

Recomendaciones sobre medios humanos en radiofísica hospitalaria

Recommendations on staffing levels in medical physics

Álvaro A. Fernández Lara^{1,*}, Rafael Guerrero Alcalde², Josep M. Martí Climent³,
Pablo Mínguez Gabiña^{4,5,6}, Carles Muñoz Montplet^{7,8,9}, José A. Terrón León¹⁰

¹ Servicio de Radiofísica y P.R. Complejo Asistencial Universitario de Salamanca, Salamanca, España.

² Servicio de Radiofísica y P.R. H.U. Clínico San Cecilio, Granada, España.

³ Servicio de Radiofísica y Protección Radiológica. Clínica Universidad de Navarra, Pamplona, España.

⁴ Unidad de Protección Radiológica y Radiofísica, Hospital Universitario de Cruces/Gurutzeta, Barakaldo, España.

⁵ IISBiobizkaia, Barakaldo, España.

⁶ Departamento de Física Aplicada, EHU, Bilbao, España.

⁷ Servicio de Física Médica y Protección Radiológica, Institut Català d'Oncologia-Girona, Girona, España.

⁸ Departamento de Ciencias Médicas, Universitat de Girona, Girona, España.

⁹ Grupo de Investigación en Oncología Radioterápica y Física Médica de Girona (ONCORFIM), Institut d'Investigació Biomèdica de Girona (IDIBGI), Girona, España.

¹⁰ Servicio de Radiofísica. Hospital U. Virgen Macarena, Sevilla, España.

Resumen

Abstract

Introducción. En 2022, se crea el grupo de Medios Humanos en Radiofísica Hospitalaria cuyo objetivo era elaborar una herramienta sencilla y actualizable que fuera referencia de los Servicios de Radiofísica y Protección Radiológica para estimar las necesidades de profesionales.

Material y métodos. En el segundo semestre de 2022 se realizó una revisión bibliográfica y se estableció un método para obtener el número necesario de profesionales en función de las tareas y los tiempos asignados. Para ello se dirigió una encuesta, en formato hoja de cálculo, a centros nacionales de referencia en diferentes áreas (Radioterapia, Radiodiagnóstico, Medicina Nuclear, Protección Radiológica, Docencia e Investigación). Se realizó un análisis conjunto de los resultados de las encuestas, recomendaciones, y experiencia de los miembros del grupo de trabajo para elaborar una recomendación de consenso.

Resultados. Hasta julio de 2023 se recibieron 6 encuestas en el área de Radioterapia, 9 en Radiodiagnóstico, 10 en Medicina Nuclear y 7 en Protección Radiológica, Investigación y Docencia. Se analizaron los tiempos obtenidos para cada una de las tareas consultadas y se elaboró una hoja de cálculo para estimar de forma sencilla el número de profesionales necesarios para completarlas. La hoja ha sido valorada frente a recomendaciones nacionales previas.

Conclusiones. Se ha desarrollado una herramienta simple y actualizable que, a partir de los datos de la cartera de servicios evalúe el número de profesionales necesarios para su cumplimiento.

Palabras clave: Radiofísica, recursos humanos, cartera de servicios, herramienta.

Introduction. In 2022, the Human Resources in Radiophysics task group was created with the objective of developing a simple and updatable tool that would be a reference for Radiophysics and Radiation Protection Services to estimate professional needs.

Material and methods. In the second half of 2022, a literature review was conducted, and a method was established to obtain the necessary number of professionals based on the tasks and assigned time. To this end, a survey, in spreadsheet format, was conducted among reference centres in different areas (Radiotherapy, Radiodiagnosis, Nuclear Medicine, Radiation Protection, Teaching, and Research). A joint analysis of the survey results, recommendations and the experience of the task group members was carried out to develop a consensus recommendation.

Results. By July 2023, 6 surveys were received in the area of Radiotherapy, 9 in Radiodiagnosis, 10 in Nuclear Medicine, and 7 in Radiation Protection, Research, and Teaching. The times obtained for each of the surveyed tasks were analyzed, and a spreadsheet was created to easily calculate the number of professionals needed to complete them. The spreadsheet was compared against previous recommendations.

Conclusions. A simple and updatable tool has been developed that, based on service portfolio data, assesses the number of professionals needed to fulfill its objectives.

Key words: Medical Physics, human resources, portfolio data, tool.

*Correspondencia: alvaroflara@saludcastillayleon.es

<https://doi.org/10.37004/sefm/2026.27.1.003>

Fecha de Recepción: 10/04/2026

Fecha de publicación online: 30/05/2026

© 2026 Sociedad Española de Física Médica. Publicado por ADI Servicios Editoriales. Reservados todos los derechos.

Introducción

La determinación de los recursos humanos necesarios en un Servicio de Radiofísica y Protección Radiológica (SRFyPR) es una preocupación constante entre los especialistas. Para ello es fundamental contar con una herramienta fiable y validada que permita realizar estimaciones precisas que puedan ser presentadas a las autoridades para valorar y justificar si los recursos actuales son suficientes, en caso de creación de nuevas unidades y cuando se produce un aumento o actualización de la cartera de servicios existentes.

Diversas publicaciones a nivel internacional han abordado las tareas que han de desempeñar los radiofísicos¹⁻⁹ y las necesidades que requerían en cuanto a dotación^{8,10-18} en cada una de las áreas de trabajo. El área de Radioterapia (RT) ha sido la más estudiada,¹⁹⁻²⁸ aunque en muchas ocasiones las estimaciones fueron realizadas por parte de otros especialistas. Menos detalladas se encuentran las necesidades en otros campos, Radiodiagnóstico (RX), Medicina Nuclear (MN) y Protección Radiológica (PR), Investigación (Inv) y Docencia (Doc), aunque también se puede disponer de algunas referencias.^{4,17,29-37} Organismos internacionales como la *International Atomic Energy Agency* (IAEA) o la *European Federation of Organizations of Medical Physics* (EFOMP) han sido, tradicionalmente, quienes publicaban y actualizaban documentos útiles para obtener esta información.

La Sociedad Española de Física Médica (SEFM), en el año 2013, creó un grupo de trabajo de recursos humanos de los SRFyPR. El objetivo de este fue elaborar un documento que detallara, en ese momento, la situación de los recursos humanos en estos servicios en España. El trabajo se realizó a partir de las respuestas que dieron los diferentes SRFyPR a una encuesta enviada por el grupo cuyo resultado final fue un documento publicado en la Revista de Física Médica en el año 2016.³⁸

Paralelamente, el foro conjunto de la SEFM con la Sociedad Española de Protección Radiológica (SEPR) y el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), elaboró, en el año 2014, un documento sobre Medios humanos y materiales en los SRFyPR que analiza los recursos mínimos necesarios para su correcto funcionamiento.³⁹

La actualización tecnológica unida a la aparición y expansión de nuevas técnicas de diagnóstico y tratamiento sugiere la necesidad de reevaluar estas necesidades. El incremento en el número de equipos que utilizan radiaciones ionizantes para estas tareas (335 aceleradores lineales de electrones (ALE), 59 equipos de Braquiterapia, 925 TAC, 673 equipos de Angiografía y Hemodinámica, 135 PET-TC y 185 SPECT-TC),⁴⁰ la complejidad de los mismos, las donaciones de la Fundación Amancio Ortega, el Plan de Inversión en Alta Tecnología (INVEAT), la incorporación de la proton-

terapia, el desarrollo de la teragnosis y la incorporación de nuevos radiofármacos, el aumento del número de residentes y rotantes externos en las unidades docentes, así como el crecimiento y aumento de la cartera de servicios y la carga de trabajo en los SRFyPR requieren disponer de documentos actualizados, consensuados y avalados por las sociedades científicas. Estos documentos son esenciales para que los responsables de los servicios existentes y los encargados de la creación de nuevas unidades puedan justificar y presentar sus planes de necesidades ante las direcciones de los centros y las autoridades sanitarias.

En 2022, se creó el grupo de Medios Humanos en Radiofísica Hospitalaria. El objetivo de este grupo es elaborar una herramienta sencilla, adaptable a cada situación particular y actualizable que sea referencia de los SRFyPR, para estimar las necesidades de profesionales con los que cumplir adecuadamente las tareas asistenciales, docentes e investigadoras, y de fácil comprensión y evaluación para responsables y no especialistas.

Material y métodos

La primera tarea que abordó el grupo fue la revisión y el análisis bibliográfico actualizado, que se realizó en el segundo semestre del año 2022 y se actualizó en febrero de 2025 antes de la elaboración final del informe. La búsqueda se realizó a través de PubMed empleando los términos "*Medical Physicist staffing, Medical Physicist staff, Physics staff, Physics staffing*" y revisando los resultados hasta la fecha de búsqueda. Tras el análisis de las referencias encontradas, se decidió establecer un método para evaluar el número de profesionales mínimos necesarios en un SRFyPR de una forma objetiva, cuantificable y fácilmente actualizable. Con estas premisas, el método elegido ha sido un procedimiento sencillo basado en las tareas que tiene que llevar a cabo el SRFyPR según su cartera de servicios. Así, el número de trabajadores se ha calculado de acuerdo con la siguiente expresión:

$$N_T = \frac{1}{F_p} \sum_{\text{tarefas}} \frac{T_{\text{tarea}}(h) \times F_{\text{tarea}}}{JL_{\text{anual}}(h)} \quad (1)$$

donde N_T es el número de trabajadores, T_{tarea} es el tiempo en horas necesario para realizar cada tarea, F_{tarea} es el número de veces que se realiza la tarea a lo largo del año y JL_{anual} es la jornada laboral anual en horas de un trabajador. Se introduce un factor de productividad (F_p) que estima el porcentaje de horas efectivas respecto al total de horas trabajadas, teniendo en cuenta necesidades personales durante la jornada laboral, como pau-

sas fisiológicas, desconexión emocional, conciliación familiar, gestión de imprevistos cotidianos, actividades formativas, así como el absentismo laboral que no es cubierto habitualmente en nuestro colectivo. Aunque la evidencia cuantitativa es limitada, referencias disponibles sobre el tiempo destinado a necesidades personales en el colectivo médico⁴¹ y datos de absentismo laboral en Sanidad en 2024⁴² permiten estimar un factor de productividad del 80%, dentro del rango alto de las cifras comúnmente aceptadas.

Este método de cálculo se ha aplicado a tres tipos de profesionales dentro del SRFyPR: especialistas en Radiofísica (RF), Técnicos especialistas (TE) y Administrativos (Adm), y tiene la ventaja de ser fácilmente actualizable pudiendo incorporar de manera sencilla la carga de trabajo asociada a nuevas técnicas y procedimientos que se añadan a la cartera de servicios.

El siguiente paso fue establecer las tareas asociadas a estos servicios y diseñar una encuesta que se enviara a los distintos SRFyPR para determinar el tiempo empleado en realizar cada una de ellas.

Los datos por recopilar se seleccionaron tomando como base algunos de los documentos de referencia.^{10,11,14,25,28,29,32,39} Se definieron 6 áreas de interés, RX, RT, MN, PR, Docencia (Doc) e Investigación (Inv) y se nombró, al menos, un responsable de cada una de las áreas definidas, de entre los miembros del grupo.

Para cada una de estas áreas se elaboró una encuesta con formato de documento de Excel que recogía, por una parte, la información general sobre áreas y equipos atendidos y por otra las tareas que se habían definido para cada una de ellas, como se

describirá más adelante. El encuestado debería determinar el tiempo, expresado en horas, empleado por el personal de cada categoría (RF, TE, Adm) en cada tarea y la frecuencia anual con la que se realizaba la misma (se adjunta como material adicional).

Se sugería también que se midiera el tiempo de la misma tarea en equipos diferentes o realizada por distinto personal para que la contestación facilitada estuviera más cercana a la realidad al incluir cierta variación estadística. Del mismo modo quedaba abierta a las sugerencias de los encuestados sobre aspectos no incluidos o tareas que no se realizaban por falta de tiempo o personal pero que consideraran que deberían completarse.

Junto a las encuestas se elaboró un documento explicativo que sirviera de ayuda para completarlas, de manera que quedara claro que los tiempos a rellenar para cada tarea deberían incluir no solo el tiempo efectivo de ejecución, sino también el previo de preparación y el posterior de análisis y elaboración de informes, si fuera necesario. Se incluía el contacto de los responsables del grupo para cada área de manera que se pudieran consultar todas las dudas que pudieran surgir a la hora de rellenar las mismas.

Radioterapia

La encuesta de RT recogía, además de la hoja de información general, tres más para completar los datos relativos a RT externa, Braquiterapia, RT Intraoperatoria e Hipertermia y otras actividades (fig. 1).

Encuesta de Radioterapia	Información General	Datos administrativos
		Dotación de personal
		Número y tipo de equipos
	Radioterapia externa	Simulación
		Planificación
	Verificación y tratamiento	
	Control de calidad	
	Red de registro y verificación	
Braquiterapia		Planificación
		Tratamiento
		Control de calidad
		Red de registro y verificación
Radioterapia intraoperatoria e Hipertermia		Tratamiento
		Control de calidad
		Red de registro y verificación
Otras actividades		Registro de intervenciones en equipos y fuentes
		Garantía de calidad
		Puesta en marcha de equipos y técnicas
		Otras tareas de gestión

Fig. 1. Esquema de ítems en que estaba dividida la encuesta de RT.

La parte de información general sobre la sección de RT consistía en 19 preguntas.

El apartado de radioterapia externa estaba dividido en 5 apartados, con 31 ítems en total:

- a) Simulación, donde se preguntaba por el tiempo dedicado al asesoramiento al área de simulación para el establecimiento de protocolos.
- b) Planificación, en la que se diferenciaban 9 apartados en función de las técnicas más comunes y la elaboración de moldes de electrones y otros accesorios.
- c) Verificación y tratamiento, que incluía la verificación del esquema previsto, la ayuda y asesoramiento en el posicionamiento diario y otros aspectos técnicos en las unidades, la dosimetría in vivo y las adaptaciones *on-line* y *off-line*.
- d) Control de calidad (CC), que incluía 15 sistemas susceptibles de este tipo de tareas.
- e) Red de registro y verificación.

En el caso de la braquiterapia se seguía un esquema similar, incluyéndose: planificación, tratamiento, control de calidad y la red de registro y verificación, con un total de 21 ítems consultados.

En cuanto a la hoja sobre RT Intraoperatoria e Hipertermia, tenían tres partes cada uno: tratamiento, control de calidad y red de registro y verificación, resultando un total de 6 y 5 ítems, respectivamente.

La última de las hojas incluía 4 apartados relativos a algunas actividades diversas que consideraban tiempos

adicionales y diferentes a los ya consultados como las intervenciones en equipos y fuentes, la participación en la Comisión de Garantía de Calidad y Seguridad, la puesta en marcha de nuevos equipos y técnicas y otras tareas de gestión como la coordinación con Oncología Radioterápica, asesoramiento en la compra de equipamiento y sesiones y reuniones específicas para organización laboral. Cada equipo/fuente o nueva técnica/equipo sería considerado un ítem nuevo (con un mínimo de 11 ítems). Se obtuvieron al final 5 ítems de equipos distintos en cuanto al tiempo de registro de intervenciones y 12 ítems distintos referidos a la puesta en marcha de equipos/técnicas.

Radiodiagnóstico

La encuesta elaborada en el área de Radiodiagnóstico incluía tres hojas adicionales a la común de datos generales: Control de calidad y constancia, aceptación de equipos nuevos y Gestión de la Protección Radiológica asociada (fig. 2).

- a) Control de calidad y constancia, se dividía en los principales tipos de equipos: Mamografía, TAC, Arco quirúrgico (Arco Tipo C Básico), Arco para Intervencionismo, Telemando, Convencional, Portátil, Dental intraoral, Dental panorámico, Monitores y Equipos especiales. En todos ellos se consideraban separados algunos subtipos de equipos (mamógrafo digital y con tomosíntesis

Encuesta de Radiodiagnóstico	Estimación del tiempo empleado en pruebas CC y constancia	Mamografía CT Arco Quirúrgico (Tipo C básico) Arco Intervencionismo Telemando Convencional Portátil Dental Intraoral Dental Panorámico Monitores Equipos especiales (densitómetro, litotricia, mesas prono,...)
	Aceptación de equipos nuevos	Mamografía (Aceptación) CT (Aceptación) Arco Quirúrgico (Tipo C básico) (Aceptación) Arco Intervencionismo (Aceptación) Telemando (Aceptación) Convencional (Aceptación) Portátil (Aceptación) Dental Intraoral (Aceptación) Dental Panorámico (Aceptación) Monitores (Aceptación) Equipos especiales (densitómetro, litotricia, mesas prono para mama...) (Aceptación) Software de gestión de dosis
	Gestión PR	Evaluación de DR anual Evaluación de dosis a pacientes Informe anual al CSN Alta de equipos nuevos Garantía de calidad Puesta en marcha de equipos nuevos, técnicas, innovación, otras tareas

Fig. 2. Esquema de ítems en que estaba dividida la encuesta de RX.

o TAC y TAC espectral) y se incluían las distintas partes implicadas en el Control de Calidad: generador, tubo, detector, control automático de exposición (CAE), geometría, análisis de resultados y elaboración de informes.

- b) Aceptación de equipos nuevos, que estaba diferenciado por equipos con el mismo esquema que la hoja anterior y en la que se recogía el trabajo previo, la realización de las pruebas de aceptación y la elaboración de informe y del establecimiento del estado de referencia inicial.
- c) Gestión de la PR asociada, donde se incluían otras tareas como la administración del software de gestión de dosis, la evaluación anual de niveles de referencia de dosis (NRD) y de dosis a pacientes, el registro y declaración de nuevos equipos e instalaciones, la participación en las comisiones de Garantía de calidad y Seguridad, la gestión de averías de los equipos, la puesta en marcha de nuevas técnicas y el informe anual al CSN.

Esta hoja adicional se dividió por equipos: gammacámara SPECT-TAC, PET/TAC, activímetro, contador gamma, sonda captación tiroidea, sonda intraoperatoria, minigammacámara, equipo para preparación de dosis PET, registro de intervenciones en equipos por parte del Servicio Técnico, aceptación de nuevos equipos, fuentes encapsuladas de uso en MN (fuentes planas para medida de uniformidad en gammacámaras, fuentes de calibración de activímetros y detectores de contaminación, otras fuentes empleadas en MN), estimaciones de dosis a pacientes embarazadas, dosimetrías de pacientes de terapia metabólica, tareas de protección radiológica en habitaciones de terapia metabólica y normas de protección radiológica asociadas a dichos pacientes, gestión de residuos radiactivos, garantía de calidad y puesta en marcha de nuevos equipos/técnicas, innovación y otras tareas de gestión en MN.

En todas ellas se consultaba por las tareas propias de control de calidad y de calibración de estos equipos. También se incluía la pregunta sobre los tiempos necesarios para la obtención de las acreditaciones que a veces son requeridas para la participación en ensayos clínicos. En el caso de pruebas de aceptación, se consideraba la realización de estas incluyendo los protocolos y las pruebas sobre software de dosimetría. En el caso de las fuentes se consideraba la elaboración

Medicina Nuclear

En MN se elaboró la encuesta en una única hoja adicional a la de información general (fig. 3).

Encuesta Medicina Nuclear	Información General	Datos administrativos
		Personal
	Equipamiento	Equipamiento
		Gammacámara SPECT/CT
		PET/CT
		Activímetro
		Contador Gamma
		Sonda de captación tiroidea
		Sonda intraoperatoria
		Minigammacámara
		Equipo para preparación de dosis PET
		Registro de intervenciones en fuentes y equipos por parte del Servicio Técnico
		Aceptación de nuevos equipos
		Fuentes encapsuladas de uso en MN
		Estimaciones de dosis a pacientes embarazadas
		Dosimetría terapia metabólica
		PR en habitaciones terapia metabólica
		Normas PR a pacientes en habitaciones terapia metabólica
		Garantía de calidad
		Gestión de residuos radiactivos
		Puesta en marcha de nuevos equipos/técnicas. Otras tareas

Fig. 3. Esquema de ítems en que estaba dividida la encuesta de MN.

de especificaciones técnicas, su recepción, registro e inventario, así como los controles de estanqueidad y la gestión de su retirada. En otras tareas se consideró la coordinación con MN, el asesoramiento técnico en la compra de equipamiento, así como la organización laboral y la participación en reuniones específicas.

Protección Radiológica

La encuesta de esta área se unió con la Inv y Doc (fig. 4) para reducir el número de encuestas a enviar, aunque el análisis de las áreas se ha realizado de manera independiente.

En este apartado se incluyó todo lo que no se hubiera incluido en cada una de las áreas, relacionado con la PR. Se revisó, de este modo, que no existieran tareas duplicadas por incluir en este apartado alguna que ya apareciera anteriormente.

La hoja que recogía la información de PR, diferenció entre la actividad con detectores y equipos de medida, fuentes, intervenciones en equipos y fuentes por parte del Servicio Técnico, vigilancia dosimétrica personal y ambiental, vigilancia y gestión de residuos radiactivos (diferentes a los generados en MN), instalaciones radiactivas y de RX, licencia del personal de instalaciones radiactivas, normas de protección radiológica, informes varios e inspecciones del CSN. En estos apartados se consideraban todas las tareas recogidas en la normativa específica⁴³⁻⁴⁶ y que se asignan a los Servicios de Protección Radiológica (SPR) en

cuanto a calibración, inventario, normas y programas de PR, memorias de alta y modificación, y elaboración de informes anuales e incidentes.

Investigación y Docencia

Se consideró preguntar sobre la Inv y Doc de manera general para no incluirlo en cada una de las áreas específicas anteriores. En la encuesta se separaron los datos consultados en dos hojas, una para Investigación y otra para Docencia.

- a) En el área de la Docencia se recogía la formación especializada que incluía las labores de tutorización recogidas en la legislación⁴⁷ y en los cursos específicos de capacitación (operador y supervisor de instalaciones radiactivas y director, operador, 2º nivel de RX) y básicos de PR, así como la formación de residentes externos y de otras especialidades. Se consideraba también la participación en formación continuada, y en sesiones y comisiones clínicas.
- b) En el caso de la Investigación, se contabilizaba la participación en proyectos de investigación y ensayos clínicos, considerando la elaboración, diseño y participación en el proyecto. También se preguntó por las comunicaciones a congresos y la elaboración de artículos científicos. En todos estos casos, se pedía como dato la frecuencia anual de cada una de estas actividades.

Encuesta Protección Radiológica, Investigación y Docencia	Información General	Datos administrativos Detectores Instalaciones Fuentes Personal	
	Protección Radiológica	Detectores y equipos de medida Fuentes Registro de intervenciones en equipos y fuentes por parte del Servicio Técnico Vigilancia dosimétrica personal Vigilancia dosimétrica ambiental Vigilancia y gestión de residuos radiactivos Instalaciones radiactivas Instalaciones de Radiodiagnóstico Licencias del personal de instalaciones radiactivas Normas de PR Informes relacionados con la PR Inspecciones del CSN	
	Docencia e Investigación	Docencia Investigación	Formación especializada Formación pregrado Formación Continuada Participación en Sesiones Clínicas Participación en proyectos de investigación Participación en ensayos clínicos Comunicaciones a Congresos Artículos científicos

Fig. 4. Esquema de ítems en que estaba dividida la encuesta de PR, Inv y Doc.

Distribución de encuestas

En el primer trimestre de 2023 se procedió al envío de las encuestas. El objetivo planteado fue distribuir las en 10 centros, incluyendo los propios de los integrantes del grupo de trabajo, y que se consideraron representativos y con larga experiencia dentro de cada área de tal manera que tuvieran una cartera de servicios amplia. De este modo, no era necesario que todas las encuestas se enviaran a todos los centros, sino que cada responsable propuso una serie de centros que se consideraban referentes en cada campo.

Se establecía también en cada una de las hojas un apartado de observaciones para que cada centro pudiera comentar particularidades sobre algún aspecto de la encuesta o incluir alguna tarea que se considerara que no estaba adecuadamente recogida.

En todas las encuestas se decidió incluir no solo los tiempos empleados por los RF, sino también los de los TE y Adm, considerando así todos los componentes del SRFyPR. Se proponía también que la valoración de los tiempos se pudiera hacer como promedio de la realización varias veces de las tareas definidas, para tener así una valoración adecuada.

Determinación de los tiempos para la realización de las tareas definidas

La determinación de los tiempos para la realización de las tareas definidas se ha realizado en base a los resultados de las encuestas, recomendaciones, y experiencia de los miembros del grupo de trabajo. Este análisis conjunto ha permitido llegar a un consenso

en cuanto a la generación de estos valores para su inclusión en las recomendaciones del documento final.

En particular, el análisis de los datos procedentes de las encuestas ha seguido un enfoque metodológico basado en estos mismos y en literatura especializada. Debido a la variabilidad observada en el número de respuestas por ítem, el promedio de los valores obtenidos se ha calculado para conjuntos de datos que contienen al menos cinco valores, excluyendo los valores máximos y mínimos, con el fin de mitigar posibles sesgos por valores atípicos. En los ítems con poca información se ha priorizado el valor de la encuesta, basado en la experiencia, con respecto a la literatura. A la hora de utilizar valores de la literatura se ha dado prioridad a los valores más actuales. Con este planteamiento se busca proporcionar una estimación precisa y actualizada de los tiempos y recursos necesarios para las diversas técnicas y procedimientos en las diferentes áreas, reflejando la realidad del contexto español y adaptándose a las innovaciones tecnológicas y prácticas clínicas actuales.

Resultados

Se recibieron encuestas hasta julio de 2023: 6 en el área de RT, 9 en RX, 10 en MN y 7 en PR, Inv y Doc, realizándose durante el último trimestre de ese año el análisis correspondiente.

El resultado principal que se buscaba en el grupo de trabajo era el desarrollo de una hoja de cálculo en la que el usuario pudiera introducir los datos relativos a la actividad de su Servicio y obtener el número de

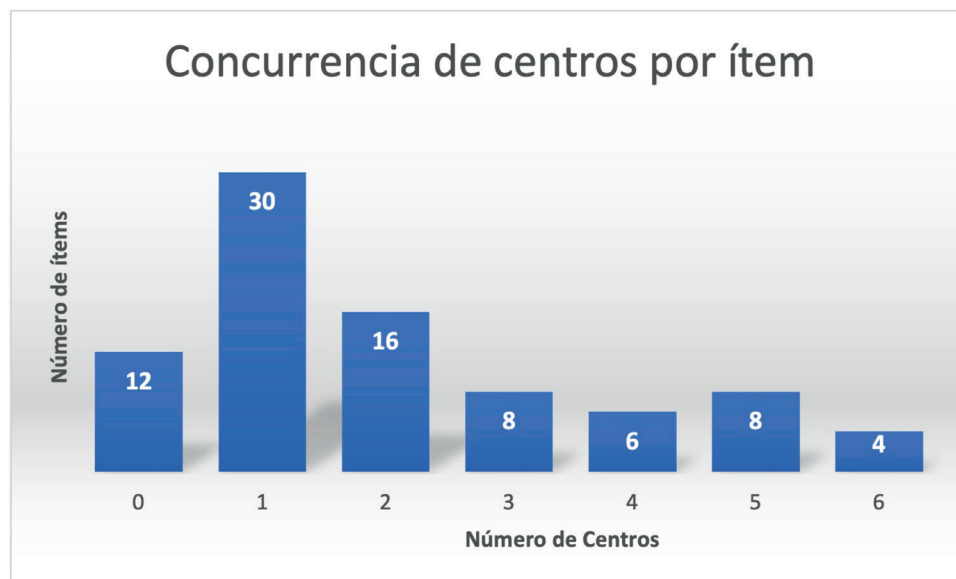


Fig. 5. Concurrencia de centros por ítems en la encuesta de RT.

profesionales necesarios para llevar a cabo las tareas asociadas a la cartera de servicios de forma sencilla.

El establecimiento de los valores finales de la hoja de cálculo requirió una toma de decisiones a partir de los resultados obtenidos, según se explica en el apartado de Material y métodos. En particular, se consideró, para el cálculo de los tiempos de cada tarea, la eliminación de los valores excesivamente altos o bajos, aportados en las encuestas.

La hoja de cálculo y las tablas de los tiempos empleados para el cálculo del personal necesario para la realización de las tareas se adjuntan como material adicional.

Radioterapia

De los 10 centros a los que se remitió la encuesta, se recibió colaboración de 6 de ellos, por lo que en los ítems que había poca información se utilizaron valores que se encuentran en la literatura,^{11,22,26,28,48} salvo que estos fueran escasos y, en esa situación, se ha priorizado el resultado de la encuesta.

Del total de los 84 ítems que componían la encuesta, sólo se obtuvo respuesta de todos los centros encuestados para 4 de ellos, mientras que para 12 ítems no se recibió ninguna respuesta (fig. 5).

En los 72 ítems con respuesta, el especialista en RF participaba en todos ellos (100%) mientras que el TE lo hacía en 43 (60%) y el Adm tan solo en 13 (18%).

Para la planificación de tratamientos se tiene en cuenta los tiempos de planificación, de verificación dosimétrica del plan y la verificación de la correcta administración del esquema previsto.

En ausencia de información suficiente, se han asimilado las técnicas 4D a las de RT estereotáxica corporal (SBRT)/Radiocirugía (SRS). No se proponen valores para la RT adaptativa *on-line* debido a la falta de experiencia, pero habría que considerar su inclusión en futuras actualizaciones.

Se observaron diferencias relevantes entre los valores reportados en la literatura y los valores en España en el CC de aceleradores, optando por utilizar los valores de la encuesta y la referencia bibliográfica más actual.²² Los valores obtenidos son muy parecidos para RF y para TE, tanto para aceleradores mono como multienergéticos. Se propone tomar como referencia el promedio de ambos, y aumentar un 10% el tiempo por energía adicional.

Para *Cyberknife*[®], de la empresa Accuray, y *Gamma Knife*[®], de la empresa Elekta, se han utilizado los valores de los usuarios considerados más representativos debido al limitado número de estos en España.

En el caso de RT guiada por superficie (SGRT), se han seguido las recomendaciones del grupo de trabajo de la SEFM.⁴⁹

En el CC de TAC, equipos de ortovoltaje y del Sistema de Planificación del Tratamiento (TPS) se han considerado los valores más actuales en la literatura²² y los de las encuestas, descartando referencias antiguas que no contemplan equipamientos modernos. Para el CC de PET, equipos de ultrasonidos (US) y Resonancia magnética (RM) se utilizan los mismos valores obtenidos por este grupo de trabajo en la parte de Diagnóstico por la Imagen.

En el caso de la braquiterapia, para cálculos manuales y 2D, que son técnicas que están prácticamente en desuso, se ha optado por unificar los conceptos y utilizar la única respuesta recibida. Para la braquiterapia 3D y oftálmica, se han tomado los valores de centros españoles, que son coherentes entre sí y difieren sensiblemente de la literatura. En el CC de braquiterapia, se ha priorizado el criterio de nuestra sociedad frente a las discrepancias con las fuentes bibliográficas. Por último, para braquiterapia no se dispone de valores encuestados para TE y Adm, por lo que no se proporciona ninguna recomendación.

En cuanto a Radioterapia intraoperatoria la información obtenida ha sido bastante escasa y se han tomado los valores de centros españoles por su coherencia entre sí.

En lo referido al tiempo de intervenciones de RT externa, se han tomado promedios de los valores recibidos en la encuesta, considerando de forma genérica 1 hora por intervención, independientemente del tipo de equipo.

Se ha abordado la garantía de calidad de manera global, teniendo en cuenta los tiempos dedicados a: participación en la comisión de Garantía de Calidad y Seguridad, reuniones específicas, auditorías, extracción de indicadores y elaboración de informes y tratamiento de no conformidades.

En lo que respecta a la propuesta de otras tareas de gestión (que engloba la coordinación con RT, asesoramiento técnico, la organización laboral y reuniones específicas de RF entre otras cuestiones), se ha considerado que es necesario un 10% del tiempo de la jornada laboral de un trabajador a tiempo completo, que se conoce habitualmente como valor de tiempo completo equivalente (TCE). Este factor se ha considerado por igual en todas las áreas.

Además, se ha considerado la puesta en marcha de nuevas unidades de tratamiento, simulación, sistemas de planificación, redes de gestión y equipos de control de calidad complejos, así como la implementación de nuevas técnicas de tratamiento. Estos procesos requieren la presencia de un RF adicional durante el periodo de implantación, lo cual es coherente con las recomendaciones de la EFOMP.¹⁴ Dado que no se pueden obtener datos concretos de las encuestas para esta fase, se ha optado por una estimación basada en la experiencia y las prácticas estándar del sector.

Con respecto a algunos equipamientos o técnicas nuevas (como pueden ser los Linac-RM o los CC de US y PET empleados en simulación) no hay datos suficientes para la asignación de tiempos, por lo que no se encuentran incluidos en los resultados, aunque en algún caso ya existe alguna publicación que aborda este problema.^{6,18}

Radiodiagnóstico

De los 10 centros a los que se remitió la encuesta se recibió colaboración de 9 de ellos, todos los centros con alta experiencia en el CC de RX de todo el territorio nacional. Como ya se ha descrito, la encuesta enviada estaba dividida en 4 secciones: información general del centro, CC y constancia de los equipos de RX, aceptación de equipos nuevos y una última correspondiente a gestión y tareas de PR (fig. 2).

La sección de información general contenía 14 ítems a contestar, en los que se pedía, aparte del nombre del centro y su localización, el número de RF y TE asociados a RX, si la unidad de RF disponía de residentes y si se encargaba del control de calidad de RX del área sanitaria fuera del hospital. El resto de los ítems de esta sección correspondían al número de equipos de RX de cada tipo (mamografía, TAC, arcos quirúrgicos, otros equipos) tanto dentro como fuera, instalados en el hospital y área sanitaria. Los 9 centros respondieron a todos los ítems de esta sección.

La sección correspondiente a “Control de calidad y constancia de los equipos de RX” contenía ítems para estimar el tiempo dedicado al CC, incluyendo la realiza-

ción del informe, de 13 diferentes tipos de equipos. La encuesta también contenía un apartado para que los centros introdujeran otros tipos de equipos denominados especiales, no contemplados explícitamente en la encuesta. En esta subsección de equipos especiales, 7 centros incluyeron densitómetro, 4 centros arcos quirúrgicos de litotricia y 2 centros mesa de mamografía en prono. Con respecto al resto de tipos de equipos, solo 2 centros aportaron datos sobre el CC de un TAC espectral, 3 centros sobre el CC de un mamógrafo con tomosíntesis y solo 2 de los 9 centros sobre el CC de monitores de diagnóstico.

Los datos recibidos, en algunas ocasiones, han presentado algunas inconsistencias en el tiempo del personal administrativo. Por ejemplo, el tiempo de Adm en el caso de CC en Mamografía es de 0.1 h y 0.0 h para la Mamografía 3D, cuando al menos, debería ser el mismo. Estas inconsistencias se han resuelto asignando el tiempo de mayor valor para ambas tareas. Esta inconsistencia para el personal administrativo también se ha presentado para CC de TAC espectral y para CC de equipos de Litotricia-Endourología. En estos casos se ha asignado el tiempo de 0.2 h correspondiente a CC de TAC para el CC de TAC espectral y de 0.2 h correspondiente a CC de arcos quirúrgicos en C para los equipos de Litotricia-Endourología.

Para tener en cuenta el tiempo asociado al desplazamiento y logística al realizar las pruebas de CC y constancia en equipos de RX que se encuentran fuera del hospital, se han añadido 2 h por cada uno.

La sección correspondiente a “Aceptación de equipos nuevos” contenía los ítems para estimar el tiempo necesario para la aceptación y establecimiento del

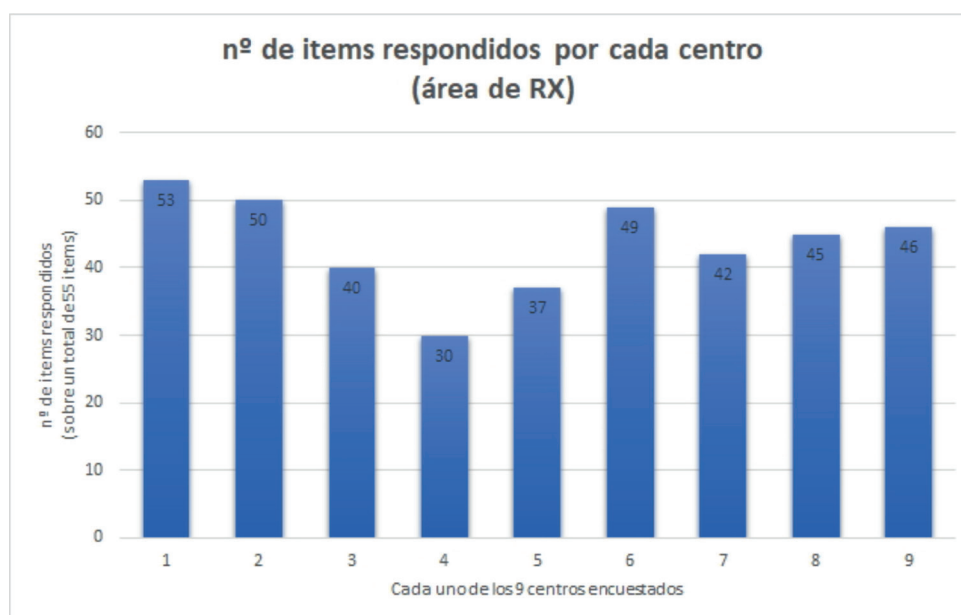


Fig. 6. Número de ítems respondidos por cada centro sobre un total de 55 ítems, en la encuesta de RX.

estado de referencia inicial de 13 tipos de equipos de RX. De estos, 4 centros respondieron a los ítems del TAC espectral y 2 centros a los ítems de monitores de diagnóstico. En cuanto al tipo de equipos de RX denominados especiales en la encuesta, 1 centro suministró datos de un arco quirúrgico de litotricia, 1 centro de mesa mamográfica en prono y 3 centros suministraron datos sobre la aceptación de densitómetros. Al igual que en la sección de “Control de calidad y constancia” un centro proporcionó valores mucho más altos que el resto de los centros, por lo que los datos de éste fueron eliminados a la hora de obtener el valor promedio de tiempo dedicado a cada tarea.

Por último, la sección de “Gestión y protección radiológica” contenía 15 ítems en los que se preguntaba sobre las diferentes tareas asociadas a este ámbito. Estas comprendían tareas como la evaluación anual de NRDs, evaluación de dosis a paciente, altas y bajas de equipos, realización de informe al CSN, participación en la comisión de Garantía de Calidad y Seguridad en RX, gestión de averías, asesoramiento técnico al centro y otras. El número de ítems respondidos por cada centro se resume en la [fig. 6](#).

El grado de participación de RF, TE y Adm en las 41 tareas analizadas, una vez eliminados los 14 ítems de información general, fue diferente en cada estamento. Solo el RF participaba en las 41 (100%), mientras que el TE lo hacía en 38 (92.7%) y el Adm en 29 (70.7%).

En cuanto a los tiempos promedio obtenidos de las encuestas, en general, son compatibles con los tiempos que aparecen en el Protocolo Español de Control de Calidad en Radiodiagnóstico (PECCRD) de 2011⁵⁰ ya que, aunque los tiempos recogidos en las encuestas son mayores, estos incluyen tanto la realización de las pruebas de CC como la realización del informe, a diferencia de los tiempos recogidos en el PECCRD que solo incluye la realización de las pruebas.

Medicina Nuclear

La estimación del tiempo dedicado a las diferentes tareas se ha realizado en base a la encuesta realizada a 10 centros.

En la encuesta se ha preguntado sobre 58 actividades que se agruparon en 18 áreas. En base a las respuestas obtenidas el RF participaba en 57 (98%), el TE en 50 (86%) y el Adm en 24 (41%).

Así se observa que:

- Solo para una de las tareas no ha habido participación de RF en un hospital, que corresponde a “otros tratamientos metabólicos”, por lo que todas las tareas especificadas en la encuesta han sido realizadas por al menos un hospital.

- La participación promedio en los 10 hospitales y en las 58 tareas, ha sido en el 66%, 24% y 5% de RF, TE y Adm, respectivamente; así, en promedio el 44% de las tareas no ha sido respondida por lo que asumimos que no se realiza en los hospitales.
- Cuando la tarea se realiza en el hospital, la participación del RF se considera del 100%, entonces la participación promedio del TE y Adm es del 39% y 8%, respectivamente.
- El TE no participa en ningún hospital en el 12% de las tareas. Esto mismo ocurre con el Adm en el 57% de ellas.

Se considera que un área de actividades tiene impacto en la necesidad de recursos dedicados a Medicina Nuclear, cuando la utilización de un recurso supone más del 10% del tiempo de ocupación de este. Así, en varios casos estudiados, las áreas más importantes de dedicación son:

- SPECT-TAC
- PET-TAC
- Activímetros
- Fuentes encapsuladas
- Dosimetría en terapia
- Garantía de calidad

Suponiendo todas ellas un 80% de la carga asistencial del RF y del TE.

En cuanto a la dosimetría en tratamientos, la realización en distintos hospitales se muestra en la [fig. 7](#).

La ratio media/mediana para RF es de 1.26 si se excluyen los tratamientos con Ra-223.

Determinación del estadístico representativo de la actividad: media vs mediana

Se ha considerado:

- Por estadística, en una población pequeña ($n = 10$) cuyos valores no siguen una distribución normal, se ha considerado la mediana en lugar de la media como valor representativo.
- Cuando la actividad se ha realizado, estos índices han sido tomados considerando solo las respuestas “no vacías”, esto es correcto para tener el estadístico de quien realiza la actividad. Pero cuando la tarea solo la realiza el RF, por ejemplo, los valores “vacíos” de los otros profesionales deberían ser “0”; ya que “su” carga de trabajo ha recaído en los otros profesionales que sí han participado. Sin embargo, no se han considerado las respuestas vacías como que no se dedica tiempo (no se sustituye por un valor de 0) de los Adm o TE, así el estadístico será

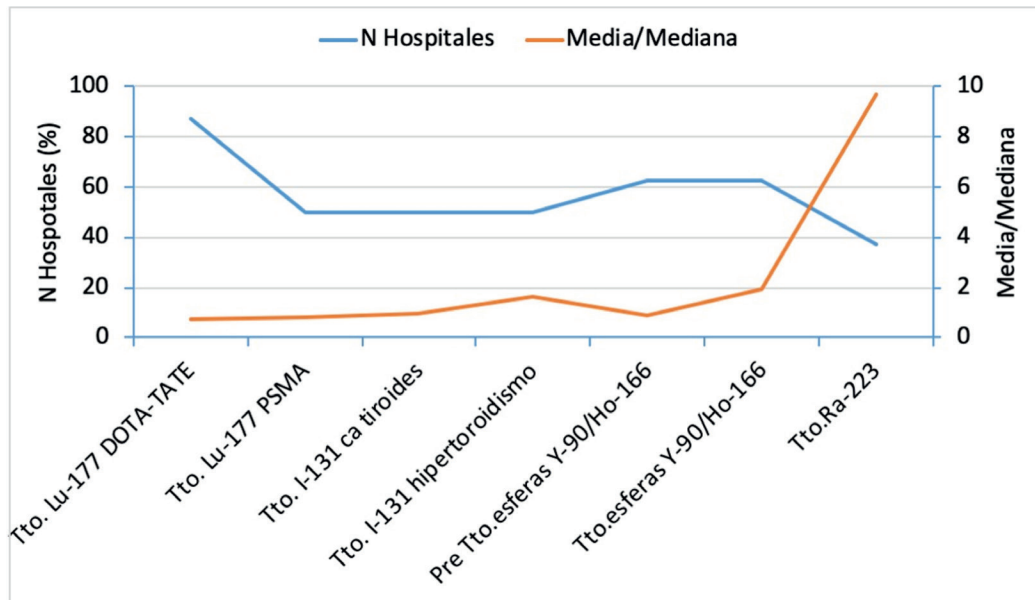


Fig. 7. Número de hospitales que realizan dosimetría en tratamientos metabólicos frente a la media.

representativo de la dedicación del profesional cuando este participa en la actividad (solo contarán en el estadístico los valores distintos de 0).

- Para las áreas en las que la participación del profesional tiene un factor común en las tareas, como el número de equipos [ejemplo: las actividades del SPECT-TAC en las que el tiempo será N° equipos \times T, con T media (36.7 h) o mediana (20.5 h), la ratio media / mediana se presenta en la [tabla 1](#).

En las cuatro áreas que suponen más carga de trabajo (SPECT-TAC, PET-TAC, activímetros y fuentes) el factor es de 1.6, 1.2 y 1, aproximadamente, para RF, TE y Adm.

Cuando se han consultado referencias internacionales^{14,34,35,37,29,51} para comparar los recursos humanos necesarios para las diferentes áreas o sus actividades, se ha observado que:

- se analizan las tareas de forma excesivamente general sin entrar en detalles de los diferentes apartados que pueden incluirse en esas tareas,

- la necesidad de recursos se parecía más a la obtenida con la media de nuestra población que con la mediana, que producía una infravaloración de los recursos.

Por lo que se concluye que, para este trabajo y en base a la muestra de datos disponible, el estadístico representativo a emplear es el valor medio.

Protección Radiológica, Investigación y Docencia

La encuesta fue contestada por el 70% de los centros encuestados. Se consultaban 53 ítems en el área de PR, 21 en la de Doc y 6 en la de Inv.

a) Protección Radiológica

Con respecto a la PR, solo dos centros incluyeron la participación de RF en los 53 ítems analizados y un

Tabla 1. Relación entre los valores medios y la mediana obtenidos para RF, TE y Adm en las tareas que tienen un factor común.

	SPECT/CT	PET/CT	Activímetro	Contador	Sonda tiroidea	Intra-operatoria	Mini-gammacámara	Dosis Pet	Registro Intervenciones	Fuentes
RF	1.8	1.6	1.6	1.7	1.0	1.9	1.1	3.3	1.9	1.5
TE	1.3	1.2	1.2	0.9	1.0	1.2	1.0	1.2	1.0	1.1
Adm	1.0	1.0	1.0			1.0		1.0	1.0	1.0

centro no aportó datos sobre la participación de Adm y TE. En resumen, del total de 53 ítems, los RF participan en 53 (100%), los TE en 34 (64%) y los Adm en 50 (94%).

A la hora de establecer los tiempos se sumaron los de las tareas que iban asociadas a cada equipamiento recogido en la hoja general. Así, para cada detector se consideraba el inventario, la inclusión en el programa de calibración, la calibración, la verificación periódica y la elaboración de especificaciones técnicas para la adquisición de los detectores.

En el caso de equipamiento inventariable se estableció un tiempo estimado de renovación. Así, el inventario se consideró que se tenía que renovar cada 5 años ya que el tiempo de vida de los detectores es habitualmente mayor que esto. La elaboración del programa de calibración se estableció cada 5 años, aunque su revisión debía ser anual. Una verificación anual de los valores de calibración se considera necesaria y una verificación cuatrimestral de constancia recomendable.

En el caso de la elaboración de especificaciones técnicas, se asumió que los equipos de detección tienen una vida útil de 10 años, por lo que esta tarea para todos los detectores se promediaba en el análisis sobre este tiempo. Los tiempos de informes y análisis de resultados se añadieron también a las calibraciones y verificaciones.

La elaboración de planes, programas y reglamentos se consideró que se elaboraban cada 5 años para cada instalación. Del mismo modo se consideró habitual una inspección anual para cada instalación y cada 2 años al SPR.

b) Investigación

En este caso, un centro no aporta datos y solo 2 centros incluyen en algún ítem el tiempo dedicado por TE y Adm. Del total de 21 tareas encuestadas, el RF participa en todas ellas (100%), el TE en 10 (48%) y el Adm en 6 (29%).

La participación en proyectos de investigación y en publicaciones es muy variable por lo que los datos obtenidos en estos apartados presentan una incertidumbre amplia.

c) Docencia

En este apartado 2 centros no incluyen participación de TE y Adm y solo dos centros incluyen en algún ítem el tiempo dedicado por estos profesionales, por lo que de las 6 tareas que aparecían en la encuesta, el RF participaba en todas (100%), y los TE y Adm tan solo en 1 (17%)

En este apartado, la formación continuada se consideró de manera anual, la realización de cursos de capacitación cada 2 años y los de 2º nivel cada 4 años, en función de la experiencia y de las contestaciones recibidas. Otras tareas como la formación postgrado, pregrado o en prácticas de ciclos obtuvieron respuestas muy variadas ya que la participación de los centros en este tipo de docencia era muy diversa, por lo que los datos obtenidos en estos últimos apartados tienen una incertidumbre amplia.

Discusión

Las hojas elaboradas suponen una herramienta sencilla que permite realizar una estimación de los recursos humanos necesarios en función de la cartera de servicio y de las tareas a desarrollar en los SRFyPR. Elaborada en base a la experiencia de los centros participantes, esta herramienta se presenta como dinámica ya que se puede actualizar a la luz de recomendaciones actualizadas o de la incorporación de nuevas técnicas, tareas o equipamiento. La falta de datos, en algunos casos, o la dispersión de estos ha hecho que se incluyan algunos valores tomados de la bibliografía. La elección estadística de la media o la mediana como valor de referencia para la estimación de tiempos también ha sido objeto de discusión, como se ha mencionado en el texto.

Es también significativa la variabilidad en la participación de los TE y Adm en las diferentes tareas ya que algunos centros no aportaban datos. En muchos casos estaba asociado a la disponibilidad de TE en los distintos servicios, que era limitada, a pesar de que existe discusión sobre la necesidad de que el número de TE en los SRFyPR debe ser importante.¹⁶ Se ha considerado necesario incluir estos valores a pesar de las limitaciones que presenten ya que se ha valorado la necesidad de su trabajo en las tareas de estos Servicios, aunque los números encontrados deberían ser revisados en el futuro para que se pudieran incluir datos más exactos y precisos.

La herramienta puede ser validada comparando los resultados que ofrece con los de recomendaciones previas. En este sentido se ha comparado el resultado con las recomendaciones del Foro sobre Protección Radiológica en el Medio Sanitario publicadas en el año 2014.³⁹ En la [tabla 2](#) se puede ver la comparativa. A estos efectos se ha escogido un hospital con una dotación de un acelerador monoenergético, otro multienergético y un acelerador con técnicas especiales, 2 sistemas de planificación, 54 equipos de radiodiagnóstico simples, 8 medios y 9 complejos, 44 sistemas digitales con CAE, 13 detectores de panel plano, 1 *Cone Beam* CT, 21 CR, 30 monitores de radiodiagnóstico, 15

Tabla 2. Comparativa de los resultados entre las recomendaciones del Foro Conjunto SEFM-SEPR-CSN (40) y los obtenidos con la herramienta desarrollada. En la columna *Diferencia* se muestra la diferencia en valor absoluto y entre paréntesis la diferencia porcentual.

	Esta Herramienta	Foro SEFM-SEPR-CSN	Diferencia (%)
Número de RF	15.5	9.9	5.6 (57)
Área de RX	0.9	0.8	0.1 (13)
Área de RT	7.1	4.5	2.6 (58)
Área de MN	3.2	1.5	1.7 (113)
Área de PR	2.8	0.7	2.1 (300)
Área de Doc	0.8	0.7	0.1 (14)
Área de Inv	0.7	0.9	-0.2 (-22)
Número de TE	10	10.5	-0.5 (-5)
Área de RX	0.3	1.1	-0.8 (-73)
Área de RT	4.5	5.9	-1.4 (-24)
Área de MN	2	1.1	0.9 (82)
Área de PR	2.6	0.6	2.0 (333)
Área de Doc	0.5	0.2	0.3 (150)
Área de Inv	0.1	1	-0.9 (-90)
Número de Adm	2.3	1.3	1.0 (77)
Área de RX	0	0.2	-0.2 (-100)
Área de RT	0.3	0.1	0.2 (200)
Área de MN	0.3	0.2	0.1 (50)
Área de PR	1.5	0.6	0.9 (150)
Área de Doc	0.2	0	0.2
Área de Inv	0	0.1	-0.1 (-100)

equipos de medida simples, 10 medios y 7 complejos, 1 SPECT, 2 SPECT-TAC, 1 PET-TAC, 150 pacientes de terapia metabólica (100 con ingreso y 50 ambulatorios), 1360 tratamientos de radioterapia (170 simples, 700 complejos y 490 con IMRT, ICT, SBRT o braquiterapia), 50 tratamientos de braquiterapia prostática e irradiación total de electrones, 3 instalaciones radiactivas, 480 dosímetros controlados, atención a centros externos que requiere desplazamientos de 120 km, docencia general y formación de residentes.

El número de especialistas de RF resultante es superior en un 50% mientras que el número de TE es similar (-5%) y el de administrativos prácticamente se dobla al pasar de 1.3 a 2.3.

El aumento del número de RF se concentra en las áreas de RT (2.6), MN (1.7) y PR (2.1). En el área de RX el resultado es similar, mientras que las áreas de Inv

y Doc tienen pequeñas variaciones a pesar de que el método para su estimación era bastante diferente. Así, la dedicación a Investigación estaba considerada como un porcentaje del total dedicado a otras tareas, el 11%, y se incluía aquí el tiempo dedicado a autoformación. El apartado de Docencia solo recogía un apartado general y consideraba aparte la formación de residentes.

Considerando las incertidumbres obtenidas en las encuestas, que son las que han condicionado los tiempos en la herramienta de cálculo, los valores obtenidos vienen a señalar como válida la herramienta propuesta. El aumento encontrado en el número de RF respecto a esta evaluación anterior está justificado por el aumento del número de tratamientos complejos de RT, con los requerimientos de gestión de dosis en RX y con la incorporación, cada vez mayor, de los tratamientos con nuevos radionúclidos que requieren, además, la

realización de estudios dosimétricos personalizados y aumenta la carga de trabajo en PR.

Estos últimos son factores actuales que en el trabajo del Foro no estaban considerados. Por otro lado, algunos ítems consultados en la encuesta como el número de aceptaciones anuales esperadas, tampoco estaban recogidos de manera explícita y factores como la "Gestión de PR" se encontraban menos desglosados al igual que las consideraciones sobre detectores y equipos de medida o las fuentes disponibles para considerar su gestión y las comprobaciones que hay que hacer sobre ellas.

La hoja actual no considera, sin embargo, el factor de sustitución por vacaciones (8.5%) que sí incluía el Foro, aunque sí están incluidas en todas las áreas consideraciones de tareas generales de gestión y coordinación (para las que se ha establecido un valor del 10% de TCE para todas las áreas) que forman parte del trabajo diario pero que son difíciles de cuantificar asociándolo a alguna de las tareas definidas.

En cuanto a los valores de TE y Adm obtenidos, que son del mismo orden, indican que en el tiempo transcurrido no ha habido una variación significativa en la dedicación de estos estamentos a las tareas reseñadas a pesar de que es un tema de debate¹⁶ y probablemente uno de los aspectos que evolucionarán en los próximos años, aparte de la necesidad de obtener valores más exactos para la participación de estos colectivos en las distintas tareas.

Conclusiones

El objetivo del grupo de trabajo ha sido desarrollar una herramienta simple que, a partir de los datos de la cartera de servicios de un SRFyPR evalúe el número de profesionales necesarios (RF, TE y Adm) para el cumplimiento de todas las tareas de manera adecuada. Aunque su validez está limitada por la incertidumbre y dispersión de los resultados de las encuestas realizadas para la determinación de los tiempos empleados en las tareas, la herramienta ha resultado válida al compararla con trabajos previos realizados por otros grupos.

La herramienta desarrollada (disponible como material adicional) presenta la ventaja de ser fácilmente actualizable permitiendo la inclusión de nuevas tareas y la actualización de los tiempos, si se dispone de mayor número de datos y con menor incertidumbre.

Futuras revisiones deberían determinar de manera más precisa las necesidades en cuanto a técnicas nuevas como la protonterapia, y en cuanto a TE y Adm que son fundamentales en la ejecución de las funciones de los SRFyPR pero que no son recursos homogéneos en todas estas unidades.

Referencias

1. Kisling KD, Ger RB, Netherton TJ, Cardenas CE, Owens CA, Anderson BM, et al. A snapshot of medical physics practice patterns. Vol. 19, Journal of Applied Clinical Medical Physics. John Wiley and Sons Ltd; 2018. p. 306-15. <https://doi.org/1002/acm2.12464>
2. Clements JB, Baird CT, de Boer SF, Fairbent LA, Fisher T, Goodwin JH, et al. AAPM medical physics practice guideline 10.a.: Scope of practice for clinical medical physics. Vol. 19, Journal of Applied Clinical Medical Physics. John Wiley and Sons Ltd; 2018. p. 11-25. <https://doi.org/1002/acm2.12469>
3. Abdel-Wahab M, Giammarile F, Carrara M, Paez D, Hricak H, Ayati N, et al. Radiotherapy and theranostics: a Lancet Oncology Commission. Vol. 25, The Lancet Oncology. Elsevier Ltd; 2024. p. e545-80. [https://doi.org/1016/S1470-2045\(24\)00407-8](https://doi.org/1016/S1470-2045(24)00407-8)
4. Irwin AG. Scientific support for nuclear medicine. Nucl Med Commun. 1 de noviembre de 2023;44(11):927-36. <https://doi.org/1097/mnm.000000000001754>
5. Tohyama N, Okamoto H, Shimomura K, Kurooka M, Kawamorita R, Ota S, et al. A national survey on the medical physics workload of external beam radiotherapy in Japan. J Radiat Res. 1 de noviembre de 2023;64(6):911-25. <https://doi.org/1093/jrr/rrad070>
6. Viscariello NN, McConnell K, Harms J, Pogue JA, Ray X, Laugeman E, et al. Quantitative Assessment of Full-Time Equivalent Effort for Kilovoltage-Cone Beam Computed Tomography Guided Online Adaptive Radiation Therapy for Medical Physicists. Pract Radiat Oncol. 1 de enero de 2024. <https://doi.org/1016/j.prro.2024.08.007>
7. Casar B, Lopes MDC, Drljević A, Gershkevitch E, Pesznyak C. Medical physics in Europe following recommendations of the International Atomic Energy Agency. Vol. 50, Radiology and Oncology. Association of Radiology and Oncology; 2016. <https://doi.org/1515/raon-2016-0004>
8. Battista JJ, Clark BG, Patterson MS, Beaulieu L, Sharpe MB, Schreiner LJ, et al. Medical physics staffing for radiation oncology: A decade of experience in Ontario, Canada. J Appl Clin Med Phys. 2012;13(1):93-110. <https://doi.org/1120/jacmp.v13i1.3704>
9. Bezak E, Damilakis J, Rehani MM. Global status of medical physics human resource – The IOMP survey report. Physica Medica. 1 de septiembre de 2023;113. <https://doi.org/1016/j.ejmp.2023.102670>
10. International Atomic Energy Agency. Planning a clinical PET centre. International Atomic Energy Agency; 2010. 143 p. <https://doi.org/2833/18393>
11. European Commission (EC). RADIATION PROTECTION NO 174 EUROPEAN GUIDELINES ON MEDICAL PHYSICS EXPERT [Internet]. Luxembourg; 2014 feb. Disponible en: <http://europa.eu>
12. Klein EE. A grid to facilitate physics staffing justification. J Appl Clin Med Phys. 2010;11(1):263-73. <https://doi.org/1120/jacmp.v11i1.2987>
13. Autorite de Surete Nucléaire (ASN). Rédaction du Plan d'Organisation de la Physique Médicale (POPM) GUIDE No 20. 2013 abr.
14. Evans S, Christofides S, Brambilla M. The European Federation of Organisations for Medical Physics. Policy Statement No. 7.1: The roles, responsibilities and status of the medical physicist including the criteria for the

- staffing levels in a Medical Physics Department approved by EFOMP Council on 5th February 2016. *Physica Medica*. 1 de abril de 2016;32(4):533-40. <https://doi.org/1016/j.ejmp.2016.03.001>
15. Chan MF, Prisciandaro JI, Jeff Shepard S, Halvorsen PH. Medical Physics Practice Guidelines-The AAPM's minimum practice recommendations for medical physicists. Vol. 14, *Journal of Applied Clinical Medical Physics*. John Wiley and Sons Ltd; 2013. p. 1-4. <https://doi.org/1120/jacmp.v14i6.4728>
 16. Kim M, Kang H, Rong Y. Future clinical medical physics division should have fewer medical physicists and more medical physics assistants. *J Appl Clin Med Phys*. 1 de enero de 2024. <https://doi.org/1002/acm2.14592>
 17. Fraser L, Parkar N, Adamson K, Fletcher A, Julyan P, Kalirai C, et al. GUIDELINES & RECOMMENDATIONS Guidance on medical physics expert support for nuclear medicine. *British Journal of Radiology*. 1 de julio de 2022;95(1135). <https://doi.org/1259/bjr.20211393>
 18. Marsh L, Rykers K, Sobolewski M. ACPSEM position paper on ROMP scope of practice and staffing levels for magnetic resonance linear accelerators. *Phys Eng Sci Med*. 1 de junio de 2023;46(2):521-7. <https://doi.org/1007/s13246-023-01253-4>
 19. Dunscombe P, Grau C, Defourny N, Malicki J, Borrás JM, Coffey M, et al. Guidelines for equipment and staffing of radiotherapy facilities in the European countries: Final results of the ESTRO-HERO survey. *Radiotherapy and Oncology*. 1 de agosto de 2014;112(2):165-77. <https://doi.org/1016/j.radonc.2014.08.032>
 20. Lievens Y, Defourny N, Coffey M, Borrás JM, Dunscombe P, Slotman B, et al. Radiotherapy staffing in the European countries: Final results from the ESTRO-HERO survey. *Radiotherapy and Oncology*. 1 de agosto de 2014;112(2):178-86. <https://doi.org/1016/j.radonc.2014.08.034>
 21. Willmann J, Poortmans P, Monti AF, Grant W, Clementel E, Corning C, et al. Development of staffing, workload and infrastructure in member departments of the European Organisation for Research and Treatment of Cancer (EORTC) radiation oncology group. *Radiotherapy and Oncology*. 1 de febrero de 2021;155:226-31. <https://doi.org/1016/j.radonc.2020.11.009>
 22. Malkoske KE, Sixel KE, Hunter R, Battista JJ. COMP Report: An updated algorithm to estimate medical physics staffing levels for radiation oncology. *J Appl Clin Med Phys*. 1 de agosto de 2021;22(8):6-15. <https://doi.org/1002/acm2.13364>
 23. Potters L, Kavanagh B, Galvin JM, Hevezi JM, Janjan NA, Larson DA, et al. American Society for Therapeutic Radiology and Oncology (ASTRO) and American College of Radiology (ACR) Practice Guideline for the Performance of Stereotactic Body Radiation Therapy. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 1 de febrero de 2010;76(2):326-32. <https://doi.org/1016/j.ijrobp.2009.09.042>
 24. Potters L, Gaspar LE, Kavanagh B, Galvin JM, Hartford AC, Hevezi JM, et al. American Society for Therapeutic Radiology and Oncology (ASTRO) and American College of Radiology (ACR) Practice Guidelines for Image-Guided Radiation Therapy (IGRT). *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 1 de febrero de 2010;76(2):319-25. <https://doi.org/1016/j.ijrobp.2009.09.041>
 25. Healy BJ, Budanec M, Ourdane B, Peace T, Petrovic B, Sanz DE, et al. An IAEA survey of radiotherapy practice including quality assurance extent and depth. *Acta Oncol (Madr)*. 3 de mayo de 2020;59(5):503-10. <https://doi.org/1080/0284186X.2020.1714721>
 26. Round WH, Tay YK, Ng KH, Cheung KY, Fukuda S, Han Y, et al. AFOMP policy statement no. 2: Recommended clinical radiation oncology medical physicist staffing levels in AFOMP countries. *Australas Phys Eng Sci Med*. marzo de 2010;33(1):7-10. <https://doi.org/1007/s13246-010-0003-y>
 27. International Atomic Energy Agency (IAEA). Capacitación clínica para físicos médicos especialistas en Radiooncología. Colección Cursos de Capacitación no 37. 2012.
 28. Institute of Physics in Engineering & Medicine (IPEM). POLICY STATEMENT: Recommendations for the Provision of a Physics Service to Radiotherapy. 2017 jul.
 29. Del Guerra A, Bardies M, Belcari N, Caruana CJ, Christofides S, Erba P, et al. Curriculum for education and training of Medical Physicists in Nuclear Medicine. Recommendations from the EANM Physics Committee, the EANM Dosimetry Committee and EFOMP. *Physica Medica*. marzo de 2013;29(2):139-62. <https://doi.org/1016/j.ejmp.2012.06.004>
 30. Française Physique Médicale A S N S DE. A P R I L 2 0 1 3 Medical Physics Personnel for Medical Imaging Requirements, Conditions of Involvement and Staffing Levels Medical Physics Personnel for Medical Imaging Requirements, Conditions of Involvement and Staffing Levels. 2013 abr. <https://doi.org/1093/rpd/ncu312>
 31. International Atomic Energy Agency (IAEA). Medical Physics Staffing Needs in Diagnostic Imaging and Radionuclide Therapy: An Activity Based Approach @ [Internet]. 2018. Disponible en: <http://www.iaea.org/Publications/index.html>
 32. Hand J, Bosmans H, Caruana C, Keevil S, Norris DG, Padovani R, et al. The European Federation of Organisations for Medical Physics Policy Statement No 14: The role of the Medical Physicist in the management of safety within the magnetic resonance imaging environment: EFOMP recommendations. *Physica Medica*. marzo de 2013;29(2):122-5. <https://doi.org/1016/j.ejmp.2012.12.002>
 33. Isambert A, Du D Le, Valéro M, Guilhem MT, Rousse C, Dieudonné A, et al. Medical physics personnel for medical imaging: Requirements, conditions of involvement and staffing levels-french recommendations. *Radiat Prot Dosimetry*. 1 de abril de 2015;164(1-2):130-3. <https://doi.org/1093/rpd/ncu312>
 34. International Atomic Energy Agency (IAEA). A Model to Assess Staffing Needs in Nuclear Medicine. IAEA Human Health Reports No 19 [Internet]. Vienna; 2022. Disponible en: <http://www.iaea.org/Publications/index.html>
 35. International Atomic Energy Agency (IAEA). Capacitación clínica de físicos médicos especialistas en Medicina Nuclear. Colección Cursos de Capacitación no 50. Viena; 2013.
 36. International Atomic Energy Agency (IAEA). Capacitación clínica de físicos médicos especialistas en radiodiagnóstico. Colección Cursos de Capacitación no 47. Viena; 2013.
 37. Mínguez Gabiña P, Sjögreen Gleisner K, Cremonesi M, Stokke C, Flux G, Cicone F, et al. Results from an EANM survey on time estimates and personnel responsible for main tasks in molecular radiotherapy dosimetry. Vol. 50, *European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging*. Springer Science and Business Media Deutschland GmbH; 2023. p. 2595-604. <https://doi.org/1007/s00259-023-06215-2>
 38. Terrón León JA, Carrillo De Albornoz LA, Colmenares Fernández R, Guerrero Alcalde R, Mateos Mancha PJ,

- Muñoz Montplet C, et al. Human resources in Radiophysics and Radiological Protection Units. Report of the SEFM task group. Vol. 17, Rev Fis Med. 2016.
39. Burgos D., Alonso M., Carrasco J.L., García M.A., Lorenz P., Peinado M.A., et al. Medios humanos y materiales mínimos necesarios en los Servicios de Radiofísica Hospitalaria y Protección Radiológica. 2014 may.
 40. Ministerio de Sanidad. Estadísticas e información sanitaria. Catálogo nacional de hospitales 2024. 2023 dic.
 41. Toscano F, O'Donnell E, Broderick JE, May M, Tucker P, Unruh MA, et al. How Physicians Spend Their Work Time: an Ecological Momentary Assessment. *J Gen Intern Med*. 1 de noviembre de 2020;35(11):3166-72. <https://doi.org/1007/s11606-020-06087-4>
 42. Redacción Médica. (2025 28 de marzo). La sanidad cerró 2024 con un 10% de absentismo, el doble que la educación. <https://www.redaccionmedica.com/secciones/sanidad-hoy/la-sanidad-cerro-2024-con-un-10-de-absentismo-el-doble-que-la-educacion-4796>. 2025.
 43. R.D. 1029/2022, de 20 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección de la salud contra los riesgos derivados de la exposición a las radiaciones ionizantes. Boletín Oficial del Estado (BOE) [Internet]. 21 de diciembre de 2022;(305):178672-732. Disponible en: <https://www.boe.es>
 44. R.D. 1085/2009, de 3 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre instalación y utilización de aparatos de rayos X con fines de diagnóstico médico. Boletín Oficial del Estado (BOE). 18 de julio de 2009;(173):60188-211.
 45. R.D. 1217/2024, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre instalaciones nucleares y radiactivas y otras actividades relacionadas con la exposición a las radiaciones ionizantes. Boletín Oficial del Estado (BOE) [Internet]. 4 de diciembre de 2024;(292):164588-702. Disponible en: <https://www.boe.es>
 46. Instrucción IS-28, de 22 de septiembre de 2010, del Consejo de Seguridad Nuclear, sobre las especificaciones técnicas de funcionamiento que deben cumplir las instalaciones radiactivas de segunda y tercera categoría. Boletín Oficial del Estado. 11 de octubre de 2010;(246):86171-88.
 47. R.D. 183/2008, de 8 de febrero, por el que se determinan y clasifican las especialidades en Ciencias de la Salud y se desarrollan determinados aspectos del sistema de formación sanitaria especializada. Boletín Oficial del Estado (BOE). 21 de febrero de 2008;(45):10020-35.
 48. International Atomic Energy Agency (IAEA). Staffing in Radiotherapy: An Activity Based Approach. IAEA Human Health Reports No 13. 2015; Disponible en: <http://www.iaea.org/Publications/index.html>
 49. Rodríguez Romero R, Zucca Aparicio D, De la Casa de Julián MÁ, Díaz Pascual V, González Vecín I, Jordi Ollero O, et al. Informe del Grupo de Trabajo de la SEFM sobre Radioterapia Guiada por Superficie (SGRT): Procedimientos recomendados para la aceptación y puesta en funcionamiento. *Revista de Física Médica*. 2 de marzo de 2022;23(1):45-80. <https://doi.org/37004/sefm/2022.23.1.003>
 50. Sociedad Española de Física Médica (SEFM) - Sociedad Española de Protección Radiológica (SEPR) - Sociedad Española de Radiología Médica (SERAM). Protocolo Español de Control de Calidad en Radiodiagnóstico. Revisión 2011. Madrid; 2011.
 51. Sjögreen-Gleisner K, Flux G, Bacher K, Chiesa C, de Nijs R, Kagadis GC, et al. EFOMP policy statement NO. 19: Dosimetry in nuclear medicine therapy – Molecular radiotherapy. Vol. 116, *Physica Medica*. Associazione Italiana di Fisica Medica; 2023. <https://doi.org/1016/j.ejmp.2023.103166>

VERIQA

EPID & Monte Carlo
Powerful alone, stronger together.

