

# Resultado de la vigilancia de los trabajadores controlados mediante dosimetría individual. Año 2013

Informe Sectorial

# CSN

Colección  
Documentos  
25.2017

# Resultado de la vigilancia de los trabajadores controlados mediante dosimetría individual. Año 2013

## Informe Sectorial

Carmen Barbero, Ignacio Amor Calvo,  
F. Javier Zarzuela

Colección: Documentos CSN

Referencia: DOC-07.18

© Copyright 2017, Consejo de Seguridad Nuclear

Edita y distribuye:

Consejo de Seguridad Nuclear

Pedro Justo Dorado Dellmans, 11. 28040 - Madrid-España

<http://www.csn.es>

[peticiones@csn.es](mailto:peticiones@csn.es)

Maquetación: Pilar Guzmán

Depósito Legal: M-8206-2017

## Índice

I. Introducción .....	5
II. Resumen de los datos de dosimetría personal .....	8
II.1. Resultados dosimétricos en instalaciones radiactivas...	9
II.1.1. Resultados dosimétricos en instalaciones radiactivas médicas .....	10
II.1.1.1. Radiodiagnóstico.....	10
II.1.1.2. Medicina nuclear .....	11
II.1.1.3. Radioterapia .....	11
II.1.1.4. Odontología.....	12
II.1.1.5. Otros .....	12
II.1.2. Resultados dosimétricos en instalaciones radiactivas industriales .....	13
II.1.2.1. Radiología industrial .....	13
II.1.2.2. Gammagrafía .....	14
II.1.2.3. Control de procesos .....	14
II.1.2.4. Medidas de densidad y humedad .....	15
II.1.2.5. Comercialización y asistencia técnica ..	15
II.1.2.6. Otros .....	16
II.2. Resultados dosimétricos en centrales nucleares .....	16
II.2.1. Central nuclear de Santa María de Garoña .....	17
II.2.2. Central nuclear de Almaraz (I y II) .....	18
II.2.3. Central nuclear de Ascó (I y II) .....	19
II.2.4. Central nuclear de Cofrentes .....	19
II.2.5. Central nuclear Vandellós II .....	20
II.2.6. Central nuclear de Trillo .....	21
II.3. Resultados dosimétricos en el ciclo del combustible, residuos e instalaciones nucleares en desmantelamiento	21
II.3.1. Fábrica de Juzbado (Enusa).....	22
II.3.2. Concentrados: planta Quercus (Enusa) .....	22
II.3.3. Instalación de almacenamiento de residuos de Sierra Albarrana (Enresa) .....	23

II.3.4. Central nuclear Vandellós I.....	23
II.3.5. Central nuclear José Cabrera .....	24
II.3.6. Otros .....	24
II.4. Resultados dosimétricos en otros tipos de instalaciones	24
II.4.1. Centros de investigación y/o docencia .....	25
II.4.2. Entidades de transporte .....	25
II.4.3. Consejo de Seguridad Nuclear .....	26
II.5. Resultados dosimétricos globales.....	26
III. Asignación administrativa de dosis.....	28
IV. Resumen y conclusiones .....	31
IV.1. Número de trabajadores expuestos y dosis colectiva ...	33
IV.2. Dosis individuales medias.....	35
IV.3. Número de trabajadores con dosis superiores a 20 mSv.....	36
V. Tendencias en la exposición a radiaciones.....	38
Anexos .....	42
Anexo I. Análisis comparativo de dosis ocupacionales. Años 2012 y 2013 .....	43
Anexo II. Análisis comparativo de dosis ocupacionales. Años 2009 a 2013 .....	44
Anexo III. Análisis comparativo de dosis ocupacionales. Figuras .....	47

# I. Introducción

## I. Introducción

El presente informe contiene la información elaborada por el Área de Servicios en Protección Radiológica de la Subdirección de Protección Radiológica Operacional del CSN, en relación con la vigilancia realizada sobre los trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes controlados mediante dosimetría individual en España a lo largo del año 2013.

Dicha información es de carácter sectorial y tiene por objetivo realizar un seguimiento de la distribución de dosis anual en los distintos tipos de trabajo que implican exposición a las radiaciones ionizantes.

La información contenida en el presente informe viene a cerrar el ejercicio dosimétrico correspondiente al año 2013 y actualiza datos previamente presentados a este respecto<sup>1</sup>.

En este informe se han utilizado los datos obtenidos del Banco Dosimétrico Nacional (BDN), a partir de las dosis individuales asociadas al tipo de instalación y al tipo de trabajo en los cuales los trabajadores expuestos han desarrollado su actividad laboral. Dichas dosis son reportadas con carácter mensual por los Servicios de Dosimetría Personal (SDP) autorizados por el Consejo de Seguridad Nuclear.

Se han considerado los cuatro ámbitos laborales característicos del BDN:

- Instalaciones radiactivas.
- Centrales nucleares.
- Instalaciones del ciclo del combustible y de almacenamiento de residuos.
- Otras instalaciones.

En el ámbito de las instalaciones radiactivas se han considerado distintos tipos de trabajo agrupados bajo la clasificación más generalizada de instalaciones radiactivas médicas e instalaciones radiactivas industriales. Para el ámbito de las centrales nucleares se presentan los datos distinguiendo entre el personal de plantilla y de contrata. En el ámbito de otras instalaciones se han considerado los centros de investigación y/o docencia, las entidades de transporte y el personal expuesto perteneciente al Consejo de Seguridad Nuclear (CSN).

La información aportada incluye datos de dosimetría externa, correspondientes a cada uno de los sectores citados con anterioridad y, en el caso de los sectores correspondientes a centrales nucleares, al ciclo del combustible y a residuos y desmantelamiento, también se incluyen los datos correspondientes a la dosimetría interna.

Hay que señalar que, a lo largo de este informe, en la valoración de las dosis individuales y colectivas, no se incluyen ni las

1. En el *Informe del Consejo de Seguridad Nuclear al Congreso de los Diputados y al Senado. Año 2013* se incluyó un avance de los resultados dosimétricos correspondientes al año 2013.

lecturas dosimétricas superiores al límite de dosis (50 mSv/año) ni aquellas inferiores al nivel de registro (0,1 mSv/mes).

Dentro de las conclusiones de este informe se ha incluido una comparación de los resultados dosimétricos obtenidos en el año 2013 y los obtenidos en el año 2012; asimismo se presentan una serie de tablas y figuras que corresponden al período comprendido entre los años 2009 y 2013, y que permiten analizar la tendencia experimentada a lo largo de dicho período en las dosis recibidas por los trabajadores controlados dosiméricamente en España.

Como hecho destacable, hay que señalar que, desde abril de 2003, el CSN viene aplicando una política de asignación administrativa de dosis que supone que, a aquellos Trabajadores Expuestos (TE) que no recambien su dosímetro durante tres meses consecutivos<sup>2</sup>, se les asigna la dosis correspondiente a la fracción del límite anual de dosis en dicho período. La asignación administrativa de dosis en situaciones de indisponibilidad de lectura dosimétrica es una estrategia que también ha sido adoptada por las autoridades reguladoras de otros países (Reino Unido) y que está consolidada a nivel internacional, tal y como se pone de manifiesto en los informes del Comité Científico de las Naciones Unidas sobre los Efectos de las Radiaciones Ionizantes (UNSCEAR).

---

2. El Real Decreto 783/2001 por el que se aprueba el Reglamento de Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes establece que las dosis recibidas por los trabajadores expuestos deben determinarse, en el caso de las dosis externas, con periodicidad mensual.

Siguiendo la práctica habitual de aquellos países que, como España, tienen implantada dicha política, y por no falsear las estadísticas, estas dosis administrativas se han excluido de las valoraciones que sobre la situación y tendencias en las dosis ocupacionales se realizan a lo largo de este informe. Hay que señalar no obstante que, en el apartado III de este informe, se analizan en detalle estas dosis administrativas.

Los intervalos de dosis establecidos para la elaboración de este informe son los siguientes:

- Dosis significativas son las superiores al nivel de registro (0,1 mSv/mes).
- 1 mSv es el límite anual de dosis para miembros del público establecido en el Real Decreto 783/2001 por el que se aprueba el Reglamento de Protección Sanitaria contra las Radiaciones Ionizantes.
- 6 mSv es el valor de la dosis anual susceptible de ser recibida por un TE para que dicho TE quede clasificado como de categoría A.
- 20 mSv es el límite de dosis anual promedio en cinco años recomendado por la Comisión Internacional de Protección Radiológica para los TE.
- 50 mSv es el valor máximo permitido para la dosis a recibir por los TE en un único año, que se establece en el Real Decreto 783/2001 como condición complementaria al límite de dosis reglamentario (100 mSv en cinco años consecutivos).



## II. Resumen de los datos de dosimetría personal

## II. Resumen de los datos de dosimetría personal

### II.1. Resultados dosimétricos en instalaciones radiactivas

Durante el año 2013 el número de trabajadores controlados dosimétricamente que desarrollaron su actividad en el ámbito de las instalaciones radiactivas (IIRR), tanto médicas como industriales, se cifra en 88.189 personas, a las que corresponde una dosis colectiva de 12.946 mSv·persona<sup>3</sup>.

La distribución de las dosis individuales en este sector laboral supone que, de ese total de 88.189 trabajadores:

- 68.919 trabajadores (78,15% del total) no han reportado dosis significativas.
- 16.258 trabajadores (18,44% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 2.795 trabajadores (3,17% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- 208 trabajadores (0,24% del total) han recibido dosis comprendidas entre 6 y 20 mSv.

3. Las diferencias existentes entre los valores de dosis colectiva especificados a lo largo del presente informe y los reportados en el Informe al Congreso corresponden a asignaciones de dosis, anulaciones de dosis administrativas y al estudio de sobreexposiciones posteriores a la fecha de publicación de dicho informe.

- Ocho trabajadores (0,01% del total) han recibido dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv.
- Un trabajador (0,001% del total) constituye un caso de potencial superación del límite anual de dosis efectiva establecido en el Reglamento de Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes al haberse registrado valores de dosis superiores a 50 mSv/año.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas y se excluyen los casos de potencial sobreexposición, la dosis individual media resultó ser de 0,67 mSv/año.

El caso de potencial superación del límite anual de dosis efectiva citado anteriormente corresponde a una trabajadora que prestó servicio durante el año 2013 en una instalación radiactiva médica de radiodiagnóstico.

Para todos los casos de sobreexposiciones el CSN tiene establecido un protocolo de actuación que implica la apertura de un proceso de investigación mediante el cual se concluye si la dosis ha sido recibida o no por el trabajador.

A continuación se desglosan en detalle los resultados dosimétricos obtenidos para cada uno de los sectores considerados dentro de las instalaciones radiactivas: instalaciones radiactivas médicas e instalaciones radiactivas industriales.

### II.1.1. Resultados dosimétricos en instalaciones radiactivas médicas

Durante el año 2013 el número de trabajadores controlados dosiméricamente que desarrollaron su actividad en el ámbito de las instalaciones radiactivas médicas se cifra en 81.133 personas, a los que corresponde una dosis colectiva de 11.147 mSv·persona.

La distribución de las dosis individuales en este sector laboral supone que, de ese total de 81.133 trabajadores:

- 63.565 trabajadores (78,35% del total) no han reportado dosis significativas.
- 15.014 trabajadores (18,51% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 2.394 trabajadores (2,95% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- 152 trabajadores (0,19% del total) han recibido dosis comprendidas entre 6 y 20 mSv.
- Siete trabajadores (0,01% del total) han recibido dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv.
- Un trabajador (0,001% del total) constituyó un caso de potencial superación del límite anual de dosis efectiva establecido

en el Reglamento de Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes al haberse registrado valores de dosis superiores a 50 mSv/año.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas y se excluyen los casos de potencial sobreexposición, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 0,63 mSv/año.

A continuación, se desglosan estos datos globales en cada una de las distintas clasificaciones establecidas en el ámbito de las instalaciones radiactivas médicas, tales como radiodiagnóstico, radioterapia, medicina nuclear, odontología y otros.

#### II.1.1.1. Radiodiagnóstico

El número de trabajadores controlados dosiméricamente fue de 41.395, a los que corresponde una dosis colectiva de 3.964 mSv·persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 34.976 trabajadores (84,49% del total) no han reportado dosis significativas.
- 5.570 trabajadores (13,46% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.

- 786 trabajadores (1,90% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- 59 trabajadores (0,14% del total) han recibido dosis comprendidas entre 6 y 20 mSv.
- Tres trabajadores (0,01% del total) han recibido dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv.
- Un trabajador (0,002% del total) constituyó un caso de potencial superación del límite anual de dosis efectiva establecido en el Reglamento de Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes al haberse registrado valores de dosis superiores a 50 mSv/año.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas y se excluyen los casos de potencial sobreexposición, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 0,62 mSv/año.

#### II.1.1.2. Medicina nuclear

El número de trabajadores controlados dosimétricamente fue de 2.409, a los que corresponde una dosis colectiva de 2.106 mSv·persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 1.272 trabajadores (52,80% del total) no han reportado dosis significativas.

- 542 trabajadores (22,50% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 539 trabajadores (22,37% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- 55 trabajadores (2,28% del total) han recibido dosis comprendidas entre 6 y 20 mSv.
- Un trabajador (0,04% del total) ha recibido dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv.
- Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 50 mSv.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas, la dosis individual media de este colectivo de trabajadores resulta ser de 1,85 mSv/año.

#### II.1.1.3. Radioterapia

El número de trabajadores controlados dosimétricamente fue de 2.788, a los que corresponde una dosis colectiva de 121 mSv·persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 2.526 trabajadores (90,60% del total) no han reportado dosis significativas.
- 238 trabajadores (8,54% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.

- 23 trabajadores (0,82% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- Un trabajador (0,04% del total) ha recibido dosis comprendidas entre 6 y 20 mSv.
- Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 20 mSv.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 0,46 mSv/año.

#### II.1.1.4. Odontología

El número de trabajadores controlados dosimétricamente fue de 19.560, a los que corresponde una dosis colectiva de 2.891 mSv·persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 12.708 trabajadores (64,97% del total) no han reportado dosis significativas.
- 6.275 trabajadores (32,08% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 570 trabajadores (2,91% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.

- Cinco trabajadores (0,03% del total) han recibido dosis comprendidas entre 6 y 20 mSv.
- Dos trabajadores (0,01% del total) recibieron dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv.
- Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 50 mSv.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 0,42 mSv/año.

#### II.1.1.5. Otros<sup>4</sup>

El número de trabajadores controlados dosimétricamente fue de 16.175, a los que corresponde una dosis colectiva de 2.066 mSv·persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 13.166 trabajadores (81,40% del total) no han reportado dosis significativas.
- 2.494 trabajadores (15,42% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.

4. En este grupo se incluyen los trabajadores de clínicas veterinarias además de trabajadores de mantenimiento, limpieza, celadores, etc., que no pueden ser adscritos a otra rama específica.

- 484 trabajadores (2,99% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- 30 trabajadores (0,19% del total) han recibido dosis comprendidas entre 6 y 20 mSv.
- Un trabajador (0,006% del total) ha recibido dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv.
- Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 50 mSv.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas y se excluyen los casos de potencial sobreexposición, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 0,69 mSv/año.

### II.1.2. Resultados dosimétricos en instalaciones radiactivas industriales

Durante el año 2013 el número de trabajadores controlados dosimétricamente que desarrollaron su actividad en el ámbito de las instalaciones radiactivas industriales se cifra en 7.098 personas, a los que corresponde una dosis colectiva de 1.799 mSv·persona.

La distribución de las dosis individuales en este sector laboral supone que, de ese total de 7.098 trabajadores:

- 5.393 trabajadores (75,98% del total) no han reportado dosis significativas.
- 1.247 trabajadores (17,57% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 401 trabajadores (5,65% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- 56 trabajadores (0,79% del total) han recibido dosis comprendidas entre 6 y 20 mSv.
- Un trabajador (0,01% del total) ha recibido dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv.
- Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 50 mSv.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas y se excluyen los casos de potencial sobreexposición, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 1,06 mSv/año.

A continuación, se desglosan estos datos globales en cada una de las distintas clasificaciones establecidas en el ámbito de las instalaciones radiactivas industriales, tales como radiología, gammagrafía, control de procesos, medidas de densidad y humedad del suelo, comercialización-asistencia y otros.

#### II.1.2.1. Radiología industrial

El número de trabajadores controlados dosimétricamente fue de 1.385, a los que

corresponde una dosis colectiva de 331 mSv·persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 1.135 trabajadores (81,95% del total) no han reportado dosis significativas.
- 165 trabajadores (11,91% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 69 trabajadores (4,98% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- 16 trabajadores (1,16% del total) han recibido dosis comprendidas entre 6 y 20 mSv.
- Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 20 mSv.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas y se excluyen los casos de potencial sobreexposición, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 1,33 mSv/año.

### II.1.2.2. Gammagrafía

El número de trabajadores controlados dosimétricamente fue de 718, a los que corresponde una dosis colectiva de 787 mSv·persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 295 trabajadores (41,09% del total) no han reportado dosis significativas.

- 204 trabajadores (28,41% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 192 trabajadores (26,74% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- 26 trabajadores (3,62% del total) han recibido dosis comprendidas entre 6 y 20 mSv.
- Un trabajador (0,14% del total) ha recibido dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv.
- Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 50 mSv.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 1,86 mSv/año.

### II.1.2.3. Control procesos

El número de trabajadores controlados dosimétricamente fue de 1.263, a los que corresponde una dosis colectiva de 44 mSv·persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 1.148 trabajadores (90,89% del total) no han reportado dosis significativas.
- 108 trabajadores (8,55% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.

- Seis trabajadores (0,48% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- Un trabajador (0,08% del total) ha recibido dosis comprendidas entre 6 y 20 mSv.
- Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 20 mSv.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 0,38 mSv/año.

#### II.1.2.4. Medidas de densidad y humedad

El número de trabajadores controlados dosimétricamente fue de 601, a los que corresponde una dosis colectiva de 78 mSv·persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 473 trabajadores (78,7% del total) no han reportado dosis significativas.
- 100 trabajadores (16,64% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 28 trabajadores (4,66% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 6 mSv.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 0,61 mSv/año.

#### II.1.2.5. Comercialización y asistencia técnica

El número de trabajadores controlados dosimétricamente fue de 1.749, a los que corresponde una dosis colectiva de 228 mSv·persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 1.378 trabajadores (78,79% del total) no han reportado dosis significativas.
- 328 trabajadores (18,75% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 39 trabajadores (2,23% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- Cuatro trabajadores (0,23% del total) han recibido dosis comprendidas entre 6 y 20 mSv.
- Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 20 mSv.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 0,61 mSv/año.



### II.1.2.6. Otros<sup>5</sup>

El número de trabajadores controlados dosimétricamente fue de 1.450, a los que corresponde una dosis colectiva de 330 mSv·persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 1.027 trabajadores (70,83% del total) no han reportado dosis significativas.
- 347 trabajadores (23,93% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 68 trabajadores (4,69% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- Ocho trabajadores (0,55% del total) han recibido dosis comprendidas entre 6 y 20 mSv.
- Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 20 mSv.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 0,78 mSv/año.

5. En este grupo se incluyen los trabajadores de empresas dedicadas a sondeos, prospecciones petrolíferas...

## II.2. Resultados dosimétricos en centrales nucleares

Durante el año 2013 el número de trabajadores controlados dosimétricamente que desarrollaron su actividad en el ámbito de las centrales nucleares en operación se cifra en 9.647 personas, cuyas lecturas dosimétricas suponen una dosis colectiva de 4.617 mSv·persona.

A la vista del número de reactores nucleares (siete)<sup>6</sup>, estos resultados hacen que la dosis colectiva media por reactor a lo largo del año 2013 sea 577 mSv·persona.

La distribución de las dosis individuales en este sector laboral supone que, de ese total de 9.647 trabajadores:

- 6.245 trabajadores (64,74% del total) no han recibido dosis significativas.
- 2.176 trabajadores (22,56% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 1.079 trabajadores (11,18% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.

6. En el cálculo de la dosis colectiva por reactor se han tenido en cuenta las condiciones operativas de los reactores nucleares en España para el año 2013: estaban en funcionamiento en ese momento un reactor tipo BWR (durante el 2013 la central de Santa María de Garoña permaneció todo el año en parada) y seis reactores tipo PWR.

- 147 trabajadores (1,52% del total) han recibido dosis comprendidas entre 6 y 20 mSv.
- Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 20 mSv.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 1,36 mSv/año.

Del total de la dosis colectiva, aproximadamente un 9% corresponde al personal de plantilla y un 91% al personal de contrata, debiéndose señalar que:

a) En el caso del personal de plantilla, hay un total de 2.197 trabajadores, cuyas lecturas dosimétricas suponen una dosis colectiva de 430 mSv·persona, de los cuales:

- 1.709 trabajadores (77,79% del total) no han recibido dosis significativas.
- 369 trabajadores (16,80% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 117 trabajadores (5,33% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- Dos trabajadores (0,09% del total) han recibido dosis comprendidas entre 6 y 20 mSv.

- Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 20 mSv.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 0,88 mSv/año.

b) En el caso del personal de contrata, hay un total de 7.510 trabajadores, cuyas lecturas dosimétricas suponen una dosis colectiva de 4.187 mSv·persona, de los cuales:

- 4.592 trabajadores (61,15% del total) no han recibido dosis significativas.
- 1.811 trabajadores (24,11% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 962 trabajadores (12,81% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- 145 trabajadores (1,93% del total) han recibido dosis comprendidas entre 6 y 20 mSv.
- Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 20 mSv.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 1,43 mSv/año.

A continuación, se resumen los datos dosimétricos correspondientes a cada una de las centrales nucleares.

### II.2.1. Central nuclear de Santa María de Garoña

El número de trabajadores controlados dosimétricamente fue de 732, a los que corresponde una dosis colectiva de 31 mSv·persona, distribuida, aproximadamente, un 28% entre el personal de plantilla y un 72% entre el personal de contrata.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 653 trabajadores (89,21% del total) no han reportado dosis significativas.
- 71 trabajadores (9,70% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- Ocho trabajadores (1,09% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 6 mSv.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 0,40 mSv/año, que se desglosan en 0,27 mSv/año para el personal de plantilla y 0,49 mSv/año para el personal de contrata.

En lo que se refiere a la dosimetría interna, se han realizado controles, mediante medida directa de la radiactividad corporal, a todos los trabajadores con riesgo significativo de incorporación de radionucleidos. En ninguno de los controles efectuados, mediante medida directa de la radiactividad corporal, se han detectado casos de contaminación interna superior al nivel de registro establecido (1 mSv/año).

### II.2.2. Central nuclear de Almaraz (I y II)

El número de trabajadores controlados dosimétricamente fue de 2.345, a los que corresponde una dosis colectiva de 573 mSv·persona, distribuida, aproximadamente, un 3% entre el personal de plantilla y un 97% entre el personal de contrata.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 1.473 trabajadores (62,81% del total) no han reportado dosis significativas.
- 698 trabajadores (29,77% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 174 trabajadores (7,42% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 6 mSv.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 0,66 mSv/año, que se desglosan en 0,42 mSv/año para el personal de plantilla y 0,67 mSv/año para el personal de contrata.

Durante este año tuvo lugar la parada de recarga de la unidad II de esta central nuclear.

En lo que se refiere a la dosimetría interna, se han realizado controles, mediante medida directa de la radiactividad corporal, a todos los trabajadores con riesgo significativo de incorporación de radionucleidos. En ninguno de los controles efectuados, mediante medida directa de la radiactividad corporal, se han detectado casos de contaminación interna superior al nivel de registro establecido (1 mSv/año).

### II.2.3. Central nuclear de Ascó (I y II)

El número de trabajadores controlados dosimétricamente fue de 2.854, a los que corresponde una dosis colectiva de 640 mSv·persona, distribuida, aproximadamente, un 7% entre el personal de plantilla y un 93% entre el personal de contrata.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 1.970 trabajadores (69,03% del total) no han reportado dosis significativas.

- 670 trabajadores (23,48% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 214 trabajadores (7,50% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 6 mSv.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 0,72 mSv/año, que se desglosan en 0,5 mSv/año para el personal de plantilla y 0,75 mSv/año para el personal de contrata.

Durante este año tuvo lugar la parada de recarga de la unidad II de esta central.

En lo que se refiere a la dosimetría interna, se han realizado controles, mediante medida directa de la radiactividad corporal, a todos los trabajadores con riesgo significativo de incorporación de radionucleidos. En ninguno de los controles efectuados, mediante medida directa de la radiactividad corporal, se han detectado casos de contaminación interna superior al nivel de registro establecido (1 mSv/año).

### II.2.4. Central nuclear de Cofrentes

El número de trabajadores controlados dosimétricamente fue de 2.050 a los que corresponde una dosis colectiva de 2.250 mSv·persona, distribuida, aproximadamente, un

13% entre el personal de plantilla y un 87% entre el personal de contrata.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 963 trabajadores (46,98% del total) no han reportado dosis significativas.
- 493 trabajadores (24,05% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 511 trabajadores (24,93% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- 83 trabajadores (4,05% del total) han recibido dosis comprendidas entre 6 y 20 mSv.
- Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 20 mSv.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 2,07 mSv/año, que se desglosan en 1,64 mSv/año para el personal de plantilla y 2,15 mSv/año para el personal de contrata.

Durante este año tuvo lugar la parada de recarga de esta central nuclear.

En lo que se refiere a la dosimetría interna, se han realizado controles, mediante medida directa de la radiactividad corporal, a todos los trabajadores con riesgo significativo de

incorporación de radionucleidos. En ninguno de los controles efectuados, mediante medida directa de la radiactividad corporal, se han detectado casos de contaminación interna superior al nivel de registro establecido (1 mSv/año).

#### II.2.5. Central nuclear Vandellós II

El número de trabajadores controlados dosimétricamente fue de 2.144, a los que corresponde una dosis colectiva de 898 mSv·persona, distribuida, aproximadamente, un 6% entre el personal de plantilla y un 94% entre el personal de contrata.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 1.356 trabajadores (63,25% del total) no han reportado dosis significativas.
- 480 trabajadores (22,39% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 304 trabajadores (14,18% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- Cuatro trabajadores (0,19% del total) han recibido dosis comprendidas entre 6 y 20 mSv.
- Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 20 mSv.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 1,14 mSv/año, que se desglosan en 0,56 mSv/año para el personal de plantilla y 1,21 mSv/año para el personal de contrata.

Durante este año tuvo lugar la parada de recarga de esta central nuclear.

En lo que se refiere a la dosimetría interna, se han realizado controles, mediante medida directa de la radiactividad corporal, a todos los trabajadores con riesgo significativo de incorporación de radionucleidos. En ninguno de los controles efectuados, mediante medida directa de la radiactividad corporal, se han detectado casos de contaminación interna superior al nivel de registro establecido (1 mSv/año).

#### II.2.6. Central nuclear de Trillo

El número de trabajadores controlados dosimétricamente fue de 1.537, a los que corresponde una dosis colectiva de 224 mSv·persona, distribuida, aproximadamente, un 10% entre el personal de plantilla y un 90% entre el personal de contrata.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 1.045 trabajadores (67,99% del total) no han reportado dosis significativas.
- 441 trabajadores (28,69% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.

- 51 trabajadores (3,32% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 6 mSv.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 0,46 mSv/año, que se desglosan en 0,38 mSv/año para el personal de plantilla y 0,47 mSv/año para el personal de contrata.

Durante este año tuvo lugar la parada de recarga de esta central nuclear.

En lo que se refiere a la dosimetría interna, se han realizado controles, mediante medida directa de la radiactividad corporal, a todos los trabajadores con riesgo significativo de incorporación de radionucleidos. En ninguno de los controles efectuados, mediante medida directa de la radiactividad corporal, se han detectado casos de contaminación interna superior al nivel de registro establecido (1 mSv/año).

#### II.3. Resultados dosimétricos en el ciclo del combustible, residuos e instalaciones nucleares en desmantelamiento

Durante el año 2013 el número de trabajadores controlados dosimétricamente que desarrollaron su actividad en el ámbito de las instalaciones del ciclo de combustible, residuos y en las centrales nucleares Vandellós I

(período de latencia) y José Cabrera (fase de desmantelamiento) se cifra en 1.159 personas, cuyas lecturas dosimétricas suponen una dosis colectiva de 560 mSv·persona.

La distribución de las dosis individuales en estos sectores laborales supone que, de ese total de 1.159 trabajadores:

- 861 trabajadores (74,29% del total) no han reportado dosis significativas.
- 182 trabajadores (15,70% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 88 trabajadores (7,59% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- 28 trabajadores (2,42% del total) han recibido dosis comprendidas entre 6 y 20 mSv.
- Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 20 mSv.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 1,88 mSv/año.

### II.3.1. Fábrica de Juzbado (Enusa)

El número de trabajadores controlados dosimétricamente fue de 536, a los que corresponde una dosis colectiva de 82 mSv·persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 407 trabajadores (75,93% del total) no han reportado dosis significativas.
- 97 trabajadores (18,10% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 32 trabajadores (5,97% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 6 mSv.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 0,63 mSv/año.

En lo que se refiere a la dosimetría interna, se han realizado controles a 95 personas mediante medida directa de la radiactividad corporal y controles a 323 personas mediante técnicas de bioeliminación. En ningún caso se detectó contaminación interna superior al nivel de registro.

### II.3.2. Planta Quercus (Enusa)

Desde enero de 2003, esta instalación se encuentra en situación de parada definitiva de las actividades productivas.

El número de trabajadores controlados dosimétricamente fue de 26, a los que

corresponde una dosis colectiva de 1,11 mSv·persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 23 trabajadores (88,46% del total) no han reportado dosis significativas.
- Tres trabajadores (11,54% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 1 mSv.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativa, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 0,37 mSv/año.

En lo que se refiere a la dosimetría interna, en 2013 no se han realizado controles mediante análisis de excretas ni mediante medida directa de la radiactividad corporal.

### II.3.3. Instalación de almacenamiento de residuos de Sierra Albarrana (Enresa)

El número de trabajadores controlados dosimétricamente fue de 202, a los que corresponde una dosis colectiva de 5 mSv·persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 191 trabajadores (94,55% del total) no han reportado dosis significativas.

- 10 trabajadores (4,95% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.

- Un trabajador (0,5% del total) ha recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.

Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 6 mSv.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 0,46 mSv/año.

En lo que se refiere a la dosimetría interna, se han realizado controles a 107 personas mediante medida directa de la radiactividad corporal. En ningún caso se detectó contaminación interna superior al nivel de registro.

### II.3.4. Central nuclear Vandellós I

Desde el 17 de enero de 2005 esta instalación se encuentra en fase de latencia.

El número de trabajadores controlados dosimétricamente fue de ocho, a los que corresponde una dosis colectiva de 0 mSv·persona.

En lo que se refiere a la dosimetría interna, se han realizado controles mediante medida directa de la radiactividad corporal a un total de ocho personas. En ningún caso se detectó contaminación interna superior al nivel de registro.



### II.3.5. Central nuclear José Cabrera

El número de trabajadores controlados dosimétricamente durante el año 2013 fue de 372, a los que corresponde una dosis colectiva de 472 mSv·persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 219 trabajadores (58,87% del total) no han recibido dosis significativas.
- 70 trabajadores (18,82% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 55 trabajadores (14,78% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- 28 trabajadores (7,53% del total) han recibido dosis comprendidas entre 6 y 20 mSv.
- Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 20 mSv.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores, resulta ser de 3,08 mSv/año.

En lo que se refiere a la dosimetría interna, se han realizado controles a 362 personas mediante medida directa de la radiactividad corporal y controles a 116 personas mediante técnicas de bioeliminación. En ningún caso

se detectó contaminación interna superior al nivel de registro.

### II.3.6. Otros<sup>7</sup>

El número de trabajadores controlados dosimétricamente fue de 26, a los que corresponde una dosis colectiva de 0,31 mSv·persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 24 trabajadores (92,31% del total) no han reportado dosis significativas.
- Dos trabajadores (7,69% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 1 mSv.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 0,16 mSv/año.

## II.4. Resultados dosimétricos en otros tipos de instalaciones

Dentro de este apartado se ha considerado la siguiente clasificación:

- Centros de investigación y/o docencia.

7. En este grupo se incluyen trabajadores pertenecientes a actividades de minería y actividades de desmantelamientos no vinculadas a centrales nucleares.

- Entidades de transporte: transporte de residuos y de material radiactivo.
- Consejo de Seguridad Nuclear.

Durante el año 2013 el número de trabajadores controlados dosimétricamente que desarrollaron su actividad en estos ámbitos se cifra en 6.599 personas, cuyas lecturas dosimétricas suponen una dosis colectiva de 578 mSv·persona.

La distribución de las dosis individuales en estos sectores laborales supone que, de ese total de 6.595 trabajadores:

- 5.346 trabajadores (81,01% del total) no han reportado dosis significativas.
- 1.147 trabajadores (17,38% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 97 trabajadores (1,47% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- Nueve trabajadores (0,14% del total) han recibido dosis comprendidas entre 6 y 20 mSv.
- Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 20 mSv.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas, la dosis individual

media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 0,46 mSv/año.

#### II.4.1. Centros de investigación y/o docencia

El número de trabajadores controlados dosimétricamente fue de 6.261, a los que corresponde una dosis colectiva de 395 mSv·persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 5.104 trabajadores (81,52% del total) no han reportado dosis significativas.
- 1.105 trabajadores (17,65% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 50 trabajadores (0,80% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- Dos trabajadores (0,03% del total) han recibido dosis comprendidas entre 6 y 20 mSv.
- Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 20 mSv.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 0,34 mSv/año.

#### II.4.2. Entidades de transporte

El número de trabajadores controlados dosimétricamente fue de 144, a los que

corresponde una dosis colectiva de 182 mSv·persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 61 trabajadores (42,36% del total) no han reportado dosis significativas.
- 29 trabajadores (20,14% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 47 trabajadores (32,64% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- Siete trabajadores (4,86% del total) han recibido dosis comprendidas entre 6 y 20 mSv.
- Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 20 mSv.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 2,19 mSv/año.

#### II.4.3. Consejo de Seguridad Nuclear

El número de trabajadores controlados dosimétricamente ha sido de 194, a los que corresponde una dosis colectiva de 2,1 mSv·persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 181 trabajadores (93,3% del total) no han reportado dosis significativas.
- 13 trabajadores (6,7% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 1 mSv.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 0,16 mSv/año.

#### II.5. Resultados dosimétricos globales

A modo de resumen de los datos dosimétricos presentados en este informe, cabe señalar que para el conjunto de las instalaciones nucleares y radiactivas de nuestro país, durante el año 2013 el número de trabajadores controlados dosimétricamente asciende a 105.104, a los que corresponde una dosis colectiva de 18.702 mSv·persona.

La distribución de las dosis individuales supone que, de ese total de 105.104 trabajadores:

- 80.978 trabajadores (77,05% del total) no han recibido dosis significativas.
- 19.656 trabajadores (18,70% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.

- 4.069 trabajadores (3,87% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- 392 trabajadores (0,37% del total) han recibido dosis comprendidas entre 6 y 20 mSv.
- Ocho trabajadores (0,01% del total) han recibido dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv.
- Un trabajador (0,001% del total) constituye un caso de potencial superación del

límite anual de dosis efectiva establecido en el Reglamento de Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes al haberse registrado valores de dosis superiores a 50 mSv/año.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas y se excluyen los casos de potencial superación de los límites de dosis anuales, la dosis individual media en el conjunto de los trabajadores expuestos en España resulta ser de 0,78 mSv/año.

# III. Asignación administrativa de dosis

### III. Asignación administrativa de dosis

Como se ha indicado anteriormente, y por no falsear las estadísticas, en las valoraciones realizadas a lo largo de este informe no se han contabilizado las dosis administrativas que, como resultado de la política implantada por el CSN desde abril de 2003, se vienen asignando a aquellos trabajadores expuestos que no recambian sus dosímetros durante tres meses consecutivos.

Por ello, con el fin de valorar lo que suponen estas dosis administrativas en la práctica, en este apartado se presenta un análisis detallado del proceso de asignación de dosis administrativas a lo largo del año 2013.

El número total de trabajadores a los que se han asignado dosis administrativas es de 6.035 a los que correspondería una dosis colectiva de 56.076 mSv·persona como resultado de dicha asignación. Teniendo en cuenta que la dosis colectiva procedente de las lecturas de los dosímetros de los trabajadores controlados dosimétricamente es de 18.702 mSv·persona (apartado II.5) resulta que:

- La dosis colectiva total en el año 2013, incluyendo las dosis administrativas, sería de 74.778 mSv·persona.
- La dosis colectiva asociada a las dosis administrativas (56.076 mSv·persona) supondría un 75% de esa dosis colectiva total.

Del total de trabajadores controlados dosimétricamente a los que se han asignado dosis administrativas (6.035), hay 1.916 trabajadores cuya asignación de dosis obedece a que no han cambiado su dosímetro durante un período de tiempo igual o superior a seis meses, 237 de esos trabajadores no han recambiado su dosímetro en 12 meses.

En lo que se refiere a cómo se distribuyen estos trabajadores en función del sector en el que desarrollan su actividad laboral hay que señalar que, de los 6.035 trabajadores a los que se han asignado dosis administrativas:

- 5.884 trabajadores (97,5% del total) desarrollaron su actividad laboral en el ámbito de las instalaciones radiactivas médicas.
- 126 trabajadores (2,1%) del total desarrollaron su actividad laboral en el ámbito de las instalaciones radiactivas industriales<sup>8</sup>.
- 26 trabajadores (0,4% del total) desarrollaron su actividad laboral en otros tipos de instalaciones radiactivas.

Por este motivo, conviene expresar las cifras anteriores en términos relativos y, para ello, si se tiene en cuenta el número total de trabajadores

---

8. En 2013 un mismo trabajador tuvo dosis administrativas realizando trabajos en instalaciones médicas e industriales por lo que está contabilizado en ambas ramas en este desglose.

controlados dosimétricamente en cada uno de los sectores indicados resulta que:

- Los 5.884 trabajadores a los que se han asignado dosis administrativas en el ámbito de las instalaciones radiactivas médicas representan un 7,18% del total de trabajadores en este ámbito, que incluyendo los trabajadores que no recambiaron su dosímetro, asciende a 81.953.
- Los 126 trabajadores a los que se han asignado dosis administrativas en el ámbito de las instalaciones radiactivas industriales representa un 1,77% del total de trabajadores en este ámbito (7.111).
- Los 26 trabajadores a los que se han asignado dosis administrativas en otros tipos de instalaciones radiactivas representan un 0,39% del total de trabajadores en estos ámbitos (6.605).

Por otra parte, del total de 5.884 trabajadores a los que se han asignado dosis administrativas en el ámbito de las instalaciones radiactivas médicas:

- 2.577 trabajadores (44% del total) desarrollaron su actividad laboral en el ámbito del radiodiagnóstico.
- 1.284 trabajadores (22% del total) desarrollaron su actividad laboral en el ámbito de la odontología.
- 125 trabajadores (2% del total) desarrollaron su actividad laboral en el ámbito de la radioterapia.
- 65 trabajadores (1% del total) desarrollaron su actividad laboral en el ámbito de la medicina nuclear.
- 1.840 trabajadores (31% del total) desarrollaron su actividad laboral en otros ámbitos.

Por tanto, las actuaciones del CSN encaminadas a corregir aquellas situaciones (no recambio mensual del dosímetro) que conducen a la asignación administrativa de dosis están enfocadas, de forma prioritaria, en el ámbito de las instalaciones radiactivas médicas y, en particular, en el sector de radiodiagnóstico.

## IV. Resumen y conclusiones



## IV. Resumen y conclusiones

Como hecho destacable hay que señalar que, aunque la legislación española de protección radiológica permite que un trabajador expuesto pueda recibir una dosis de hasta 50 mSv en un año<sup>9</sup>, la realidad es que en el año 2013, y sobre un total de 105.104 trabajadores controlados dosimétricamente, resulta que:

- 100.634 trabajadores (95,75% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 4.069 trabajadores (3,87% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- 400 trabajadores (0,38%) han recibido dosis superiores a 6 mSv (e inferiores a 50 mSv).

Estas cifras hacen que la dosis individual media de los trabajadores controlados dosimétricamente en el año 2013 haya sido de 0,78 mSv, lo que representa solo un 1,55% de la dosis anual máxima permitida en la legislación española.

Se efectúa a continuación un estudio comparativo entre los diferentes sectores laborales en los que se utilizan las radiaciones ionizan-

tes en nuestro país, considerando tres elementos básicos de análisis y evaluación:

1. Número de trabajadores y dosis colectiva.
2. Dosis individual media.
3. Número de trabajadores con dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv/año.

A la hora de valorar los resultados hay que tener en cuenta que, en el año 2013:

- Estaban en funcionamiento un reactor nuclear de agua a ebullición (BWR): Cofrentes, y seis reactores nucleares de agua a presión (PWR): Almaraz I y II, Ascó I y II, Vandellós II y Trillo.
- La central nuclear de Garoña estuvo en fase de parada fría durante todo el año 2013.
- Se llevaron a cabo operaciones de recarga del combustible en todas las centrales salvo en las centrales de Almaraz I y Ascó I.
- Estaban en funcionamiento la fábrica de elementos combustibles de Juzbado y la instalación de almacenamiento de residuos de Sierra Albarrana (El Cabril).
- Se encontraba en fase de parada de actividades productivas la planta de producción de concentrados de uranio Quercus.

9. Siempre que la dosis total recibida en un período de cinco años consecutivos no exceda de 100 mSv.

- La central nuclear José Cabrera se hallaba en fase de desmantelamiento.

#### IV.1. Número de trabajadores y dosis colectivas

- El número de trabajadores controlados dosimétricamente durante el año 2013 asciende a 105.104 a los que corresponde una dosis colectiva de 18.702 mSv·persona, que se distribuyen sectorialmente según muestra la siguiente tabla:

	Nº trabajadores	Dosis colectiva (mSv·persona)
Instalaciones radiactivas médicas	81.133	11.147
Instalaciones radiactivas industriales	7.098	1.799
Centrales nucleares	9.647	4.617
Ciclo combustible, residuos y desmantelamiento	1.159	560
Otras instalaciones	6.599	578
<b>Total</b>	<b>105.104</b>	<b>18.702</b>

Esta información aparece representada gráficamente en las siguientes figuras del anexo III:

- Figura 1. Número de trabajadores en instalaciones radiactivas médicas e industriales.
- Figura 2. Número de trabajadores por intervalo de dosis en instalaciones radiactivas médicas e industriales.
- Figura 3. Dosis colectiva en instalaciones radiactivas médicas e industriales.

– Figura 4. Número de trabajadores y dosis colectiva en centrales nucleares.

– Figura 5. Número de trabajadores por intervalo de dosis en centrales nucleares.

– Figura 6. Dosis colectiva en centrales nucleares.

– Figura 7. Dosis colectiva y número de trabajadores por sectores.

- La mayor contribución a la dosis colectiva de los trabajadores controlados dosimétricamente corresponde a las instalaciones radiactivas médicas y, dentro de éstas, a las instalaciones de radiodiagnóstico (3.964 mSv·persona). Asimismo, son estas instalaciones de radiodiagnóstico las más representativas en cuanto al número de trabajadores (41.395 personas, lo que supone un 39% del total de trabajadores controlados dosimétricamente durante el año 2013).
- En el ámbito de las instalaciones radiactivas industriales la mayor contribución a la dosis colectiva corresponde a las instalaciones de gammagrafía industrial (787 mSv·persona). El ámbito englobado en “Comercialización y asistencia técnica” es el más representativo en cuanto al número de trabajadores controlados dosimétricamente (1.749 personas).

- Dentro del ámbito “otras instalaciones”, son los centros de investigación/docencia los que más contribuyen a la dosis colectiva (395 mSv-persona) y son también los más representativos en cuanto al número de trabajadores controlados dosimétricamente (6.261 personas).
- En el sector nuclear, la dosis colectiva media por reactor a lo largo del año 2013 ha sido de 660 mSv-persona, superior a la correspondiente del año 2012 (414 mSv-persona). Tanto en 2012 como en 2013 se produjeron cinco paradas de recarga del combustible.
- Con el fin de efectuar una valoración global de la dosimetría de los trabajadores expuestos en el sector nucleoelectrico español, en las figuras 8 y 9 del anexo III se muestra la evolución temporal de la dosis colectiva media trienal por reactor para las centrales nucleares españolas de agua a presión (PWR) y a ebullición (BWR), y se comparan dichas dosis con los valores registrados en el ámbito internacional<sup>10</sup>.

Los resultados obtenidos pueden valorarse positivamente si se tiene en cuenta que:

- Para los reactores tipo PWR (figura 8):

- Durante el trienio 2011-2013 se observa una estabilización en la dosis colectiva media trienal por reactor respecto al trienio anterior. En el año 2013 tuvieron lugar cuatro paradas para recarga de combustible en las centrales nucleares Almaraz II, Ascó II, Vandellós II y de Trillo.

- La situación de las dosis ocupacionales en las centrales nucleares españolas de esta tecnología sigue mostrando valores de dosis ocupacionales inferiores a los presentados por centrales nucleares europeas de la misma tecnología para el trienio 2010-2012 y otros datos disponibles de países de nuestro entorno tecnológico.

- Para los reactores tipo BWR (figura 9):

- El valor de la dosis colectiva media trienal para los reactores BWR en el trienio 2011-2013 resulta ser superior al del trienio anterior debido al número de paradas incluidas en la media trienal (tres para el período 2011-2013 frente a dos en el período 2010-2012) debido al cese de explotación de Santa María de Garoña en 2013.

- Se observa una disminución de las dosis colectivas respecto a los años anteriores en los que se efectuaron paradas para recarga en ambas centrales

10. Los datos internacionales son los publicados por el Sistema Internacional de Información sobre Exposiciones Ocupacionales (ISOE-Information System on Occupational Exposure).

(2011 y 2009). La dosis colectiva media trienal en esos años se vio afectada por el mayor valor alcanzado en las recargas de la central nuclear de Cofrentes.

- La dosis colectiva media de las centrales BWR españolas en el trienio 2011-2013 resulta ser menor que la media de las centrales nucleares de EEUU, Asia y Europa.

- Dentro del sector nuclear, es en la central nuclear de Cofrentes donde se registra la dosis colectiva más elevada (2.250 mSv·persona).

Por el contrario, es la central nuclear de Garoña la que presenta valores de dosis colectivas inferiores a los del resto de centrales en operación (31 mSv·persona).

- Dentro del sector del ciclo de combustible, residuos e instalaciones nucleares en desmantelamiento, es la central nuclear de José Cabrera (472 mSv·persona) la que contribuye en mayor medida a los valores de dosis colectiva registrados.

#### IV.2. Dosis individuales medias

- Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas y se excluyen los casos de potencial sobreexposición, la dosis individual media correspondiente al año 2013, para el global de los trabajadores

controlados dosimétricamente del país, resulta ser de 0,78 mSv/año. Los valores de este parámetro en cada uno de los sectores considerados se indican en la tabla siguiente:

	Dosis individual media (mSv/año)
Instalaciones radiactivas médicas	0,63
Instalaciones radiactivas industriales	1,06
Centrales nucleares	1,36
Ciclo combustible, residuos y desmantelamiento	1,88
Otras instalaciones	0,46

Esta información aparece representada gráficamente en las siguientes figuras del anexo III:

- Figura 10. Dosis individual media por sectores.
- Figura 11. Dosis individual media en instalaciones radiactivas médicas e industriales.
- Figura 12. Dosis individual media en centrales nucleares.

- Dentro de estos sectores laborales, son las instalaciones del sector “Ciclo del combustible, residuos y desmantelamiento”, las que registran la dosis individual media más elevada (1,88 mSv/año), siendo la central en desmantelamiento de José Cabrera

la que contribuye en mayor medida a los valores de dosis individual media con 3,08 mSv/año.

- Dentro del sector de las instalaciones radiactivas hay que destacar que:

- En el ámbito de las instalaciones radiactivas industriales, son las instalaciones de gammagrafía las que registran una dosis individual media más alta (1,86 mSv/año).

- En el ámbito de las instalaciones radiactivas médicas, son las instalaciones de medicina nuclear las que registran una dosis individual media más alta (1,85 mSv/año).

- Dentro del sector de centrales nucleares, la dosis individual media es de 1,36 mSv·persona, siendo el personal de contrata el que más contribuye a este valor (1,43 mSv/año frente a 0,88 mSv/año para el personal de plantilla). Esta tendencia es general a nivel internacional y obedece a que la realización de los trabajos radiológicamente más significativos (mantenimiento mecánico, reparaciones, etc.) se realiza habitualmente por personal de contrata. La dosis individual media más alta (2,07 mSv/año) se registra en la central nuclear de Cofrentes, y la más baja (0,4 mSv/año) en la central nuclear de Garoña.

- Dentro del sector que se ha denominado “otras instalaciones” se encuentran los trabajadores controlados dosimétricamente implicados en actividades de transporte, quienes registran el valor más alto de dosis individual media (2,19 mSv/año). Esta situación ya se puso en evidencia en años anteriores, lo que motivó que el CSN acometiera la implementación de una serie de medidas encaminadas a disminuir las dosis en este sector.

### IV.3. Número de trabajadores con dosis superiores a 20 mSv

- Sobre un colectivo total de 105.104 trabajadores controlados dosimétricamente, hay ocho trabajadores (0,01% del total) que han presentado dosis superiores a 20 mSv/año (sin alcanzar los 50 mSv/año); estos trabajadores se distribuyen según se indica en la tabla siguiente:

	Nº de trabajadores	Nº de trabajadores con dosis >20 mSv <sup>11</sup>
Instalaciones radiactivas médicas	81.133	7
Instalaciones radiactivas industriales	7.098	1
Centrales nucleares	9.647	–
Ciclo combustible, residuos y desmantelamiento	1.159	–
Otras instalaciones	6.599	–

11. No se incluyen los casos de potencial superación del límite anual de dosis.

- Es en el ámbito de las instalaciones radiactivas médicas donde se registran mayor número de trabajadores con dosis superiores a 20 mSv/año (siete trabajadores), siendo el sector de radiodiagnóstico el que más contribuye a esta cifra (con tres trabajadores).
- Dentro de las instalaciones radiactivas industriales, se contabiliza un caso de un trabajador con dosis superiores a 20 mSv/año, en el sector de gammagrafía.

En relación con este punto, es necesario aclarar que el Real Decreto 783/2001 establece

que los trabajadores expuestos no deberán recibir dosis superiores a 100 mSv en cinco años consecutivos, lo que supone un promedio de 20 mSv/año. El que un trabajador reciba durante un año dosis superiores a 20 mSv no implica que vaya a superar el límite de dosis, este límite solo se excede cuando se superan 50 mSv en un año.

No obstante, estos trabajadores que exceden 20 mSv en un año deben ser objeto de especial atención puesto que, si esta circunstancia se repitiera año tras año, podrían llegar a exceder el límite de dosis reglamentario.

# V. Tendencias en la exposición a radiaciones

## V. Tendencias en la exposición a radiaciones

En el anexo I, se presenta la tabla 1 “Análisis comparativo de dosis ocupacionales. Años 2012 y 2013”, que contiene los resultados obtenidos en este informe frente a los obtenidos en el realizado para el año 2012 con el mismo enfoque, es decir, excluyendo las asignaciones administrativas de dosis. A continuación, se efectúa un análisis comparativo de los resultados correspondientes al período 2012-2013.

- En el conjunto de las instalaciones nucleares y radiactivas:
  - Disminuye el número de trabajadores controlados dosimétricamente en un 0,7% (105.824 en 2012 frente a 105.104 en 2013).
  - Aumenta la dosis colectiva en un 2,2% (18.286 mSv·persona en 2012 frente a 18.702 mSv·persona en 2013).
  - Aumenta la dosis individual media en un 4,5% (0,74 mSv/año en 2012 frente a 0,77 mSv/año en 2013).
  - Disminuye en un 112% el número de trabajadores con dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv/año (17 en el año 2012 frente a ocho en el año 2013).
- En el ámbito de las instalaciones radiactivas médicas:
  - Disminuye el número de trabajadores controlados dosimétricamente en un 0,6% (81.623 en 2012 frente a 81.133 en 2013).
  - Disminuye la dosis colectiva en un 3,5% (11.539 mSv·persona en 2012 frente a 11.147 mSv·persona en 2013).
  - Se mantiene la dosis individual media (0,63 mSv/año en 2012 y 2013).
  - Disminuye el número de trabajadores con dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv/año en un 43% (10 en el año 2012 frente a siete en el año 2013).
- En el ámbito de las instalaciones radiactivas industriales:
  - Disminuye el número de trabajadores controlados dosimétricamente en un 7,7% (7.646 en 2012 frente a 7.098 en 2013).
  - Disminuye la dosis colectiva en un 41% (2.544 mSv·persona en 2012 frente a 1.799 mSv·persona en 2013).
  - Disminuye la dosis individual media en un 24% (1,32 en 2012 frente a 1,06 en 2013).



- Disminuye el número de trabajadores con dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv/año en un 600% (siete en 2012 y uno en 2013).
- En el ámbito de las centrales nucleares:
  - Aumenta el número de trabajadores controlados dosimétricamente en un 3,3% (9.333 en 2012 frente a 9.647 en 2013).
  - Aumenta de manera significativa la dosis colectiva en un 28% (3.309 mSv·persona en 2012 frente a 4.617 mSv·persona en 2013).
  - Aumenta la dosis individual media en un 26% (1,01 mSv/año en el 2012 frente a 1,36 mSv/año en el 2013).
  - Se mantiene el número de trabajadores con dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv/año (ninguno en los años 2012 y 2013).

Por último, con objeto de disponer de una perspectiva temporal más amplia de lo que ha sido la evolución de las dosis ocupacionales en nuestro país:

- En el anexo II se presentan una serie de tablas que amplían el estudio comparativo realizado en este apartado al período comprendido entre 2009 y 2013:

- Tabla 1. Análisis comparativo de dosis ocupacionales en instalaciones radiactivas. Años 2009-2013.

- Tabla 2. Análisis comparativo de dosis ocupacionales en instalaciones radiactivas médicas. Años 2009-2013.

- Tabla 3. Análisis comparativo de dosis ocupacionales en instalaciones radiactivas industriales. Años 2009-2013.

- Tabla 4. Análisis comparativo de dosis ocupacionales en centrales nucleares. Años 2009-2013.

- La información recogida en estas tablas aparece representada gráficamente en las siguientes figuras del anexo III:

- Figura 13. Análisis comparativo de la dosis colectiva y la dosis individual media en instalaciones radiactivas médicas e industriales. Años 2009-2013.

- Figura 14. Análisis comparativo de la dosis colectiva y la dosis individual media en instalaciones radiactivas médicas. Años 2009-2013.

- Figura 15. Análisis comparativo de la dosis colectiva y la dosis individual media en instalaciones radiactivas industriales. Años 2009-2013.

- Figura 16. Análisis comparativo de la dosis colectiva y la dosis individual media en centrales nucleares. Años 2009-2013.
- Figura 17. Análisis comparativo del número de trabajadores con dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv/año en distintos sectores laborales. Años 2009-2013.
- Figura 18. Análisis comparativo del número de trabajadores con dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv/año en instalaciones radiactivas médicas. Años 2009-2013.
- Figura 19. Análisis comparativo del número de trabajadores con dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv/año en instalaciones radiactivas industriales. Años 2009-2013.

# Anexos

## Anexo I. Análisis comparativo de dosis ocupacionales. Años 2012 y 2013

Tabla 1. Análisis comparativo de dosis ocupacionales. Años 2012 y 2013

Categoría ocupacional	Número de trabajadores		Dosis individual media (mSv) <sup>1</sup>		Dosis colectiva (mSv-persona)		Número de trabajadores con dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv <sup>2</sup>	
	2012	2013	2012	2013	2012	2013	2012	2013
Centrales nucleares	9.333	9.647	1,01	1,36	3.309	4.617	–	–
Instalaciones radiactivas médicas	81.623	81.133	0,63	0,63	11.539	11.147	10	7
Radiodiagnóstico	42.177	41.395	0,60	0,62	4.103	3.964	6	3
Radioterapia	2.852	2.788	0,59	0,46	163	121	1	–
Medicina nuclear	2.451	2.409	1,81	1,85	2.242	2.106	–	1
Odontología	19.186	19.560	0,44	0,42	3.062	2.891	2	2
Otras	16.234	16.175	0,65	0,69	1.969	2.066	1	1
Instalaciones radiactivas industriales	7.646	7.098	1,32	1,06	2.544	1.799	7	1
Radiología industrial	1.475	1.385	1,35	1,33	395	331	–	–
Gammagrafía industrial	818	718	2,70	1,86	1.359	787	6	1
Control de procesos	1.353	1.263	0,31	0,38	38	44	–	–
Densidad y humedad	819	601	0,56	0,61	106	78	–	–
Comercialización-asistencia	1.800	1.749	0,61	0,61	245	228	–	–
Otros	1.543	1.450	0,86	0,78	401	330	1	–
Ciclo del combustible	1.190	1.159	1,26	1,88	383	560	–	–
Otras instalaciones	6.518	6.599	0,44	0,46	510	578	–	–
<b>Total</b>	<b>105.824</b>	<b>105.104</b>	<b>0,74</b>	<b>0,78</b>	<b>18.286</b>	<b>18.702</b>	<b>17</b>	<b>8</b>

1. Solo trabajadores con dosis significativas.

2. No se incluyen los casos de potencial superación de los límites de dosis.

## Anexo II. Análisis comparativo de dosis ocupacionales. Años 2009 a 2013

Tabla 1. Análisis comparativo de dosis ocupacionales en instalaciones radiactivas. Años 2009 a 2013

Tipo de instalación	Médicas					Industriales				
	Año	2009	2010	2011	2012	2013	2009	2010	2011	2012
Nº de personas	81.831	83.209	82.330	81.623	81.133	7.832	7.745	7.853	7.646	7.098
Nº personas con dosis significativa	22.276	23.785	20.810	18.198	17.567	2.590	2.521	2.275	1.933	1.705
Dosis colectiva (mSv-persona)	14.381	15.158	12.316	11.539	11.147	3.017	3.207	2.929	2.544	1.799
Dosis individual media (mSv/año)	0,65	0,64	0,59	0,63	0,63	1,16	1,27	1,29	1,32	1,06
Nº personas dosis entre 20-50 mSv/año	13	12	6	10	7	4	7	7	7	1

Tabla 2. Análisis comparativo de dosis ocupacionales en instalaciones radiactivas médicas. Años 2009 a 2013

Tipo de instalación	Radiodiagnóstico					Radioterapia				
	Año	2009	2010	2011	2012	2013	2009	2010	2011	2012
Nº de personas	44.167	44.218	43.135	42.177	41.395	2.876	2.880	2.912	2.852	2.788
Nº personas con dosis significativa	8.970	9.212	7.799	6.877	6.418	426	480	298	279	262
Dosis colectiva (mSv-persona)	5.293	5.340	4.145	4.103	3.964	201	205	134	163	121
Dosis individual media (mSv/año)	0,59	0,58	0,53	0,60	0,62	0,47	0,43	0,45	0,59	0,46
Nº personas dosis entre 20-50 mSv/año	11	9	-	6	3	-	-	-	1	-

Tipo de instalación	Medicina nuclear					Odontología				
	Año	2009	2010	2011	2012	2013	2009	2010	2011	2012
Nº de personas	2.526	2.609	2.503	2.451	2.409	17.138	17.924	18.587	19.186	19.560
Nº personas con dosis significativa	1.407	1.474	1.285	1.236	1.137	8.419	9.029	8.380	6.907	6.852
Dosis colectiva (mSv-persona)	2.580	2.650	2.347	2.242	2.106	4.186	4.689	3.676	3.062	2.891
Dosis individual media (mSv/año)	1,83	1,80	1,83	1,81	1,85	0,50	0,52	0,44	0,44	0,42
Nº personas dosis entre 20-50 mSv/año	1	3	3	-	1	-	-	1	2	2

Tabla 3. Análisis comparativo de dosis ocupacionales en instalaciones radiactivas industriales. Años 2009 a 2013

Tipo de instalación	Radiología					Gammagrafía				
	Año	2009	2010	2011	2012	2013	2009	2010	2011	2012
Nº de personas	1.270	1.306	1.403	1.475	1.385	852	808	848	818	718
Nº personas con dosis significativa	432	426	374	293	250	559	527	490	503	423
Dosis colectiva (mSv-persona)	576	527	727	395	331	1.278	1.358	945	1.359	787
Dosis individual media (mSv/año)	1,33	1,24	1,94	1,35	1,33	2,29	2,59	1,93	2,70	1,86
Nº personas dosis entre 20-50 mSv/año	-	1	2	-	-	-	-	-	-	1

Tipo de instalación	Control de procesos				
Año	2009	2010	2011	2012	2013
Nº de personas	1.481	1.427	1.408	1.353	1.263
Nº personas con dosis significativa	280	252	207	121	115
Dosis colectiva (mSv-persona)	255	386	461	38	44
Dosis individual media (mSv.año)	0,91	1,53	2,23	0,31	0,38
Nº personas dosis entre 20-50 mSv/año	-	1	4	-	-

Tabla 4. Análisis comparativo de dosis ocupacionales en centrales nucleares. Años 2009 a 2013

Tipo de trabajo	Plantilla					Contrata					
	Año	2009	2010	2011	2012	2013	2009	2010	2011	2012	2013
Nº de personas		2.043	2.099	2.173	2.224	2.197	7.672	6.112	7.807	7.185	7.510
Nº personas con dosis significativa		703	478	674	492	488	4.094	2.376	3.660	2.776	2.918
Dosis colectiva (mSv-persona)		839	357	738	316	430	8.378	2.679	6.291	2.993	4.187
Dosis individual media (mSv/año)		1,19	0,75	1,09	0,64	0,88	2,05	1,13	1,72	1,08	1,43
Nº personas dosis entre 20-50 mSv/año		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tipo de trabajo	Total					
	Año	2009	2010	2011	2012	2013
Nº de personas		9.580	8.058	9.861	9.333	9.647
Nº personas con dosis significativa		4.771	2.844	4.314	3.268	3.402
Dosis colectiva (mSv-persona)		9.217	3.037	7.029	3.309	4.617
Dosis individual media (mSv.año)		1,93	1,07	1,63	1,01	1,36
Nº personas dosis entre 20-50 mSv/año		-	-	-	-	-

### Anexo III. Análisis comparativo de dosis ocupacionales. Figuras

Figura 1. Número de trabajadores en instalaciones radiactivas médicas e industriales (año 2013)

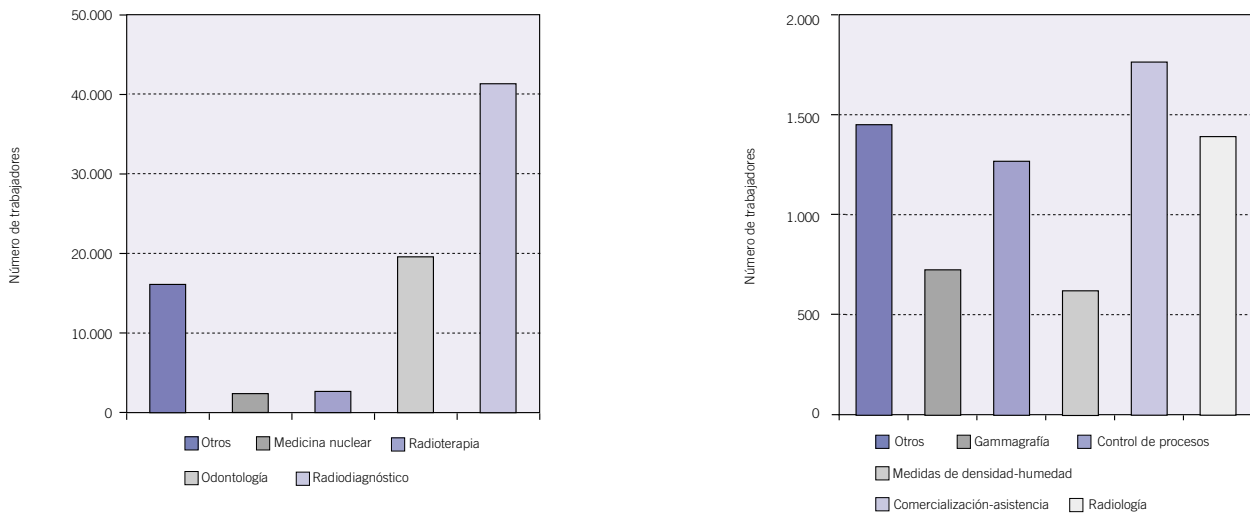


Figura 2. Número de trabajadores por intervalo de dosis en instalaciones radiactivas médicas e industriales (año 2013)

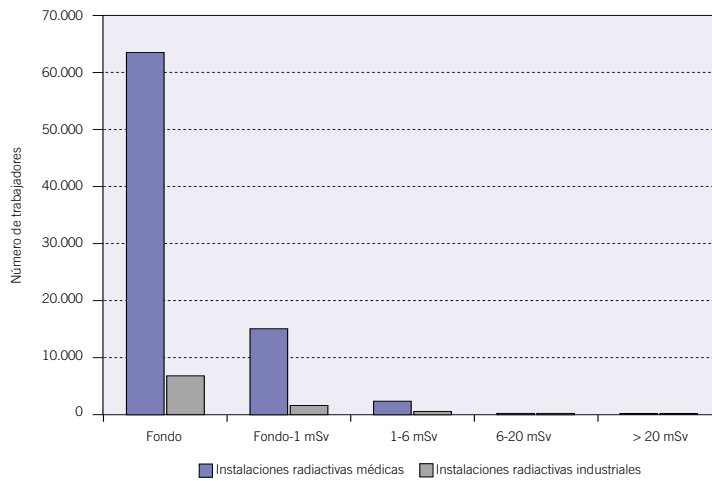




Figura 3. Dosis colectiva en instalaciones radiactivas médicas e industriales (año 2013)

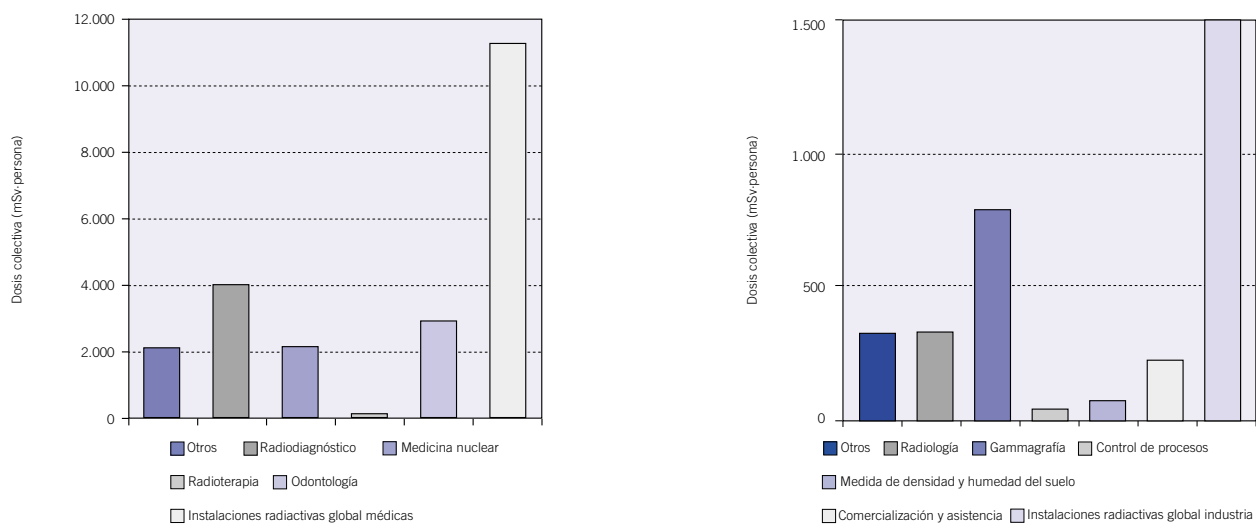


Figura 4. Número de trabajadores y dosis colectiva en centrales nucleares (año 2013)

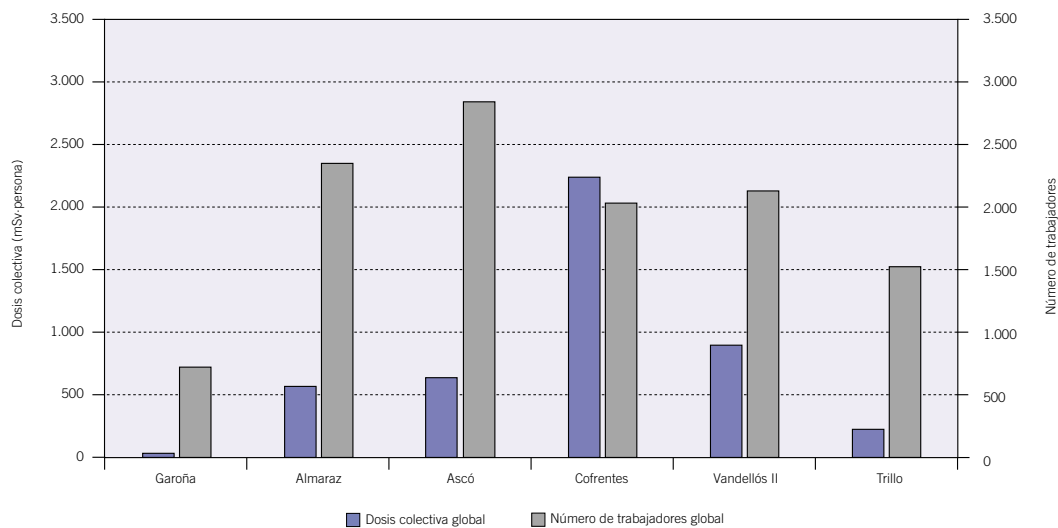


Figura 5. Número de trabajadores por intervalo de dosis en centrales nucleares españolas (año 2013)

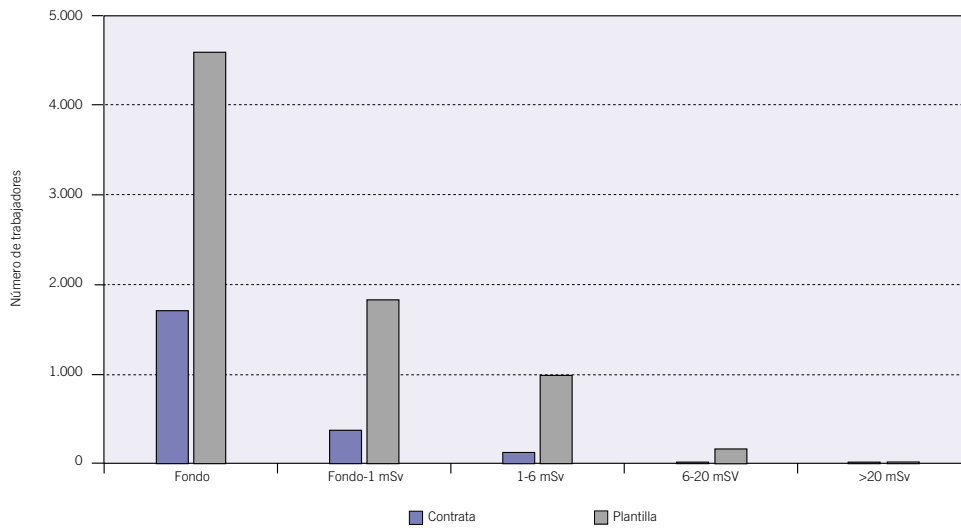


Figura 6. Dosis colectiva de trabajadores en centrales nucleares (año 2013)

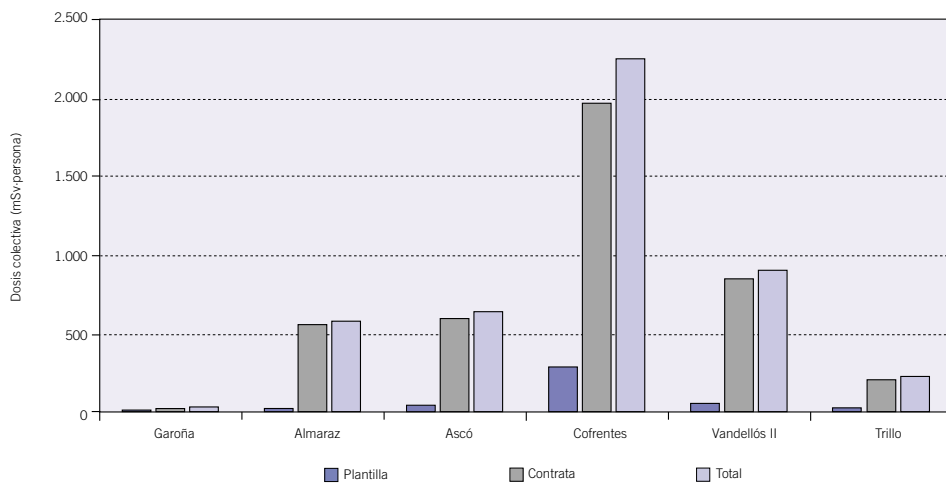


Figura 7. Dosis colectiva y número de trabajadores por sectores (año 2013)

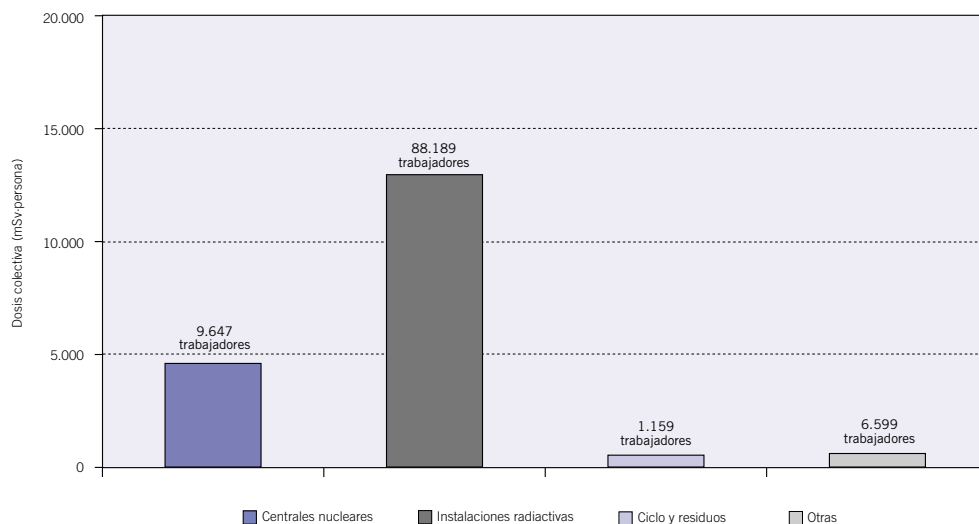
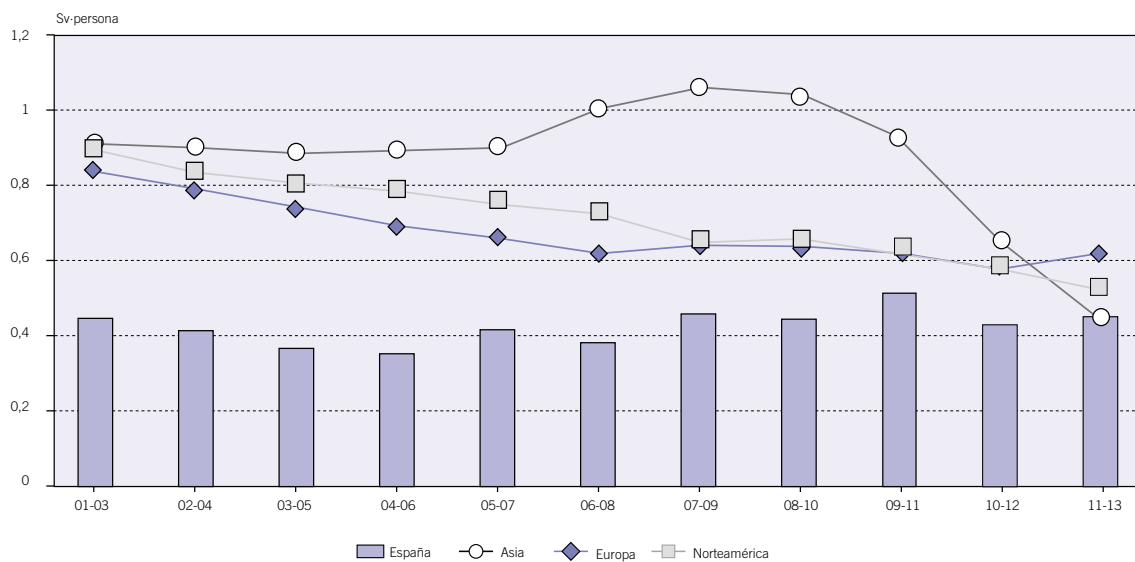
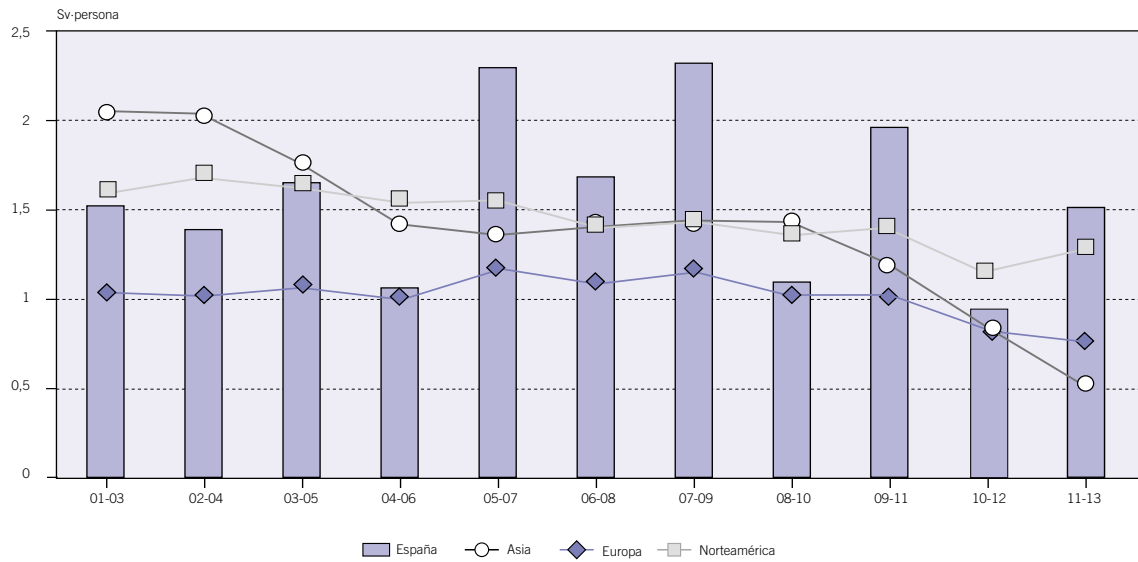


Figura 8. Dosis colectiva media trienal (Sv-persona) por reactor para reactores de tipo PWR. Comparación internacional



Nota: en la elaboración de esta gráfica se han considerado dosis medias colectivas trienales para reactores de tipo PWR en cada región de comparación.

Figura 9. Dosis colectiva media trienal (Sv·persona) por reactor para reactores de tipo BWR. Comparación internacional



Nota: en la elaboración de esta gráfica se han considerado dosis medias colectivas trienales para reactores de tipo BWR en cada región de comparación.

Figura 10. Dosis individual media por sectores (año 2013)

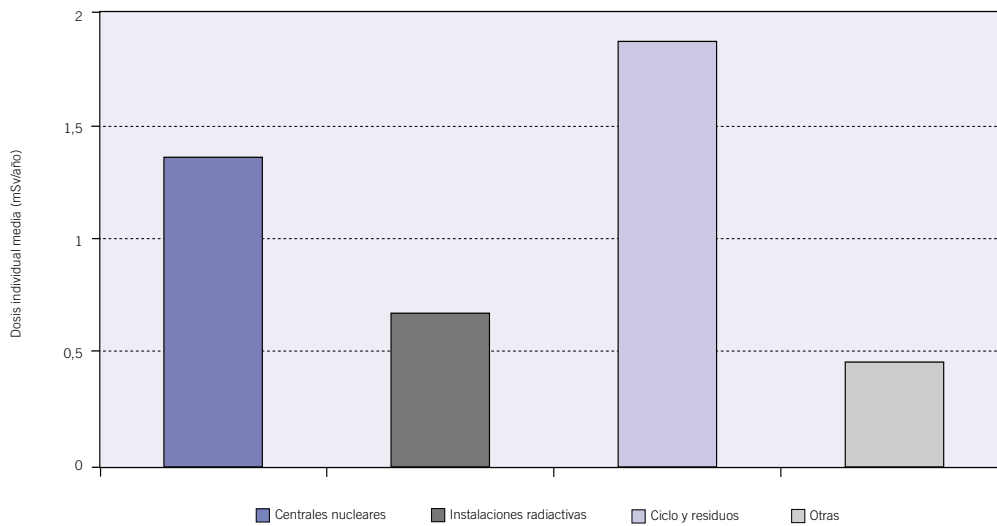


Figura 11. Dosis individual media en instalaciones radiactivas médicas e industriales (año 2013)

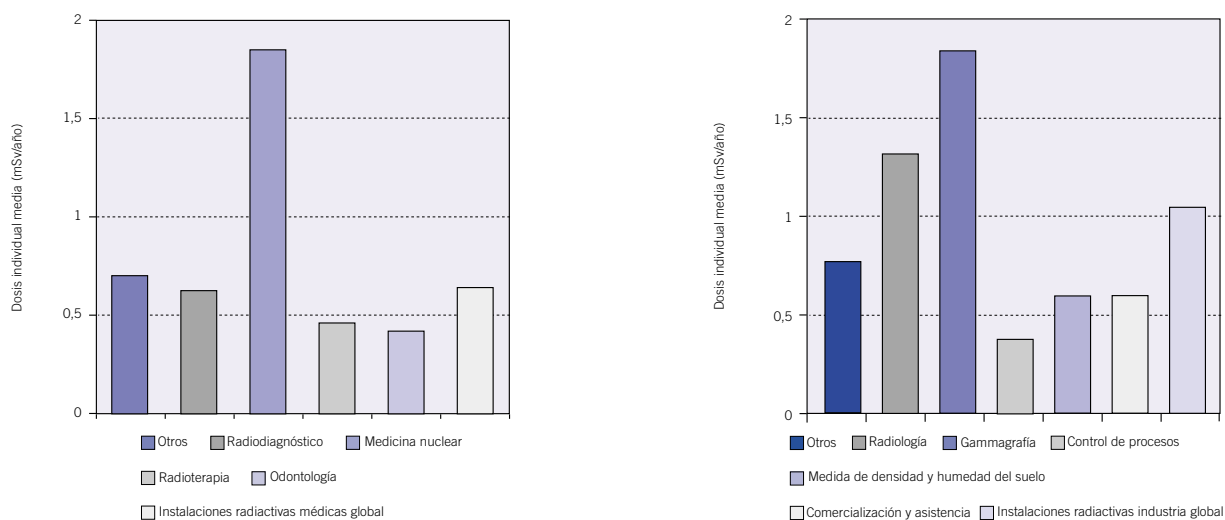


Figura 12. Dosis individual media en centrales nucleares (año 2013)

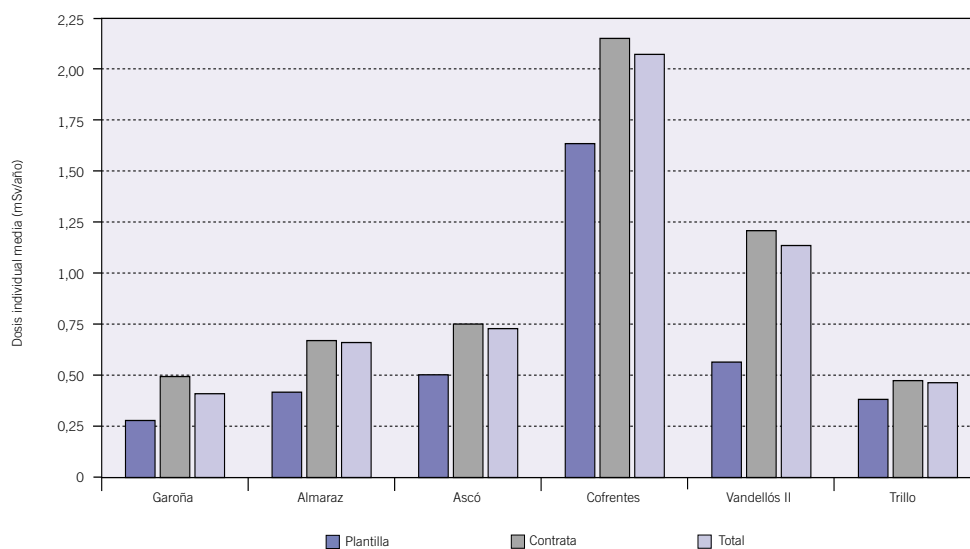


Figura 13. Análisis comparativo de la dosis colectiva y la dosis individual media en instalaciones radiactivas médicas e industriales. Años 2009-2013

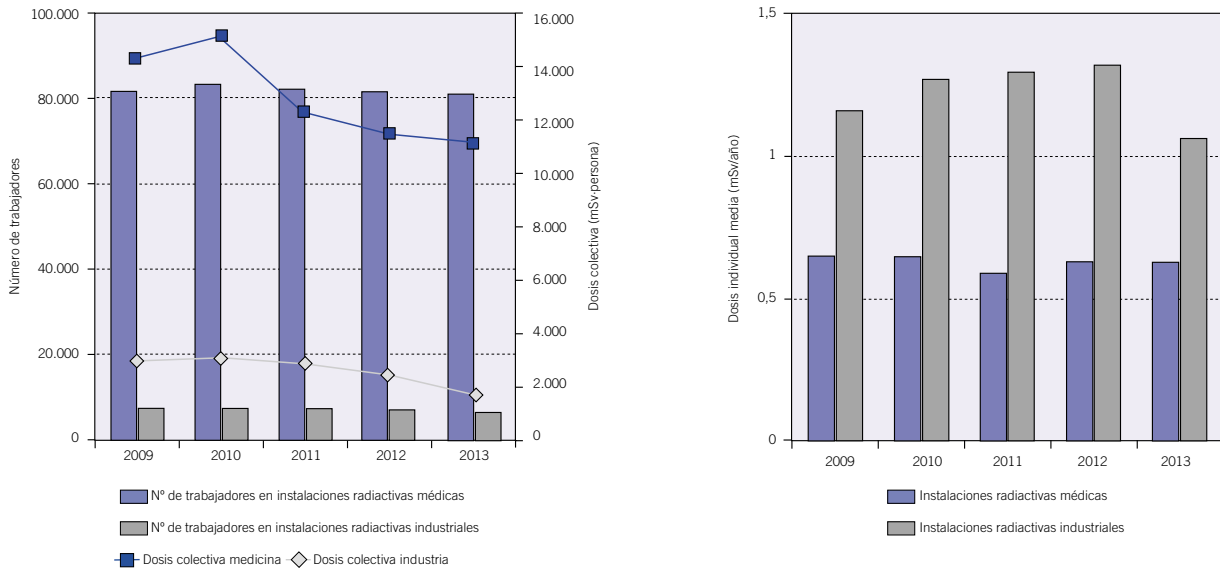


Figura 14. Análisis comparativo de la dosis colectiva y la dosis individual media en instalaciones radiactivas médicas. Años 2009-2013

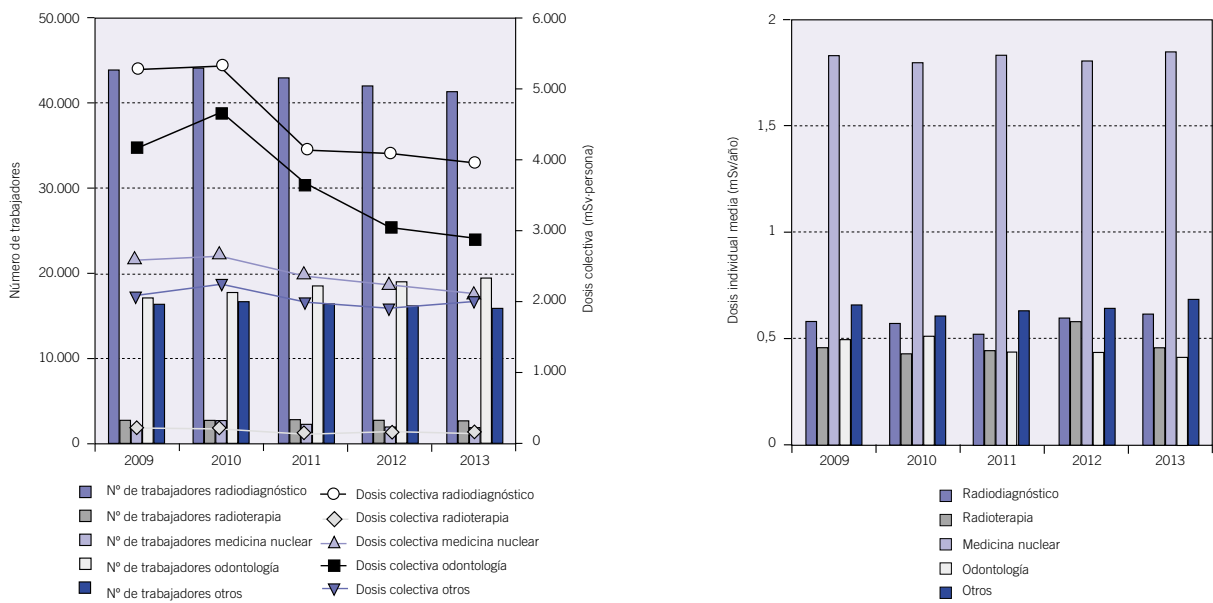


Figura 15. Análisis comparativo de la dosis colectiva y la dosis individual media en instalaciones radiactivas industriales. Años 2009-2013

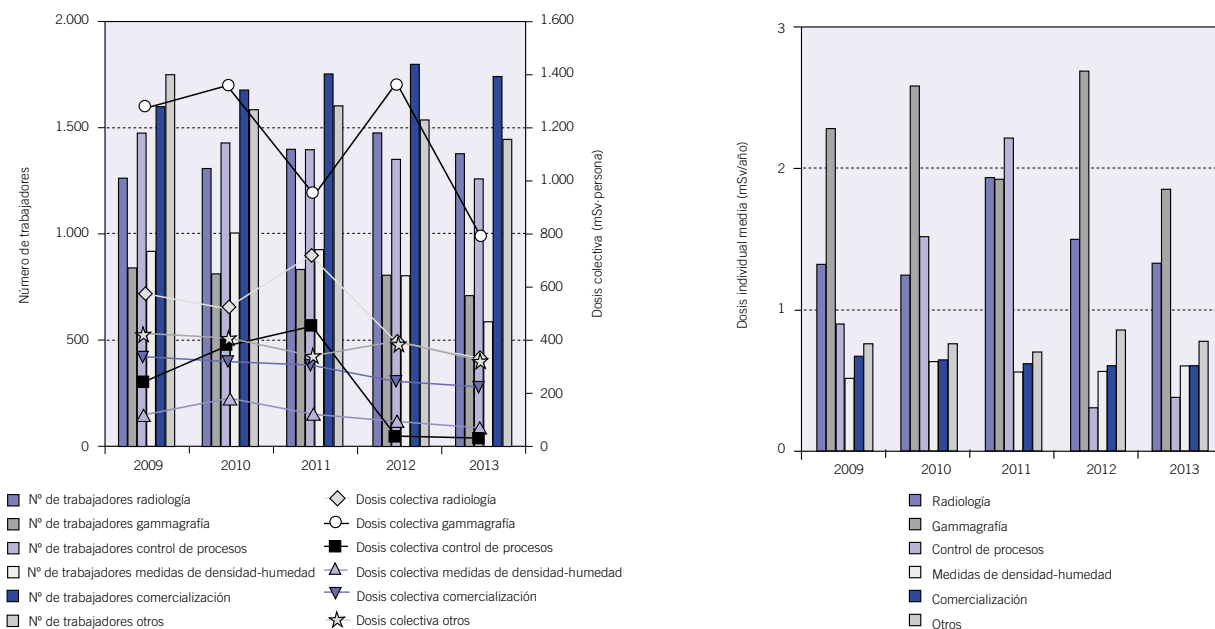


Figura 16. Análisis comparativo de la dosis colectiva y la dosis individual media en centrales nucleares. Años 2009-2013

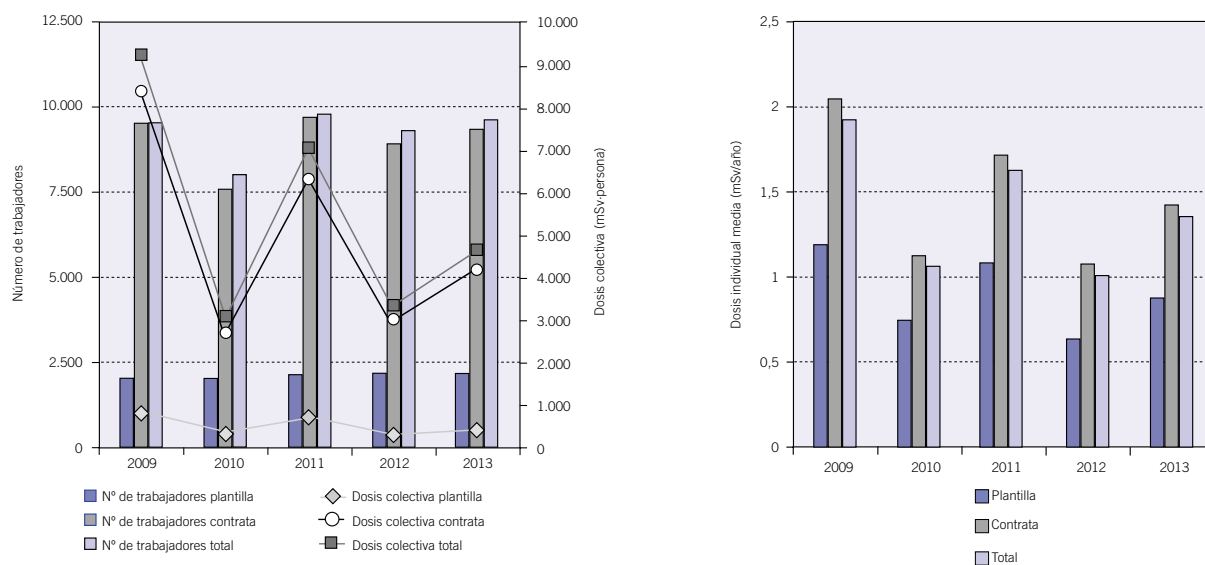


Figura 17. Análisis comparativo del número de trabajadores con dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv/año en los distintos sectores laborales. Años 2009-2013

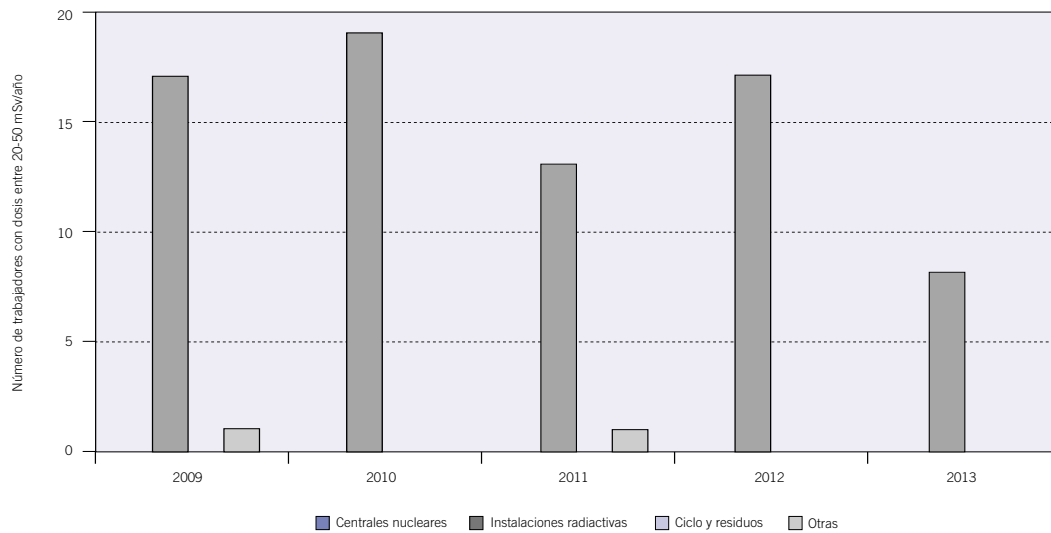


Figura 18. Análisis comparativo del número de trabajadores con dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv/año en instalaciones radiactivas médicas. Años 2009-2013

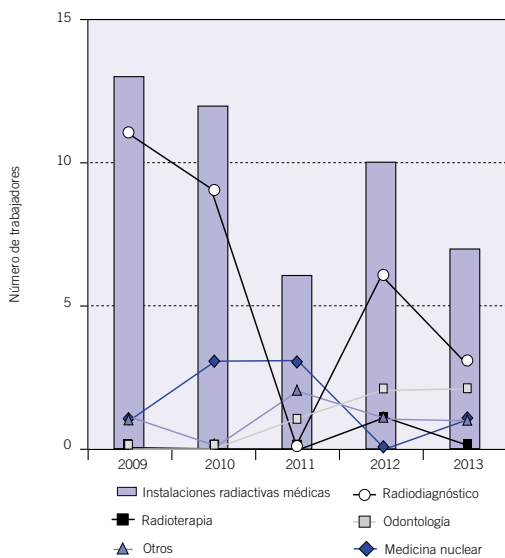
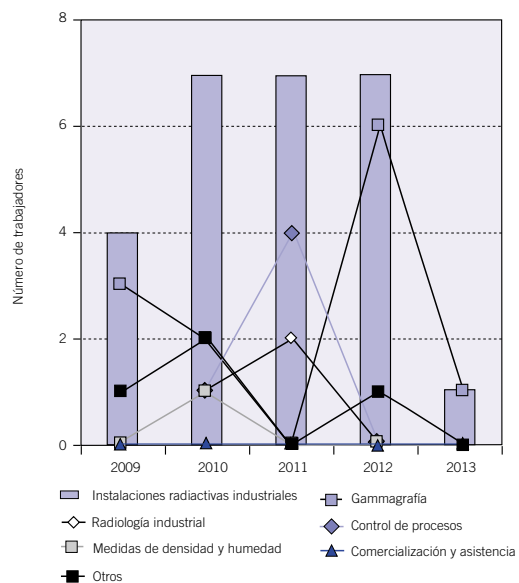


Figura 19. Análisis comparativo del número de trabajadores con dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv/año en instalaciones radiactivas industriales. Años 2009-2013





**Resultado de la vigilancia  
de los trabajadores controlados  
mediante dosimetría individual.  
Año 2013**

**Informe Sectorial**

Colección Documentos  
25.2017