul style="list-style-type: none">• Licenciatura en física médica	No se otorga autorización individual
Físico médico básico	<ul style="list-style-type: none">• Licenciatura en física médica + tres mil horas de experiencia clínica avaladas por el representante legal.	Se otorga autorización individual.
Físico médico cualificado	Profesional con título universitario de grado de no menos de 4 años. Posee título de posgrado (maestría o equivalente) con especialización en radioterapia. Deberá además acreditar formación clínica supervisada de al menos un año a tiempo completo.	Se otorga autorización individual.

- Además, para todos los niveles que se otorga autorización individual se debe contar con un curso teórico práctico en protección y seguridad radiológica de al menos 80 horas. Este requisito puede convalidarse para el caso de los físicos médicos cualificados que demuestren la obtención de estos conocimientos de protección radiológica en los marcos de la maestría o residencia que han cursado.
- La denominación de físico médico básico, contenida en la tabla anterior, solo será otorgada a los profesionales ya autorizados como físicos médicos, que al momento de la puesta en vigor de la presente norma no cumplen con los requisitos establecidos para la denominación de físico médico cualificado.
- La formación clínica, a la que se hace referencia en el caso de los físicos médicos cualificados mencionados anteriormente, debe alinearse con las recomendaciones de la IAEA en la referencia [4]. La orientación de los contenidos y competencias de acuerdo a [4] han sido desarrollados en [5].

c) Tecnólogo en radioterapia:



- Formación básica: tecnólogo en radioterapia.
 - Formación especializada: Curso teórico práctico en protección y seguridad radiológica de al menos 40 horas. Este requisito puede convalidarse para el caso de los tecnólogos que demuestren la obtención de estos conocimientos de protección radiológica en el marco de su formación básica.
 - Poseer al menos 250 horas de entrenamiento en el trabajo con los equipos del servicio de radioterapia donde trabajará, bajo la supervisión directa de un tecnólogo en radioterapia autorizado por la ARNR. Esto será avalado por el representante legal.
- d) Responsable de protección radiológica (RPR):
- Además de los requerimientos establecidos en el Artículo 16 de la *Guía de autorizaciones individuales*, se debe poseer al menos 2000 horas de experiencia trabajando en un servicio de radioterapia, avalado por el jefe de servicio del mismo.
- e) Técnico en mantenimiento:
- Formación básica: graduado universitario en ingeniería o técnico en especialidades afines.
 - Formación especializada: curso teórico práctico sobre el funcionamiento y mantenimiento de los equipos a su cargo avalado por el fabricante.
 - Curso teórico práctico en protección y seguridad radiológica de al menos 40 horas. Este requisito puede convalidarse para el caso de los técnicos en mantenimiento que demuestren la obtención de estos conocimientos de protección radiológica en el marco de su formación especializada.

Artículo 77.- Todos los cursos de formación en materia de protección radiológica que son requeridos con los fines del Artículo 76 deberán ser avalados y reconocidos por la ARNR.

Artículo 78.- En el caso de formaciones equivalentes, la ARNR supervisará la equivalencia con los criterios del Artículo 76 mediante la presentación de títulos y documentación que cumplan las formalidades de precepto.

Responsabilidades del personal

Artículo 79.- El personal que realiza la práctica de radioterapia tiene como mínimo las responsabilidades siguientes:

- a) El oncólogo radioterapeuta:
- implementar los aspectos clínicos del PPSR;
 - prescribir los tratamientos radioterapéuticos de forma justificada para cada paciente;
 - realizar el marcado de los volúmenes clínicos y anatómicos de las estructuras asociadas al tratamiento en el planificador;
 - aprobar los planes de tratamientos elaborados para cada paciente, en correspondencia con la prescripción realizada;
 - participar y aprobar el posicionamiento inicial del paciente;
 - vigilar que los tratamientos a los pacientes se realicen en correspondencia con lo prescrito;
 - realizar el seguimiento clínico de los pacientes tratados con la frecuencia establecida en los protocolos clínicos vigentes;
 - suspender el tratamiento cuando existan evidencias clínicas de que el tratamiento administrado al paciente no se corresponde con los resultados esperados e investigar las causas;



- supervisar que se registren adecuadamente los datos asociados con el avance de los tratamientos de los pacientes en curso.
 - garantizar que se registren adecuadamente los resultados de los tratamientos en las historias clínicas de los pacientes;
 - informar al RPR de cualquier situación que implique un detrimento de la protección radiológica.
- b) El responsable físico adicionalmente a las responsabilidades que le competen como físico médico cualificado debe:
- implementar los aspectos físicos del PPSR que se correspondan con los equipos y técnicas de tratamiento utilizadas;
 - aprobar los cálculos de blindaje del centro;
 - aprobar las pruebas de aceptación y puesta en servicio de los equipos y las fuentes utilizadas;
 - velar por el cumplimiento del programa de mantenimiento de los equipos y alertar al representante legal cuando el mismo se haya afectado;
 - supervisar que se realice la revisión redundante e independiente, de los planes de tratamiento elaborados en el sistema de planificación de tratamientos (TPS), en lo relativo a la verificación de las unidades de monitor, cuando corresponda;
 - diseñar, implementar y controlar sistemáticamente el programa de control de calidad de los equipos, siguiendo los protocolos establecidos y manteniendo actualizados los registros correspondientes;
 - aprobar las calibraciones de todas las unidades de tratamiento y verificar la actividad de las fuentes radiactivas de acuerdo con los protocolos adoptados;
 - velar por que se realicen las calibraciones de los instrumentos de medición (cámaras, electrómetros, barómetro, termómetros, etc.) empleados en la puesta en servicio y controles de calidad de equipos y de las fuentes utilizadas en el servicio;
 - asesorar en el proceso de compra de los equipos de radioterapia con el objetivo de asegurar el cumplimiento de los requisitos de seguridad radiológica;
 - aprobar las pruebas de aceptación de los equipos para su uso clínico luego de ser reparados, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. En caso de no existir, determinar la necesidad y alcance de los controles a realizar;
 - implementar las acciones de capacitación y actualización en física médica de todo el personal una vez que se incorporen al servicio o en casos donde el servicio incluya nuevos equipos o técnicas de tratamiento;
 - asignar y supervisar las tareas a realizar por los otros físicos del servicio sin que esto signifique delegar responsabilidades.
- c) El físico médico cualificado:
- realizar las pruebas de aceptación y puesta en servicio de los equipos y las fuentes utilizadas en correspondencias con protocolos aceptados internacionalmente;
 - elaborar el informe de puesta en servicio de los equipos que serán utilizados en la clínica y someter este informe a la aprobación del responsable físico;
 - elaborar y aprobar los planes de tratamientos para técnicas de tratamientos convencionales (2DRT y 3DCRT) y en técnicas avanzadas de radioterapia (IMRT, SRT, SBRT, HDR, etc.) asegurando que se corresponden con la prescripción médica y los criterios de optimización establecidos;



- supervisar la realización de la revisión redundante e independiente de los planes de tratamiento elaborados en el TPS, en lo relativo a la verificación de las unidades de monitor o tiempo de tratamiento según corresponda;
 - participar en el posicionamiento inicial del paciente velando por la implementación de los aspectos físicos del plan de tratamiento elaborado;
 - revisar la realización de las pruebas diarias y pruebas mensuales de los equipos del servicio, siguiendo los protocolos establecidos y supervisar el mantenimiento actualizado de los registros correspondientes;
 - realizar la calibración de todas las unidades de tratamiento y fuentes radiactivas de acuerdo con los protocolos adoptados;
 - evaluar el alcance de la reparación realizada a los equipos, realizar las pruebas de control de calidad si estas son requeridas y aprobar el reinicio de los tratamientos después de confirmar los resultados favorables de las mismas;
 - elaborar programas de capacitación e impartir acciones de capacitación en materia de física médica para los físicos médicos en formación y el resto del personal de la clínica.
- d) El físico médico básico:
- colaborar en la realización de las pruebas de aceptación y puesta en servicio de los equipos y las fuentes utilizadas bajo la supervisión de físico médico cualificado;
 - elaborar las propuestas de planes de tratamientos para su evaluación y aprobación por el físico médico cualificado en técnicas avanzadas de radioterapia (IMRT, SRT, SBRT, HDR, etc.);
 - elaborar y aprobar los planes de tratamiento para cada paciente, asegurando que se corresponden con la prescripción médica y los criterios de optimización establecidos, para tratamientos convencionales (2DRT y 3DCRT);
 - realizar la revisión redundante e independiente de los planes de tratamiento elaborados en el TPS, en lo relativo a la verificación de las unidades de monitor o tiempo de tratamiento según corresponda;
 - participar en el posicionamiento inicial del paciente velando por la implementación de los aspectos físicos del plan de tratamiento elaborado;
 - revisar las pruebas diarias y ejecutar pruebas mensuales de los equipos del servicio, siguiendo los protocolos establecidos y manteniendo actualizados los registros correspondientes;
 - participar en la calibración de todas las unidades de tratamiento y fuentes radiactivas de acuerdo con los protocolos adoptados, siempre bajo la supervisión de un físico médico cualificado;
 - evaluar el alcance de la reparación realizada a los equipos y aprobar el reinicio de los tratamientos siempre que ello sea posible sin la necesidad de realizar nuevos controles de calidad;
 - impartir acciones de capacitación y actualización en física médica de todo el personal.
- e) El tecnólogo en radioterapia:
- suministrar el tratamiento al paciente de acuerdo con la prescripción clínica y la planificación;
 - garantizar la correcta identificación de los pacientes;
 - mantener actualizada la hoja de tratamiento del paciente en lo relativo a la ejecución del mismo;

 <p>Ministerio de Industria, Energía y Minería</p>	<p>NORMA UY 123</p> <p>RADIOTERAPIA</p>	Código: NR-11-123
		Versión: 01
		Fecha: XX/2023
		Página 14 de 26

- observar la evolución clínica del paciente, detectar signos tempranos de complicaciones y si corresponde derivar al paciente al oncólogo radioterapeuta;
 - proveer cuidado al paciente, prestando atención a su posicionamiento y a los parámetros de seguridad del equipo durante el tratamiento;
 - participar en el posicionamiento inicial y durante todas las sesiones del tratamiento del paciente;
 - detectar los problemas de funcionamiento de los equipos y reportar al físico médico de inmediato;
 - conocer y aplicar las regulaciones vigentes en materia de protección radiológica, y detectar riesgos de irradiación innecesaria del público y del paciente;
 - mantener actualizado el registro de las anomalías e incidencias en los equipos.
- f) El RPR:
- asesorar al representante legal en la toma de decisiones relativas a la seguridad radiológica de la práctica;
 - hacer cumplir los requisitos de protección y seguridad radiológica establecidos en las regulaciones vigentes, así como los requisitos y condiciones de las autorizaciones otorgadas;
 - verificar que todos los prestadores de servicios técnicos que así lo requieran (mantenimiento de equipos, reparación, dosimetría personal, etc.) tengan autorización de la ARNR para el cumplimiento de sus funciones y que dicha autorización se encuentra vigente;
 - elaborar e implementar el PPSR;
 - asegurar el cumplimiento de los procedimientos aprobados en el marco del PPSR;
 - comunicar de inmediato al representante legal cualquier hecho que a su juicio pueda implicar un aumento del riesgo de exposición para los TOE, los pacientes o el público;
 - llevar a cabo la vigilancia radiológica de la instalación considerando a los TOE, los pacientes, al público en general y al medio ambiente;
 - supervisar las operaciones de mayor riesgo y velar por el cumplimiento de los procedimientos de seguridad radiológica aplicables a la práctica;
 - realizar auditorías internas periódicas al PPSR;
 - conducir la investigación e implementación de acciones correctivas resultantes de exposiciones accidentales, médicas, ocupacionales y del público;
 - organizar y realizar ejercicios y simulacros de los planes de emergencia;
 - estar presente durante las inspecciones reguladoras y velar por que se corrijan las observaciones de los inspectores de la ARNR;
 - impartir acciones de capacitación y actualización en protección radiológica para todo el personal.

EXPOSICIÓN OCUPACIONAL

Artículo 80.- El representante legal debe establecer las medidas organizativas necesarias para garantizar el acceso restringido de las personas a las zonas controlada y supervisada.

Dosimetría personal



Artículo 81.- Todos los trabajadores de la práctica de radioterapia que tienen acceso al área controlada deben contar con dosímetro personal. También deben disponer de dosímetro personal todos los trabajadores que acceden al área supervisada y, que debido a las funciones que realizan, pudieran recibir dosis superiores a 2 mSv/año por concepto de exposición normal o exposición potencial. Para los trabajadores que manipulen fuentes radiactivas en braquiterapia manual la vigilancia radiológica individual incluye, además, el empleo de dosímetros para evaluar las dosis en extremidades.

Artículo 82.- El servicio de dosimetría personal debe ser realizado por una entidad autorizada por la ARNR. El cambio de los dosímetros y la evaluación de la dosis ocupacional debe realizarse con una periodicidad mensual para todas las modalidades de radioterapia.

Cumplimiento de los límites de dosis

Artículo 83.- Para garantizar el cumplimiento de los límites de dosis establecidos en la Norma UY 100 vigente, el representante legal debe realizar una evaluación sistemática de las dosis recibidas por los TOE y, en tal sentido, debe:

- a) investigar internamente los resultados mensuales de dosis efectivas superiores a 1/12 del límite de dosis y registrar los resultados de tales investigaciones;
- b) investigar los resultados mensuales de dosis efectivas superiores a 4 mSv. Si la investigación confirma que la dosis fue recibida por el trabajador, remitir a la ARNR un informe con las causas y las medidas tomadas;
- c) investigar y remitir un informe a la ARNR de los resultados de dosis efectiva acumulada que en cualquier etapa del año superen la restricción de dosis para la práctica;
- d) investigar y apartar del trabajo con radiaciones ionizantes al trabajador, cuando se corrobore que los resultados de dosis efectiva acumulada recibidas por este, en cualquier etapa del año, superen el límite de dosis para un año;
- e) comunicar de inmediato a la ARNR los resultados mensuales de dosis superiores a 100 mSv y realizar una investigación especial que incluya una confirmación por dosimetría citogenética de la dosis recibida y remitir a la ARNR un informe con las medidas tomadas.

Vigilancia radiológica de las zonas de trabajo

Artículo 84.- Antes de la puesta en servicio de una instalación de radioterapia, con el objetivo de verificar el cumplimiento de los parámetros de diseño, se deben realizar mediciones de tasa de dosis en los puntos preestablecidos en la memoria de blindaje tomando en cuenta las consideraciones realizadas en los cálculos del diseño.

Artículo 85.- El programa de vigilancia radiológica de la instalación debe contemplar los aspectos siguientes:

- a) medición de la tasa de dosis en las zonas controladas y supervisadas;
- b) monitoreo periódico en condiciones normales de funcionamiento y monitoreo adicional cuando se realice alguna modificación del equipo, de procedimiento o de diseño;
- c) niveles de referencia calculados.

Artículo 86.- La vigilancia radiológica de zona debe realizarse siguiendo los procedimientos aprobados en la entidad. La frecuencia de realización de la vigilancia radiológica de zona depende de la técnica de radioterapia que se aplica y responde a los criterios siguientes:

- a) En las salas de braquiterapia manual, la vigilancia radiológica de zona se realiza después de que se utilicen las fuentes radiactivas o con una frecuencia semestral en caso de que no se usen las fuentes.



- b) En las salas de tratamientos donde se instalan equipos de teleterapia y braquiterapia remota de alta tasa de dosis, la vigilancia radiológica de zona se debe realizar:
- durante la puesta en servicio del equipo y posteriormente con una frecuencia anual;
 - después de culminados los trabajos de mantenimiento que modifiquen el haz de radiación;
 - después del recambio de fuentes radiactivas en los equipos;
 - después de eventos extremos (sismos, deslizamientos de tierra, inundaciones, incendios, etc.).
- c) En los locales de almacenamiento temporal de fuentes de braquiterapia de alta tasa de dosis se debe implementar un plan de gestión de fuentes que incluya el monitoreo de las mismas con una frecuencia trimestral o menor.

Detectores de radiación

Artículo 87.- A fin de garantizar la vigilancia radiológica de zonas y de los puestos de trabajo y la corrección de posibles sucesos radiológicos, se requiere poseer al menos un equipo portátil capaz de medir la tasa de dosis a partir del orden de $\mu\text{Sv/h}$ y hasta las decenas de mSv/h para la energía de fotones empleada.

Artículo 88.- En la práctica de teleterapia con aceleradores lineales se necesita que el equipo de medición utilice un detector capaz de medir radiación pulsada y cuando se disponga de energías de fotones mayores o iguales a 10 MV, se requiere un procedimiento para el ingreso al búnker posterior a la irradiación y para manipulación de piezas activadas. En este último caso, al menos durante la puesta en servicio, se debe disponer de un detector de radiación neutrónica para corroborar la efectividad del blindaje que ha sido diseñado.

Artículo 89.- Los equipos utilizados en la vigilancia radiológica deben ser calibrados cada 2 años. Se deben calibrar también después de cada reparación, en caso de roturas y fallas y cuando existan motivos para suponer una alteración en el resultado de las mediciones.

EXPOSICIÓN MÉDICA

Justificación

Artículo 90.- Toda exposición médica en la práctica de radioterapia debe ser justificada sobre la base de los protocolos clínicos reconocidos. La prescripción clínica del tratamiento confirma la justificación individual de la exposición y debe formalizarse por escrito en la historia clínica del paciente.

Artículo 91.- El Representante Legal debe garantizar los espacios de intercambio entre los profesionales con el objetivo de justificar la realización de los tratamientos y tener en cuenta la eficacia, los beneficios, los riesgos y estrategias alternativas.

Artículo 92.- Toda exposición médica en la práctica de radioterapia debe realizarse bajo la supervisión directa de un oncólogo radioterapeuta que debe velar por la justificación, la seguridad y calidad de la exposición del paciente sujeto a tratamiento.

Optimización de la protección

Artículo 93.- En todas las etapas del proceso de tratamiento de radioterapia, debe velarse por la optimización de las exposiciones médicas utilizando todas las técnicas, los medios y los equipos disponibles.



Artículo 94.- Para la realización de la práctica de radioterapia se debe disponer de los accesorios que garanticen la calidad del tratamiento administrado a los pacientes de acuerdo con la tecnología empleada.

Artículo 95.- Las instalaciones deben contar con sistemas informáticos de planificación de tratamiento que sean la herramienta fundamental usada para la planificación de los tratamientos.

Artículo 96.- Se debe implementar un sistema de registro y verificación del tratamiento. Para el caso de unidades de tratamiento instaladas posteriormente a la fecha de publicación de esta Norma, el sistema debe ser automático.

Artículo 97.- Los equipos de adquisición, almacenamiento y transmisión de imágenes dedicados a la planificación de los tratamientos deben ser sometidos a pruebas de aceptación en correspondencia con el fabricante y a una puesta en servicio.

Artículo 98.- Todos los equipos y fuentes deben someterse a un programa de control de calidad en concordancia con recomendaciones internacionales reconocidas. Los registros de dichas pruebas deben mantenerse de manera segura.

Artículo 99.- El servicio debe contar con un programa de aseguramiento y control de calidad de las exposiciones médicas que incluya:

- a) controles de calidad periódicos;
- b) equipamiento utilizado;
- c) procedimientos;
- d) frecuencias;
- e) responsable por la realización de cada uno de los controles;
- f) valores esperados;
- g) tolerancias permitidas;
- h) acciones a tomar en caso de exceder los niveles de tolerancia.

Este programa debe estar fundamentado en bibliografía o protocolos internacionales y a conformidad de la ARNR.

Artículo 100.- Todos los equipos de imágenes dedicados a la planificación de los tratamientos, el TPS y los conjuntos de equipos e instrumentos de calibración dosimétrica, deben ser sometidos a pruebas de control de calidad con requerimientos de frecuencias y tolerancias especialmente definidos en cada caso, de acuerdo con protocolos de organismos internacionales reconocidos.

Artículo 101.- Todos los manuales y documentos del suministrador sobre los componentes de hardware y software deben estar disponibles en idioma español.

Artículo 102.- El sistema de gestión debe ser sometido a auditorías internas.

Artículo 103.- Se debe participar en las auditorías externas postales organizadas por el OIEA y/u OMS siempre que sean convocadas por la ARNR.

Investigación de exposiciones médicas involuntarias y accidentales

Artículo 104.- En la práctica de radioterapia se consideran exposiciones médicas accidentales las siguientes:

- a) Todo tratamiento médico administrado a la persona equivocada o al tejido u órgano equivocado del paciente, o mediante el radioisótopo equivocado, o con una actividad o dosis que difiera considerablemente (por encima o por debajo) de los valores prescritos por el médico o que puedan ocasionar efectos secundarios excesivamente graves.
- b) Todo fallo del equipo radiológico médico, del programa informático o del sistema, o accidente, error, contratiempo u otro suceso poco usual que podría ser causa de que el paciente sufra una exposición médica considerablemente diferente de la prevista.



Artículo 105.- A los efectos de lo dispuesto en el artículo anterior debe considerarse que la exposición de un paciente se desvía considerablemente de lo previsto cuando se comprueban las desviaciones de dosis siguientes [6]:

- a) sobredosis que difieran en más de un 10% respecto a la dosis total prescrita al volumen blanco de planificación, o en más de un 20% respecto a la dosis en una fracción;
- b) subdosis que difieran en más de un 10% respecto a la dosis total prescrita al volumen blanco de planificación, detectadas demasiado tarde como para ser corregido el error.

Artículo 106.- En caso de una exposición médica accidental se deben investigar todos los sucesos que condujeron a la misma y los resultados de la investigación deben presentarse a la ARNR. En el informe de investigación, además, se presentarán el cálculo o estimación de dosis recibida por el paciente y las disposiciones que el servicio adoptará para evitar que se repitan los sucesos antes mencionados.

Artículo 107.- Todas las desviaciones de dosis provocadas como consecuencia de lo expuesto en el artículo 104, que por su magnitud sean menores de lo descrito en el artículo 105, deberán ser clasificadas como incidentes radiológicos. Estos incidentes serán también investigados y reportados a la ARNR, tomando medidas correctoras desde el punto de vista clínico, cuando sea factible.

REGISTROS Y DOCUMENTACIÓN

Artículo 108.- El representante legal debe garantizar que se establezcan y mantengan actualizados, como mínimo, los siguientes registros:

- a) Listados de TOE y expediente radiológico de cada uno de ellos que incluya:
 - registro de la exposición ocupacional (historial dosimétrico del trabajador);
 - resultados de la capacitación recibida (resultados de los exámenes y programas de capacitación y del entrenamiento);
 - autorizaciones Individuales.
- b) Documentación técnica de los equipos suministrada por los fabricantes (en idioma español).
- c) Copias de las Autorizaciones otorgadas, de los informes de las inspecciones realizadas por la ARNR y de la documentación técnica presentada en apoyo a la solicitud de la autorización vigente.
- d) Inventario actualizado de fuentes radiactivas y equipos.
- e) Resultados de la verificación y calibración de los equipos de monitoreo.
- f) Resultados de la vigilancia radiológica de zonas y puestos de trabajos.
- g) Resultados de las auditorías.
- h) Resultados de la calibración de los sistemas dosimétricos.
- i) Resultados de las pruebas de control de calidad (se debe conservar durante toda la vida del equipamiento).
- j) Resultados de las pruebas de aceptación y de puesta en servicio de equipos y fuentes (se debe conservar durante toda la vida del equipamiento).
- k) Ficha de tratamiento que incluya prescripción, planificación, verificación redundante y verificación de posicionamiento, seguimiento y dosis recibidas.
- l) Bitácora de uso de los equipos.
- m) Reporte de incidentes y accidentes e investigaciones realizadas (se debe conservar durante toda la vida de la instalación).
- n) Registros de aceptación e informes de mantenimientos preventivos y correctivos del equipo.



Artículo 109.- El representante legal debe garantizar que se conserven y se mantengan accesibles durante 30 años los registros siguientes:

- a) las fichas de tratamiento de los pacientes;
- b) la exposición de los voluntarios en el caso de la investigación médica.

BORRADOR



ANEXO I

Pautas para el reporte de puesta en servicio

1) Introducción

- Descripción del equipo de tratamiento utilizado (LINAC, equipo de braquiterapia HDR, etc.), sistema de planificación (nombre, versión, algoritmo, licencias, etc.), equipo de adquisición de imágenes para planificación (CT, CT-simulador, arco en C, etc.) y la red informática (ARIA, MOSAIQ, etc.).
- Protocolos de referencia y bibliografía utilizada.
- Plan de capacitación del personal para las técnicas que se pretenden realizar, así como para el uso del equipamiento y listado de físicos que participan en la puesta en servicio.

Puesta en servicio del equipo de radioterapia

2) Equipamiento utilizado en la puesta en servicio

- Listado de equipamiento
- Calibraciones y controles de calidad

3) Adquisición y procesamiento de datos

- Resumen de las mediciones realizadas y línea base del equipo
- Revisión de los datos adquiridos y comparación con referencias

Puesta en servicio del equipo de imágenes para planificación

4) Equipamiento utilizado en la puesta en servicio

- Listado de equipamiento
- Calibraciones

5) Verificaciones geométricas

- Resumen de todas las pruebas realizadas

6) Verificaciones de densidad electrónica

- Resumen de las mediciones realizadas

Puesta en servicio del TPS

7) Modelado en el TPS

- Verificación de la información anatómica, geométrica, imagenológica y de otros parámetros necesarios

 <p>Ministerio de Industria, Energía y Minería</p>	<p>NORMA UY 123</p> <p>RADIOTERAPIA</p>	Código: NR-11-123
		Versión: 01
		Fecha: XX/2023
		Página 21 de 26

- Evaluación cualitativa y cuantitativa del modelado realizado en el sistema de planificación mediante la comparación de parámetros específicos simulados en el planificador con los datos medidos
- 8) Validación del TPS
- Pruebas de verificación del comportamiento esperado del algoritmo. Resultados de la verificación de casos prueba

Validación general

9) Validación *end-to-end*

- Resultados de pruebas *end-to-end* para todo el rango clínico a implementar
- Comparación de los resultados con referencias.

10) Conclusión

- Se debe establecer el alcance de la puesta en servicio realizada incluyendo las técnicas que se implementarán.
- Se deben definir claramente todas las posibles limitaciones para su aplicación derivadas del cálculo dosimétrico, del propio equipo generador, del personal del servicio, de los resultados de las pruebas *end-to-end*, etc.
- Se debe asegurar que el equipamiento está apto para tratar pacientes en las condiciones descritas.

 Ministerio de Industria, Energía y Minería	NORMA UY 123 RADIOTERAPIA	Código: NR-11-123
		Versión: 01
		Fecha: XX/2023
		Página 22 de 26

ANEXO II

Valores de actividad y tasa de dosis para autorizar el alta hospitalaria de pacientes.

Radionúclido	Máximo valor de actividad (GBq)	Máximo valor de tasa de dosis a 1 m paciente (mSv/h)
I-125 (implantes)	0,33	0,01
Ir-192 (implantes)	0,074	0,008
Pd-103 (implantes)	1,5	0,03

Extraído de [5]

BORRADOR

 Ministerio de Industria, Energía y Minería	NORMA UY 123 RADIOTERAPIA	Código: NR-11-123
		Versión: 01
		Fecha: XX/2023
		Página 23 de 26

ANEXO III

Dotación de físicos médicos requerida para un servicio.

Controles de calidad		Horas/año ⁽¹⁾	Nº de elementos ⁽²⁾	Horas anuales ⁽³⁾	
Teleterapia	Acelerador lineal	600			
	Haz de megavoltaje ⁽⁴⁾	100			
	Haz de electrones	100			
	Técnicas avanzadas ⁽⁵⁾	TBI/TSI	20		
		SBRT/SRS	20		
IMRT		20			
VMAT		20			
Braquiterapia		350			
Sistemas de planificación ⁽⁶⁾		190			
Estaciones de ingreso de pacientes, marcado y planificación.		10			
Equipos de imágenes (simulador, CT, CBCT, EPID, RX, etc.)		15			
Equipos de medida	Dosimetría relativa	3			
	Dosimetría absoluta	6			
	Equipamiento auxiliar ⁽⁷⁾	4			
Dosimetría		Horas/paciente	Pacientes/año	Horas anuales	
Dosimetría y planificación	3DCRT o 2DRT	2			
	IMRT/VMAT, TBI/TSI, SBRT/SRS, braquiterapia	6			
Total de horas anuales ⁽⁸⁾ :					
Horas por semana ⁽⁹⁾ :					

Adaptado de la hoja de cálculo en [6]

(1) Las horas/año u horas/paciente son el número de horas promedio necesarias para realizar los controles de calidad en un año o para realizar la dosimetría y planificación de cada paciente.

(2) El número de elementos es la cantidad de equipamiento o característica correspondiente disponible en el servicio.

(3) Las horas anuales se obtienen al multiplicar el número de elementos por las horas/año del equipo o característica correspondiente, o el número de pacientes/año por las horas/paciente.

(4) Los haces de fotones con y sin filtro aplanador y las energías de fotones para imágenes de MV se consideran haces diferentes.

(5) El número de elementos para estos ítems refiere al número de equipos con el que se realizan estas técnicas.

(6) Si un mismo sistema de planificación dispone de más de un algoritmo de cálculo dosimétrico habilitado, cada uno debe considerarse un sistema de planificación independiente.

(7) Fantomas automáticos o no, placas de agua sólida, fantomas con densidades, termómetro, barómetro, etc.

(8) El total de horas anuales se refiere al número de horas necesarias de físico médico para cumplir con las tareas especificadas en la tabla.



⁽⁸⁾ Número de horas semanales de físico médico requeridas. Para su cálculo se toma un año de 50 semanas.

BORRADOR

 <p>Ministerio de Industria, Energía y Minería</p>	<p>NORMA UY 123</p> <p>RADIOTERAPIA</p>	Código: NR-11-123
		Versión: 01
		Fecha: XX/2023
		Página 25 de 26

Glosario

-Aceptación: etapa en la que la empresa proveedora del equipo y el físico médico del servicio realizan pruebas con el fin de verificar que el equipo cumple con las especificaciones de compra.

-Informe de puesta en servicio: es el documento que recoge los resultados más importantes de la puesta en servicio y cuyas validaciones sustentan los tipos de tratamientos que puede realizar un servicio de radioterapia. Este documento forma parte de la documentación que hay que presentar a la ARNR para la solicitud de una licencia de operación.

-Mantenimiento: a menos que se especifique, incluye tanto los mantenimientos preventivos como correctivos.

-Puesta en servicio: etapa previa al uso del equipo en pacientes, cuyo objetivo es asegurar que tanto el equipamiento como los procedimientos y datos del servicio son adecuados para garantizar la entrega segura y precisa de los tratamientos a los pacientes. La puesta en servicio incluye, en general, las siguientes etapas: adquisición de datos, modelado en el TPS, validaciones y establecimiento de un programa de control de calidad.

-Sistema de posicionamiento e inmovilización: dispositivo que persigue la inmovilización del paciente durante el tratamiento y una mayor reproducibilidad del posicionamiento en la simulación y en el tratamiento propiamente dicho.



- [1] International Organization for Standardization, ISO 2919: Radiation Protection. Sealed Radioactive Sources. General Requirements and Classification, Geneva, 1999.
- [2] International Organization for Standardization, ISO 9978: Radiation Protection. Sealed Radioactive Sources. Leakage Test Methods, Geneva, 1992.
- [3] International Organization for Standardization, ISO 361: Basic Ionizing Radiation Symbol, Geneva, 1975.
- [4] OIEA, El físico médico: Criterios y recomendaciones para su formación académica, entrenamiento clínico y certificación en América Latina, IAEA Human Health Reports, No.1, 2010, Viena, 2010.
- [5] ARCAL-ALFIM, Guías de Formación Académica y Entrenamiento Clínico para Físicos Médicos en América Latina, ARCAL – ALFIM 2021, Viena, 2021.
- [6] IAEA, SRS 17: Lessons learned from accidental exposures in radiotherapy, Vienna: IAEA, 2000.
- [7] CSN/SEFM/SEPR, Medios humanos y materiales mínimos necesarios en los servicios de radiofísica hospitalaria y protección radiológica, 2014.
- [8] S. Schneider y S. A. McGuire, NUREG 1492: Regulatory analysis on criteria for the release of patients administered radioactive material, 1997.