

Recursos humanos en los Servicios de Radiofísica y Protección Radiológica. Informe del grupo de trabajo de la SEFM

Human resources in Radiophysics and Radiological Protection Units. Report of the SEFM task group

José Antonio Terrón León^{1,*}, Leopoldo Arranz Carrillo de Albornoz², Rafael Colmenares Fernández², Rafael Guerrero Alcalde³, Pedro Javier Mancha Mateos⁴, Carles Muñoz Montplet⁵, Luís Núñez Martín⁶, Cristina Núñez de Villavicencio⁷, Montserrat Ribas Morales⁸, Manuel Salgado Fernández⁹

¹ Hospital U. Virgen Macarena. Sevilla.

² Hospital Ramón y Cajal. Madrid.

³ Hospital Universitario San Cecilio. Granada.

⁴ Hospital Infanta Cristina. Badajoz.

⁵ Institut Català d'Oncologia. Girona.

⁶ Hospital Puerta de Hierro. Majadahonda. Madrid.

⁷ Madrid.

⁸ Hospital Santa Creu i Sant Pau. Barcelona.

⁹ Hospital do Meixoiro. Vigo.

Introducción. En 2013 la Sociedad Española de Física Médica constituyó el grupo de trabajo “Recursos humanos de los Servicios de Radiofísica y Protección Radiológica” con el objetivo de elaborar un documento que recogiera la situación actual, en cuanto a la dotación de recursos humanos, de estos servicios en España.

Material y métodos. Se elaboró un censo de 114 centros y una encuesta para consultar la situación de estos Servicios en cuanto a recursos humanos y funciones realizadas. La encuesta se envió en noviembre de 2013 y se recibieron respuestas hasta febrero de 2014. Los datos recogidos corresponden al año 2013.

Resultados. Se recibieron 85 (76%) encuestas. El número total de radiofísicos en los centros que respondieron era de 380.7, realizando tareas en Radioterapia 210.5 (55%), Radiodiagnóstico 43.8 (12%), Medicina Nuclear 31.9 (8%), Protección Radiológica 68.8 (18%) y docencia e investigación 25.7 (7%). Los 286.3 técnicos especialistas declarados trabajaban, mayoritariamente, en el área de Radioterapia. En Protección radiológica daban cobertura a 198 hospitales, 475 centros de salud y 114 centros de especialidades. El número de equipos bajo supervisión era superior a 5 400, 500 y 600 en las áreas de Radiodiagnóstico, Medicina nuclear y Radioterapia, respectivamente y se participaba en 380 747 procedimientos de Radiodiagnóstico, 87 722 de Radioterapia y 4 500 tratamientos de terapia metabólica, durante 2013. La mayoría de los centros (75%) participaba en la formación de otras especialidades médicas y de técnicos especialistas (79%) y dedicaban, en promedio, un 12% de su tiempo a la investigación.

Conclusiones. La alta participación (76%) supone que la muestra analizada se puede considerar suficientemente representativa de la situación de la Radiofísica en nuestro país. Se constata una necesidad de recursos humanos y de prever para un plazo medio la dotación adecuada de recursos para atender las funciones que nuestra especialidad tiene encomendadas, a la vez que sería recomendable realizar una evaluación más detallada para analizar las necesidades específicas de cada centro.

Palabras clave: radiofísica, protección radiológica, recursos humanos, funciones.

Introduction. On 2013 the Spanish Medical Physics Society created the working group “Human resources in Radiophysics and Radiological Protection units” with the aim of redacting a document in which the real situation of human resources in these units were reflected.

Methods and materials. A census of 114 centres and a survey was designed asking for the situation of Radiophysics and Radiological Protection units regarding human resources and functions developed. Survey was sent on November 2013 and answers were received up to February 2014. Data registered correspond to year 2013.

Results. 85 answers were received (76%). The total number of Medical Physicists in those centres was 380.7, from which 210.5 (55%) worked in Radiotherapy Physics, 43.8 (12%) in Diagnostic Radiology, 31.9 (8%) in Nuclear Medicine, 68.8 (18%) in Radiological Protection and 25.7 (7%) in teaching and research. There are 286.3 Technicians that work mainly in Radiotherapy Physics. In Radiological Protection, 198 hospitals, 475 community health centres and 114 diagnostic centres are attended. The number of equipment under the supervision of these units is over 5 400, 500 and 600 in the areas of Diagnostic Radiology, Radiotherapy and Nuclear Medicine respectively and there is participation in 380 747 Diagnostic Radiology procedures, 4 500 metabolic treatments and 87 722 Radiotherapy treatments. Research and teaching area shows that most of the centres (75%) participate in training of different medical specialties and technicians (79%) and, as a mean, the working time dedicate to research is 12%.

Conclusions. High participation (76%) indicates that the sample is representative enough of Medical Physics situation in our country. It's has been assessed the need of human resources and to plan in a mid-term, the resources needed in order to attend the tasks that our specialty has assigned and it would be advisable to make a more detailed evaluation that analyzes specific needs of each centre.

Key words: radiophysics, radiological protection, human resources, tasks.

Tabla de contenido

1. Introducción	110
1.1. Historia de la especialidad	110
1.2. Estudios realizados sobre dotación de recursos de los Servicios de Radiofísica y Protección Radiológica (SRPR)	111
1.3. Justificación de una nueva actualización.....	111
1.4. Objetivos.....	111
2. Material y métodos	111
2.1. Censo	112
2.2. Encuesta.....	112
3. Resultados.	112
3.1. Datos generales	113
3.2. Recursos humanos y organización	113
3.3. Instalaciones dependientes del SRPR	114
3.4. Recursos técnicos bajo la supervisión del SRPR	115
3.5. Protección radiológica	115
3.6. Actividad asistencial en la que participa el SRPR	116
3.6.1. <i>Radiodiagnóstico</i>	116
3.6.2. <i>Medicina nuclear</i>	116
3.6.3. <i>Radioterapia</i>	116

3.7. Docencia e investigación.....	117
3.8. Población del área de influencia del SRPR.....	117
4. Discusión	117
5. Conclusiones	120
Bibliografía	121
Anexo I. Modelo de encuesta remitida a los centros para su cumplimentación	124
Anexo II. Resultados detallados de la encuesta	129
<i>A.II.1. Datos generales</i>	129
<i>A.II.2. Recursos humanos y organización</i>	131
Distribución por categorías	133
Distribución de los radiofísicos por áreas	133
Distribución de los técnicos especialistas por áreas	133
Proporción de técnicos especialistas frente a radiofísicos.....	133
<i>A.II.3. Instalaciones dependientes del SRPR</i>	133
Hospitales dependientes del SRPR.....	134
Centros de salud dependientes del SRPR.....	134
Centros de especialidades dependientes del SRPR.....	134
<i>A.II.4. Recursos técnicos bajo la supervisión del SRPR</i>	136
Radiodiagnóstico	137
Medicina nuclear.....	139
Radioterapia	141
<i>A.II.5. Protección radiológica</i>	144
Dosimetría a trabajadores	144
Gestión de fuentes radiactivas	144
Gestión de residuos	144
Vigilancia ambiental.....	144
<i>A.II.6. Actividad asistencial en la que participa el SRPR</i>	145
Radiodiagnóstico	145
Medicina nuclear.....	147
Radioterapia	147
<i>A.II.7. Docencia e investigación</i>	149
Docencia	149
Investigación	149
<i>A.II.8. Población del área de influencia del SRPR</i>	153

1. Introducción

La Radiofísica, o Física médica como se conoce en la mayoría de los países, es una ciencia multidisciplinar que ha contribuido de manera fundamental al desarrollo de la Medicina. En el año 2012, con motivo del 110 aniversario del descubrimiento del Radio, *The Lancet* publicó una serie de artículos donde se destaca la importancia de esta contribución.¹⁻⁷

Aunque hoy en día, al hablar de Física médica se piensa en la labor desarrollada en los hospitales y fundamentalmente asociados al uso de las radiaciones, la contribución de la Física a la Medicina va más allá, ya que la Física médica proporciona fundamentos y bases para el desarrollo de técnicas de terapia y diagnóstico.^{6,8} Algunas especialidades como la Electrofisiología, Biomecánica u Oftalmología deben parte esencial de su desarrollo a la Física médica entendida como aplicación de la Física a la Medicina.²

Las primeras contribuciones se pueden remontar a la Edad Antigua,² aunque algunos llegan a considerar como el primer físico médico a Leonardo Da Vinci por sus estudios sobre el movimiento humano. Avanzando en el tiempo, inventos como el microscopio y descubrimientos como el electromagnetismo^{2,6} han contribuido a la evolución en el tratamiento y el diagnóstico de las enfermedades. Sin embargo es a partir del siglo XX, con el descubrimiento de los Rayos X y la radiactividad cuando la aplicación de ésta al tratamiento y diagnóstico da un papel fundamental a la Física médica, no solo en la aplicación sino en el desarrollo de nuevas tecnologías en campos como la Radioterapia (RT), la Medicina nuclear (MN) y el Radiodiagnóstico (RD).^{2,5,6,8}

Esta evolución provocó la incorporación de los primeros físicos médicos a los hospitales, lo que ocurre en las primeras décadas del siglo XX en diversos hospitales del Reino Unido.² Desde entonces el papel del físico médico se ha hecho fundamental en los cuatro campos en los que desarrolla habitualmente sus funciones, RT, MN, RD y Protección radiológica (PR), lo que ha provocado la necesidad de disponer de especialistas con formación y entrenamiento clínico adecuado.⁸⁻¹⁷

1.1. Historia de la especialidad

En España, es en los años 60 cuando empiezan a trabajar los primeros físicos en los hospitales y, es en el año 1974, cuando se agrupan, a nivel asociativo, en una Sociedad científica que se denominó Sociedad Española de Física Médica (SEFM), siguiendo el ejemplo, entre otros, de la *Hospital Physicist Association* del Reino Unido creada en 1943.

A lo largo de las décadas 80 y 90 se produjeron una serie de hechos que marcaron el desarrollo de la profesión y la formación de la especialidad. Así, en el

año 1980, se crea el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) como el único organismo regulador en materia de Protección radiológica e independiente del gobierno.^{18,19} Posteriormente, en el año 1982 y de acuerdo con la Directiva 80/836/EURATOM, aparece la figura del Experto cualificado en Protección radiológica,²⁰ denominado “Jefe de Servicio de Protección Radiológica” en el primer Reglamento de protección sanitaria contra las radiaciones ionizantes,²¹ como adecuación de la legislación española con las recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) del año 1977.²² En 1984 se publica la Directiva 84/466/EURATOM sobre la Protección radiológica del paciente donde se crea la figura del “Experto cualificado en Física médica”.²³ A finales de esta década (1986), se aprueba la Ley General de Sanidad que obliga a establecer los requisitos mínimos para la aprobación y homologación de instalaciones en relación a su seguridad, eficacia y eficiencia.²⁴

Ya en la década de los 90 se crean y dotan los Servicios de Protección Radiológica (SPR) en los grandes hospitales de la red pública del Instituto Nacional de Salud del Ministerio de Sanidad, al tiempo que el CSN exige que se organicen dichos Servicios en todos aquellos centros hospitalarios que tuvieran instalaciones de RT, MN y RD.²⁵ Por otro lado, la incorporación de España a la Comunidad Europea (CEE) en 1985 obligaba a incorporar a la legislación española todas las Directivas en esta materia. Finalmente, el accidente del acelerador lineal del Hospital Clínico de Zaragoza en 1990,²⁶ la publicación de las nuevas recomendaciones de la ICRP²⁷ junto con las nuevas Directivas que recogen las mismas en los años 96 y 97^{28,29} y el cumplimiento de la sentencia en 1997 del Tribunal de Justicia de las Comunidades Europeas por incumplimiento del Estado español de la Directiva 84/466/EURATOM,³⁰ supusieron el impulso final para la regularización y el desarrollo de la Radiofísica en nuestro país.

El trabajo conjunto, durante estos años, de profesionales de reconocido prestigio, tanto en el ámbito sanitario como en el universitario, de las Sociedades científicas SEFM y Sociedad Española de Protección radiológica (SEPR) y de la Administración llevó a la creación y regulación del especialista en Radiofísica Hospitalaria (RFH) dentro del Sistema Nacional de Especialidades Sanitarias regulada en el Real Decreto 220/1997 y actualmente sustituido por el RD 183/2008.^{31,32}

La formación de los especialistas en RFH está basada, pues, en el mismo modelo que las especialidades médicas, es decir, mediante el sistema de residencia en Unidades Docentes acreditadas.³³ La RFH está reconocida como profesión sanitaria³⁴ y su campo de acción se enmarca en la asistencia médica especializada. Los

especialistas tienen competencias en la dosimetría física y clínica de las radiaciones utilizadas en los procesos de diagnóstico y de terapia; en el diseño, planificación y cálculo de todos los tratamientos de los pacientes sometidos a radiaciones; en el diseño e implementación de programas de control de calidad de equipos e instalaciones empleados y en la Protección radiológica de las personas implicadas.

1.2. Estudios realizados sobre dotación de recursos de los Servicios de Radiofísica y Protección Radiológica (SRPR)

El desarrollo adecuado de las funciones y competencias ligadas a la especialidad requiere de una adecuada dotación de medios técnicos y humanos que permita mejorar los aspectos clínicos y dosimétricos del diagnóstico y tratamiento con radiaciones y, al mismo tiempo, garantizar una mayor seguridad del paciente, como así se expresa en algunos informes que analizan incidentes y accidentes acaecidos^{35,36} en los últimos años. En estos se concluye que una dotación no adecuada de recursos puede influir en la aparición de sucesos adversos.

La SEFM ha realizado estudios sobre este tema con motivo de su participación en eventos internacionales cuyo objetivo era conocer la situación de la Física médica para poder avanzar tanto en el reconocimiento como en la armonización de esta profesión.

La primera vez fue en 1979 en la reunión internacional de Londres que aglutinó a diversas sociedades europeas de Física médica. Esta reunión motivó la fundación de la *European Federation of Organisations for Medical Physics* (EFOMP).³⁷

Después, en 1994 la entonces denominada Comisión Europea de Comunidades (CEC) dio soporte a la celebración en Budapest de la *First European Conference on Post-Graduate Education in Medical Radiation Physics*, cuyo contenido se publicó en un libro.³⁸

En los últimos años los cambios tecnológicos tanto en diagnóstico como en terapia han incrementado la preocupación por la educación y formación del físico médico.^{8,13-16} Esto ha dado lugar a una actualización de la publicación anterior que en esta ocasión se extiende, además de Europa, al Organismo Internacional de Energía Atómica y a países de otros continentes.³⁹

La Comisión Nacional de la Especialidad de Radiofísica Hospitalaria también llevó a cabo una actualización de estos estudios con motivo del *European Workshop on Medical Physics Expert*, que tuvo lugar en Sevilla, 2011.⁴⁰ Finalmente, en el año 2014 y con participación española, la Comisión Europea publicó el documento *Radiation Protection 174* que recoge esta figura y en cuyo anexo se establecen recomendaciones para la dotación de estas unidades.⁴¹

1.3. Justificación de una nueva actualización

En paralelo a estos estudios se han publicado, diversas recomendaciones para la asignación de recursos humanos para estos servicios.⁴¹⁻⁴⁹

La existencia de estas recomendaciones permite llevar a cabo una estimación de los requerimientos que un determinado hospital pueda tener, sin embargo, para un estudio global se hace necesario conocer la situación real.

A pesar de que existen algunos esfuerzos parciales y recientes realizados en varias Comunidades Autónomas,⁵⁰ se constató que era necesaria una actualización de los trabajos mencionados previamente.

Es por tanto, la ausencia de esta información detallada y actualizada la que justificó la creación del grupo de trabajo que ha elaborado este informe, de manera que, a partir de los datos recabados, se pueda realizar un análisis de las necesidades, afirmando los puntos fuertes y estableciendo las carencias.

1.4. Objetivos

El objetivo del grupo de trabajo, tal y como se estableció en su creación es: “elaborar un documento que recoja la situación actual en cuanto a la dotación de recursos humanos en SRPR en España”. Entendemos que disponer de esta información permitiría realizar un análisis actual de la situación de la Radiofísica en España. De este modo se podrían diseñar también líneas de mejora y necesidades futuras en cuanto a la formación, el número de especialistas y la evolución de las dotaciones en servicios existentes y de nueva creación.⁵¹ Para ello habría que tener también en cuenta factores como la creciente tecnificación, la aparición de técnicas más complejas y la asignación de nuevas funciones, como pueden ser las relacionadas con las radiaciones no ionizantes. Todo esto permitiría elaborar recomendaciones de futuro que redunden en beneficio de la profesión y que permitan estimar la evolución de las necesidades de especialistas en Radiofísica de una manera óptima.

2. Material y métodos

En noviembre de 2012, en la Junta Directiva de la SEFM se recibe una consulta sobre la existencia de algún grupo de trabajo que elaborara documentos que fijaran los recursos humanos en nuestra especialidad. Esta venía motivada por el hecho de que en documentos de otras sociedades aparecían recomendaciones. A raíz de esta se decide la creación del Grupo de trabajo de Recursos humanos en los SRPR. Su constitución se realiza siguiendo la normativa interna de la propia

SEFM, por lo que en diciembre de 2012 se presentan los objetivos del mismo ofreciendo a todos los socios la posibilidad de participar en él. En marzo de 2013 se constituye de manera definitiva el grupo y comienza su trabajo. Inicialmente las tareas a realizar se dividieron en dos áreas: elaboración del censo y elaboración de la encuesta.

2.1. Censo

La elaboración del censo de centros se realizó partiendo de información proporcionada por la Comisión Nacional de la Especialidad. Este censo inicial se separó por Comunidades Autónomas y se repartió entre cuatro miembros del grupo según un criterio de cercanía geográfica, de manera que se comprobara la validez del mismo mediante el conocimiento y el contacto directo con los centros. En total se revisaron 114, de los cuales 2 habían cerrado, por lo que el total de centros censados fue de 112, de los cuales 78 correspondían a centros públicos y 34 a privados (fig. 1). Este trabajo se realizó entre abril y septiembre de 2013.

2.2. Encuesta

En paralelo a la revisión del censo, un segundo subgrupo se encargó de la elaboración de la encuesta. Se pretendía que esta fuera suficientemente sencilla para su cumplimentación pero con una amplitud tal que recabara todos los datos necesarios para un análisis lo más completo posible de los resultados. Se

tomaron como base las encuestas que la Sociedad Andaluza de Radiofísica Hospitalaria (SARH) realizó en Andalucía⁵⁰ y la que en la Comunidad de Madrid se había realizado para el Plan Estratégico de los SRPR.⁵²

En la encuesta se recabaron datos generales de localización y estructura de los SRPR: hospital, fecha de respuesta, persona de contacto, si el Servicio estaba unificado administrativa y funcionalmente, autorización por el CSN, cargo del responsable, si era Unidad Docente (UD) y si existían facultativos especialistas de áreas (FEA) adscritos a otras unidades. El resto se estructuró en 8 apartados: recursos humanos y organización, instalaciones dependientes del servicio, recursos técnicos bajo la supervisión del SRPR, PR, actividad asistencial en la que participa el SRPR (RD, MN y RT), docencia e investigación (DI), población del área de influencia del SRPR y, finalmente, un apartado de observaciones y aclaraciones (Anexo I).

Una vez finalizada la revisión del censo y elaborada la encuesta (septiembre de 2013) se procedió al envío a los distintos centros (noviembre 2013) junto con una carta de presentación donde se exponían los objetivos del grupo. El plazo dado para la respuesta fue hasta el mes de febrero de 2014, con la intención de que los datos recogidos correspondieran al año 2013.

3. Resultados

Los resultados completos de la encuesta se pueden encontrar en el Anexo II, recogiendo en este apartado los datos más significativos de la misma.

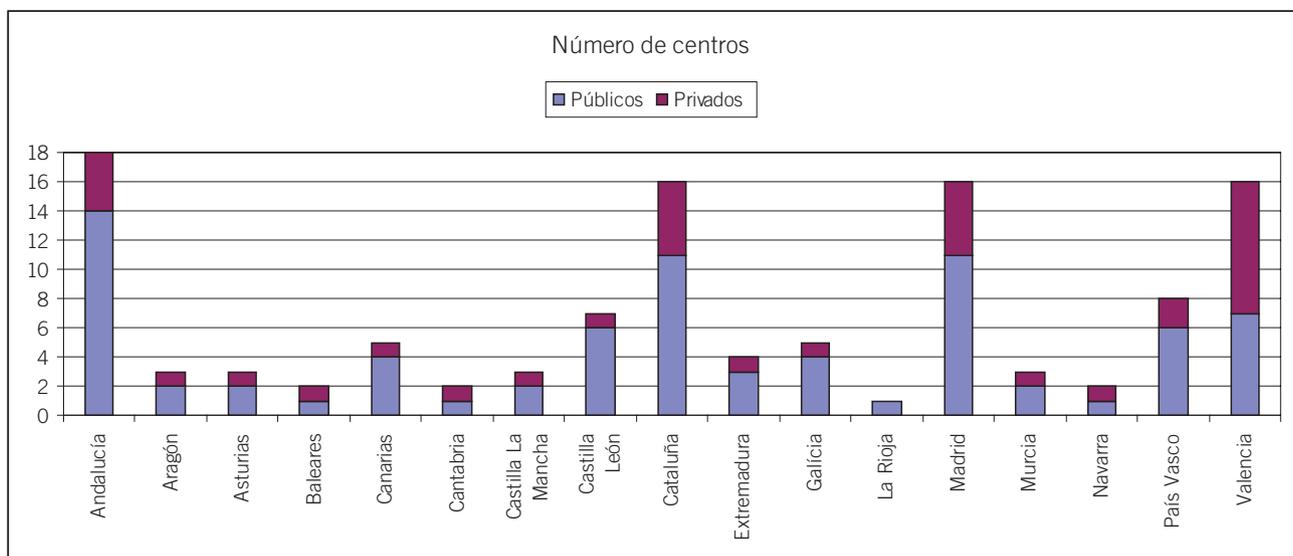


Fig. 1. Distribución de centros, públicos y privados, por Comunidad Autónoma, consultados.

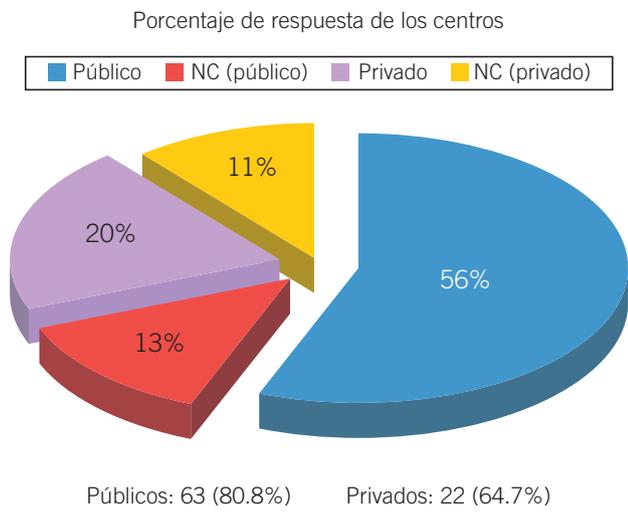


Fig. 2. Porcentaje de respuestas de centros según el tipo del mismo.

3.1. Datos generales

El número de encuestas recibidas fue de 85 del total de los 112 centros que fueron consultados. Esto supone un porcentaje de participación del 76% (fig. II.1), con valores diferentes en función de la dependencia de los centros (público o privado), como puede verse en la figura 2.

El 66% de estos centros corresponde a SRPR unificados administrativa y funcionalmente (fig. II.2) y en un 72% de los casos están autorizados como SPR por el CSN (fig. 3 y fig. II.3).

Se consultaba también por la jerarquización del servicio y el cargo que ostentaba el responsable del mismo. En un 69% de los casos existía cargo estructural, en su mayoría Jefe de Servicio (57%), aunque también existían otros como Director de Unidad de Gestión Clínica UGC (5%) o Jefe de Sección (8%).

El porcentaje de centros públicos con jerarquización prácticamente doblaba al de privados (79% frente a 41%) (fig. II.4).

Respondieron también a la encuesta 29 de las 33 UD acreditadas (fig. II.5), de las cuales 28 disponían de cargo estructural y estaban autorizadas como SPR por el CSN y 20 correspondían a SRPR unificados.

3.2. Recursos humanos y organización

Este apartado de la encuesta recogía los recursos humanos disponibles en los SRPR y la asignación de los mismos a las actividades en las diferentes áreas de la Radiofísica: RT, RD, MN, PR y DI. A la hora de considerar esta asignación de tareas, si la dedicación no era completa, se pidió que se indicara el porcentaje de tiempo de la jornada laboral empleado en cada una de ellas.

El personal dentro de estas unidades se clasificó según las categorías que habitualmente se encuentran en las mismas: radiofísicos (RF), técnicos especialistas (TE), personal administrativo y otros (cualquier otro personal adscrito). En el análisis de los datos se consideró a todo el personal declarado y que realizaba funciones en las diferentes áreas de la Radiofísica, como perteneciente a un único SRPR aun cuando este no estuviera unificado. También se consultó sobre la existencia de FEA en Radiofísica adscritos a otras unidades.

El número de recursos humanos recogidos en la encuesta fue de 380.7 RF, 286.3 TE, 68.6 administrativos y 41.9 en el apartado de otros (fig. II.6). El número de residentes en estos servicios era de 81. En la tabla 1 se presenta la razón entre el número total de profesionales y el número de centros que han respondido a la encuesta, por categoría y en función de que estos sean públicos o privados y en la tabla 2 y 3 los porcentajes de tiempo de trabajo dedicado a cada una de las áreas por las diferentes categorías (fig. II.7 y fig. II.8).

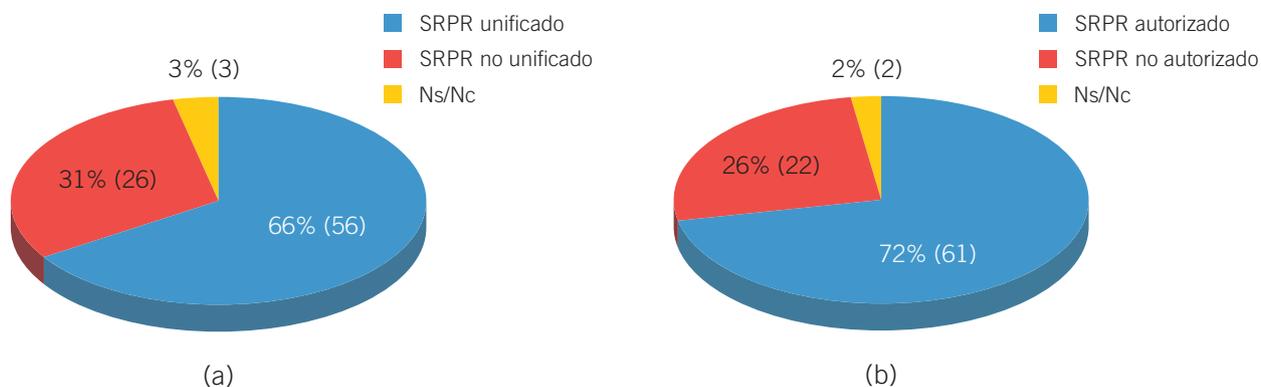


Fig. 3. (a) Porcentaje de servicios unificados y (b) de SRPR autorizados por el CSN.

Tabla 1. Razón entre el número total de profesionales y el número de centros que han respondido a la encuesta, por categoría y en total, pertenecientes a un SRPR en centros públicos y privados.

Tipo de centro	Radiofísicos	Técnicos especialistas	Administrativos	Otros	Total
Públicos	5.2	3.6	0.9	0.5	10.2
Privados	2.4	2.8	0.4	0.5	6.1

Tabla 2. Porcentaje de radiofísicos dedicados a las diferentes áreas de trabajo de un SRPR, en centros públicos y privados.

Tipo de centro	Radioterapia	Radiodiagnóstico	Medicina nuclear	Protección radiológica	Docencia e investigación
Públicos	52%	13%	9%	19%	7%
Privados	73%	3%	6%	12%	6%

Tabla 3. Porcentaje de TE dedicados a las diferentes áreas de trabajo de un SRPR, en centros públicos y privados.

Tipo de centro	Radioterapia	Radiodiagnóstico	Medicina nuclear	Protección radiológica	Docencia e investigación
Públicos	62%	17%	7%	13%	1%
Privados	82%	10%	4%	4%	0%

Fueron 16 (18.8%) los centros que declararon la existencia de FEA adscritos a otras unidades, aunque 4 de ellos afirmaban estar unificados funcionalmente. El número de estos FEA era de 47.5 (12.5%), de los cuales 42.5 (11.2%) desempeñaban su labor en RT, 2 (0.5%) en MN y 3 (0.8%) no lo especificaban.

La formación de los TE era en la mayoría de los casos (69%) la de TE en RT y en el resto (31%) la de TE en imagen para el diagnóstico. Se promedió, también, a nivel nacional la relación entre TE y RF (fig. II.9) ya que, en algunos casos, un valor elevado de este parámetro se relaciona con sistemas organizativos avanzados. Este valor era 0.7 para centros públicos y 1.2 para privados.

3.3. Instalaciones dependientes del SRPR

Este apartado recogía las instalaciones dependientes y aquellas a las que atiende el SRPR, particularmente en cuanto a hospitales, centros de salud y centros de especialidades (CE). Un centro público se analizó de manera independiente, ya que presentaba valores singulares, mientras que un centro clasificado como público se consideró privado debido a la descripción de los propios encuestados, por lo que los datos analizados corresponden a 61 centros públicos y

23 privados. Debido a las diferentes características de estos dos tipos de centros se realizó siempre un análisis paralelo de ambas situaciones.

El total de centros asociados (incluyendo el centro que se analizará de manera independiente) fue de 198 hospitales, 475 centros de salud y 114 CE.

En el caso de centros públicos el porcentaje mayor correspondía a la situación de disponer de un solo hospital asociado (36%) (fig. II.10) con un promedio de 2.7. El número de centros de salud atendidos (fig. II.11) presenta una mayor variación, aunque en un 33% de los casos los centros no tenían ninguno asociado y la mayoría de estos (83%) disponía de RD sin unidades de tomografía computarizada (TC) o intervencionismo. La situación era similar para el caso de los CE (fig. II.12) ya que en un 31% de los casos no disponían de ningún centro de este tipo asociado, siendo lo más habitual disponer de uno (28%) o dos (18%). El equipamiento disponible en ellos era fundamentalmente RD (93%) y en un pequeño porcentaje TC e intervencionismo (8%).

Los centros privados habitualmente se correspondían con la situación de una unidad de Radiofísica asociada a una unidad de RT, por lo que los promedios de centros asociados son menores que la unidad ya que la situación general es que no dispongan de centros

externos asociados. Tan solo 1 centro disponía de más de un hospital asociado, 2 afirmaban tener algún centro de salud asociado y uno un CE asociado.

3.4. Recursos técnicos bajo la supervisión del SRPR

El conocimiento de los recursos técnicos bajo la supervisión del SRPR es importante ya que determina una parte esencial de las tareas a desarrollar por su personal y es por eso que se recogía esta información en la encuesta referida a las áreas de RD, MN, RT y laboratorios de fuentes no encapsuladas.

El área en el que trabajaban más centros era el de RT, 95% (81), mientras que en RD y MN el porcentaje era similar en ambos casos, 74% (63) y 73% (62) respectivamente (fig. II.13). No todos los centros supervisaban las áreas antes mencionadas (fig. II.14), según los datos extraídos la situación más habitual, 67% (57), era la supervisión de las tres primeras, seguida de aquella en la que se supervisaba solamente una instalación de RT, que suponía un 21% (18) de los casos. El resto de SRPR atendía las áreas de RT y MN o RD y tan solo 4 centros (5%) no disponían de equipamiento en RT (fig. II.15)

En el área de RD, el número de equipos total sobre los que se afirmaba que se realizaban controles de calidad (CC) era de 5453 en los 63 centros (74%) que declaraban realizar estas tareas. La mayoría lo hacía en todas las categorías de equipos consultados (tabla II.1), en los que se incluían los equipos de diagnóstico por imagen que no emplean radiaciones ionizantes (RM y US) (fig. II.16). Es significativo el resultado en estos equipos ya que 44 de los centros (70%) afirmaban realizar CC en RM y 33 (51%) en US.

Se consideró también interesante consultar sobre el tipo de detector de imagen empleado (película convencional, CR o panel plano, PP) ya que puede ser indicativo del nivel de digitalización en cada uno de los centros. El uso como soporte de imagen de CR o PP era mayoritario en todas las categorías a excepción de los equipos de intervencionismo y arcos quirúrgicos,

donde la mayoría no especificaba el detector de imagen utilizado (fig. II.17)

El número de equipos y unidades de terapia metabólica supervisados en el área de MN era de 544 en los 62 centros (73%) que realizaban CC sobre los equipos utilizados en esta especialidad (fig. II.18, tabla II.2, tabla II.3 y fig. II.19)

Como se indica en párrafos anteriores, el área en el que desarrollaba la labor un mayor número de centros, 81 (95%), era RT. En este campo se incluían los equipos emisores de radiaciones ionizantes, los sistemas de tratamiento que utilizan fuentes encapsuladas (fig. II.20) y todos los sistemas de planificación y simulación (fig. II.21). En este último caso, si se utiliza un TC de Radiodiagnóstico para esta tarea, no se incluía en el equipamiento al estar contemplado en el área de RD. El número total de equipos supervisados era de 635 (tabla II.4). Destaca el hecho de que el número de aceleradores lineales con posibilidad de realización de técnicas especiales era mayoritario (fig. II.23).

3.5. Protección radiológica

Este apartado describe las cargas de trabajo del SRPR en el área de PR considerando cuatro apartados: dosimetría a trabajadores, gestión de fuentes radiactivas, gestión de residuos radiactivos y vigilancia ambiental.

Al igual que en el apartado *Instalaciones dependientes del SRPR*, un centro público se suprimió del análisis global al presentar valores significativamente alejados del resto y un centro público se consideró privado por los comentarios de los encuestados. Las características diferenciadas de los dos tipos de centros se tuvieron en cuenta realizando un análisis paralelo de cada caso.

El control sobre los trabajadores profesionalmente expuestos de categoría A (TA) y de categoría B (TB), así como el número promedio de dosímetros personales (DP) y otros dosímetros (OD), gestionados por centro se puede observar en la tabla 4. El porcentaje de centros que realizaba estas tareas es mayor en el caso de los públicos.

Tabla 4. Porcentaje de personal profesionalmente expuesto controlado y promedio y total de dosímetros gestionados por centros públicos y privados.

Tipo de centro	Porcentaje de centros que controlan TA	Porcentaje de centros que controlan TB	Promedio de DP gestionados por centro	Promedio de OD gestionados por centro	Total de dosímetros gestionados en promedio por centro
Públicos	93%	95%	392	83	475
Privados	74%	57%	50	7	57

Tabla 5. Porcentaje de centros que realizan vigilancia ambiental y número promedio de salas vigiladas por centro para cada una de las áreas de trabajo del SRPR.

Área	Centros públicos		Centros privados	
	Centros que realizan vigilancia ambiental (%)	Nº promedio de salas vigiladas por centro	Centros que realizan vigilancia ambiental (%)	Nº promedio de salas vigiladas por centro
RD	84%	55	26%	14
MN	84%	9	26%	8
RT	93%	5	65%	3

Con respecto a la gestión de fuentes radiactivas, un 97% (59) de los centros públicos y un 74% (17) de los privados realizaba esta tarea. El número de fuentes gestionadas anualmente podía llegar a variar ampliamente según se consideren los implantes realizados con semillas de ^{125}I en los tratamientos de Braquiterapia (BT) de próstata. Mientras que algunos centros consideraban cada conjunto de semillas como una sola fuente, otros las contaban individualmente, lo que hacía variar el promedio en un orden de magnitud, pasando de 126 a 13 fuentes/año en el caso de centros públicos y de 283 a 9 fuentes/año en los privados según se incluyeran en el cómputo los centros que contaban las semillas como fuente única o no.

La gestión de residuos era superior en el ámbito público (66%) que en el privado (22%). En este apartado se incluían también los depósitos de residuos líquidos, habitualmente asociados a unidades de terapia metabólica, que se encontraban en 30 (49%) de los centros públicos y tan solo en 5 (22%) privados.

El número total de salas a las que se realizaba vigilancia ambiental era de 3781 que se correspondían con 2978 de RD, 483 de MN y 320 de RT. El porcentaje y los promedios por área y tipo de centro se pueden ver en la tabla 5.

3.6. Actividad asistencial en la que participa el SRPR

Este apartado recoge la actividad asistencial en las áreas de RD, MN y RT. Debido a las fechas de distribución y recogida de la encuesta los datos se corresponden con la actividad desarrollada durante el año 2013.

3.6.1. Radiodiagnóstico

La actividad en esta área se dividió en cinco apartados: procedimientos en RD convencional, procedimientos en RD complejos, TC, procedimientos intervencionistas y dosimetría a pacientes embarazadas.

Fueron 47 (55%) los centros que afirmaron realizar algún tipo de actividad asistencial en todos o alguno de los apartados anteriores (fig. II.24) y solo uno de ellos correspondía a un centro privado. El número total de procedimientos fue de 380 747, que supone un promedio de 8 101 por centro. El porcentaje de participación en cada una de las categorías en los distintos tipos de procedimientos era del 46% en convencionales (39 centros), 37% en complejos (31), 42% en TC (35), 31% en intervencionistas (26) y 39% en dosimetría a pacientes embarazadas (33) (fig. II.25). Tres centros (tabla II.5) mostraron valores anormalmente altos en todas las categorías a excepción de la última, es por ello que en la tabla II.6, donde se muestran los valores totales, promedio, máximo y mínimo para cada uno de ellos, se expresan entre paréntesis los valores resultantes si se suprimen los centros mencionados.

Destaca la participación en los procedimientos convencionales y en TC y el hecho de que los centros privados no realicen actividad asistencial en esta área (salvo uno). Hay que tener en cuenta que la mayoría de estos centros desarrollan su labor en RT.

3.6.2. Medicina nuclear

El número total de tratamientos de terapia metabólica es de 4 500, en los que participa el 50% de los centros encuestados. El promedio por centro es de 107 (10 a 114) participando solamente los SRPR de 1 centro privado en Galicia y 2 en Valencia en estos tratamientos (fig. II.26).

3.6.3. Radioterapia

La actividad se diferenció en 7 apartados: RT externa (3D conformada, 3DCRT, y tratamientos especiales), BT de alta tasa (HDR), BT de baja tasa (LDR), BT pulsada (PDR), BT de próstata (semillas), BT oftálmica y Terapia superficial.

El 95% de los centros encuestados (80) participaba en los procedimientos asistenciales de esta área

(fig. II.27). El número total de procedimientos era de 87 722 con un promedio por centro de 1 097, variando desde los 175 declarados en Cantabria hasta los 1 738 de Castilla y León. De estos, 80 421 (92%) correspondían a algún tratamiento de terapia externa y 7 301 (8%) a tratamientos de BT (tabla II.7)

El 23% del total de tratamientos de RT externa correspondía a tratamientos especiales (IMRT, VMAT, IGRT, Radiocirugía, ICT, TSER,...), que se realizaban en el 76% de los centros. La Terapia superficial, realizada en 13 centros (5 de ellos en Cataluña) supone el 1% del total de los procedimientos contabilizados (fig. II.28).

Los tratamientos de BT se realizaban fundamentalmente con equipos de BT HDR (93%), manteniéndose en uso equipos de BT LDR y BT PDR que suponían el 5 y el 3% de los tratamientos respectivamente.

Otras técnicas de BT más específicas como las de próstata (semillas) y las aplicaciones oftálmicas se encontraban menos extendidas ya que necesitan equipamiento y personal especializado y, en general, responden a centros de referencia que recogen una población amplia. Para el tratamiento BT de próstata con semillas existían 26 centros (31%) mientras que se realizaba BT oftálmica en 10 (12%) (fig. II.29).

3.7. Docencia e investigación

En cuanto a la docencia, la mayoría de los SRPR (75%) participaba tanto en la formación especializada como en la formación de TE (79%). En un 48% recibían a otros especialistas, generalmente de Oncología radioterápica y de Oncología médica, aunque también se mencionaba a otras como MN y RD, incluso Prevención de riesgos laborales en un centro en Madrid. También es interesante resaltar que un 45% de los centros recibía otros especialistas de RF para realizar alguna rotación que, como media, era de 32 días (fig. II.30)

En el apartado de investigación se pidió que se estimara el porcentaje de tiempo dedicado a estas tareas. Solo se recibió respuesta a esta pregunta en un 77% de los casos, resultando un tiempo promedio estimado del 12% (rango 5-20) (fig. II.31). También se consultó sobre el número de publicaciones y comunicaciones a congresos y el número de proyectos de investigación gestionados en el último año y en promedio en los últimos 3 años (fig. II.32). El 43% de los centros (fig. II.33) había realizado alguna publicación en revistas científicas

cas en el último año, con un promedio de 4 y un 69% había presentado comunicaciones a congresos con un promedio de 7. El 50% de los centros disponía de alguno de los 88 proyectos declarados, lo que supone un promedio de 2 proyectos por centro (fig. II.34). Los datos para el promedio de los tres últimos años eran similares en todos los apartados.

3.8. Población del área de influencia del SRPR

Se consultó el área de influencia para considerar la población atendida por los SRPR. Se obtuvieron 64 respuestas de las cuales sólo 7 correspondían a centros privados (fig. II.35). Esto es lógico ya que no siempre existe dicha área en estos casos. El promedio para centros públicos y privados es de 600 446 y 782 667 habitantes, respectivamente. En la tabla 6 se recoge el número de recursos humanos de los SRPR por número de habitantes.

4. Discusión

Los resultados mostrados en el apartado anterior suponen un reflejo fiel de la situación de la Radiofísica en el ámbito sanitario. La alta participación (76%), mayor en el sector público (80%) que en el sector privado (63%), supone que la muestra analizada se puede considerar suficientemente representativa de la distribución de recursos y actividades a nivel nacional, por lo que las conclusiones que se puedan alcanzar del estudio de estos datos se pueden considerar válidas. Los datos recogidos muestran, por otro lado, la importante labor desarrollada por los SRPR en el ámbito sanitario, dando respuesta a las necesidades de un número significativo de instalaciones, equipos y procedimientos asistenciales. Este es uno de los puntos fuertes encontrados, la amplia labor desarrollada que permite, por ejemplo, llegar a cubrir la actividad asistencial en el área de Radioterapia en el 100% de los casos a pesar de las limitaciones en recursos humanos existentes incluso en esta área, como se discutirá más adelante.

A pesar de la representatividad de los datos y de los puntos fuertes encontrados, es necesario también considerar ciertas limitaciones, así al preguntar sobre las actividades en las que participa el servicio, no se

Tabla 6. Relación Habitante/tipo de profesional para todo el estado.

Hab./Radiofísico	Hab./Técnico	Hab./Administrativo	Hab./Otro	Hab./Persona del SRPR
148 000	190 000	1 012 000	1 876 000	74 000

especificaba la profundidad con la que se realizaban las mismas, lo que puede justificar algunas de las variaciones encontradas en los datos. Por otro lado, las cuestiones planteadas en algún área de trabajo, como MN, no eran exhaustivas con respecto a las tareas que se han de desarrollar en ese campo, lo que limita las conclusiones que se puedan establecer para esa área en concreto. En el análisis de los datos también se han encontrado pequeñas inconsistencias, ya mencionadas en el apartado correspondiente (*Recursos humanos y organización*) que, sin embargo, no afectan a la validez de los resultados ni a la discusión y conclusiones que aquí se presentan.

Del análisis de los datos, el primer hecho que destaca es la variabilidad en la adscripción administrativa y funcional de los recursos humanos. El hecho de que solo el 66% de los SRPR esté unificado es una característica particular de nuestra especialidad. Un dato significativo es también que, ante la pregunta de si existen FEA adscritos a otras unidades, solo el 19% lo afirma, aunque en el 81% restante se incluyen algunos que no contestan.

La unificación de recursos en un único Servicio o Unidad es, en muchos casos, un tema de discusión. Por otro lado, este hecho no aparece en otras especialidades de Ciencias de la Salud, aun cuando dentro de algunas unidades pueda haber una subespecialización importante y una atención específica a otras especialidades (como por ejemplo Radiodiagnóstico, Cirugía, Oftalmología, etc). Entendemos por tanto, que habría que trabajar en la línea de definir cuál sería la estructura organizativa más racional, de manera que existieran recomendaciones claras para la creación de nuevos Servicios y Unidades.

En cuanto a la distribución funcional de los recursos, destaca que del total de RF (380.7 en los centros participantes), un 55% (210.5) se dedica a tareas en el área de RT, el 12% (43.8) al RD, el 8% (31.9) a la MN, el 18% (68.8) a la PR y el 7% (25.7) a labores de DI. En el caso de los centros privados, el porcentaje de los dedicados a RT es mayor (73%), si bien esto es lógico debido a que la mayoría de estos centros son de RT. Se observa, por tanto, una concentración de recursos en esta área. No sorprende este dato ya que, tradicionalmente, el trabajo de los RF empezó en estos Servicios. Las características propias de las funciones que se realizan hacen también que sea imposible la realización de los tratamientos sin su participación. Sin embargo, el número de especialistas dedicados a otras áreas es escaso, conclusión a la que también llega el informe de la Sociedad Francesa de Física Médica de Francia y la Autoridad Nuclear Francesa (equivalente al CSN)⁹ en Francia.

Este hecho contrasta con el aumento del número de exploraciones con radiaciones ionizantes, especialmente en los países de nivel I entre los que se encuentra

España, que se recoge en el informe UNSCEAR de 2008.⁵³⁻⁵⁴ En este informe se constata que el 90% de las dosis recibidas por la población debido a causas no naturales corresponde a usos médicos. La contribución total a la dosis efectiva per cápita anual es superior al 20% (> 0.62 mSv) lo que supone un incremento significativo con respecto a valores anteriores (0.4 mSv) y una contribución importante a la dosis colectiva. La Directiva Europea 2013/59 recoge esta preocupación y establece, en su artículo 64, la necesidad de estimar las dosis a la población debidas a procedimientos diagnósticos.⁵⁵ En este sentido se han llevado a cabo, en años anteriores, diversos proyectos europeos (DOSEDATAMED y DOSEDATAMED2) para conocer las dosis a la población. En España, el CSN, desarrollando sus funciones de PR del paciente en colaboración con las autoridades sanitarias,¹⁸⁻¹⁹ promovió los proyectos DOPOES (Estimación de las dosis poblacionales en España en estudios de RD Médico)⁵⁶ y DOMNES (Dosis a la población por estudios de MN en España). El informe final del proyecto DOMNES ya está publicado⁵⁷ y recoge que el número de estudios de MN en España en el año 2011 fue de 628 992 para una población de 47 020 000 de habitantes (13 exploraciones/1 000 hab.), con una dosis efectiva per cápita de 0.7 mSv. En el caso del RD, el informe del Ministerio de Sanidad sobre "Estándares y recomendaciones de calidad 2013" para la Unidad asistencial de diagnóstico por imagen⁵⁸ señala que el promedio anual de exploraciones en nuestro país es cercano a 800/1 000 habitantes y podría alcanzar las 900 considerando todos los estudios realizados en centros privados. El informe preliminar del proyecto DOPOES estima que el número de exploraciones anuales es de 46 331 250 (promedio de los años 2010 y 2011), lo que supondría 985 exploraciones por cada 1 000 habitantes. La dosis efectiva per cápita debido al RD sería de 0.97 mSv.⁵⁹

La participación del RF en estas áreas es importante, por tanto, no solo en la evaluación de la dosis sino también en los procedimientos de control de calidad, la adquisición de equipamiento, la elaboración de protocolos de estudios y la formación continuada del personal, de manera que se puedan mantener y reducir los niveles de dosis que recibe la población en el diagnóstico médico. Difícilmente se pueden alcanzar estos objetivos cuando el promedio de RF dedicados a este campo (obtenido a partir de los valores totales de la Tabla 1 y de los porcentajes de dedicación a cada una de las áreas que muestra la Tabla 2) es menor a la unidad. La situación en Europa es variable desde países como Suecia donde el número de RF por millón de habitantes dedicados a RD y MN es de 4.5 y 5 respectivamente, hasta Suiza donde este valor se reduce a 1.⁴⁸ En este mismo informe se recoge que, según el directorio de la *American Association of Physicists in Medicine* (AAPM), el número aproximado de RF

es de 15 por millón de habitantes (10.6 en el caso de España), de los cuales el 20% se dedica al diagnóstico médico, lo que supondría, aproximadamente, 141 en el caso de España cuando en la actualidad este valor es cercano a 100, lo que supondría un déficit del 30%.

El estudio publicado en el año 1999 por un grupo conjunto del *British Institute of Radiology*, la *British Nuclear Medicine Society* y el *Institute of Physics and Engineering in Medicine*, sobre soporte de Física para que la oferta de un Servicio de MN sea segura, efectiva y responsable,⁴⁹ establecía un número de horas semanales de dedicación en función del tamaño del hospital y de si era docente o no. El valor, para el caso del centro más pequeño (sin terapia, con una sola gammacámara y con 1 500 estudios anuales) era de 0.9 RF, variando en el resto de los casos desde 1.6 hasta 4.4 (considerando una jornada anual de 1 640 horas). El caso más cercano a la dotación de los hospitales que aparecen en nuestra encuesta (Tabla II.2), sería el que identifica como *Large District General Hospital*, que tendría 2 gammacámaras, al menos, más de 5 000 estudios al año y terapia, recomendándose para este caso una dedicación de 81.3 horas semanales, lo que equivale a 2.6 RF dedicados. Este valor está claramente por encima de los encontrados en la encuesta para todos los centros.

Los datos en cuanto a centros y recursos técnicos bajo la supervisión destacan el hecho de que la mayoría de los centros públicos presta servicio a un área hospitalaria que incluye centros de salud y centros periféricos de especialidades en los que habitualmente existen instalaciones de RD. No ocurre así en los centros privados, donde la mayoría no tiene responsabilidad sobre instalaciones externas al propio hospital. Destaca el hecho de que el número de centros que afirma participar en CC en RM y US es superior al 50% (70% en RM y 51% en US), aunque en la encuesta no se recoge las características y frecuencia de los controles realizados. Por otro lado solo el 74% realiza los controles de calidad en RD cuando se establece como una obligación legal, aunque hay que considerar que algunos centros tienen contratada de manera externa dicha función.

La dosimetría a trabajadores, así como la gestión de fuentes y residuos radiactivos supone una carga también importante (475 dosímetros, 12 fuentes, 223 bultos y 3 depósitos líquidos en promedio para los centros encuestados en el año 2013). El control de vigilancia ambiental se hace en torno al 80% de los casos, siendo mayor en el caso de centros públicos que en privados tal y como se recoge en la tabla 5.

En el apartado de actividad asistencial se dividían nuevamente las preguntas sobre las tres áreas habituales de trabajo. Se considera que la actividad en la que se participa en el caso de la RT es del 100% (lo que supone uno de los puntos fuertes en la situación de la Radiofísica, a pesar de que en esta área también

existen carencias como se comentará más adelante), ya que los valores encontrados coinciden, aproximadamente, con los resultados presentados en el libro blanco de la Oncología radioterápica.⁶⁰ Así, para una muestra similar de centros (75% frente al 76% de nuestro estudio), el número de procedimientos totales (RT externa más BT) es de 79 776 en el año 2008 (87 722 en este trabajo). Nuevamente este porcentaje de participación contrasta con el que se encuentra en otras áreas (como por ejemplo en RD, donde se participa en casi 400 000 procedimientos de los más de 46 millones que se realizan, lo que supone una participación del orden del 1%) como ya se ha mencionado anteriormente. Esto hace difícil que se pueda responder a los requerimientos, ya comentados, que establece la Directiva 2013/59.⁵⁵ En cuanto al área de MN, se consideró la participación en terapia metabólica, aunque no se especificó el grado y tampoco se preguntó por la participación en el tratamiento de imágenes. Este es uno de los aspectos a mejorar en futuras encuestas ya que el tratamiento de datos es una de las tareas fundamentales a desarrollar en esta área y sería interesante conocer la participación real en este campo.

La DI es un apartado que en algunas recomendaciones se considera simplemente añadiendo un porcentaje adicional a los tiempos estimados para el resto de tareas (10%), como por ejemplo se hace en el documento sobre medios elaborado por el Foro Sanitario.⁴³ En el caso de la docencia, la carga cada vez es mayor ya que no solo se participa en la formación de la propia especialidad, sino también en la de otras especialidades (75%) y en la de técnicos especialistas (79%). Aunque no se consultó sobre otro tipo de formación, a esto habría que añadir cursos de formación continuada en Protección radiológica para el personal de las instalaciones dependientes del SRPR, participación en cursos de operadores y supervisores de instalaciones radiactivas, y cursos de 1º y 2º nivel en PR y para utilización de equipos de RD en técnicas intervencionistas, todo ello incluido en las funciones propias de los SRPR. El número de horas dedicadas a este apartado va, por tanto, en aumento, más si cabe en los centros que actúan como unidades docentes ya que en el 45% de los casos reciben especialistas externos para realizar algún tipo de rotación.

En el apartado de investigación, función propia del facultativo, se estima que el tiempo dedicado respecto del total de la jornada laboral es un 12%. En el apartado de publicaciones el grupo más numeroso es el de las comunicaciones a congresos, manteniéndose aproximadamente constante su número y el de otras publicaciones y proyectos de investigación gestionados en los últimos 5 años.

A la vista de los resultados arrojados por la encuesta resultaría interesante relacionar los recursos humanos con las tareas que se desempeñan siguiendo alguna de

las recomendaciones existentes.^{8,9,10,41-51} Si se siguen las más recientes elaboradas por el Foro conjunto CSN-SEFM-SEPR⁴³ considerando el total de recursos técnicos atendidos y la actividad asistencial realizada (a partir de las tablas II.1, II.4, 4, II.7 y las figuras II.13, II.18 y II.26), el resultado obtenido indica unas necesidades de: 486.2 RF, 540.8 TE y 69.1 administrativos, para cubrir las tareas que se realizan en los hospitales que han contestado la encuesta. Los datos obtenidos para el año 2013 eran de: 380.7 RF, 286.3 TE y 68.6 administrativos. Incluso si se tienen en cuenta los 81 residentes que había en ese momento, el número total de especialistas (462) estaría por debajo de lo establecido en dichas recomendaciones. Hay que considerar, además, que los centros que han participado en la encuesta corresponden al 76% del total, por lo que se observa claramente que la necesidad de recursos es aún mayor. Este mismo análisis se podría realizar, a modo de ejemplo, definiendo un centro tipo que atendiera todas las áreas, que tuviera bajo su cargo, 71 equipos de RD, 2 SPECT-TC, 1 mini gammacámara, 1 PET-TC, 2 sondas para medida de ganglio centinela, 2 activímetros, 2 habitaciones de terapia metabólica, 1 LINAC MonoE, 1 LINAC MultiE TE, 1 equipo de BT, 1 TC dedicado a planificación en RT, 2 SP RTE y 1 SP BT y que diera asistencia a los procedimientos listados en las tablas II.6 y II.7 y en la figura II.26 además de la docencia y la investigación, lo que requeriría, según las mismas recomendaciones⁴³ disponer de 8.9 RF, 9.2 TE y 1.2 administrativo, lo que resulta bastante alejado de la situación actual (fig. II.6). Un ejercicio de “independencia” sería utilizar recomendaciones elaboradas por otras sociedades científicas⁶⁰⁻⁶¹ para el caso del área a la que se dedican más recursos. En estas estimaciones no se tienen en cuenta todas las tareas encomendadas al especialista en Radiofísica. Considerando las recomendaciones que aparecen en estas referencias serían necesarios 215 RF en el área de RT (228 si se consideran los equipos de terapia superficial) de acuerdo con el criterio asociado al número de equipos, o 219 si se considera el criterio de número de procedimientos con pacientes, frente a los 211 RF dedicados al área de RT que muestran los resultados. La limitación de recursos queda, por tanto, patente aunque se utilicen recomendaciones que consideren recursos mínimos. Cabe recordar, en este punto, lo que ya se mencionaba en la introducción y que se recoge en diversos informes sobre incidentes y accidentes acaecidos en el tratamiento con radiaciones,³⁵⁻³⁶ que su ocurrencia, en muchos casos, está íntimamente relacionado con la falta de recursos humanos adecuados a las tareas a realizar.

Sería interesante, a la luz de estos datos, hacer un análisis de futuro que pudiera determinar las necesidades de recursos humanos en un plazo medio y que permitiera, por ejemplo, hacer una previsión adecuada

de las necesidades en cuanto a plazas de formación de especialistas. En este sentido, diversas publicaciones han estudiado estas necesidades de futuro tanto en países en vías de desarrollo,⁵¹ como en nuestro entorno^{42,60,62-63} aunque la mayoría de ellas se centran en el área de RT. El estudio más reciente⁶² prevee un aumento de aproximadamente el 10% en el número de tratamientos desde el año 2012 al año 2020 en Europa. Analizando el número de RF dedicados a esta área, establece en España un déficit de 157 en la actualidad (-22.7% para toda Europa) y una necesidad adicional de 201 (42.4% para toda Europa). Este déficit y esta necesidad de aumento aparece en estudios de otros países como el desarrollado en la región de Ontario (Canadá)⁴² donde también se refleja la necesidad de que los criterios para estimar el número de RF se modifiquen ya que la mayor complejidad de técnicas y equipos implica una mayor carga de trabajo para los profesionales.

Las carencias en recursos humanos que se reflejan a partir de estos datos no están relacionadas con una falta de profesionales formados, sino con la necesidad de cumplir unos criterios mínimos de calidad, ajustándose a recomendaciones y normas nacionales e internacionales. Sería necesario, pues, cumplir este requisito y mantener el ritmo actual de convocatoria de plazas de formación especializada, para poder alcanzar los valores establecidos en estos estudios. Habría que considerar, además, que estos estudios están referidos a una sola área, por lo que las necesidades de especialistas se pueden estimar superiores a estos valores.

5. Conclusiones

La situación de la Radiofísica en nuestro país se ha recogido fielmente debido a la alta participación de los hospitales en la encuesta realizada recogiendo datos correspondientes al año 2013. Se constata un sesgo en el reparto de recursos hacia una de las áreas, tal y como se esperaba y la necesidad de un aumento de los recursos en todas ellas.

La unificación de los recursos humanos de Radiofísica en un único Servicio aparece también como un tema de discusión. Sería necesario elaborar recomendaciones sobre el modelo más eficiente para una gestión más racional y para el cumplimiento de las competencias asignadas a los especialistas.

Se ha calculado también, siguiendo las últimas recomendaciones publicadas, la dotación necesaria para el total de centros encuestados (cubriendo todas las áreas de trabajo del radiofísico), que supondría 486 RF, 541 TE y 69 administrativos. La comparación con los datos obtenidos en la encuesta muestra la necesidad de aumentar el número de Radiofísicos en más de un 20%.

Por otro lado, la asunción de nuevas tareas, el aumento del número de jubilaciones y de centros junto a las nuevas exigencias que derivan de las últimas directivas comunitarias hacen que sea necesario prever para un plazo medio, la dotación adecuada de recursos para atender las funciones que nuestra especialidad tiene encomendadas.

El análisis presentado es general, por lo que a partir de él sería recomendable llevar a cabo una evaluación más detallada por centro y comunidades (algunas tienen pocos centros y/o pocas respuestas). Esta labor no se ha realizado ya que no era el objetivo del grupo de trabajo, pero los datos que aquí se presentan pueden ser una herramienta útil para trabajos posteriores que evalúen de un modo más concreto las situaciones y necesidades específicas de cada centro.

Agradecimientos

A los hospitales participantes por su participación desinteresada sin cuya ayuda no se hubiera podido recabar esta información. A la Junta Directiva de la SEFM por el apoyo para la formación del grupo de trabajo y a la Comisión Científica por los comentarios aportados para mejorar la redacción final del informe.

Bibliografía

- Horton R. Offline: Why physics is special. *The Lancet*, 2012;379:1472.
- Keevil S.F. Physics and medicine: a historical perspective. *The Lancet*, 2012;379:1517-24.
- Knight P. Physics and medicine – two tips for a long and happy marriage. *The Lancet*, 2012;379:1463-4.
- Meghzifene A. A call for recognition of the medical physics profession *The Lancet*, 2012;379:1464-5.
- Melzer A., Cochran S., Prentice P., Macdonald M.P., Wang Z. y Cuschieri A. The importance of physics to progress in medical treatment. *The Lancet*, 2012;379:1534-43.
- Morris P. y Perkins A. Diagnostic Imaging. *The Lancet*, 2012; 379:1525-33.
- O'Shea P. Future medicine shaped by an interdisciplinary new biology. *The Lancet*, 2012;379:1544-50.
- IAEA. El físico médico: Criterios y recomendaciones para su formación académica, entrenamiento clínico y certificación en América Latina. IAEA Human Health Reports n° 1. Viena, 2010.
- ASN-SFPM. Medical Physics for Medical Imaging requirements, conditions of involvement and staffing levels. 2013.
- ASN-SFPM. Rédaction du Plan d'Organisation de la Physique Médicale (POPMP). Guide n° 20. 2013.
- Del Guerra A., Bardies M., Belcari N., Caruana C.J., Christofides S., Erba P., Gori C., Lassmann M., Lonsdale M.N., Sattler B. y Waddington W. Curriculum for education and training of Medical Physicists in Nuclear Medicine. Recommendations from the EANM Physics Committee, EANM Dosimetry Committee and EFOMP. *Phys Med* 2013;29:139-62.
- Eudaldo T. y Olsen K. The present status of Medical Physics Education and Training in Europe: An EFOMP survey. *Phys Med* 2008;24:3-20.
- IAEA. Capacitación clínica para físicos médicos especialistas en radiooncología. Colección cursos de capacitación n° 37. Viena, 2012.
- IAEA. Capacitación clínica de físicos médicos especialistas en radiodiagnóstico. Colección cursos de capacitación n° 47. Viena, 2013.
- IAEA. Capacitación clínica para físicos médicos especialistas en Medicina Nuclear. Colección cursos de capacitación n° 50. Viena, 2013.
- IAEA. Roles and Responsibilities and Education and Training requirements for Clinically Qualified Medical Physicists. IAEA Human Health Series n° 25. Viena, 2013.
- Stefanoyiannis, A., Christofides S., Psichis K., Geoghegan D.S., Gerogiannis I, Round W.H., Geronikola-Trapali X., Armeniakos I., Kaplanis P.A., Prentakis A. y Chatziioannou S.N. The education and training of clinical medical physicists in 25 European, 2 North American and 2 Australasian countries: Similarities and differences. *Phys Med* 2012; 28:183-90.
- Ley 15/1980 de 22 de Abril de creación del Consejo de Seguridad Nuclear. B.O.E. n° 100 de 25 de Abril de 1980.
- Ley 33/2007 de 7 de Noviembre de reforma de la Ley 15/1980 de 22 de Abril de creación del Consejo de Seguridad Nuclear. B.O.E. n° 268 de 8 de Noviembre de 2007.
- DIRECTIVA 80/836/Euratom del Consejo, de 15 de julio de 1980, por la que se modifican las Directivas que establecen las normas básicas relativas a la protección sanitaria de la población y los trabajadores contra los peligros que resultan de las radiaciones ionizantes. Diario Oficial n° L 246 de 17/09/1980 p. 0001-0072.
- Real Decreto 2519/1982, de 12 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento sobre Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes. B.O.E. n° 241 de 8 de Octubre de 1982.
- ICRP. Recommendations of the ICRP. ICRP Publication 26. Ann ICRP 1977;1(3).
- Directiva 84/466/Euratom del Consejo, de 3 de septiembre de 1984, por la que se establecen las medidas fundamentales relativas a la protección radiológica de las personas sometidas a exámenes y tratamientos médicos. Diario Oficial n° L 265 de 05/10/1984 p. 0001-0003.
- Ley 14/1986 de 25 de abril, General de Sanidad. B.O.E. n° 102, de 29 de abril de 1986.
- CSN. Instrucción de 27 de julio de 2005, del Consejo de Seguridad Nuclear, número IS-08, sobre los criterios aplicados por el CSN para exigir, a los titulares de las instalaciones nucleares y radiactivas, el asesoramiento específico en protección radiológica. 2005.
- SEFM. Informe del accidente ocurrido con el acelerador lineal de electrones del Hospital Clínico de Zaragoza. 1991.
- ICRP. 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 60, Ann ICRP 1991;21(1-3).
- Directiva 96/29/Euratom del Consejo de 13 de mayo de 1996 por la que se establecen las normas básicas relativas

- a la protección sanitaria de los trabajadores y de la población contra los riesgos que resultan de las radiaciones ionizantes. Diario Oficial n° L 159 de 29/06/1996 p. 0001-0114.
29. Directiva 97/43/Euratom del Consejo de 30 de junio de 1997 relativa a la protección de la salud frente a los riesgos derivados de las radiaciones ionizantes en exposiciones médicas, por la que se deroga la Directiva 84/466/Euratom. Diario Oficial n° L 180 de 09/07/1997 p. 0022-0027.
 30. Sentencia del Tribunal de Justicia (Sala sexta) de 9 de Octubre de 1997. Comisión de las Comunidades Europeas contra el Reino de España. http://curia.europa.eu/juris/document/document_print.jsf;jsessionid=9ea7d2dc30dbfba5c5c8b50541b9adb88a0a5accf311.e34KaxiLc3qMb40Rch0SaxuMa3b0?doclang=ES&text=&pageIndex=0&part=1&mode=&docid=43419&cid=503185 (Fecha del último acceso 20-03-15).
 31. Real Decreto 220/1997, de 14 de febrero, por el que se crea y regula la obtención del título oficial de Especialista en Radiofísica Hospitalaria. B.O.E. n° 52 de 1 de Marzo de 1997.
 32. Real Decreto 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. B.O.E. núm 45 de 21 de Febrero de 2008.
 33. Ley 44/2003, de 21 de noviembre, de ordenación de las profesiones sanitarias. B.O.E. n° 280, de 22 de noviembre de 2003.
 34. Real Decreto 1837/2008, de 20 de noviembre de 2008, por el que se incorporan al ordenamiento jurídico español la Directiva 2005/36/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 7 de septiembre de 2005, y la Directiva 2006/100/CE, del Consejo, de 20 de noviembre de 2006, relativas al reconocimiento de cualificaciones profesionales, así como a determinados aspectos del ejercicio de la profesión de abogado.
 35. Dunscombe P., Lau H. y Silverthorne S. The Ottawa Orthovoltage Incident. Report of the Panel of Experts convened by Cancer Care Ontario, 2008.
 36. Wack G., Lalande F. y Seligman M.D. Résumé du rapport ASN n° 2006 ENSTR 019 - IGAS n° RM 2007-015P sur l'accident de radiothérapie d'Epinal, 2007.
 37. Supplement to HPA Bulletin, August 1979.
 38. Fernández Letón P., Ribas Morales M. "Medical Radiation Physicists in Spain" in Medical Radiation Physics a European Perspective. 1995. ISBN 1 870722 02 7. Pg. 164-66.
 39. Eudaldo T., Ribas M. "Medical Physics Education and Training in Spain" in Medical Physics and Engineering Education and Training, part I. 2011. Pg. 172-9.
 40. Comisión Nacional Especialidad Radiofísica Hospitalaria. Ribas M, Alonso M, Arranz L, Córdoba D, Ferrer N, Gómez A, Hernández Armas J, Pombar MA, Rubio A, Téllez de Cepeda M, Vañó E. "Radiofísica Hospitalaria: Experience of Training and professional situation". <http://portal.ucm.es/web/medical-physics-expert-project>, 2011. (Fecha del último acceso 20-03-15).
 41. European Commission. European guidelines on Medical Physics expert. Radiation Protection n° 174. Luxemburgo, 2014.
 42. Battista J.J., Clark B.G., Patterson M.S., Beaulieu L., Sharpe M.B., Schreiner L.J., MacPherson M.S. y Van Dyk J. Medical Physics staffing for radiation oncology: a decade of experience in Ontario, Canada. J Appl Clin Med Phys 2012; 13(1):93-110.
 43. CSN-SEFM-SEPR. Medios humanos y materiales mínimos necesarios en los Servicios de Radiofísica Hospitalaria y Protección Radiológica. Mayo 2014.
 44. IPEM. Recommendations for the Provision of a Physics Service to Radiotherapy. 2009.
 45. Klein E.E. A grid to facilitate physics staffing justification. J Appl Clin Med Phys 2010;11(1):263-73.
 46. SEFM. Medios humanos y materiales necesarios en la unidad de Radiofísica para la garantía de calidad en Radioterapia. 2000.
 47. SEFM. Informe sobre medios recomendados humanos y materiales de las unidades de Radiofísica para Medicina Nuclear y Radiodiagnóstico. 2001.
 48. SSRMP. Medical physicist staffing for nuclear medicine and dose-intensive X-ray procedures. Schweizerische Gesellschaft für Strahlenbiologie und Medizinische Physik. Report No. 20. 2009.
 49. Williams N.R., Tindale W.B., Lewington V.J., Nunan T.O. Shields R.A. y Thorley P.J. Guidelines for the provision of Physics support to Nuclear Medicine. Nucl Med Commun 1999;20:781-7.
 50. Almansa J., Burgos D. y Guerrero R. Revisión de los medios humanos necesarios para el desarrollo de la actividad en un Servicio de Radiofísica Hospitalaria. Libro de Resúmenes del II Congreso Conjunto SEFM-SEPR, Sevilla, Junio 2011.
 51. Datta N.R., Samiei M. y Bodis S. Radiation Therapy Infrastructure and Human Resources in low- and middle-income countries: present status and projections for 2020. Int J Rad Oncol Biol Phys 2014;89(3):448-57.
 52. Consejería de Sanidad de la Comunidad de Madrid. Plan estratégico de Radiofísica Hospitalaria en el entorno de la libertad de elección 2014-2018. Servicio Madrileño de Salud. Dirección General de Atención Especializada. Subdirección de Gestión y Seguimiento de Objetivos en Hospitales. Madrid, 2015.
 53. UNSCEAR. Sources and effects of ionizing radiation. Volume I. Annex A. Medical Radiation exposures. Report to the General Assembly 2008. ISBN: 978-92-1-142274-0. United Nations, 2010.
 54. UNSCEAR. Sources and effects of ionizing radiation. Volume I. Annex B. Exposures of the public and workers from various sources of radiation. Report to the General Assembly 2008. ISBN: 978-92-1-142274-0. United Nations, 2010.
 55. Directiva 2013/59/Euratom del Consejo, de 5 de diciembre de 2013, por la que se establecen normas de seguridad básicas para la protección contra los peligros derivados de la exposición a radiaciones ionizantes, y se derogan las Directivas 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom y 2003/122/Euratom. Diario Oficial de la Unión Europea, L 013, 17 de enero de 2014. p. 1-73.
 56. <http://proyectodopoes.es/> (Último acceso 20-03-2015).
 57. SEMNiM-SEPR-SEFM-CSN. Proyecto DOMNES. Prospección nacional de procedimientos de diagnóstico en Medicina Nuclear utilizados en los centros sanitarios españoles. Estimación de dosis recibidas por los pacientes y la población. Marzo 2014.
 58. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. Informes, estudios e investigación 2013. Unidad asistencial de diagnóstico y tratamiento por la imagen. Estándares y recomendaciones de calidad. Madrid, 2013.

59. Información del coordinador del proyecto DOPOES. <http://proteccion-radiologica.bayer.es/espana-se-situa-dentro-de-la-media-europea-endosis-de-radiacion-a-pacientes-en-las-pruebas-de-radiodiagnostico/> (07-01-2015. Último acceso el 4-03-15).
60. SEOR. Libro blanco SEOR XX1. Análisis de la situación, necesidades y recursos de la Oncología Radioterápica. ISBN: 978-84-7714-344-4. Edimsa-SEOR, 2010.
61. Bentzen SM, Heeren G, Cottier B, Slotman B, Glimelius B, Lievens Y y Van den Bogaert W. Towards evidence-based guidelines for radiotherapy infrastructure and staffing needs in Europe: the ESTRO QUARTS project. *Radiother Oncol* 2005;75(3):355-65.
62. Data NR, Samiei M. y Bodis S. Radiotherapy infrastructure and human resources in Europe – Present status and its implications for 2020. *European Journal of Cancer* 2014; 50:2735-43.
63. Dunscombe P, Grau C, Defourny N, Malicki J, Borrás JM, Coffey M, Bogusz M, Gasparotto C, Slotman B y Lievens Y, on behalf of the HERO consortium. Guidelines for equipment and staffing of radiotherapy facilities in the European countries: Final results of the ESTRO-HERO survey. *Radiother Oncol* 2014;112:165-77.

Anexo I. Modelo de encuesta remitida a los centros para su cumplimentación

ENCUESTA DEL GRUPO DE RECURSOS HUMANOS DE LOS SERVICIOS DE RADIOFÍSICA Y PROTECCIÓN RADIOLÓGICA (SRPR) DE LA SEFM

HOSPITAL Y CIUDAD:

FECHA DE RESPUESTA:

RADIOFÍSICO DE CONTACTO: Nombre
 Correo electrónico
 Teléfono

¿Está el SRPR unificado administrativa y funcionalmente? (SI/NO)

SI	<input type="text"/>
NO	<input type="text"/>

¿Está autorizado como Servicio de Protección Radiológica por el CSN? (SI/NO)

SI	<input type="text"/>
NO	<input type="text"/>

Cargo que ostenta el responsable del Servicio:

Jefe de Servicio	<input type="text"/>
Jefe de Sección	<input type="text"/>
Director de UGC	<input type="text"/>
Otros	<input type="text"/>

¿Es Unidad Docente Acreditada?

SI	<input type="text"/>
NO	<input type="text"/>

¿Existen FEA adscritos a otras unidades? (indicar número y área en la que trabajan).

SI	<input type="text"/>	Número	Área
NO	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

1. RECURSOS HUMANOS Y ORGANIZACIÓN

Cuantifique los recursos humanos existentes en su hospital. En caso de que el servicio no esté unificado, deberá rellenarse una única encuesta por centro, teniendo en cuenta los recursos del SRPR y aquellos recursos integrados en otros Servicios.

	Existentes
Nº especialistas Radiofísica Hospitalaria:	<input type="text"/>
Nº técnicos superiores en Imagen para el diagnóstico:	<input type="text"/>
Nº técnicos superiores en Radioterapia:	<input type="text"/>
Nº de residentes de Radiofísica Hospitalaria:	<input type="text"/>
Personal administrativo:	<input type="text"/>
Otros:	<input type="text"/>

Especifique la organización de dichos recursos en las siguientes áreas: Radioterapia (RT), Radiodiagnóstico (RD), Medicina Nuclear (MN) y Protección Radiológica (PR). Si alguno de los recursos está compartido entre una o varias áreas, asignar una fracción que estime la dedicación aproximada en carga horaria a cada área.

	RT	RD	MN	PR	Docencia e investigación
Nº especialistas Radiofísica Hospitalaria	<input type="text"/>				
Nº técnicos superiores en Imagen para el diagnóstico	<input type="text"/>				
Nº técnicos superiores en Radioterapia	<input type="text"/>				

2. INSTALACIONES DEPENDIENTES DEL SERVICIO

Enumere las instalaciones que dependen del Servicio de Radiofísica y Protección Radiológica. Especificar cuáles de esos centros tienen instalaciones de radiodiagnóstico (RD), medicina nuclear (MN), radioterapia (RT) y otras instalaciones radiactivas (Otras IR). Dentro del ámbito de radiodiagnóstico, distinguiremos aquellos centros con Tomografía computarizada e intervencionismo (TC e Intervencionismo) del resto (englobados en la categoría RD)

	Número	RD	CT e Interv.	MN	RT	Otras IR
Hospitales						
Centros de salud						
Centros de especialidades						

3. RECURSOS TÉCNICOS BAJO LA SUPERVISIÓN DEL SRPR

RADIODIAGNÓSTICO

Cuando proceda, especifique el tipo de detector.

	Nº equipos	CR	Panel Plano	Película
Equipos RX convencionales				
Telemandos				
Equipos mamografía				
Tomografía Computarizada (TC)				
Equipos RX portátiles				
Equipos Radiología Intervencionista/Vascular				
Arcos Quirúrgicos				
Densitómetros				
Ortopantos				
CT dentales				
RM				
US				

MEDICINA NUCLEAR

	Nº equipos
Gammacámaras planares/Minigammacámaras	
SPECT	
SPECT-CT	
PET	
PET-CT	
Sondas	
Activímetros	
Densitómetros	
Unidades de terapia metabólica (nº hab)	

OTRAS INSTALACIONES RADIATIVAS

	Nº
Laboratorios de fuentes no encapsuladas*	

* Diferentes al Servicio de Medicina Nuclear

RADIOTERAPIA

	Nº equipos
Acelerador lineal RX monoenergéticos/Co-60	
Acelerador lineal multienergético	
Acelerador lineal RX monoenergético con técnicas especiales (IMRT, VMAT, IGRT, Radiocirugía,...)	
Acelerador lineal multienergético con técnicas especiales (IMRT, VMAT, IGRT, Radiocirugía,...)	
Acelerador portátil	
Tomoterapia helicoidal	
Radioterapia robótica/Gammaknife	
Equipo RX baja/media energía	
Braquiterapia (HDR/LDR/PDR)	
Braquiterapia Próstata (semillas)*	
Braquiterapia Oftálmica	
Simuladores TC	
Sistemas de Planificación RT externa**	
Sistemas de Planificación Braquiterapia**	

* No contabilizar en LDR

** Se solicita el número de sistemas de planificación diferente, no el número de licencias o de puestos de trabajo.

4. PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

DOSIMETRÍA A TRABAJADORES

Cuantifique el número de trabajadores profesionalmente expuestos que hay en su hospital (distinga las categorías A y B). De ellos, responda cuál es el número de dosímetros personales (incluyendo todos los disponibles, solapa, muñeca, cristalino,...) que gestiona el servicio.

	Número	
Trabajadores profesionalmente expuestos	Categoría A	
	Categoría B	
Dosímetros personales		
Otros dosímetros que gestiona el Servicio (áreas, investigación)		

GESTIÓN DE FUENTES RADIATIVAS

Incluir en este apartado las fuentes utilizadas para tratamiento y las fuentes disponibles para calibración (detectores, activímetros, planas para gammacámaras,...)

nº fuentes/año	
----------------	--

GESTIÓN DE RESIDUOS RADIATIVOS

¿Se encarga el SRPR de la gestión de los residuos radiactivos? En caso afirmativo especifique el volumen de esta actividad.

nº bultos/año	
nº de depósitos con residuos líquidos de terapia metabólica	

VIGILANCIA AMBIENTAL

¿Se encarga el SRPR de la vigilancia ambiental?

	Sí/No	Nº salas vigiladas
Radiodiagnóstico		
Medicina Nuclear		
Radioterapia		

5. ACTIVIDAD ASISTENCIAL EN LA QUE PARTICIPA EL SRPR

RADIODIAGNÓSTICO

Dosimetrías a pacientes

	Nº pacientes/año
Procedimientos RD convencional	
Procedimientos RD complejos	
TC	
Procedimientos Intervencionistas	
Dosimetría a pacientes embarazadas	

MEDICINA NUCLEAR

	Nº pacientes/año
Tratamientos metabólicos	

RADIOTERAPIA

	Nº pacientes
Tratamiento totales de teleterapia (anual)	
Tratamientos teleterapia 3DCRT	
Tratamientos teleterapia (IMRT, VMAT, IGRT, Radiocirugía, ICT, TSER,...)	
Tratamientos braquiterapia HDR	
Tratamientos braquiterapia LDR	
Tratamientos braquiterapia PDR	
Tratamientos braquiterapia próstata (con semillas)	
Tratamientos braquiterapia oftálmica	
Tratamientos RT superficial	

6. DOCENCIA E INVESTIGACIÓN

RADIODIAGNÓSTICO

Dosimetrías a pacientes

¿Colabora el SRPR en la formación de otros especialistas médicos? (Si/No)

¿Colabora el SRPR en la formación de técnicos? (Si/No)

¿Rotan otros especialistas médicos por el SRPR?(Si/No): citar las especialidades

¿Rotan otros físicos por el SRPR? (Si/No)

Porcentaje de tiempo estimado, respecto al total, que se dedica a docencia e investigación

Nº de publicaciones en revistas científicas del SRPR

Nº de comunicaciones en congresos del SRPR

Nº de proyectos de investigación en los que participe el SRPR

*Ultimo año 2012 o media de los tres últimos años

Nº días al año

Último año	Media tres años

7. POBLACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL SRPR

¿Cuál es la población del área de influencia que atiende el SRPR?

*Teniendo en cuenta todos los hospitales, centros de salud, etc., que cubre el SRPR, sumando la población fuera de lo que se definía como área del hospital donde radica el SRPR.

8. OBSERVACIONES

Anexo II. Resultados detallados de la encuesta

A.II.1. Datos generales

Del total de 112 centros censados se recibieron 85 encuestas, lo que supone un 76% de los SRPR consultados. De éstas 63 corresponden a SRPR públicos y 22 a SRPR privados, de manera que han contestado un 81% y un 65% respectivamente. Faltarían las respuestas de 27 SRPR (15 públicos y 12 privados) (fig.II.1).

El 66% (56) de los SRPR están unificados administrativa y funcionalmente, mientras que el resto no lo está o no contesta. Este porcentaje es ligeramente superior en el ámbito público (69%) que en el privado (59%) (fig. II.2).

Por lo que respecta a si los SRPR están autorizados como SPR por el CSN, en general sí lo están en 61 casos (72%), mientras que 24 no o no contestan (28%) (fig. II.3).

Cabe destacar que de los 61 SRPR autorizados, sólo hay 12 que no estén unificados administrativa y funcionalmente, contando Madrid con 6 de estos 12 centros, lo que supone una diferencia significativa con el resto de comunidades.

También existe una diferencia importante entre públicos y privados en este aspecto. Mientras que 53 de los SRPR públicos cuentan con autorización (84%) frente a 10 que no (16%), lo contrario sucede en el ámbito privado, con sólo 8 SRPR autorizados (36%) frente a 14 que no lo están (64%).

En cuanto al cargo que ostenta el responsable del SRPR, 4 (5%) son Directores de Unidad de Gestión Clínica (UGC), todos ellos en Andalucía y en centros públicos, 7 (8%) son Jefes de Sección, todos de centros públicos y 48 (57%) son Jefes de Servicio, de los

cuales únicamente 9 pertenecen a centros privados. Los 26 restantes (30%) responden a otro tipo de cargo. Como se puede apreciar, entendiendo como cargos estructurales aquellos correspondientes a Director de UGC, Jefe de Sección o Jefe de Servicio, la prevalencia es superior en el ámbito público (79%) que en el privado (41%) (fig. II.4).

Otro factor fuertemente correlacionado con la existencia de un cargo estructural es que el SRPR esté autorizado por el CSN, ya que en 53 de los 61 SRPR autorizados (87%) se reconoce dicho cargo, correspondiendo 47 de ellos a Jefe de Servicio o Director de UGC.

Lo mismo sucede con el hecho de que el SRPR esté unificado, puesto que en 46 de los 56 (82%) SRPR unificados se reconoce el cargo, correspondiendo 43 de ellos a Jefe de Servicio o Director de UGC.

El número total de UD acreditadas para la formación especializada en Radiofísica hospitalaria es de 33 (fig. II.5). En la convocatoria de 2014 (acceso 2015) se cubrieron 30 plazas.

De las 33 UD han contestado la encuesta 29. De ellas, 20 corresponden a SRPR unificados, en 28 se reconoce el responsable con un cargo estructural y 28 están autorizadas como SPR por el CSN y una no contesta. Sólo un 28% de los SRPR son UD y existe una única UD que corresponda a un centro privado.

A la pregunta de si existen FEA adscritos a otras unidades, 16 de los SRPR (19%) han contestado que sí, mientras que 69 (81%) han contestado que no o no contestan. Una vez más destaca Madrid con 6 respuestas positivas (todas ellas correspondientes a UD), seguida de Cataluña con 4 y Valencia con 2. En Andalucía, Baleares, Cantabria y Castilla León, un SRPR ha contestado afirmativamente. De todos estos casos, 4 respondían que el SRPR estaba unificado administrativa y funcionalmente.

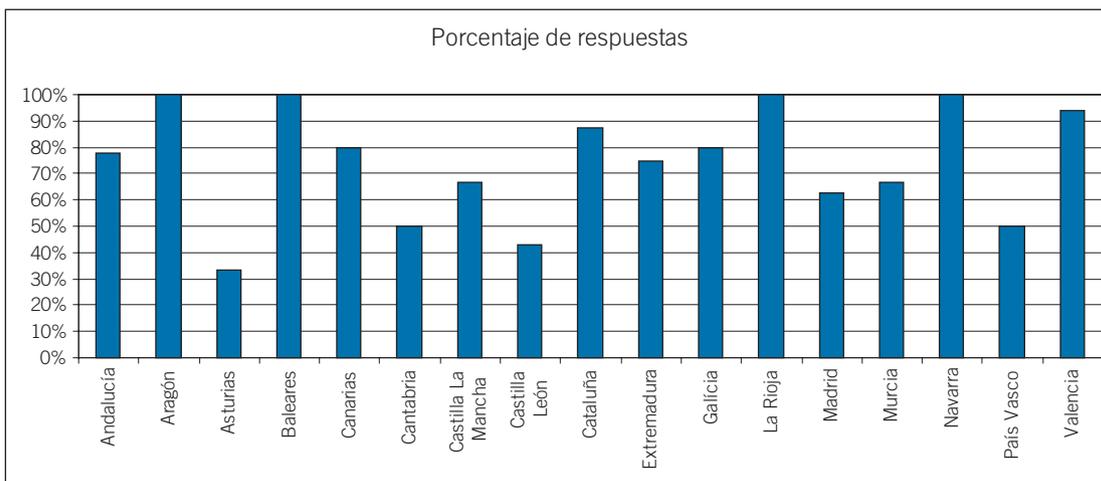


Fig. II.1. Porcentaje de centros, por Comunidad Autónoma, que han respondido a la encuesta.

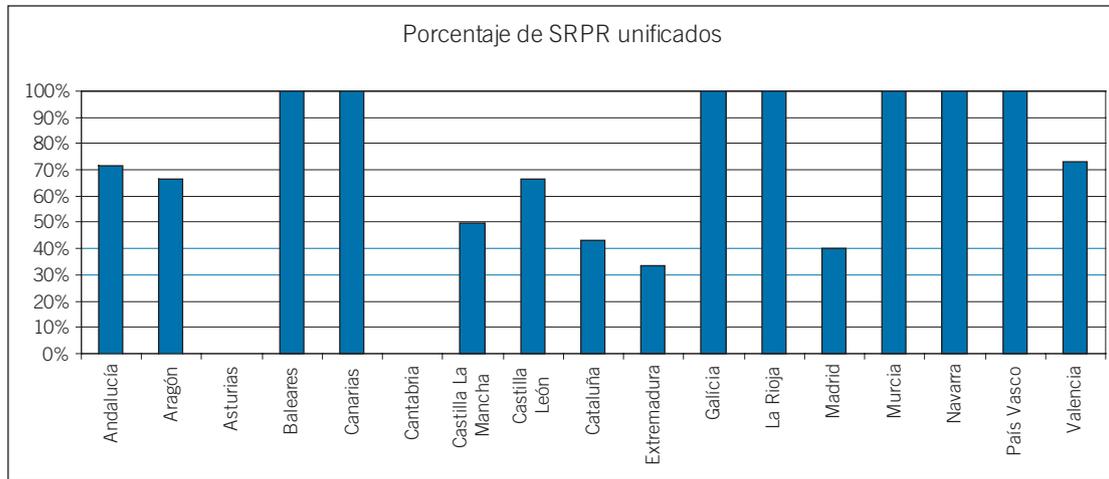


Fig. II.2. Porcentaje de SRPR unificados administrativa y funcionalmente en cada Comunidad Autónoma.

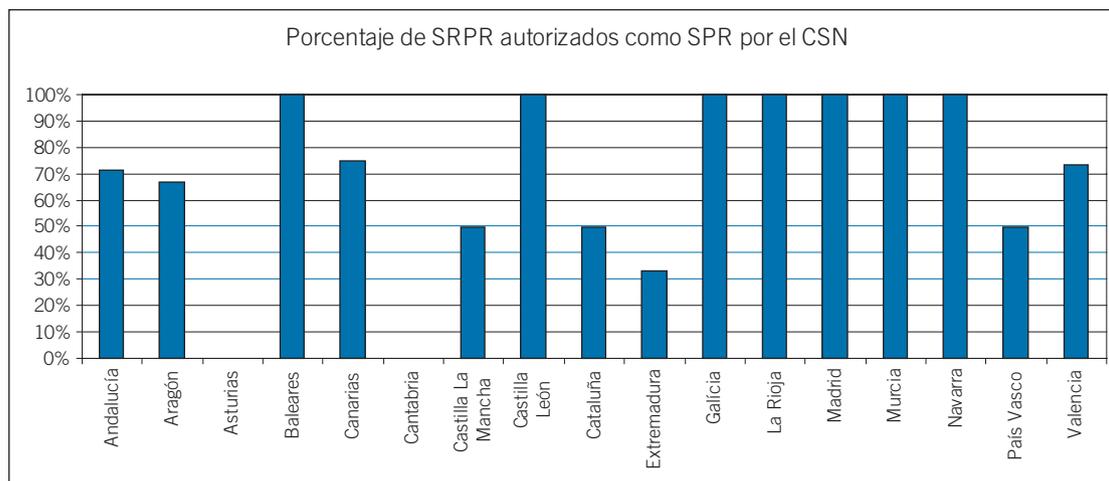


Fig. II.3. Porcentaje de SRPR autorizados por el CSN como SPR, en cada Comunidad Autónoma.

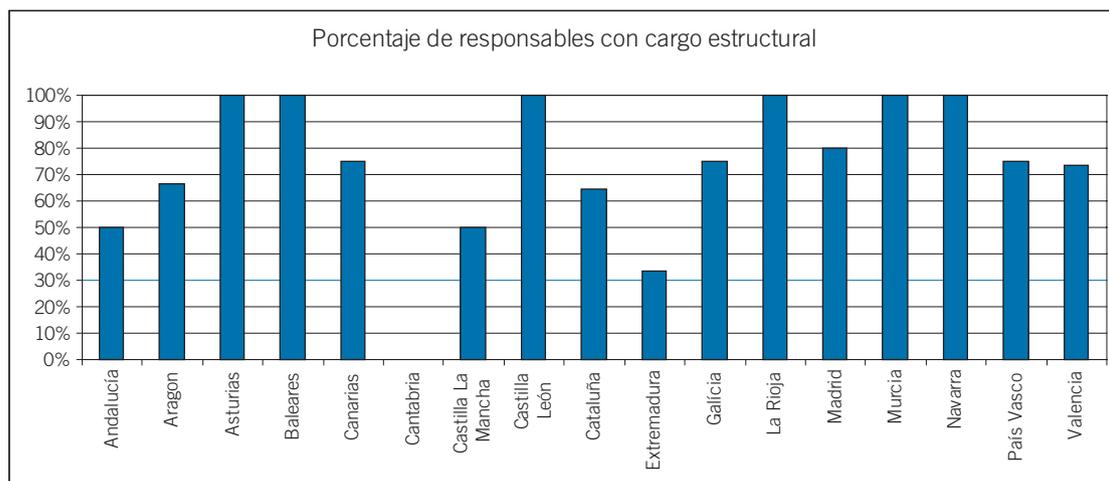


Fig. II.4. Porcentaje de responsables de los SRPR con cargo estructural en cada Comunidad Autónoma.

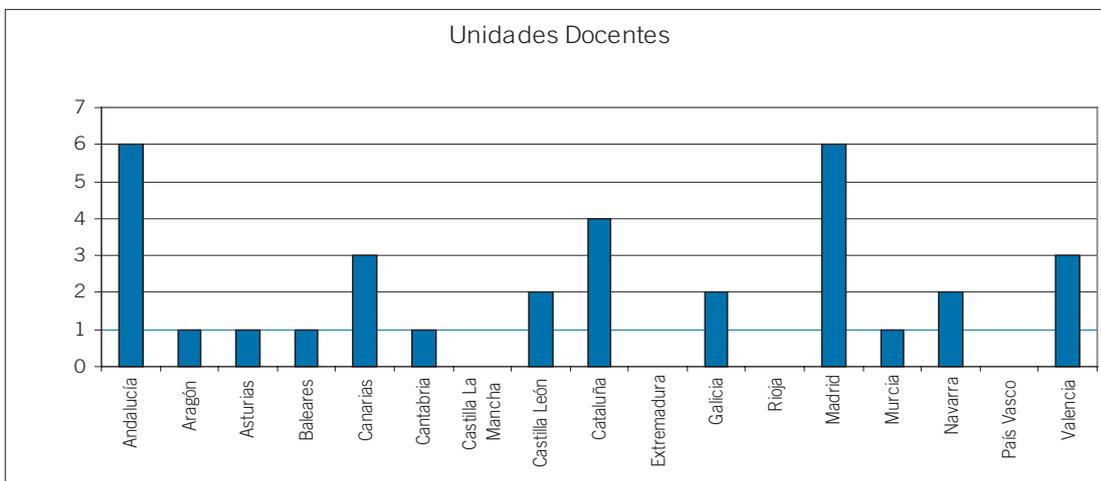


Fig. II.5. Distribución de unidades docentes acreditadas por Comunidad Autónoma.

Existe un total de 47.5 FEA adscritos a otras unidades entre los encuestados, de los cuales 42.5 trabajan en Oncología radioterápica, 2 en Medicina nuclear y 3 no contestan, indicando que mayoritariamente corresponde a la situación de un SRPR dedicado a la PR, RD y MN separado de una unidad de Radiofísica dentro de los servicios de Oncología radioterápica. Estos 47.5 FEA suponen un 12% del total de FEA reportados en la encuesta. Una vez más Madrid presenta una situación particular con 27 de estos especialistas, seguido de Cataluña con 8.5. El resto son casos aislados.

A.II.2. Recursos humanos y organización

En este apartado se describe la distribución de los recursos humanos de los SRPR, así como el reparto de actividades de éstos en las diferentes áreas de la Radiofísica: RT, RD, MN, PR y DI. Se incluye también la proporción de técnicos especialistas frente a radiofísicos en cada una de las áreas.

Las figuras que se incluyen corresponden al análisis conjunto de datos de centros públicos y privados para cada una de las Comunidades Autónomas (en las

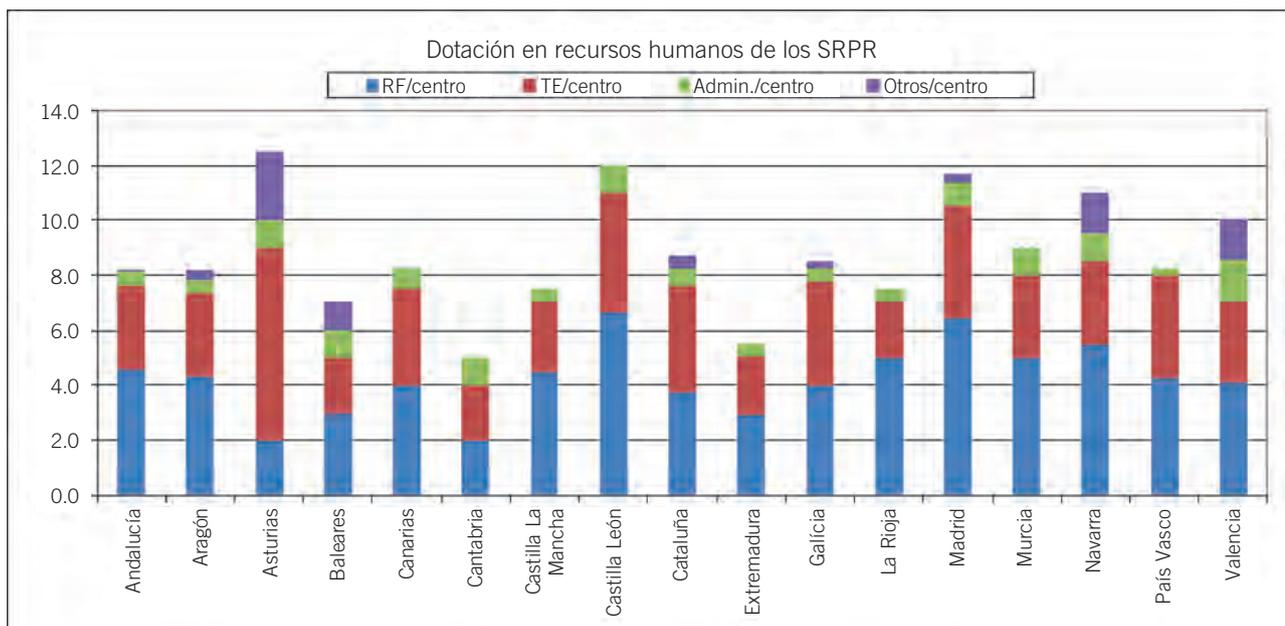


Fig. II.6. Distribución promedio y por categoría del personal de los SRPR.

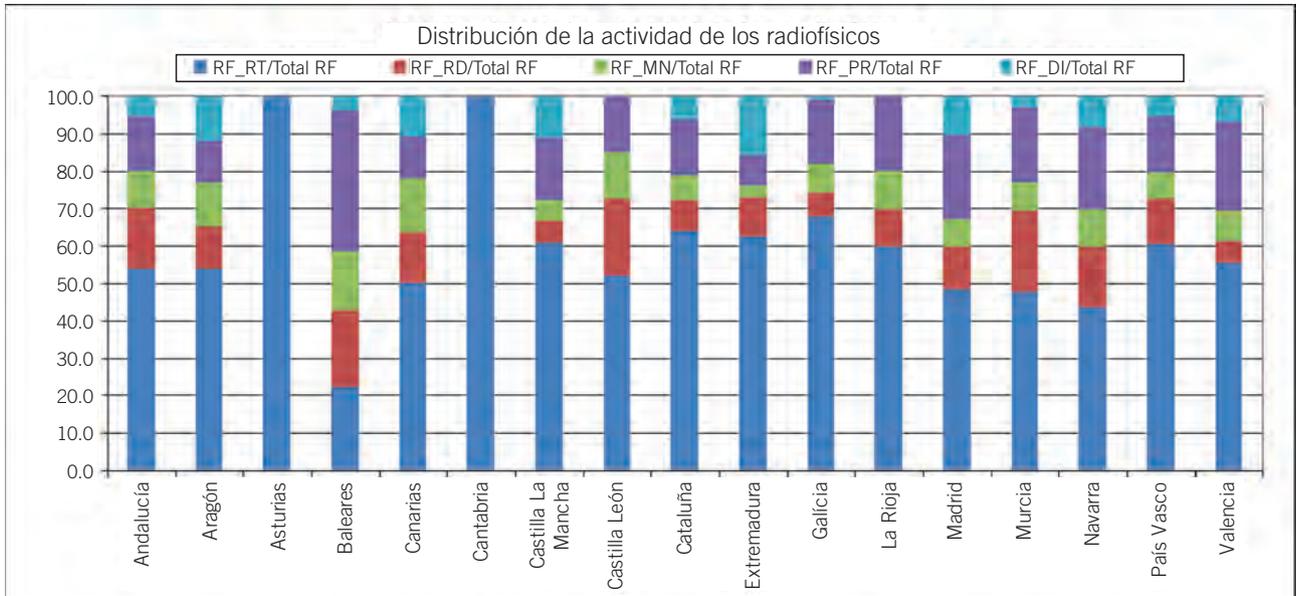


Fig. II.7. Porcentaje de especialistas de Radiofísica hospitalaria por área de trabajo en cada Comunidad Autónoma.

figuras II.6 a II.9 se expresa el número de cada uno de ellos entre paréntesis). Además, y como ya se detalla en el apartado anterior, se considera que todo el personal involucrado en las diferentes áreas de la radiofísica forma parte de un único servicio.

Se encontraron dificultades en el análisis de los datos de algunos de los centros que participaron en la encuesta. En un caso no se especificaba el reparto de actividades de los radiofísicos, por lo que se asignó

el promedio de la Comunidad en que se encuentra el hospital; en otro, la suma parcial de radiofísicos por áreas era inferior al valor total de éstos y tras ciertas comprobaciones se corrigió al alza el valor área de PR; finalmente, en 2 casos de hospitales públicos de Madrid no se detallaba el reparto o proporción de radiofísicos y/o técnicos especialistas en las áreas de la PR y DI y de nuevo se asignó el promedio de los hospitales de la Comunidad.

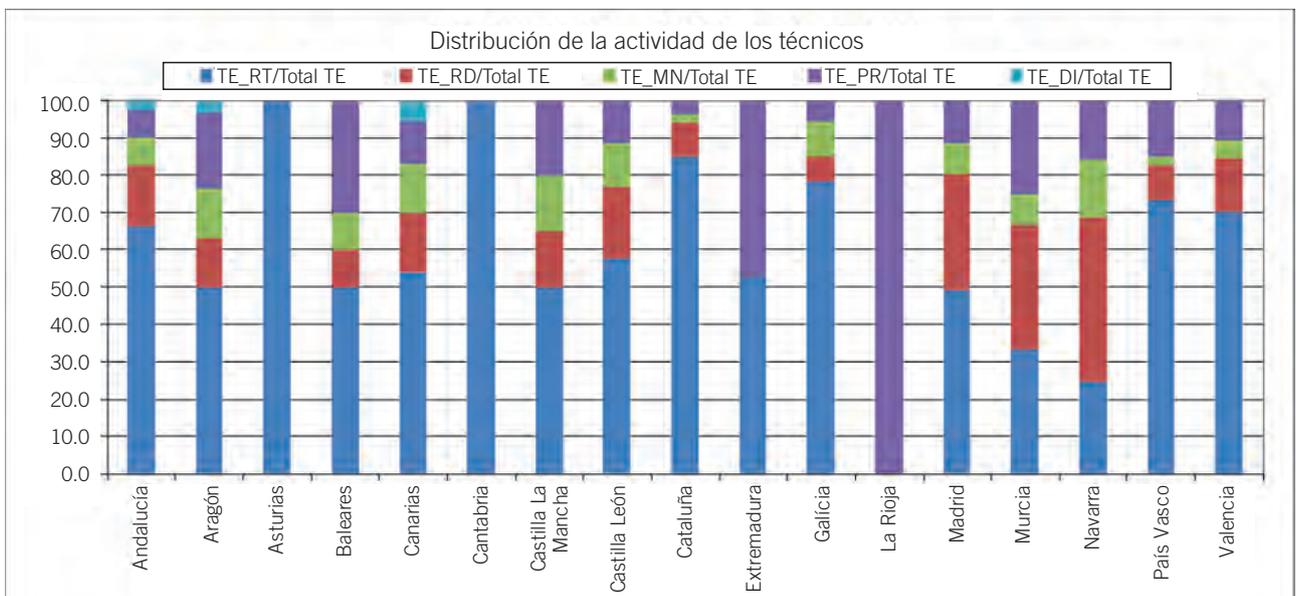


Fig. II.8. Porcentaje de técnicos especialistas por área y por Comunidad Autónoma.

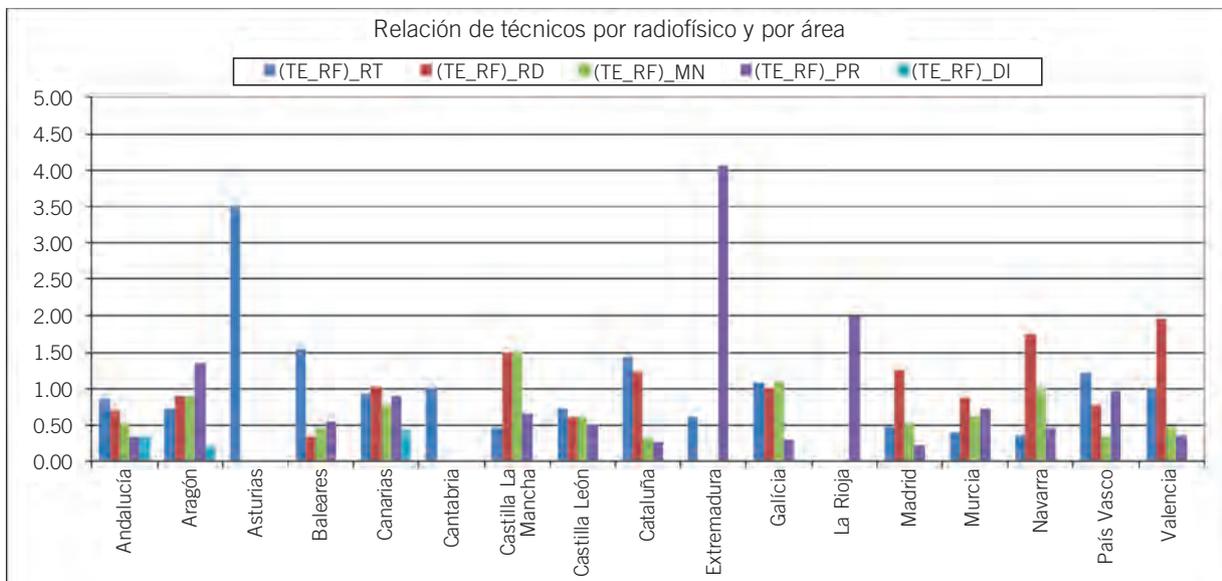


Fig. II.9. Relación técnicos especialistas/FEA Radiofísica, por área y por Comunidad Autónoma.

Distribución por categorías

El personal perteneciente al SRPR se clasifica de acuerdo a las siguientes categorías: radiofísicos (RF), técnicos especialistas (TE), personal administrativo (admin) y otros (cualquier otro personal adscrito). En la figura II.6 se representa el promedio del personal por centro en cada Comunidad Autónoma. Este valor se completa, sobre todo en Comunidades de baja participación en la encuesta, con las áreas a las que prestan servicio los centros incluidos en este documento (fig. II.7).

El promedio de personal, por Comunidades, varía entre 5 y 12,5; este último corresponde a un centro de Asturias (único participante de esta Comunidad) y que, en general, queda alejado de los parámetros habituales de los SRPR.

En la tabla 1 se presenta, para cada categoría, la razón entre el número de profesionales y el número de centros que han respondido a la encuesta, diferenciando los valores para centros públicos y privados.

Distribución de los radiofísicos por áreas

La distribución de radiofísicos, por Comunidades y áreas, se detalla en la figura II.7. Dos de los centros, que además son los únicos representantes de Asturias y Cantabria en esta encuesta, se dedican exclusivamente a la Radioterapia. Los resultados promediados a nivel nacional se presentan en la tabla 2.

Distribución de los técnicos especialistas por áreas

En cuanto a la distribución de los TE en RT o TE en diagnóstico por la imagen pertenecientes a un SRPR

los datos recopilados y promediados a nivel nacional se reflejan en la tabla 3.

Navarra, Murcia y Madrid son las Comunidades que, teniendo centros participantes y con técnicos especialistas en todas las áreas, más repartidos tienen estos valores, como puede verse en la figura II.8.

A nivel nacional, el 69% de ellos son TE en RT y el 31% en diagnóstico por la imagen.

Proporción de técnicos especialistas frente a radiofísicos

El número de TE frente al de RF es una variable que suele estudiarse en la organización de los SRPR, ya que es usual relacionar valores altos de esta razón (TE/RF), con sistemas organizativos más avanzados.

En la figura II.9 se resume este valor por áreas y Comunidades y de entre todos los valores presentados, los casos de Asturias y Extremadura se alejan sensiblemente del resto. Promediando a nivel nacional, la razón es 0.7 para centros públicos y 1.2 para centros privados.

A.II.3. Instalaciones dependientes del SRPR

En este apartado se describen las instalaciones que dependen en algún aspecto de cada SRPR. En particular se pregunta por el número de hospitales, centros de salud y centros de especialidades (CE) dependientes del SRPR.

En el análisis de los datos se ha eliminado un centro público que se analizará de forma independiente y otro

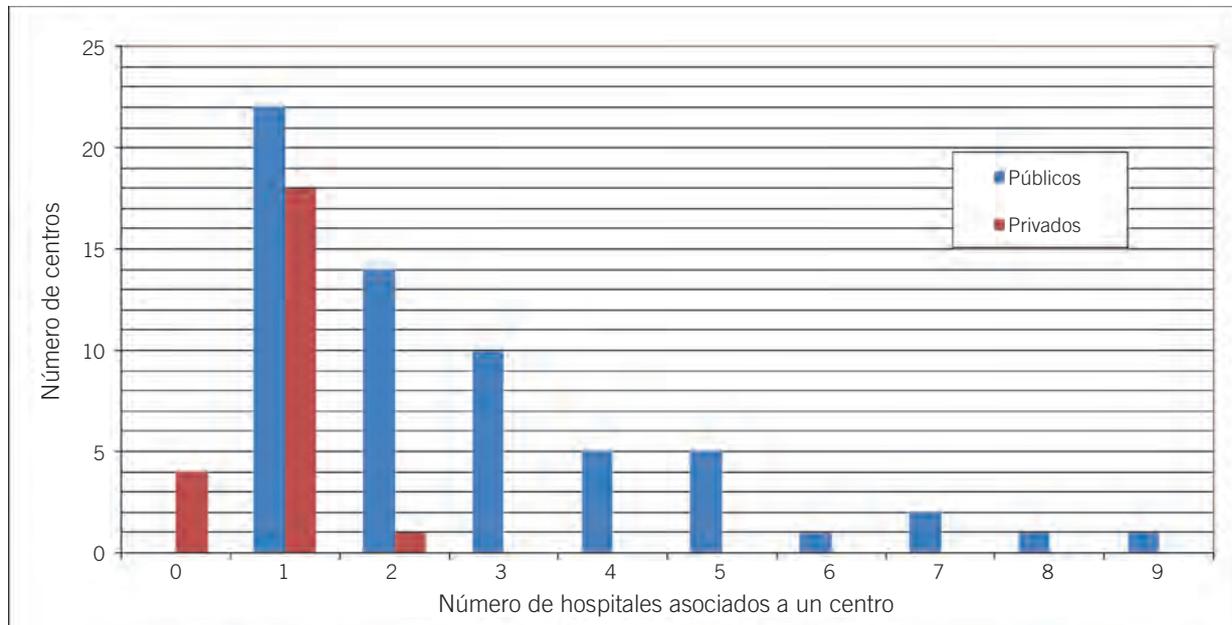


Fig. II.10. Número de hospitales dependientes de un SRPR en centros públicos y privados.

catalogado como público ha sido considerado como privado ya que en los comentarios de los propios encuestados así se describe, con lo que para el análisis se han considerado 61 centros públicos y 23 centros privados.

La situación es bastante diferente si se trata de un caso u otro por lo que se han realizado dos análisis paralelos.

Hospitales dependientes del SRPR

En cuanto a los centros públicos, la situación más común es la de un centro con un hospital asociado (36%), aunque hay algunos con varios hospitales asociados, dándose el caso de uno con 9 (fig. II.10).

En promedio los SRPR de los centros públicos dan cobertura a 2.7 hospitales de los cuales 1 dispone de RT, algo más de 1 (1.1) posee MN, 2 poseen TC e intervencionismo, 2.4 RD y menos de 1 (0.7) tiene otras instalaciones radiactivas.

En cuanto a los centros privados el número medio de hospitales asociados es de 0.9 de los cuales 0.3 disponen de RD, 0.3 de TC e intervencionismo, 0.4 de MN y 0.9 de RT.

El hecho de que en promedio el número de hospitales asociados a un centro sea menor que la unidad es debido a que algunos SRPR no dan cobertura ni siquiera al propio hospital en el que están inmersos. De hecho, 18 centros responden que tienen un hospital asociado, 4 centros que no tienen ningún hospital asociado y sólo un centro responde que tiene 2 hospitales asociados. Es interesante observar que los SRPR de los centros privados dan soporte en el 100% de los casos

a unidades con RT, en un 44% a unidades de MN y en un 33% a unidades de RD y TC e intervencionismo. Se puede observar como las unidades de Radiofísica en los centros privados van asociadas a la existencia de una unidad de RT.

Centros de salud dependientes del SRPR

En cuanto a los centros públicos, existen 393 centros de salud asociados a los 61 encuestados (fig. II.11), lo que supone un promedio de 6 centros de salud asociados por centro.

Se puede observar la gran variabilidad de las situaciones, siendo la más común no atender ningún centro de salud (33%) aunque en algunos casos se atiende a más de 25.

De estos 393 centros de salud, 325 disponen de RD (83%) y ninguno tiene unidades de TC e intervencionismo.

En cuanto a los centros privados, sólo dos de 23 (9%) responden que tienen algún centro de salud asociado; uno que tiene un centro de salud que no dispone de RD ni TC e intervencionismo, y otro que tiene dos centros de salud asociados, ambos disponen de RD y ninguno TC e intervencionismo.

Centros de especialidades dependientes del SRPR

En cuanto a los centros públicos, existen 93 CE asociados a los 61 centros encuestados (fig. II.12), lo que supone un promedio de 1.5 centros de especialidades asociados por centro.

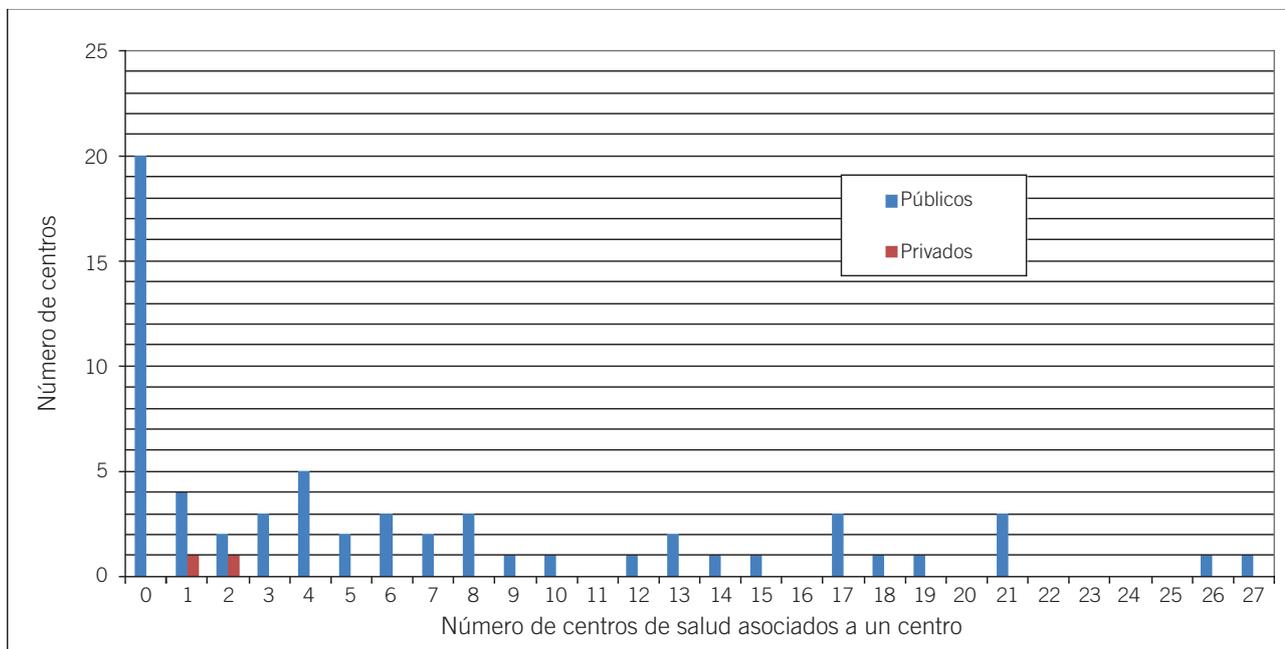


Fig. II.11. Número de centros de salud dependientes de un SRPR en centros públicos y privados.

La situación más común es no tener ningún CE asociado (31%) aunque muy cerca en porcentaje están los centros que tienen uno (28%) o dos (18%).

De los 93 CE, 86 disponen de RD (93%) y 7 de unidades de TC e intervencionismo (8%).

En cuanto a los centros privados 22 de los 23 encuestados (96%) manifiestan no tener ningún centro de especialidades asociado y sólo 1 centro (4%) responde que tiene 2 asociados de los cuales ninguno tiene ni RD ni TC e intervencionismo.

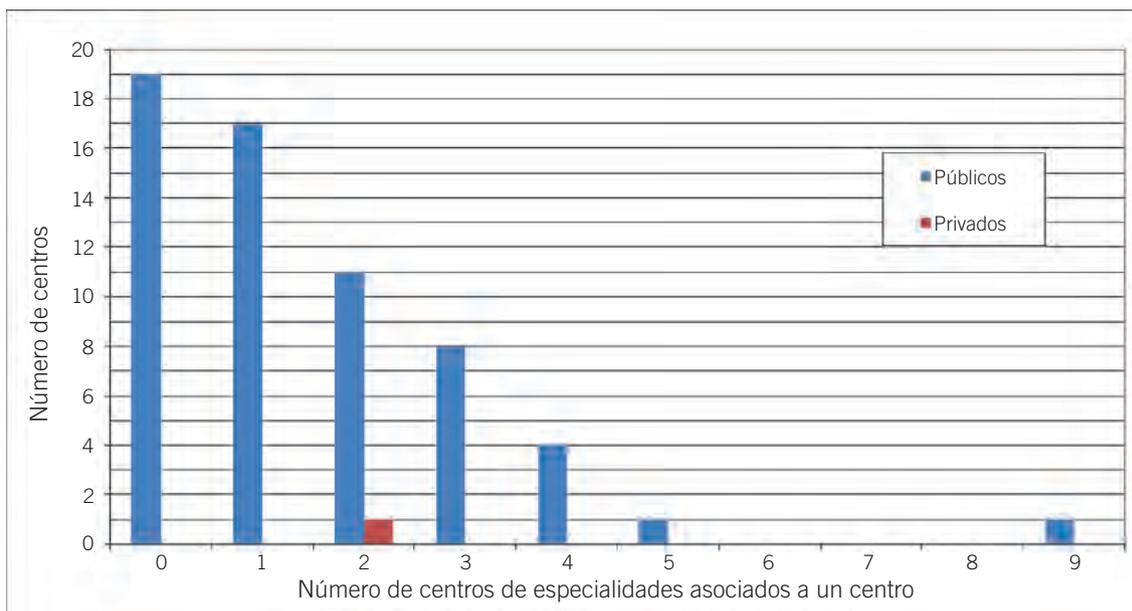


Fig. II.12. Número de centros de especialidades dependientes de un SRPR en centros públicos y privados.

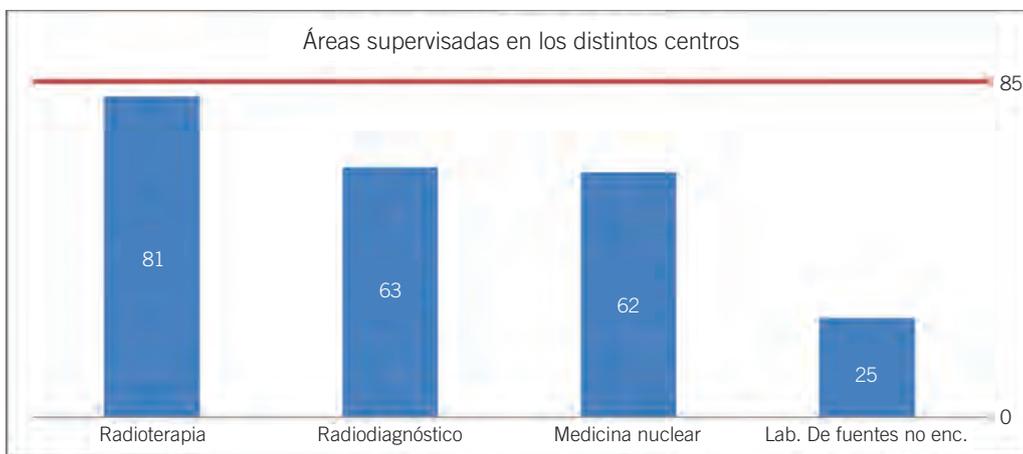


Fig. II.13. Número de SRPR que realiza funciones en cada una de las áreas (en columnas) respecto al total de centros que han contestado a la encuesta (85) a nivel nacional.

Por último el centro público que se mencionaba al principio del apartado requiere un análisis independiente ya que las respuestas y valores ofrecidos son muy diferentes de los del resto por ser anormalmente altos. Este declara que tiene 18 hospitales asociados, todos con RD y TC e intervencionismo pero sin MN, ni RT ni otras instalaciones radiactivas. Además posee 79 centros de salud asociados, todos con RD pero sin TC e intervencionismo, así como 19 centros de especialidades todos con RD y 5 de ellos con TC e intervencionismo.

A.II.4. Recursos técnicos bajo la supervisión del SRPR

En este apartado se recogen los recursos técnicos que son supervisados por los SRPR que han contestado a la encuesta en las áreas de RD, MN y RT. También se han considerado los laboratorios de fuentes no encapsuladas.

Las figuras II.13 y II.14 recogen el número de centros que realiza funciones en cada una de ellas, tanto a nivel nacional como desglosado por comunidades autónomas.

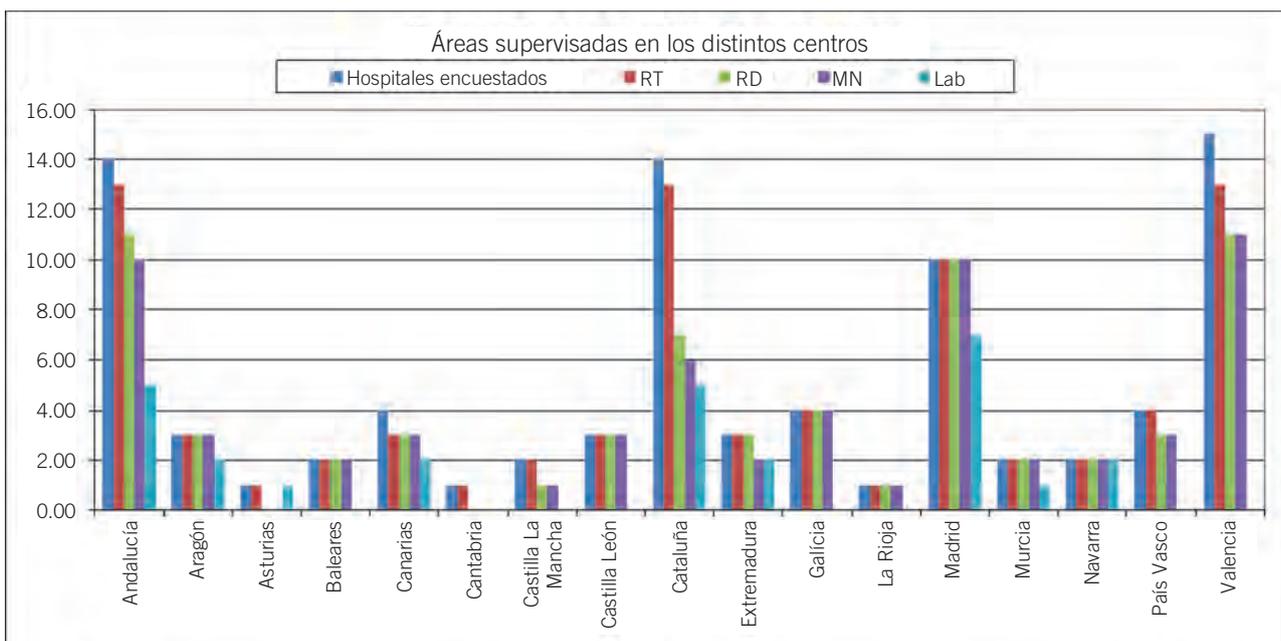


Fig. II.14. Número de SRPR que realizan funciones en cada una de las áreas, respecto del total, por Comunidad Autónoma.

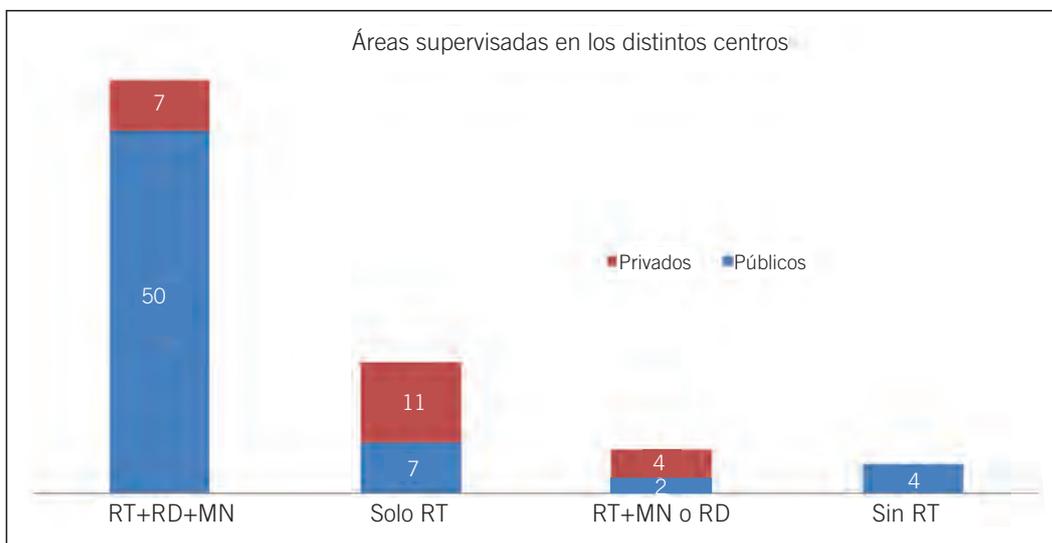


Fig. II.15. Número de centros donde los SRPR dan servicio al conjunto de áreas que se muestra bajo cada columna.

En cuanto al conjunto de áreas que supervisa cada centro (sin considerar los laboratorios de fuentes no encapsuladas), según los datos que se extraen de las encuestas, la configuración más habitual, 67%, es aquella en la que se supervisan las áreas de RT, MN y RD (fig. II.15). Destaca también que un 21% de los centros encuestados sólo se ocupan de RT (11 privados y 7 públicos). En este último grupo pueden englobarse también aquellos que se ocupan de RT y MN o RD, siendo pocos los equipos controlados y normalmente relacionados con los tratamientos de RT. Por último, tan

sólo 4 de los centros encuestados no tienen funciones en RT.

En los siguientes apartados se realiza el análisis por separado de las tres áreas más importantes a las que da servicio un SRPR: RD, MN y RT.

Radiodiagnóstico

Según las encuestas recibidas, 63 de los 85 centros (74%) realizan controles de calidad (CC) de equipos de RD. El tipo de equipos depende del centro en cuestión

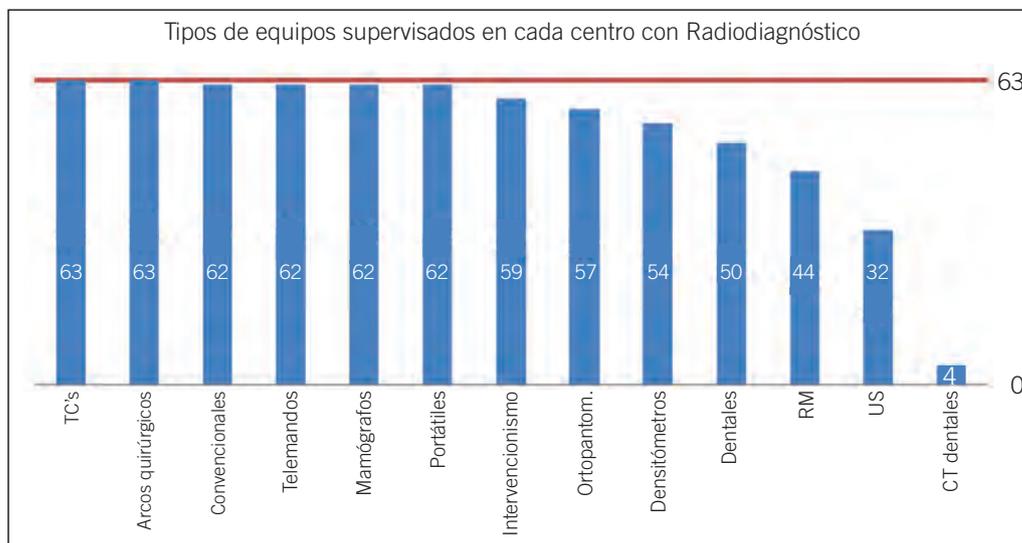


Fig. II.16. Tipos de equipos de Radiodiagnóstico supervisados en cada centro. La línea superior marca el número total de centros con actividad en controles de calidad de Radiodiagnóstico. Las columnas indican el número de ellos que realiza controles sobre cada tipo de equipo en particular.

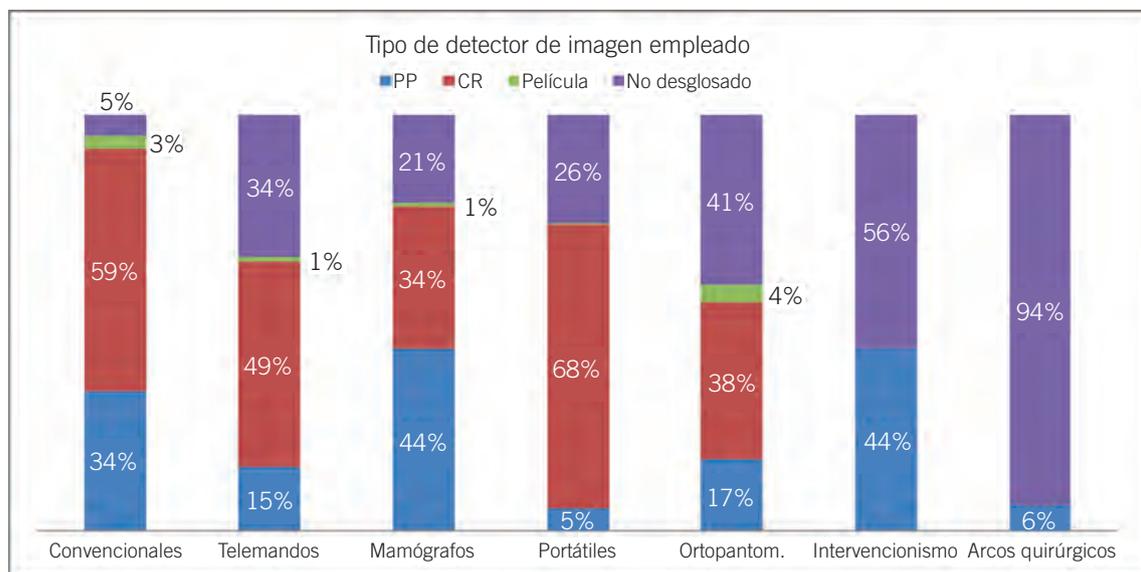
Tabla II.1. Promedio de equipos supervisados por cada centro en función del tipo de equipo.

EQUIPOS DE RADIODIAGNÓSTICO SUPERVISADOS				
Tipo de equipo	Centros con CC sobre este tipo de equipos	Total equipos bajo supervisión	Promedio por total centros con RD	Promedio por centro con este equipo
Convencionales	62	1056	16.8	17 (16.2)
Telemandos	62	296	4.7	4.8 (4.4)
Mamógrafos	62	311	4.9	5 (4.7)
TC	63	323	5.1	5.1 (4.8)
Portátiles	62	495	7.9	8 (7.5)
Dentales	50	464	7.4	9.3 (7.7)
Intervencionismo	59	254	4.0	4.3 (4.2)
Arcos quirúrgicos	63	805	12.8	12.8 (11.9)
Densitómetros	54	91	1.4	1.7 (1.6)
Ortopantom.	57	121	1.9	2.1 (1.9)
TC dentales	4	5	0.1	1.3 (1)
RM	44	116	1.8	2.6 (2.5)
US	32	1116	17.7	34.9 (31.2)

aunque la gran mayoría los realiza en todas las clases de equipos emisores de radiaciones ionizantes. Se contemplan también los controles de calidad de equipos que no son emisores de radiaciones ionizantes, Resonancia magnética (RM) y equipos de ultrasonidos (US), que recientemente se han incorporado al conjunto en muchos de los centros. Es llamativa la rápida incorporación de los mismos entre los hospitales

encuestados: 44 de los 63 centros con actividad en RD (70%) afirman realizar controles en RM y 33 en equipos de US (51%) (fig. II.16).

En la tabla II.1, se muestra el promedio de equipos que se realiza en cada centro sobre el total de centros que atiende RD y en la última columna sobre el número de centros que disponía de ese tipo de equipo. En esta misma columna aparece entre paréntesis el promedio

**Fig. II.17.** Porcentaje de equipos que utilizan los diferentes detectores de imagen consultados en la encuesta (Película, CR, Panel Plano), en función del tipo de equipo.

sin incluir el valor máximo, que corresponde en la mayoría de los casos a un mismo centro que hace una cantidad de equipos significativamente superior a la media, casi doblando al valor inmediatamente inferior en varias categorías, lo que podría conducir a valores engañosos.

Por último, en la encuesta se pedía un desglose de los equipos por tipo de detector de imagen empleado: película convencional, CR o panel plano (PP) (fig. II.17).

Medicina nuclear

De los 85 centros que contestaron a la encuesta, 62 (73%) realizan CC sobre equipos de MN (fig. II.18).

En la tabla II.2 se muestra el total de equipos por tipo y los promedios por centros que atienden MN y por centro con cada tipo de equipo. En la tabla II.3 aparece el desglose por Comunidad Autónoma.

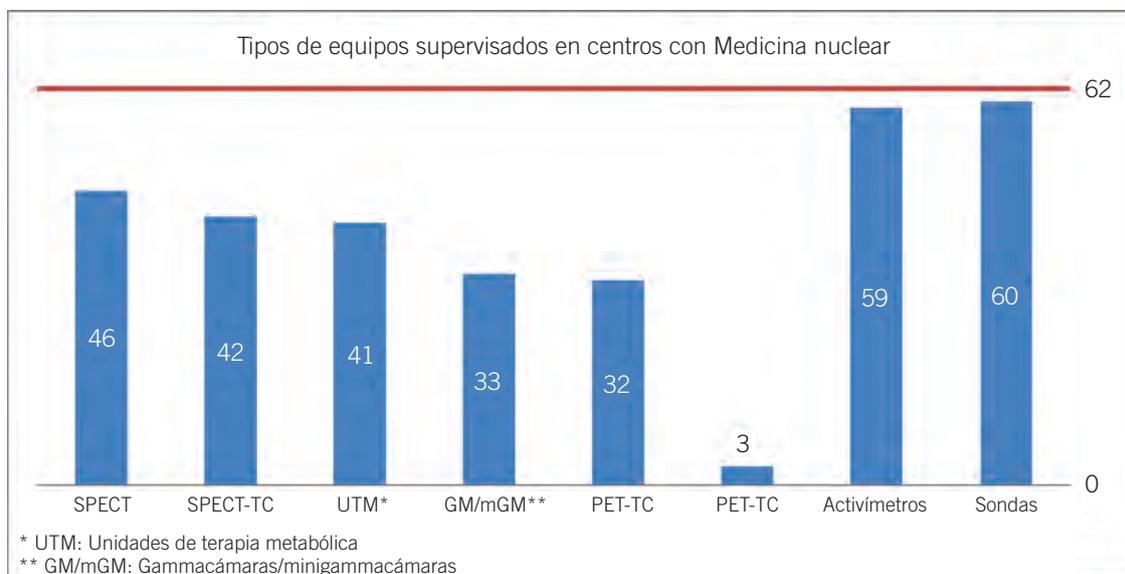


Fig. II.18. Tipos de equipos supervisados por los SRPR en el área de Medicina nuclear. La línea superior marca el número total de centros con actividad en controles de calidad de Medicina Nuclear. Las columnas indican el número de centros que realiza controles sobre cada tipo de equipo en particular.

Tabla II.2. Promedio y valor máximo de cada clase de equipo de Medicina nuclear supervisado.

EQUIPOS DE MEDICINA NUCLEAR SUPERVISADOS					
Tipo de equipo	Centros con CC sobre este tipo de equipos	Total equipos bajo supervisión	Promedio por total centros con MN	Promedio por centro con este equipo	Valor máximo
GM/mGM*	33	56	0.9	1.7	3
SPECT	46	73	1.2	1.6	4
SPECT-TC	42	54	0.9	1.3	3
PET	3	3	0.0	1.0	1
PET-TC	32	35	0.6	1.1	2
Sondas	50	97	1.6	1.9	5
Activímetros	59	132	2.1	2.2	10
UTM**	41	94	1.5	2.3	6

*GM/mGM: Gammacámaras/miniGammacámaras.

**UTM: Unidades de Terapia Metabólica.

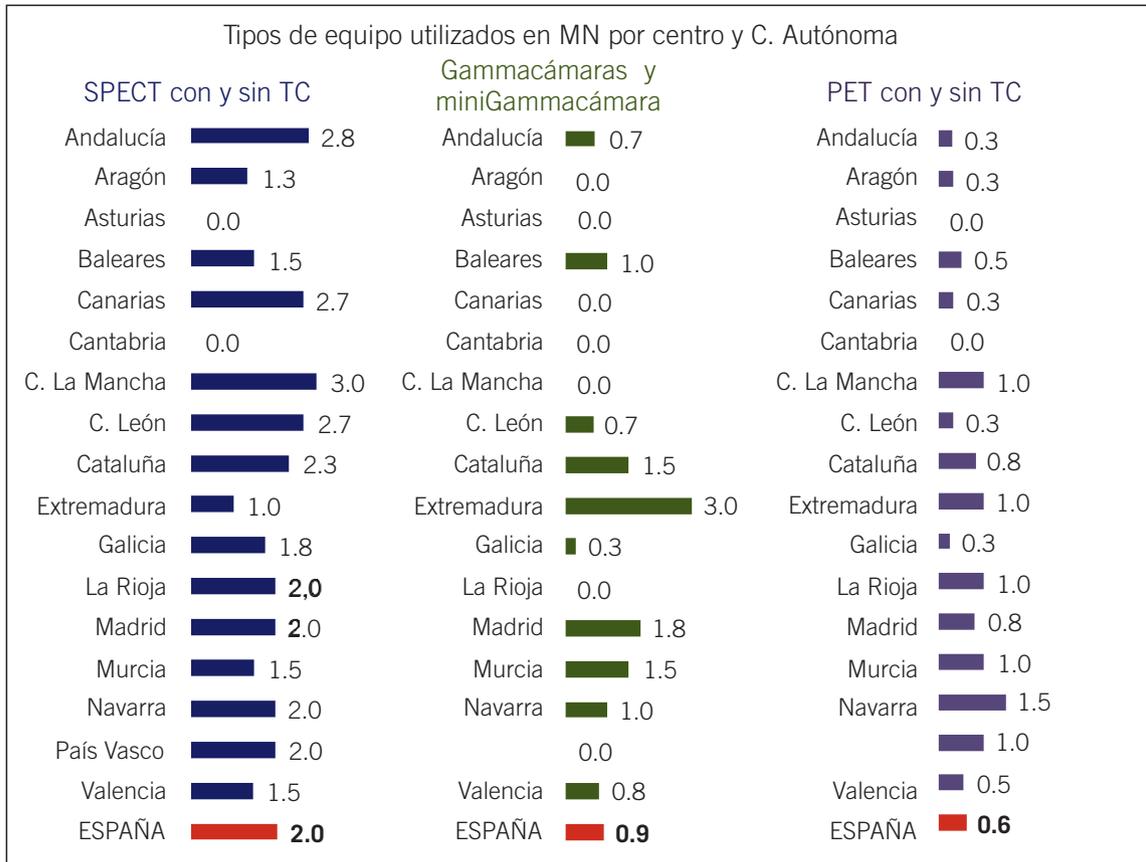


Fig. II.19. Número promedio de equipos supervisados por tipo, centro y Comunidad Autónoma.



Fig. II.20. Número de equipos de tratamiento en centros con actividad en el área de Radioterapia. La línea superior indica el número total de centros con actividad en Radioterapia. Las columnas muestran el número de centros que dispone de cada equipo en particular.

Tabla II.3. Número de equipos de Medicina nuclear de cada tipo supervisados, por Comunidad Autónoma.

EQUIPOS DE MEDICINA NUCLEAR SUPERVISADOS POR COMUNIDAD AUTÓNOMA									
Comunidad	Total con MN	GM mGM*	SPECT	SPECT TC	PET	PET TC	Sondas	Activímetros	UTM**
Andalucía	10	7	18	0	0	3	21	19	9
Aragón	3	0	1	3	0	1	8	2	3
Asturias	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Baleares	2	2	1	2	0	1	3	5	5
Canarias	3	0	4	4	0	1	2	7	12
Cantabria	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Castilla La Mancha	1	0	1	2	0	1	2	2	2
Castilla León	3	2	4	4	0	1	3	5	4
Cataluña	6	9	7	7	0	5	14	17	5
Extremadura	1	3	0	1	0	1	3	3	0
Galicia	4	1	5	2	1	0	5	6	5
La Rioja	1	0	1	1	0	1	1	2	2
Madrid	10	18	12	8	0	8	11	22	23
Murcia	2	3	1	2	0	2	6	7	2
Navarra	2	2	2	2	1	2	4	12	4
País Vasco	3	0	3	3	0	3	2	5	2
Valencia	11	9	13	3	1	5	12	18	16
TOTAL	62	56	73	54	3	35	97	132	94

*GM/mGM: Gammacámaras/miniGammacámaras.

**UTM: Unidades de Terapia Metabólica.

Estos datos brutos se han reagrupado dividiendo los equipos en tres categorías considerando sólo los equipos de diagnóstico por imagen: gammacámaras y minigammacámaras, SPECT con y sin TC y PET con y sin TC. A continuación se ha dividido entre el número de centros con MN en cada comunidad autónoma para obtener el promedio de equipos por centro y comunidad autónoma. Los resultados se pueden ver en la figura II.19. El último valor es el promedio nacional, calculado dividiendo el número total de equipos entre el número total de centros con MN.

Radioterapia

De los 85 centros que contestaron a la encuesta, 81 (95%) tienen actividad en RT. En las figuras II.20 y II.21 se muestran el número de centros que disponen de cada tipo de equipo de tratamiento de RT en particular y el número de centros con cada sistema de planificación y tipo de simulador.

En los gráficos y tablas se han utilizado las siguientes abreviaturas:

- LINAC MonoE /⁶⁰Co → Acelerador lineal monoenergético/Unidad de ⁶⁰Co.
- LINAC MultiE → Acelerador lineal multienergético.
- LINAC MonoE TE → Acelerador lineal monoenergético con técnicas especiales.
- LINAC MultiE TE → Acelerador lineal multienergético con técnicas especiales.
- LINAC portátil → Acelerador lineal portátil.
- RX baja y media E → Unidad de rayos X de baja y media energía.
- BT HDR/LDR/PDR → Braquiterapia de alta tasa / baja tasa/pulsada.
- BT próstata (semillas) → Braquiterapia por implantes de semillas en próstata.
- BT oftálmica → Braquiterapia oftálmica
- SP RTE → Sistema de planificación de Radioterapia externa.
- SP BT → Sistema de planificación de Braquiterapia.

El total de equipos puede verse en la tabla II.4, así como el promedio por centro y el número máximo de unidades en un solo centro. En aquellos en los que no

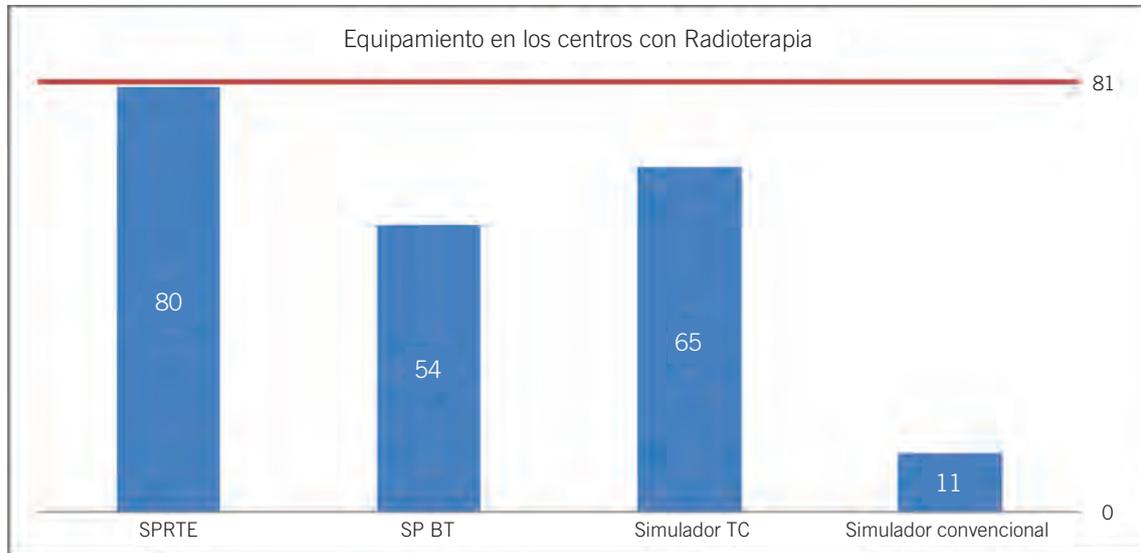


Fig. II.21. Número de sistemas de planificación y simuladores en centros con actividad en el área de Radioterapia. La línea superior indica el número total de centros con actividad en Radioterapia. Las columnas indican el número de centros que dispone de cada sistema de planificación en particular.

se dispone de ningún sistema de simulación debe utilizarse un TC de radiodiagnóstico que no se ha contemplado como parte del equipamiento bajo la supervisión del SRPR, en este apartado.

En las figuras II.22 y II.23 se puede ver cómo se distribuyen las distintas técnicas de Braquiterapia (BT) y los aceleradores lineales (desglosados entre aquellos que cuentan con posibilidad de impartir técnicas espe-

Tabla II.4. Número de equipos de tratamiento, promedio y valores máximos por centro.

EQUIPAMIENTO EN RADIOTERAPIA					
Equipo	Total centros con RT	Centros con este equipo	Total equipos	Promedio entre centros con RT	Máximo
LINAC MonoE/ ⁶⁰ Co	81	17	19	0.2	2
LINAC MultiE	81	47	75	0.9	5
LINAC MonoE TE	81	19	19	0.2	1
LINAC MultiE TE	81	59	94	1.2	4
LINAC Portátil	81	4	4	0.0	1
Tomoterapia	81	4	4	0.0	1
Robótica/GammaKnife	81	0	0	0.0	0
RX baja y media E	81	13	13	0.2	1
BT HDR/LDR/PDR	81	51	58	0.7	4
BT Próstata (semillas)	81	26	28	0.3	2
BT Oftálmica	81	13	13	0.2	1
Simulador convencional	81	11	11	0.1	—
Simulador TC	81	65	72	0.9	—
SP RTE	81	80	136	1.7	—
SP BT	81	54	89	1.1	—

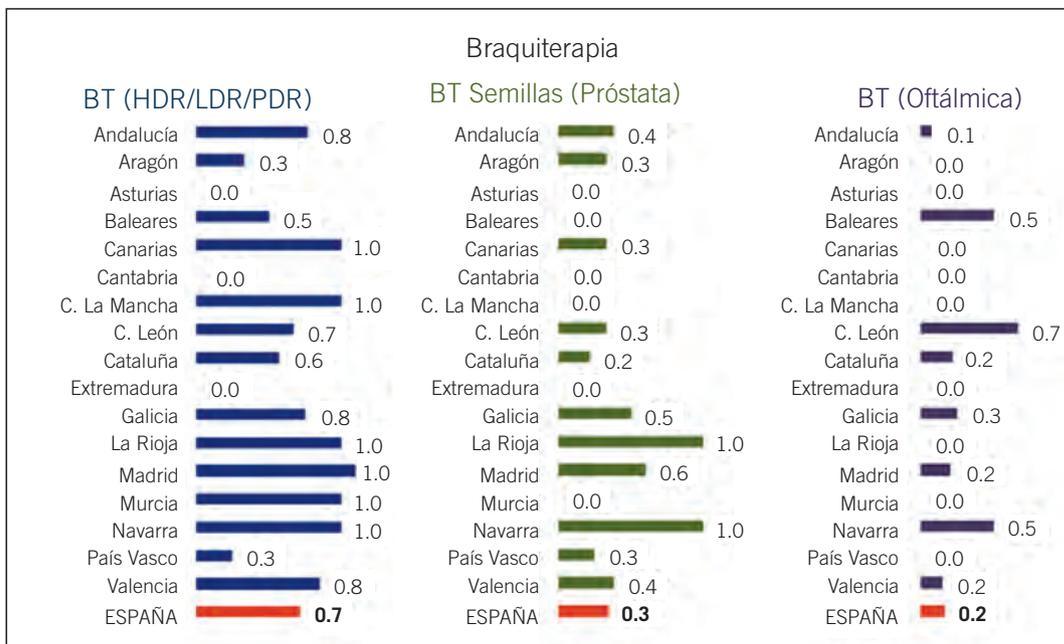


Fig. II.22. Número promedio de equipos de Braquiterapia por centro y Comunidad Autónoma.

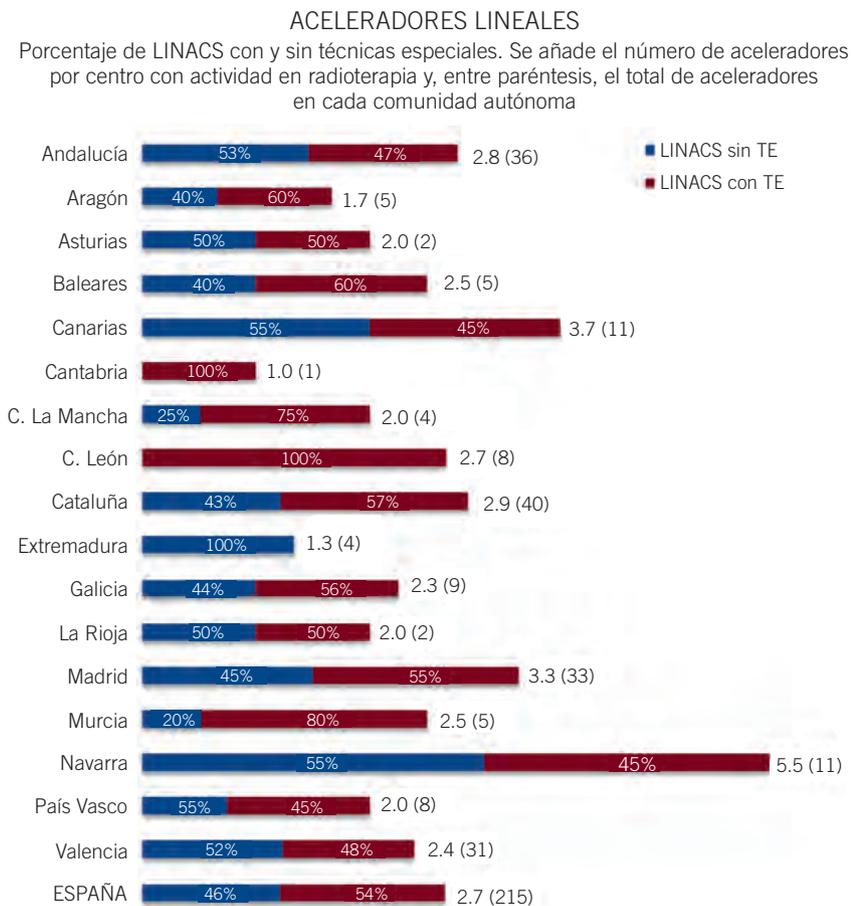


Fig. II.23. Porcentaje de LINACS con y sin técnicas especiales, por centro y Comunidad Autónoma.

ciales y los que no, independientemente de su energía). Se muestran por centro y comunidad autónoma.

A.II.5. Protección radiológica

En este apartado se describen las cargas de trabajo del SRPR en el área de PR, dividida en cuatro apartados: dosimetría a trabajadores, gestión de fuentes radiactivas, gestión de residuos radiactivos y vigilancia ambiental.

En el análisis de los datos, una vez más, se ha eliminado un centro público que se analizará de forma independiente y otro catalogado como público ha sido considerado privado ya que en los comentarios de los propios encuestados así se describe, con lo que pasaremos a tener 61 centros públicos y 23 centros privados para este análisis.

De nuevo se presenta una situación bastante diferente si se trata de un centro público o de un centro privado por lo que se han realizado dos análisis paralelos, teniendo en cuenta esta distinción.

Dosimetría a trabajadores

57 de los 61 centros públicos (93%) realizan el control de los trabajadores profesionalmente expuestos de categoría A (TA) y 58 de 61 (95%) el control de los trabajadores profesionalmente expuestos de categoría B (TB). El número promedio de dosímetros personales (DP) gestionadas por centro es de 392 y el de otros dosímetros (OD) es de 83, lo que supone un valor promedio total de 475 dosímetros/centro anualmente.

En cuanto a los centros privados, 17 de los 23 (74%) realizan el control de los TA y 13 (57%) de los TB. El número promedio de DP gestionados por centro es de 50 y el de OD es de 7, lo que supone valor promedio total de 57 dosímetros/centro anualmente (tabla 4).

Gestión de fuentes radiactivas

De los 61 centros públicos encuestados 59 responden que realizan gestión de fuentes radiactivas (97%). Tres de ellos informan que cuentan cada semilla de ¹²⁵I implantada en BT de próstata como una fuente lo que hace que el número de fuentes que gestionan al año sea superior a 1000 (a cada paciente se le suelen implantar alrededor de 80 semillas). Un centro aclara que el conjunto de semillas implantado a un paciente es computado como una única fuente y dos centros gestionan más de 100 fuentes pero no hacen ninguna aclaración al respecto. El número promedio de fuentes gestionadas teniendo en cuenta todos los centros es de 126 fuentes/centro y año, descendiendo este valor a 13 si no tenemos en cuenta los 6 centros arriba descritos.

De los 23 centros privados, 17 responden que realizan gestión de fuentes (74%). Uno de ellos cuenta las semillas implantadas en los pacientes de próstata de forma independiente y otro gestiona más de 100 fuentes al año. El número promedio de fuentes gestionadas al año teniendo en cuenta todos los centros es de 283, descendiendo a 9 si no consideramos los 2 centros arriba descritos.

Gestión de residuos

En cuanto a la gestión de residuos, 40 de los 61 centros públicos (66%) lo lleva a cabo, obteniéndose un valor promedio anual de 224 bolsas, considerando sólo los centros que hacen esta tarea.

Sólo 5 de los 23 (22%) centros privados encuestados realizan esta gestión. Estos arrojan un valor promedio anual de 151 bolsas de residuos.

Por otro lado, en cuanto a la existencia y gestión de depósitos de residuos líquidos para terapia metabólica, 30 de los 61 centros públicos (49%) poseen dichos depósitos, presentando un valor promedio de 3 depósitos/centro. Existe un valor anómalo en un centro que responde que gestiona 215 depósitos de residuos líquidos y que no ha sido considerado en el análisis de los resultados.

De nuevo sólo 5 de los 23 (22%) centros privados gestionan depósitos de residuos líquidos presentando un valor promedio de 2 depósitos/centro.

Vigilancia ambiental

51 de los 61 centros públicos (84%) responden que realizan vigilancia ambiental de salas de RD, sin embargo 6 de estos responden que el número de las que vigilan es de 0. Eliminando estos valores, el número promedio de salas de RD vigiladas por centro es de 55. El mismo número, 51 (84%) afirma realizar este tipo de vigilancia en salas de MN, pero 4 responden que el número de las que vigilan es de 0. Eliminando estos valores, el número promedio de salas de MN vigiladas por centro es de 9. Un número mayor, 57 (93%) también realiza esta tarea en de RT, sin embargo 3 responden que el número de salas de RT que vigilan es de 0. Eliminando estos valores, el número promedio de salas de RT vigiladas por centro es de 5.

En cuanto a los centros privados, 6 de 23 (26%) responden que realizan vigilancia ambiental de salas de RD, lo que supone 14.0 salas por centro en promedio. Solamente 6 (26%) afirma realizarla en MN, aunque 1 responde que el número de salas de MN a las que realiza vigilancia es de 0, lo cual supone, al eliminar este último valor, un promedio por centro de 8 salas. Por último, 15 (65%) realiza vigilancia ambiental en RT, de los cuales 3 responden el número de salas que vigilan es de 0. Si se elimina este valor, el número promedio

de salas vigiladas por centro es de 3. La tabla 5 recoge todos estos datos de manera resumida.

Para finalizar, el centro público que se mencionaba al principio del apartado requiere un análisis independiente ya que las respuestas y valores ofrecidos por el mismo son muy diferentes de los del resto de centros así como anormalmente altos. Este responde que no controla a trabajadores TA ni TB pero que gestiona 40 000 DP y 8 000 de OD, es decir que gestiona 48 000 dosímetros al año. Por otro lado, no gestiona fuentes radiactivas, ni residuos radiactivos, pero sí realiza vigilancia ambiental sólo en el área de RD llevando a cabo el control de 350 salas al año.

A.II.6. Actividad asistencial en la que participa el SRPR

En este apartado se pedía a los centros encuestados que recogieran la actividad asistencial en las áreas de RD, MN y RT. En la mayoría de los casos esta corresponde al año 2013 ya que la encuesta se repartió a finales de dicho año y se recibió en el primer trimestre de 2014.

Radiodiagnóstico

La actividad en esta área se dividió en cinco apartados: procedimientos en RD convencional, procedimientos en RD complejos, TC, procedimientos intervencionistas y dosimetría a pacientes embarazadas.

De los 85 centros que respondieron a la encuesta solo 47 (55%), afirmó realizar algún tipo de actividad asistencial en todos o alguno de los apartados mencionados anteriormente. Entre los 47 centros solo aparecía un centro privado en Galicia que completó actividad en esta área (fig. II.24).

El número total de procedimientos fue de 380 747, lo que corresponde a un promedio de 8 101 procedimientos en los centros que realizan esta actividad asistencial. La participación en cada centro es variable así, por ejemplo, este valor oscila entre los 15 de Castilla La Mancha y los 43 765 de Valencia. Cabe destacar la existencia de tres centros, uno en Baleares, otro en Cataluña y otro en Valencia, que son los que registran la más alta participación. En la tabla II.5 se recogen la participación de estos centros en cada uno de los apartados encuestados.

La participación del resto en cada uno de los procedimientos se encuentra en el rango 10/1 232 para procedimientos convencionales, 2/330 para procedimientos complejos, 2/581 para TC y 2/530 en procedimientos intervencionistas. Se observa por tanto que los valores aportados por estos se encuentran bastante por encima de la media en todos los apartados salvo en el número de casos en los que se ha realizado dosimetría a embarazadas, donde el rango es 1/62.

Dada esta diferencia puede ser interesante conocer el número total de procedimientos en los que participa el resto. Este resulta ser de 53 214 lo que corresponde a un promedio de 1 209 casos. Valencia, Madrid, Cataluña, Andalucía y Canarias son las únicas

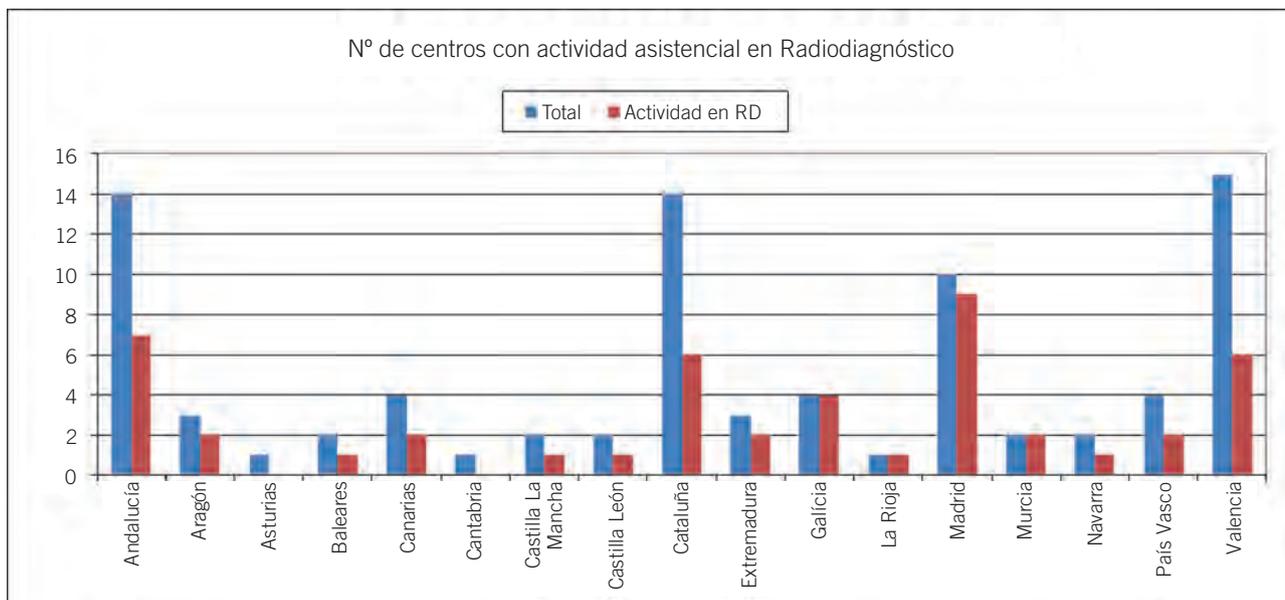


Fig. II.24. Número de centros con actividad asistencial en el área de Radiodiagnóstico, por Comunidad Autónoma.

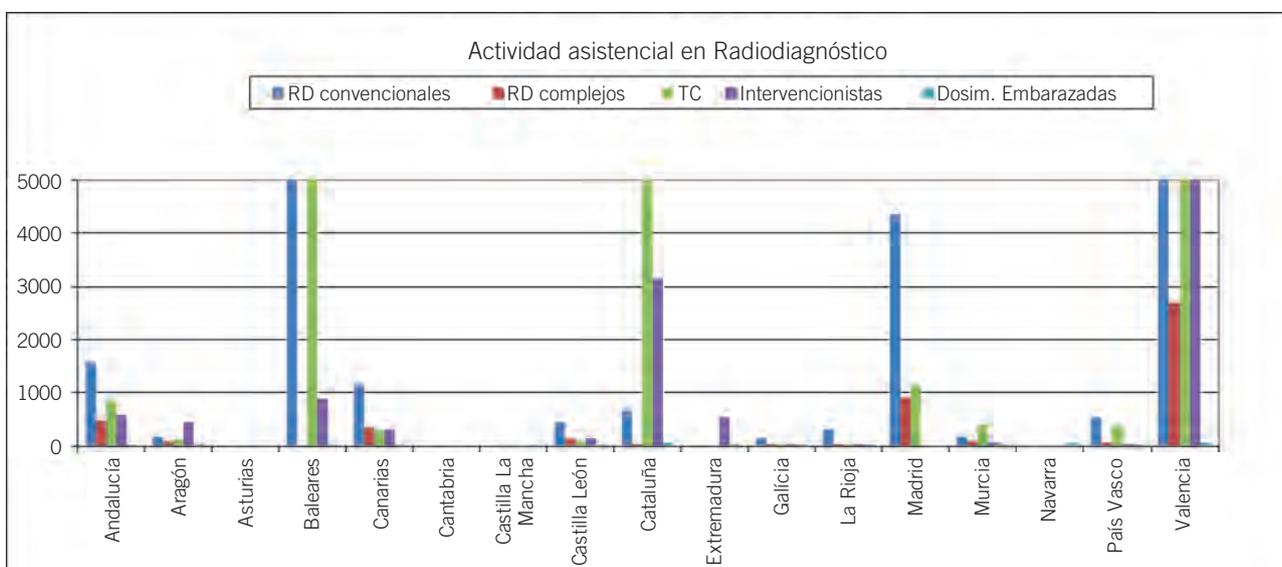


Fig. II.25. Número de procedimientos de Radiodiagnóstico en los que participan los SRPR por Comunidad Autónoma.

Tabla II.5. Número de procedimientos de Radiodiagnóstico en los que participan los tres centros que declaran los valores más altos.

Centro	RD convenc.	RD complejos	TC	Intervencionistas	Dosimetría a embarazadas
Centro 1	11 500	0	14 000	900	4
Centro 2	0	0	70 698	3 049	15
Centro 3	199 872	2 284	22 341	2 850	20

Tabla II.6. Valores totales, promedios, máximos y mínimos de los distintos tipos de procedimiento consultados en la encuesta (entre paréntesis se muestran los resultados al suprimir los centros de la tabla II.5).

	RD convenc.	RD complejos	TC	Intervencionistas	Dosimetría a embarazadas
Total	230 928 (19 556)	4 983 (2 699)	133 008 (25 969)	11 545 (4 746)	283
Promedio	5 921 (529)	161 (90)	3 800 (812)	444 (206)	9
Máximo	199 872 (9 424)	2 284 (330)	70 698 (581)	3 049 (900)	62
Mínimo	110	2	2	2	1

Comunidades en las que se participa en más de 1000 procedimientos en total (fig. II.25).

El porcentaje de participación en los distintos tipos de procedimientos es del 46 % en procedimientos

convencionales (39 centros), 37 % en complejos (31 centros), 42 % en TC (35 centros), 31% en intervencionistas (26 centros) y 39 % en dosimetría a pacientes embarazadas (33). En la tabla II.6 se muestran

Tabla II.7. Valores totales, promedios, máximos y mínimos para los diferentes procedimientos consultados en la encuesta.

	3DCRT	Especiales	BT HDR	BT LDR	BT PDR	BT próstata (semillas)	BT Oftálmica	Terapia Sup.
Total	64 710	14 860	5 335	273	154	1 346	193	851
Promedio	809	232	119	68	51	52	19	65
Máximo	2 000	1 406	476	25	108	182	49	300
Mínimo	2	4	10	162	4	9	1	10

los valores totales, promedio, máximo y mínimo para cada uno de ellos (entre paréntesis se expresan los valores resultantes si se suprimen los centros de la tabla II.5).

En general se observa que la mayor participación se encuentra en los procedimientos convencionales y en TC. Son pocos los informes que se realizan de dosimetría a embarazadas. Por otra parte de estos resultados destaca que los centros privados no realizan actividad asistencial en esta área (salvo uno). Hay que tener en cuenta que la mayoría de estos centros desarrollan su labor en RT.

Medicina nuclear

El 50 % de los centros encuestados participa en los tratamientos de terapia metabólica. El número total de procedimientos es de 4 500 siendo el promedio por centro de 107 (10 a 114). Solo 1 centro privado en Galicia y 2 en Valencia tienen participación de los SRPR

en estos tratamientos, el resto corresponde a centros públicos (fig. II.26).

La distribución del número de centros por Comunidades es prácticamente igual al promedio del total, no se observan diferencias significativas entre ellas.

Radioterapia

La actividad en esta área se diferenció en 7 apartados: RT externa (3D conformada, 3DCRT, y tratamientos especiales), BT HDR, BT LDR, BT PDR, BT de próstata (semillas), BT oftálmica y Terapia superficial.

El 95% de los centros encuestados (80) participa en los procedimientos asistenciales de esta área. La distribución por Comunidades se puede ver en la figura II.27. Los porcentajes varían entre el 75% de Canarias y el 100% de varias regiones con respecto al total de centros que participan en RT. El número total de procedimientos es de 87 722 (rango 175 a 16 569) con un promedio por centro de 1 097, variando desde los

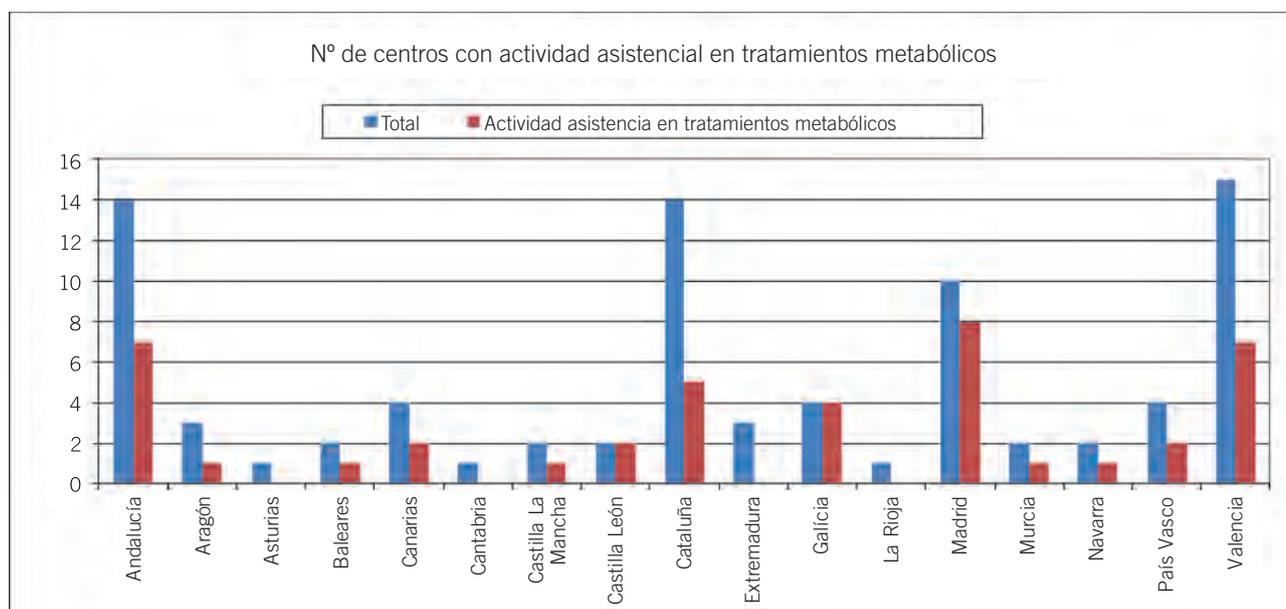


Fig. II.26. Número de centros con actividad asistencial en tratamientos metabólicos, por Comunidad Autónoma.

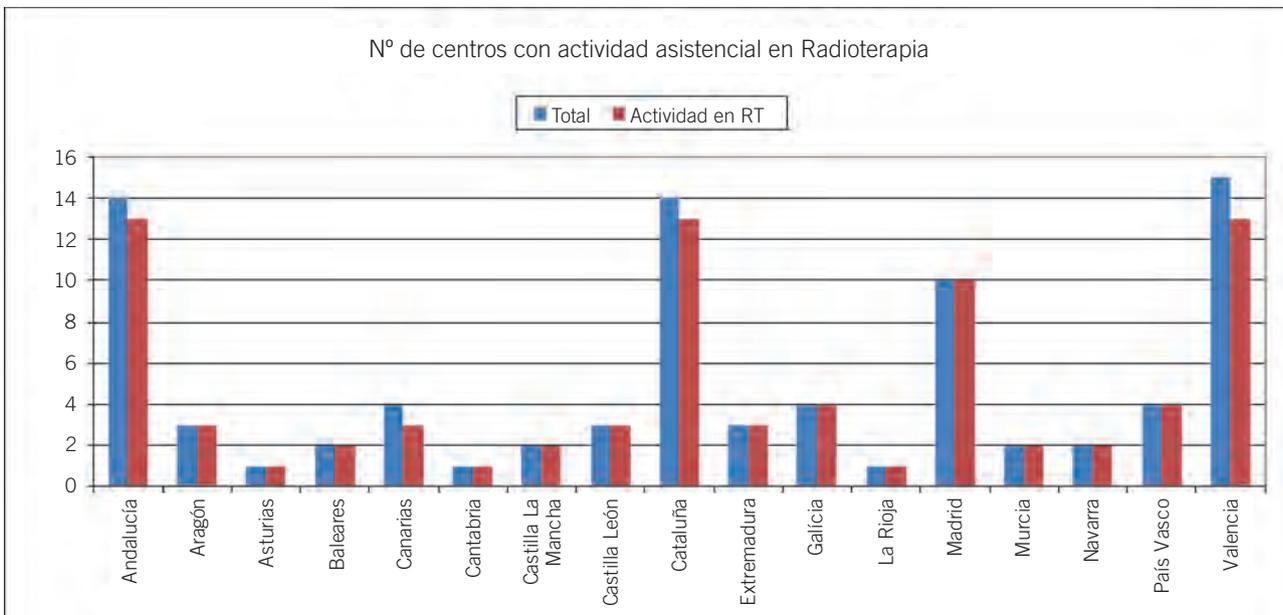


Fig. II.27. Número de centros con actividad asistencial en el área de Radioterapia, por Comunidad Autónoma.

175 de Cantabria hasta los 1 738 de Castilla y León. De estos 80 421 (92%) corresponden a algún tratamiento de terapia externa y 7 301 (8%) a tratamientos de BT.

En la tabla II.7 se pueden ver los valores totales, promedio, máximo y mínimo para los diferentes procedimientos consultados y en las figura II.28 y II.29 se presenta la distribución por Comunidades para los tratamientos de RT externa y BT respectivamente.

En cuanto a los tratamientos de RT externa cabe destacar que solo se realizan tratamientos especiales (IMRT, VMAT, IGRT, Radiocirugía, ICT, TSER,...) en el 76% de los centros, lo que supone un 23% del número total de tratamientos contabilizados. Entre los centros que realizan este tipo de tratamientos también existe una gran variabilidad (desde el 2% de un centro en el País Vasco hasta el 93% de un centro en Valencia).

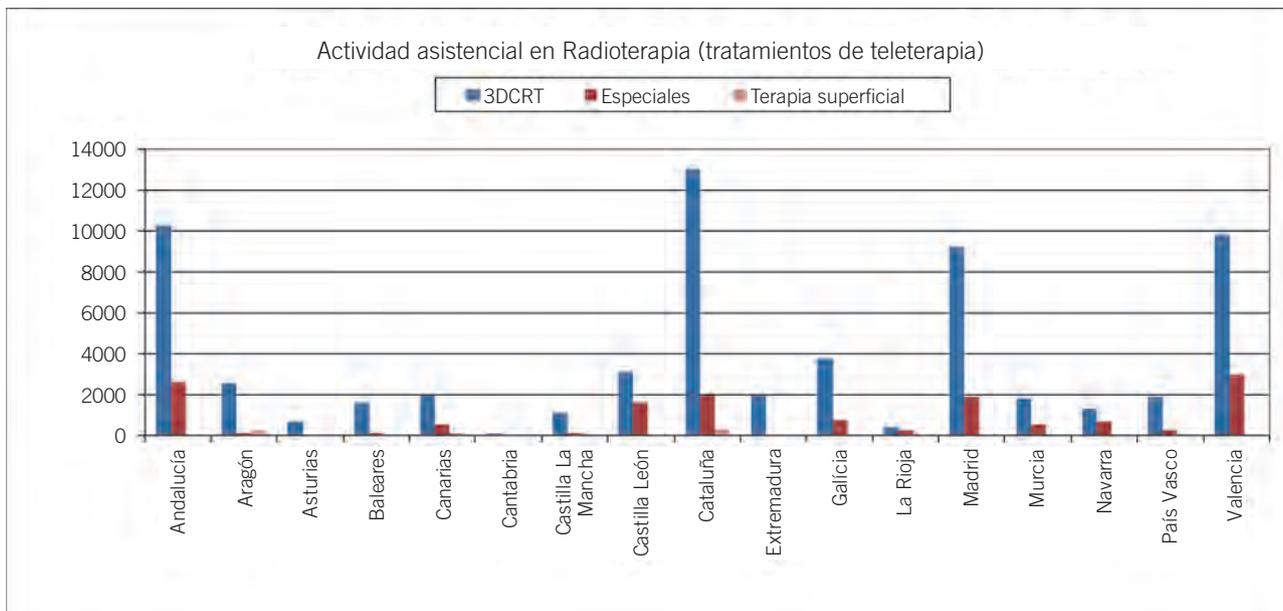


Fig. II.28. Número de tratamientos de teleterapia, por tipo, en cada Comunidad Autónoma.

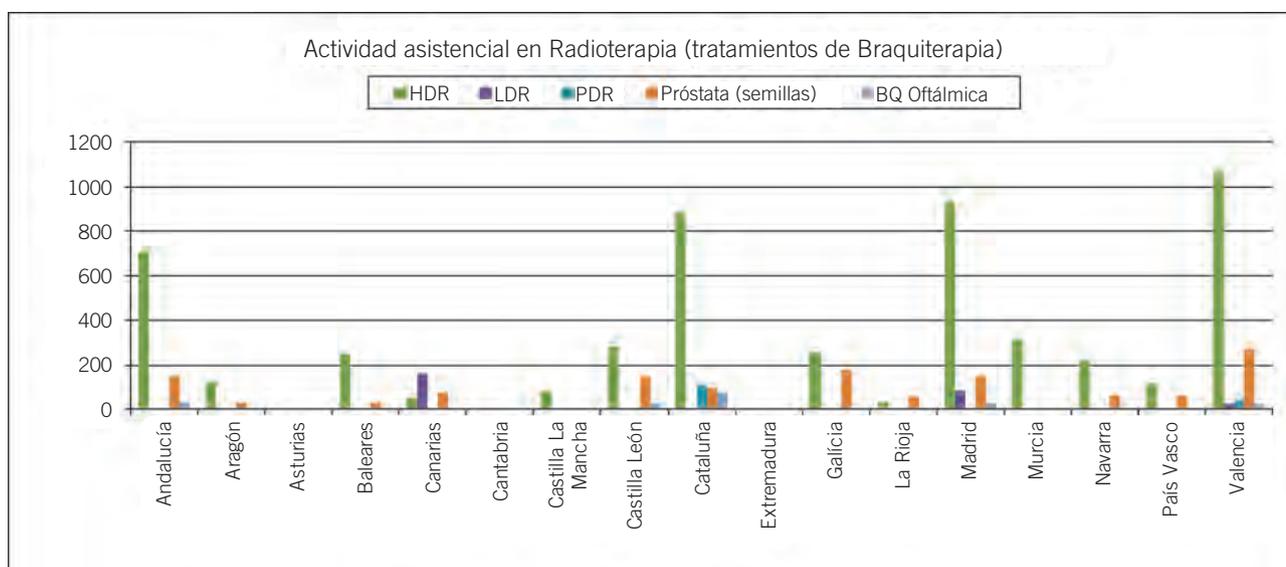


Fig. II.29. Número de tratamientos de Braquiterapia, por tipo, en cada Comunidad Autónoma.

La Terapia superficial se realiza en 13 centros (5 de ellos en Cataluña) y supone el 1% del total de los procedimientos asistenciales de Radioterapia en los que participan los SRPR.

Con respecto a los tratamientos de BT, existen equipos de BT HDR en un 54% de los centros mientras que los de BT LDR y BT PDR corresponden al 5 y al 4% respectivamente. Cuatro disponen de BT LDR (1 en Canarias, 2 en Madrid y 1 en Valencia) y 3 de BT PDR (1 en Cataluña y 2 en Valencia). Si se considera el número de tratamientos, en el 93% se utiliza BT HDR mientras que tan solo el 5 y el 3 % se realiza con BT LDR y BT PDR respectivamente.

Otras técnicas de BT más específicas como las de próstata (semillas) y las aplicaciones oftálmicas se encuentran menos extendidas ya que necesitan equipamiento y personal especializado y, en general, responden a centros de referencia que recogen una población amplia. Para el tratamiento de próstata con semillas existen 26 centros, lo que supone un 31% del total, mientras que se realiza Braquiterapia oftálmica en 10 centros, un 12% del total.

A.II.7. Docencia e investigación

Docencia

El 75 % de los SRPR colabora en la formación de otras especialidades médicas y el 79% lo hace en la formación de TE. Si se considera la rotación de otras especialidades por el SRPR, el porcentaje se reduce al 48%. Los especialistas que rotan por el SRPR son, en general, los de Oncología Radioterápica y de Oncología

médica, aunque también se menciona a otras como MN y RD, incluso Prevención de riesgos laborales en un centro en Madrid.

Un 45% de los centros recibe también otros especialistas de RF para realizar alguna rotación que, como media, es de 32 días.

La figura II.30 muestra el número de centros que participan en los distintos tipos de formación en relación con el total por Comunidades.

Como resumen, por tanto, se puede comentar que los datos muestran que la mayoría de los centros participa en la formación de TE y de otros especialistas. En este último caso la protocolización en forma de rotación ocurre solo en la mitad de los centros, aproximadamente. Cabe destacar, también que Andalucía, Madrid y Valencia, con 7 centros cada uno, son las Comunidades que encabezan la recepción de otros RFH para formación.

Investigación

Se pidió que se evaluara el porcentaje de tiempo que cada uno de los centros dedica a tareas de investigación, respondiendo este apartado solo el 77% de los centros. El promedio para todos los centros fue del 12%. Por Comunidades Autónomas este valor varía entre el 4% de Galicia y el 16% de Valencia. Si se consideran todos los valores el mínimo está en el 1% que estima un centro de Valencia y el 50% que estiman un centro en Valencia y otro en Cataluña. El resto realiza estimaciones de dedicación a investigación entre el 5 y el 20%, en general (figura II.31).

En cuanto a la difusión de los resultados de investigación (figura II.32), el 43% de los centros había

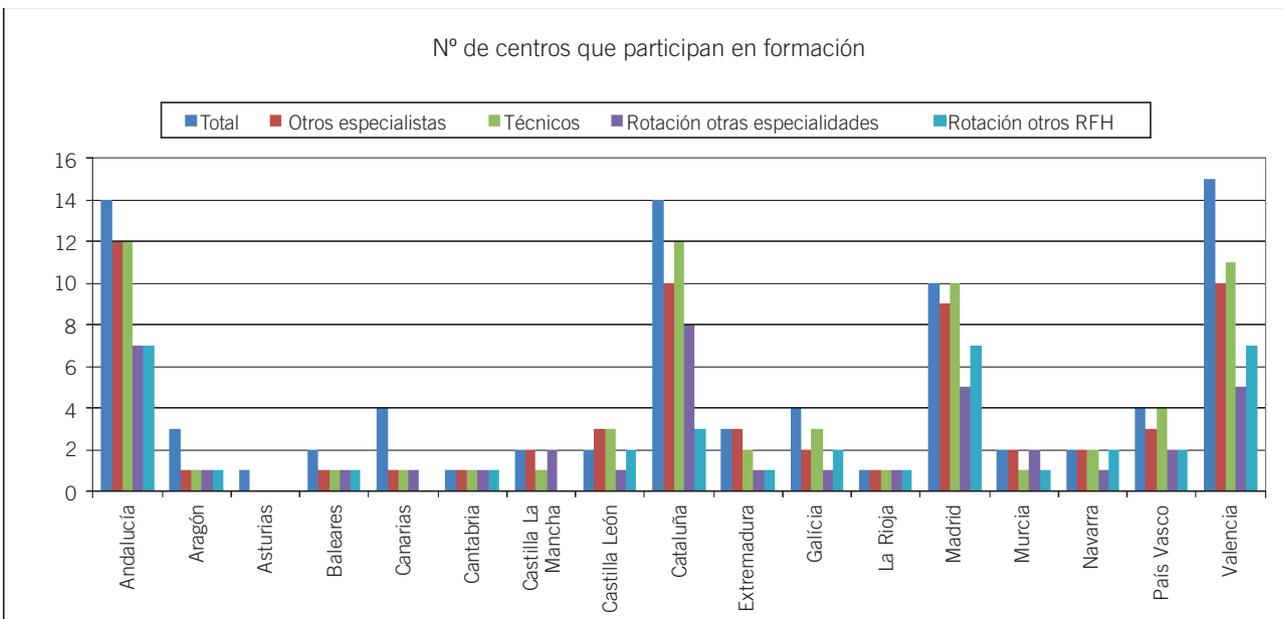


Fig. II.30. Número de centros que participan en la formación de los diferentes profesionales, en cada Comunidad Autónoma.

realizado alguna publicación en revistas científicas en el último año. En total eran 128 que se repartían en su mayoría (84%) entre las Comunidades de Andalucía (34), Cataluña (12), Madrid (43) y Valencia (19), teniendo el resto entre 1 y 7, mientras que 6 de ellas no reportaban ninguna publicación en el último año. El promedio de publicaciones por centro era de 4 (rango 1 a 5).

En el caso de comunicaciones a Congresos el porcentaje de centros que han realizado alguna en el último año aumentaba al 69% y tan solo 2 comunidades no reportaban ninguna. El total era de 392 y nuevamente la mayoría (63%) se repartía entre Andalucía (50), Cataluña (38), Madrid (90) y Valencia (69). El promedio total era de 7 (rango 3 a 17).

El número de proyectos de investigación en el mismo período también fue recogido en la encuesta. El



Fig. II.31. Porcentaje de tiempo estimado que se dedica a tareas de docencia e investigación en cada Comunidad Autónoma.

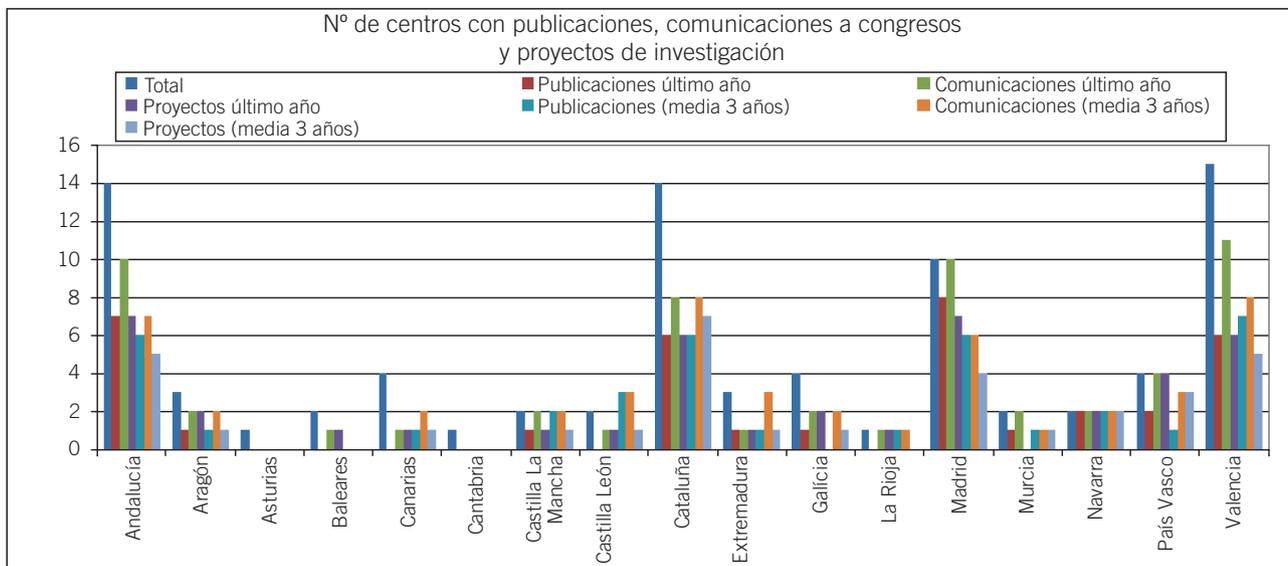


Fig. II.32. Número de centros con publicaciones, comunicaciones a congresos y proyectos de investigación. Se presenta el último año y la media de los 3 años anteriores.

50% de los centros disponía de alguno de los 88 proyectos en los que los centros participaban. El promedio de proyectos era 2, y el rango de variación entre todos los centros era de 1 a 5. Nuevamente destacan las mismas Comunidades que se mencionaron en el apartado anterior recogiendo el 67% de los proyectos.

Si se considera la media de los tres últimos años, los porcentajes de centros que aportan algún dato son el 45% en cuanto a publicaciones, el 60% en cuanto a comunicaciones a congresos y el 39% en cuanto a proyectos de investigación. La media de publicaciones en revistas científicas en los tres últimos años es de 3 (rango 0 a 5), la de comunicaciones a congresos

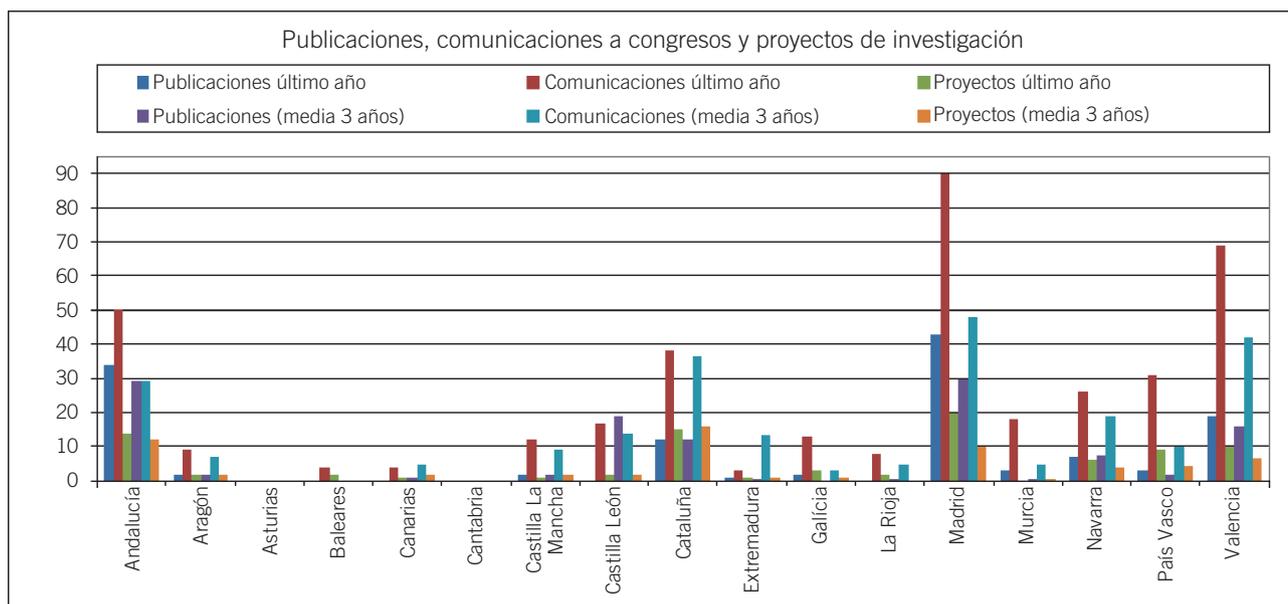


Fig. II.33. Número total de publicaciones, comunicaciones y proyectos en el último año y media en los últimos 3 años en cada Comunidad Autónoma.

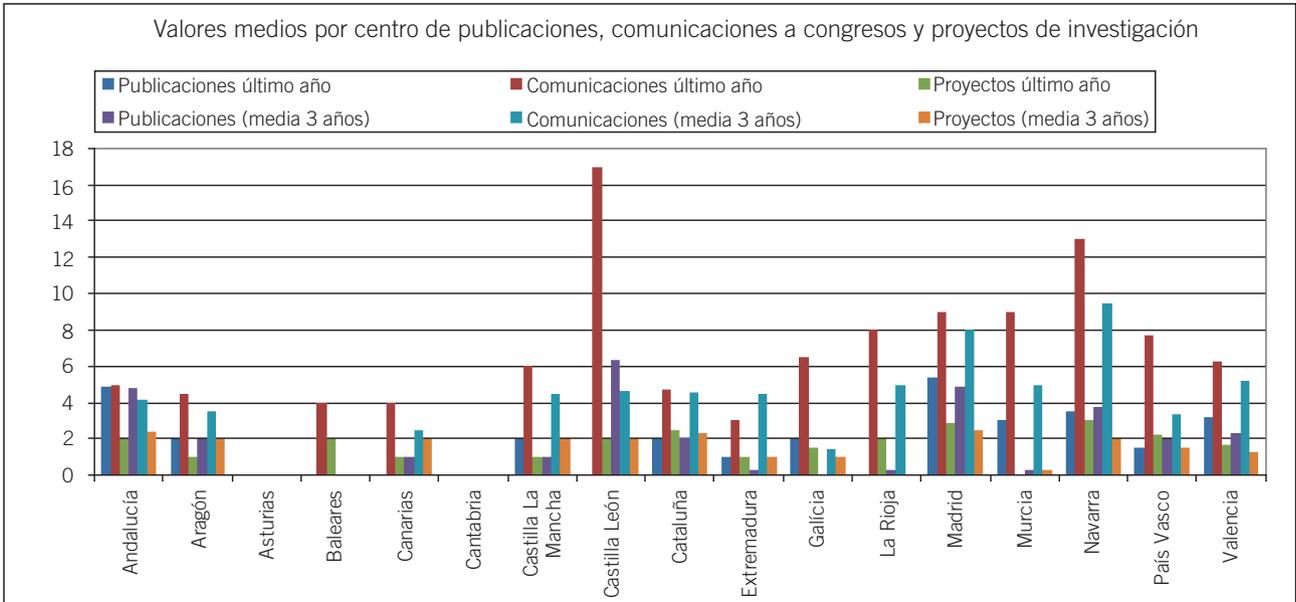


Fig. II.34. Valores medios de publicaciones, comunicaciones y proyectos en el último año y media en los últimos 3 años, por centro en cada Comunidad Autónoma.

es de 5 (rango de 1 a 10) y la de proyectos es de 2 (rango 0 a 2). La figura II.33 recoge, de manera gráfica, los valores totales por comunidades y la figura II.34 recoge los promedios por centro y por comunidades. En esta figura se observa que destacan los promedios de Castilla y León y Navarra ya que todas las comunicaciones a congresos pertenecen a un

mismo centro en Castilla y León y a dos en Navarra. Salvo estos datos, en esta figura se puede ver que los valores promedios por centro en todas las comunidades son cercanos.

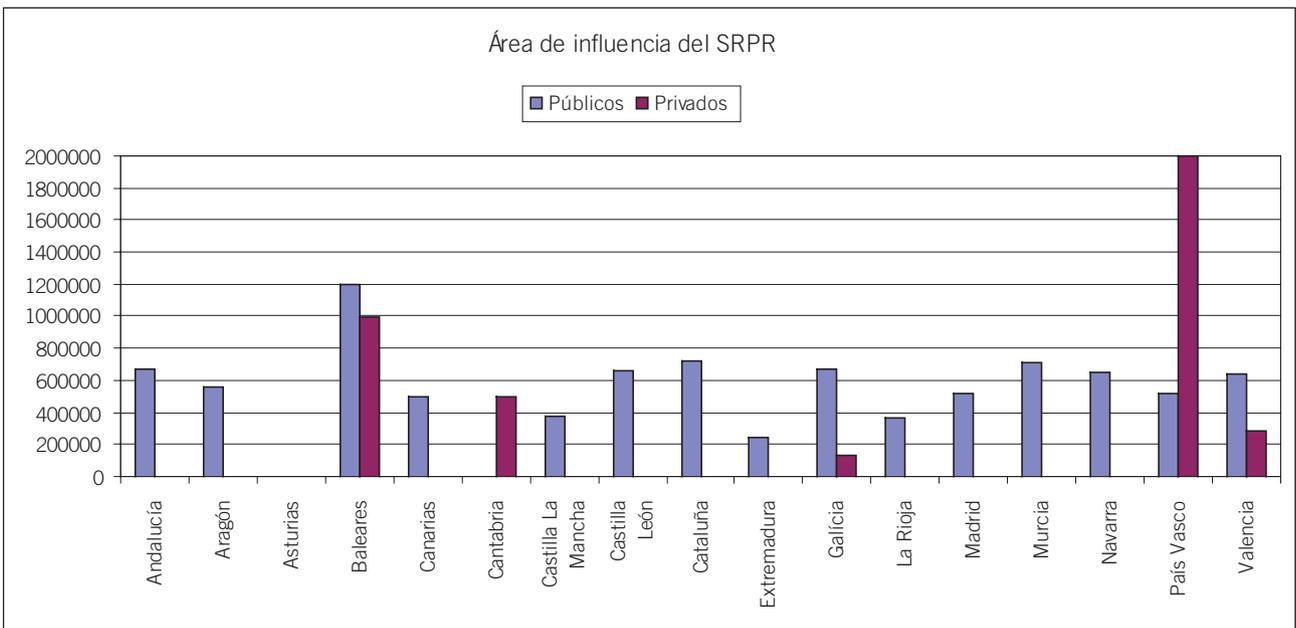


Fig. II.35. Población promedio en el área de influencia del SRPR, para Comunidad Autónoma.

A.II.8. Población del área de influencia del SRPR

A la pregunta de cuál es el área de influencia del SRPR se han obtenido 64 respuestas, sólo 7 de ellas de centros privados, como es lógico puesto que no siempre existe dicha área en estos casos. En la figura II.35 se presentan los valores promedio por comunidad y separados por SRPR públicos y privados. Se pueden observar variaciones muy significativas siendo el promedio de todos los públicos de 600 446 habitantes y el de los privados de 782 667 habitantes. Para Asturias no se dispone de ningún dato.

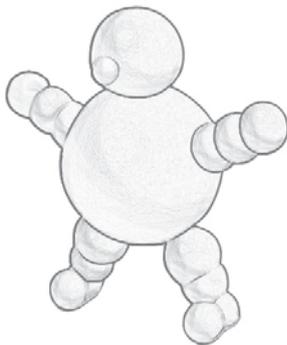
Un parámetro de interés es la razón entre habitantes y recursos humanos de los SRPR. Teniendo en cuenta los relativamente pocos datos de que se dispone y la variabilidad entre las tareas que desarrollan los diferentes SRPR, un análisis por comunidades podría resultar engañoso. Sin embargo pueden servir de referencia los valores promedio estatales, incluyendo tanto centros públicos como privados, que se recogen en la tabla 6 de forma aproximada.

El objetivo de este trabajo no es el de estudiar la correlación entre otro tipo de recursos y el área de influencia, si bien el lector tiene a su disposición los datos necesarios para establecer estas relaciones en los diversos apartados de los resultados.



Confidence
Consistency
Efficiency

RapidPlan™ – Knowledge-Based Planning



RapidPlan™ knowledge-based planning opens the door to the next generation of individualized treatment planning by giving clinicians the confidence to treat a wide range of cancer types using knowledge-based planning.

By providing access to pre-configured plan models, RapidPlan may help clinics reduce variability in treatment planning to achieve greater consistency, efficiency and quality in patient care.

Streamline your planning process!