

# Resultado de la vigilancia de los trabajadores controlados mediante dosimetría individual. Año 2012

Informe Sectorial

# CSN

Colección  
Documentos  
24.2015

# Resultado de la vigilancia de los trabajadores controlados mediante dosimetría individual. Año 2012

## Informe Sectorial

Carmen Barbero, Ignacio Amor Calvo,  
F. Javier Zarzuela

Colección: Documentos CSN

Referencia: DOC-07.17

© Copyright 2015, 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-12016-2015

## 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 .....	9
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 .....	15
II.2. Resultados dosimétricos en centrales nucleares .....	16
II.2.1. Central nuclear de Santa María de Garoña .....	18
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 .....	20
II.3. Resultados dosimétricos en el ciclo del combustible, residuos e instalaciones nucleares en desmantelamiento	21
II.3.1. Fábrica de Juzbado (Enusa).....	21
II.3.2. Concentrados: planta Quercus (Enusa) .....	22
II.3.3. Instalación de almacenamiento de residuos de Sierra Albarrana (Enresa) .....	22

II.3.4. Central nuclear Vandellós I.....	22
II.3.5. Central nuclear José Cabrera .....	23
II.3.6. Otros .....	23
II.4. Resultados dosimétricos en otros tipos de instalaciones	24
II.4.1. Centros de investigación y/o docencia .....	24
II.4.2. Entidades de transporte .....	25
II.4.3. Consejo de Seguridad Nuclear .....	25
II.5. Resultados dosimétricos globales.....	25
III. Asignación administrativa de dosis.....	27
IV. Resumen y conclusiones .....	30
IV.1. Número de trabajadores y dosis colectiva.....	32
IV.2. Dosis individuales medias.....	34
IV.3. Número de trabajadores con dosis superiores a 20 mSv.....	35
V. Tendencias en la exposición a radiaciones.....	37
Anexos .....	41
Anexo I. Análisis comparativo de dosis ocupacionales. Años 2011 y 2012 .....	42
Anexo II. Análisis comparativo de dosis ocupacionales. Años 2008 y 2012 .....	43
Anexo III. Análisis comparativo de dosis ocupacionales. Figuras .....	46

# I. Introducción

## 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 2012.

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 2012 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 lecturas dosimétricas superiores al límite de dosis (50 mSv/año) ni aquellas inferiores al nivel de registro (0,1 mSv/mes).

1. En el *Informe del Consejo de Seguridad Nuclear al Congreso de los Diputados y al Senado. Año 2012*, se incluyó un avance de los resultados dosimétricos correspondientes al año 2012.

Dentro de las conclusiones de este informe se ha incluido una comparación de los resultados dosimétricos obtenidos en el año 2012 y los obtenidos en el año 2011; asimismo se presentan una serie de tablas y figuras que corresponden al periodo comprendido entre los años 2008 y 2012, y que permiten analizar la tendencia experimentada a lo largo de dicho periodo en las dosis recibidas por los trabajadores controlados dosimétricamente 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 periodo. 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).

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 trabajador expuesto para que dicho trabajador expuesto 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 Trabajadores Expuestos.
- 50 mSv es el valor máximo permitido para la dosis a recibir por los trabajadores expuestos 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).

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.

## 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 2012 el número de trabajadores controlados dosimétricamente que desarrollaron su actividad en el ámbito de las instalaciones radiactivas, tanto médicas como industriales, se cifra en 89.214 personas<sup>3</sup>, a las que corresponde una dosis colectiva de 14.084 mSv·persona<sup>4</sup>.

La distribución de las dosis individuales en este sector laboral supone que, de ese total de 89.214 trabajadores:

- 69.086 trabajadores (77,44% del total) no han reportado dosis significativas.
- 16.881 trabajadores (18,92% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 2.975 trabajadores (3,33% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.

3. Los datos del número de trabajadores reportados en cada uno de los tipos de instalaciones pueden no coincidir con la suma de los sectores de actividad que lo forman. Algunos trabajadores desarrollan su actividad en sectores distintos dentro del mismo tipo de instalación, o incluso en tipos de instalaciones diferentes. Pueden aparecer contabilizados en dos sectores por haber trabajado en sectores distintos, pero se contabilizará solo una vez en la estadística del tipo de instalación.

4. 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.

- 252 trabajadores (0,28% del total) han recibido dosis comprendidas entre 6 y 20 mSv.
- 17 trabajadores (0,02% del total) han recibido dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv.
- Tres trabajadores (0,003% del total) constituyen casos 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 0,70 mSv/año.

Los tres casos de potencial superación del límite anual de dosis efectiva citados anteriormente corresponden a dos trabajadores que prestaron servicio durante el año 2012 en instalaciones radiactivas médicas de radiodiagnóstico y el tercero en una instalación radiactiva industrial de la clasificación Otros.

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 2012 el número de trabajadores controlados dosimétricamente que

desarrollaron su actividad en el ámbito de las instalaciones radiactivas médicas se cifra en 81.623 personas, a los que corresponde una dosis colectiva de 11.539 mSv·persona.

La distribución de las dosis individuales en este sector laboral supone que, de ese total de 81.623 trabajadores:

- 63.423 trabajadores (77,70% del total) no han reportado dosis significativas.
- 15.524 trabajadores (19,02% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 2.499 trabajadores (3,06% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- 165 trabajadores (0,20% del total) han recibido dosis comprendidas entre 6 y 20 mSv.
- 10 trabajadores (0,01% del total) han recibido dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv.
- Dos trabajadores (0,0025% del total) constituyeron casos 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 dosimétricamente fue de 42.177, a los que corresponde una dosis colectiva de 4.103 mSv·persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 35.298 trabajadores (83,69% del total) no han reportado dosis significativas.
- 5.992 trabajadores (14,21% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 814 trabajadores (1,93% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- 65 trabajadores (0,15% del total) han recibido dosis comprendidas entre 6 y 20 mSv.

- Seis trabajadores (0,01% del total) han recibido dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv.
- Dos trabajadores (0,005% del total) constituyeron casos 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 0,6 mSv/año.

#### II.1.1.2. Medicina nuclear

El número de trabajadores controlados dosimétricamente fue de 2.451, a los que corresponde una dosis colectiva de 2.242 mSv·persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 1.215 trabajadores (49,57% del total) no han reportado dosis significativas.
- 613 trabajadores (25,01% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 558 trabajadores (22,77% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- 65 trabajadores (2,65% 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 de este colectivo de trabajadores resulta ser de 1,81 mSv/año.

#### II.1.1.3. Radioterapia

El número de trabajadores controlados dosimétricamente fue de 2.852, a los que corresponde una dosis colectiva de 163 mSv·persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 2.573 trabajadores (90,22% del total) no han reportado dosis significativas.
- 253 trabajadores (8,87% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 22 trabajadores (0,77% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- Tres trabajadores (0,11% 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 en este colectivo de trabajadores resulta ser de 0,59 mSv/año.

#### II.1.1.4. Odontología

El número de trabajadores controlados dosimétricamente fue de 19.186, a los que corresponde una dosis colectiva de 3.062 mSv·persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 12.279 trabajadores (64% del total) no han reportado dosis significativas.
- 6.252 trabajadores (32,59% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 648 trabajadores (3,38% 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 0,44 mSv/año.

#### II.1.1.5. Otros<sup>5</sup>

El número de trabajadores controlados dosimétricamente fue de 16.234, a los que corresponde una dosis colectiva de 1.969 mSv·persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 13.210 trabajadores (81,37% del total) no han reportado dosis significativas.
- 2.532 trabajadores (15,60% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 469 trabajadores (2,89% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- 22 trabajadores (0,14% 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.

5. 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.

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 0,65 mSv/año.

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

Durante el año 2012 el número de trabajadores controlados dosimétricamente que desarrollaron su actividad en el ámbito de las instalaciones radiactivas industriales se cifra en 7.646 personas, a los que corresponde una dosis colectiva de 2.544 mSv·persona.

La distribución de las dosis individuales en este sector laboral supone que, de ese total de 7.646 trabajadores:

- 5.712 trabajadores (74,71% del total) no han reportado dosis significativas.
- 1.361 trabajadores (17,80% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 478 trabajadores (6,25% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- 87 trabajadores (1,14% del total) han recibido dosis comprendidas entre 6 y 20 mSv.
- Siete trabajadores (0,09% del total) han recibido dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv.

- Un trabajador (0,0013% 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 1,32 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 1.475, a los que corresponde una dosis colectiva de 395 mSv·persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 1.182 trabajadores (80,14% del total) no han reportado dosis significativas.
- 201 trabajadores (13,63% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.

- 74 trabajadores (5,02% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- 18 trabajadores (1,22% 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 1,35 mSv/año.

#### II.1.2.2. Gammagrafía

El número de trabajadores controlados dosimétricamente fue de 818, a los que corresponde una dosis colectiva de 1.359 mSv·persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 315 trabajadores (38,51% del total) no han reportado dosis significativas.
- 203 trabajadores (24,82% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 240 trabajadores (29,34% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- 54 trabajadores (6,60% del total) han recibido dosis comprendidas entre 6 y 20 mSv.

- Seis trabajadores (0,73% del total) han 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 2,7 mSv/año.

#### II.1.2.3. Control de procesos

El número de trabajadores controlados dosimétricamente fue de 1.353, a los que corresponde una dosis colectiva de 38 mSv·persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 1.232 trabajadores (91,06% del total) no han reportado dosis significativas.
- 116 trabajadores (8,57% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- Cinco trabajadores (0,37% 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 0,31 mSv/año.

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

El número de trabajadores controlados dosimétricamente fue de 819, a los que corresponde una dosis colectiva de 106 mSv·persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 658 trabajadores (80,34% del total) no han reportado dosis significativas.
- 125 trabajadores (15,26% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 36 trabajadores (4,40% 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 0,56 mSv/año.

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

El número de trabajadores controlados dosimétricamente fue de 1.800, a los que corresponde una dosis colectiva de 245 mSv·persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 1.397 trabajadores (77,61% del total) no han reportado dosis significativas.

- 350 trabajadores (19,44% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 48 trabajadores (2,67% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- Cinco trabajadores (0,28% 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>6</sup>

El número de trabajadores controlados dosimétricamente fue de 1.543, a los que corresponde una dosis colectiva de 401 mSv·persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 1.077 trabajadores (69,8% del total) no han reportado dosis significativas.
- 378 trabajadores (24,50% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.

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

- 77 trabajadores (4,99% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- Nueve trabajadores (0,58% del total) han recibido dosis comprendidas entre 6 y 20 mSv.
- Un trabajador (0,06% del total) ha recibido dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv.
- Un trabajador (0,006% 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, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 0,86 mSv/año.

## II.2. Resultados dosimétricos en centrales nucleares

Durante el año 2012 el número de trabajadores controlados dosimétricamente que desarrollaron su actividad en el ámbito de las centrales nucleares en operación se cifra en 9.333 personas, cuyas lecturas dosimétricas suponen una dosis colectiva de 3.309 mSv·persona.

A la vista del número de reactores nucleares (ocho), estos resultados hacen que la dosis colectiva media por reactor a lo largo del año 2011 sea 414 mSv·persona<sup>7</sup>.

La distribución de las dosis individuales en este sector laboral supone que, de ese total de 9.333 trabajadores:

- 6.065 trabajadores (64,98% del total) no han recibido dosis significativas.
- 2.250 trabajadores (24,11% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 969 trabajadores (10,38% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- 49 trabajadores (0,53% 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 1,01 mSv/año.

7. 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 2012: estaban en funcionamiento en ese momento dos reactores tipo BWR y seis reactores tipo PWR.

Del total de la dosis colectiva, aproximadamente un 10% corresponde al personal de plantilla y un 90% al personal de contrata, debiéndose señalar que:

a) En el caso del personal de plantilla, hay un total de 2.224 trabajadores, cuyas lecturas dosimétricas suponen una dosis colectiva de 316 mSv·persona, de los cuales:

- 1.732 trabajadores (77,88% del total) no han recibido dosis significativas.
- 402 trabajadores (18,08% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 89 trabajadores (4% 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 0,64 mSv/año.

b) En el caso del personal de contrata, hay un total de 7.185 trabajadores, cuyas lecturas

dosimétricas suponen una dosis colectiva de 2.993 mSv·persona, de los cuales:

- 4.409 trabajadores (61,36% del total) no han recibido dosis significativas.
- 1.848 trabajadores (25,72% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 880 trabajadores (12,25% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- 48 trabajadores (0,67% 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 1,08 mSv/año.

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).

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 950, a los que corresponde una dosis colectiva de 170 mSv·persona, distribuida, aproximadamente, un 33% entre el personal de plantilla y un 67% entre el personal de contrata.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 684 trabajadores (72% del total) no han reportado dosis significativas.
- 211 trabajadores (22,21% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 55 trabajadores (5,79% 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 0,64 mSv/año, que se desglosan en 0,63 mSv/año para el personal de plantilla y 0,64 mSv/año para el personal de contrata.

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

El número de trabajadores controlados dosimétricamente fue de 2.437, a los que corresponde una dosis colectiva de 989 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

- 1.381 trabajadores (56,67% del total) no han reportado dosis significativas.
- 745 trabajadores (30,57% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 302 trabajadores (12,39% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- Nueve trabajadores (0,37% 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 0,94 mSv/año, que se desglosan en 0,53 mSv/año para el personal de plantilla y 0,96 mSv/año para el personal de contrata.

Durante este año tuvo lugar la parada de recarga de las unidades I y II de esta central nuclear.

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

El número de trabajadores controlados dosimétricamente fue de 2.913, a los que corresponde una dosis colectiva de 698 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:

- 2.050 trabajadores (70,37% del total) no han reportado dosis significativas.
- 638 trabajadores (21,9% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 222 trabajadores (7,62% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- Tres trabajadores (0,1% 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 0,81 mSv/año, que se desglosan

en 0,59 mSv/año para el personal de plantilla y 0,83 mSv/año para el personal de contrata.

Durante este año tuvo lugar la parada de recarga de la unidad I.

### II.2.4. Central nuclear de Cofrentes

El número de trabajadores controlados dosimétricamente fue de 1.056 a los que corresponde una dosis colectiva de 334 mSv·persona, distribuida, aproximadamente, un 31% entre el personal de plantilla y un 69% entre el personal de contrata.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 753 trabajadores (71,31% del total) no han reportado dosis significativas.
- 193 trabajadores (18,28% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 110 trabajadores (10,42% 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 1,10 mSv/año, que se desglosan

en 0,9 mSv/año para el personal de plantilla y 1,22 mSv/año para el personal de contrata.

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

El número de trabajadores controlados dosimétricamente fue de 2.138, a los que corresponde una dosis colectiva de 757 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:

- 1.337 trabajadores (62,54% del total) no han reportado dosis significativas.
- 532 trabajadores (24,88% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 269 trabajadores (12,58% 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 0,94 mSv/año, que se desglosan en 0,56 mSv/año para el personal de plantilla y 0,99 mSv/año para el personal de contrata.

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

#### II.2.6. Central Nuclear de Trillo

El número de trabajadores controlados dosimétricamente fue de 1.333, a los que corresponde una dosis colectiva de 362 mSv·persona, distribuida, aproximadamente, un 8% entre el personal de plantilla y un 92% entre el personal de contrata.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 796 trabajadores (59,71% del total) no han reportado dosis significativas.
- 427 trabajadores (32,03% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 110 trabajadores (8,25% 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 0,67 mSv/año, que se desglosan en 0,47 mSv/año para el personal de plantilla y 0,7 mSv/año para el personal de contrata.

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

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

Durante el año 2012 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 (periodo de latencia) y José Cabrera (fase de desmantelamiento) se cifra en 1.190 personas, cuyas lecturas dosimétricas suponen una dosis colectiva de 383 mSv-persona.

La distribución de las dosis individuales en estos sectores laborales supone que, de ese total de 1.190 trabajadores:

- 887 trabajadores (74,54% del total) no han reportado dosis significativas.
- 209 trabajadores (17,56% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 78 trabajadores (6,55% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- 16 trabajadores (1,34% del total) han recibido dosis comprendidas entre 6 y 20 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 1,26 mSv/año.

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

El número de trabajadores controlados dosimétricamente fue de 505, a los que corresponde una dosis colectiva de 74 mSv-persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 383 trabajadores (75,84% del total) no han reportado dosis significativas.
- 97 trabajadores (19,21% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 25 trabajadores (4,95% 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.

En lo que se refiere a la dosimetría interna, se han realizado controles a 96 personas mediante medida directa de la radiactividad corporal. 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 controlados fue de 24, a los que corresponde una dosis colectiva de 0,28 mSv·persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 22 trabajadores (91,67% del total) no han reportado dosis significativas.
- Dos trabajadores (8,33% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 1 mSv.

Si se considera únicamente el trabajador con dosis significativa, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 0,28 mSv/año.

En lo que se refiere a la dosimetría interna, en 2012 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 229, a los que

corresponde una dosis colectiva de 6 mSv·persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 210 trabajadores (91,7% del total) no han reportado dosis significativas.
- 19 trabajadores (8,30% 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 0,33 mSv/año.

En lo que se refiere a la dosimetría interna, se han realizado controles a 127 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 siete, a los que corresponde una dosis colectiva de 0 mSv·persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- Siete trabajadores (100% del total) no han reportado dosis significativas.

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

### 11.3.5. Central nuclear José Cabrera

El número de trabajadores controlados dosimétricamente durante el año 2012 fue de 363, a los que corresponde una dosis colectiva de 298 mSv·persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 215 trabajadores (59,23% del total) no han recibido dosis significativas.
- 80 trabajadores (22,04% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 52 trabajadores (14,33% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- 16 trabajadores (4,41% 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 2,01 mSv/año.

### 11.3.6. Otros<sup>8</sup>

El número de trabajadores controlados dosimétricamente fue de 76, a los que corresponde una dosis colectiva de 4,5 mSv·persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 64 trabajadores (84,21% del total) no han reportado dosis significativas.
- 11 trabajadores (14,47% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- Un trabajador (1,32% 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

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

media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 0,38 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.
- Entidades de transporte: transporte de residuos y de material radiactivo.
- Consejo de Seguridad Nuclear.

Durante el año 2012 el número de trabajadores controlados dosimétricamente que desarrollaron su actividad en estos ámbitos se cifra en 6.518 personas, cuyas lecturas dosimétricas suponen una dosis colectiva de 510 mSv·persona.

La distribución de las dosis individuales en estos sectores laborales supone que, de ese total de 6.518 trabajadores:

- 5.347 trabajadores (82,03% del total) no han reportado dosis significativas.
- 1.076 trabajadores (16,51% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 88 trabajadores (1,35% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.

- Siete trabajadores (0,11% 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 0,44 mSv/año.

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

El número de trabajadores controlados dosimétricamente fue de 6.191, a los que corresponde una dosis colectiva de 345 mSv·persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 5.101 trabajadores (82,39% del total) no han reportado dosis significativas.
- 1.036 trabajadores (16,73% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 53 trabajadores (0,86% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- Un trabajador (0,02% 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 0,32 mSv/año.

#### II.4.2. Entidades de transporte

El número de trabajadores controlados dosimétricamente fue de 132, a los que corresponde una dosis colectiva de 163 mSv·persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 63 trabajadores (47,73% del total) no han reportado dosis significativas.
- 28 trabajadores (21,21% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 35 trabajadores (26,52% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- Seis trabajadores (4,55% 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 2,37 mSv/año.

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

El número de trabajadores controlados dosimétricamente ha sido de 195, a los que corresponde una dosis colectiva de 1,82 mSv·persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 183 trabajadores (93,85% del total) no han reportado dosis significativas.
- 12 trabajadores (6,15% 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 0,15 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 2012 el número de trabajadores controlados dosimétricamente asciende a 105.824, a los que corresponde una dosis colectiva de 18.286 mSv·persona.

La distribución de las dosis individuales supone que, de ese total de 105.824 trabajadores:

- 81.040 trabajadores (76,58% del total) no han recibido dosis significativas.
- 20.325 trabajadores (19,21% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 4.114 trabajadores (3,89% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- 325 trabajadores (0,31% del total) han recibido dosis comprendidas entre 6 y 20 mSv.
- 17 trabajadores (0,02% del total) han recibido dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv.
- Tres trabajadores (0,003% del total) constituyen casos 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 0,74 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 2012.

El número total de trabajadores a los que se han asignado dosis administrativas es de 6.643 a los que correspondería una dosis colectiva de 65.256 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 18.286 mSv.persona (apartado 2.5) resulta que:

- La dosis colectiva total en el año 2012, incluyendo las dosis administrativas, sería de 83.542 mSv.persona.
- La dosis colectiva asociada a las dosis administrativas (65.256 mSv.persona) supondría un 78% de esa dosis colectiva total.

Del total de trabajadores controlados dosimétricamente a los que se han asignado dosis administrativas (6.643), hay 2.408 trabajadores cuya asignación de dosis obedece a que no han cambiado su dosímetro durante un periodo de tiempo igual o superior a seis meses, 368 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 6.643 trabajadores a los que se han asignado dosis administrativas:

- 6.513 trabajadores (98% del total) desarrollaron su actividad laboral en el ámbito de las instalaciones radiactivas médicas.
- 94 trabajadores (1,4% del total) desarrollaron su actividad laboral en el ámbito de las instalaciones radiactivas industriales.
- 36 trabajadores (0,5% 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 controlados dosimétricamente en cada uno de los sectores indicados resulta que:

- Los 6.513 trabajadores a los que se han asignado dosis administrativas en el ámbito de las instalaciones radiactivas

médicas representan un 7,9% del total de trabajadores en este ámbito (que incluyendo los trabajadores que no recambiaron su dosímetro asciende a 82.363.

- Los 94 trabajadores a los que se han asignado dosis administrativas en el ámbito de las instalaciones radiactivas industriales representan un 1,23% del total de trabajadores en este ámbito (7.647).
- Los 36 trabajadores a los que se han asignado dosis administrativas en otros tipos de instalaciones radiactivas representan un 0,55% del total de trabajadores en estos ámbitos (6.526).

Por otra parte, del total de 6.643 trabajadores a los que se han asignado dosis administrativas en el ámbito de las instalaciones radiactivas médicas:

- 3.204 trabajadores (49% del total) desarrollaron su actividad laboral en el ámbito del radiodiagnóstico.

- 1.105 trabajadores (17% del total) desarrollaron su actividad laboral en el ámbito de la odontología.
- 115 trabajadores (2% del total) desarrollaron su actividad laboral en el ámbito de la radioterapia.
- 70 trabajadores (1% del total) desarrollaron su actividad laboral en el ámbito de la medicina nuclear.
- 2.025 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 2012, y sobre un total de 105.824 trabajadores controlados dosimétricamente, resulta que:

- 101.365 trabajadores (95,79% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 4.114 trabajadores (3,89% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- 342 trabajadores (0,32%) 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 2012 haya sido de 0,74 mSv, lo que representa solo un 1,48% 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 2012:

- Estaban en funcionamiento dos reactores nucleares de agua a ebullición (BWR): Garoña y Cofrentes, y seis de reactores nucleares de agua a presión (PWR): Almaraz I y II, Ascó I y II, Vandellós II y Trillo.
- Se llevaron a cabo operaciones de recarga del combustible en todas las centrales salvo en las centrales de Garoña, Cofrentes y Ascó II.
- 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.
- La central nuclear José Cabrera se hallaba en fase de desmantelamiento.

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

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

- El número de trabajadores controlados dosimétricamente durante el año 2012 asciende a 105.824 a los que corresponde una dosis colectiva de 18.286 mSv·persona<sup>10</sup>, que se distribuyen sectorialmente según muestra la siguiente tabla:

	Nº trabajadores	Dosis colectiva (mSv·persona)
Instalaciones radiactivas médicas	81.623	11.539
Instalaciones radiactivas industriales	7.646	2.544
Centrales nucleares	9.333	3.309
Ciclo combustible, residuos y desmantelamiento	1.190	383
Otras instalaciones	6.518	510
Total	105.824	18.286

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

- Figura 1. Número de trabajadores en instalaciones radiactivas médicas e industriales.

10. En relación con este valor hay que indicar, en primer lugar, que los valores presentes en el *Informe del Consejo de Seguridad Nuclear al Congreso de los Diputados y al Senado. Año 2012* contemplaban las dosis administrativas. Asimismo, en dicho Informe anual no se incluye información relativa al personal del Consejo de Seguridad Nuclear y desde la fecha de elaboración del mismo se han llevado a cabo revisiones de la información remitida por los SDP para su carga en el BDN.

- 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 (4.103 mSv·persona). Asimismo, son estas instalaciones de radiodiagnóstico las más representativas en cuanto al número de trabajadores (42.177 personas, lo que supone un 40% del total de trabajadores controlados dosimétricamente durante el año 2012).
- En el ámbito de las instalaciones radiactivas industriales la mayor contribución a la dosis colectiva corresponde a las instalaciones de gammagrafía industrial (1.359 mSv·persona). El ámbito englobado

en “Comercialización y asistencia técnica” es el más representativo en cuanto al número de trabajadores controlados dosimétricamente (1.800 personas).

- Dentro del ámbito “otras instalaciones” son los centros de investigación/docencia los que más contribuyen a la dosis colectiva (345 mSv·persona) y son también los más representativos en cuanto al número de trabajadores controlados dosimétricamente (6.191 personas).
- En el sector nuclear la dosis colectiva media por reactor a lo largo del año 2012 ha sido de 414 mSv·persona, inferior a la correspondiente del año 2011 (879 mSv·persona), lo cual está directamente relacionado con el hecho de que en 2012 se produjeron menos paradas de recarga del combustible (siete en 2011 frente a cinco en 2012).
- 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>11</sup>.

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

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

– Para los reactores tipo PWR (figura 8):

- Se observa una ligera disminución de la dosis colectiva por reactor respecto al trienio anterior, dentro de la tendencia que se viene observando en los últimos años.
- La situación de las dosis ocupacionales en las centrales nucleares españolas de esta tecnología continúa mostrando valores inferiores que los presentados en las centrales de los países de nuestro entorno tecnológico.

– Para los reactores tipo BWR (figura 9):

- Durante el trienio 2010-2012 se observa una notable disminución de las dosis colectivas medias trienales respecto al trienio anterior.

- Dentro del sector nuclear, es en la central nuclear de Almaraz donde se registra la dosis colectiva más elevada (989 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 (170 mSv·persona).

- Dentro del sector del ciclo de combustible, residuos e instalaciones nucleares en

desmantelamiento, es la central nuclear de José Cabrera (298 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 2012, para el global de los trabajadores controlados dosimétricamente del país, resulta ser de 0,74 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	1,32
Centrales nucleares	1,01
Ciclo combustible, residuos y desmantelamiento	1,26
Otras instalaciones	0,44

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 radiactivas industriales las que registran la dosis individual media más elevada (1,32 mSv/año) superior a la registrada en las instalaciones médicas (0,63 mSv/año), debiéndose destacar que:
  - En el ámbito de las instalaciones radiactivas industriales, son las instalaciones de gammagrafía las que registran una dosis individual media más alta (2,7 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 (1,81 mSv/año).
- Dentro del sector de centrales nucleares, la dosis individual media es de 1,01 mSv·persona, siendo el personal de contrata el que más contribuye a este valor (1,08 mSv/año frente a 0,64 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 (1,10 mSv/año) se registra en la central

nuclear de Cofrentes, y la más baja (0,64mSv/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 (2,37mSv/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.
- Dentro del sector “ciclo del combustible, residuos y desmantelamiento”, es la central en desmantelamiento José Cabrera la que contribuye en mayor medida a los valores de dosis individual media con 2,01 mSv/año.

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

- Sobre un colectivo total de 105.824 trabajadores controlados dosimétricamente, hay 17 trabajadores (0,02% 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>12</sup>
Instalaciones radiactivas médicas	81.623	10
Instalaciones radiactivas industriales	7.646	7
Centrales nucleares	9.333	–
Ciclo combustible, residuos y desmantelamiento	1.190	–
Otras instalaciones	6.518	–

- Es en el ámbito de las instalaciones radiactivas médicas donde se registran mayor número de trabajadores con dosis superiores a 20 mSv/año (10 trabajadores), siendo el sector de radiodiagnóstico el que más contribuye a esta cifra (con seis trabajadores).
- Dentro de las instalaciones radiactivas industriales, en las que se contabilizan siete trabajadores con dosis superiores a 20 mSv/año, es el sector de gammagrafía el que más contribuye a esta cifra (con seis trabajadores).

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

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

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 2011 y 2012”, que contiene los resultados obtenidos en este informe frente a los obtenidos en el realizado para el año 2011 con el mismo enfoque, es decir excluyendo las asignaciones administrativas de dosis. A continuación, se efectúa un análisis comparativo de los resultados correspondientes al periodo 2011-2012.

- En el conjunto de las instalaciones nucleares y radiactivas:

- Disminuye el número de trabajadores controlados dosimétricamente en un 1,15% (107.046 en 2011 frente a 105.824 en 2012).

- Disminuye la dosis colectiva en un 27,1% (23.242 mSv·persona en 2011 frente a 18.286 mSv·persona en 2012).

- Disminuye la dosis individual media en un 8,11% (0,80 mSv/año en 2011 frente a 0,74 mSv/año en 2012).

- Aumenta en un 17,65% el número de trabajadores con dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv por año (14 en el año 2011 frente a 17 en el año 2012).

- En el ámbito de las instalaciones radiactivas médicas:

- Disminuye el número de trabajadores controlados dosimétricamente en un 0,87% (82.330 en 2010 frente a 81.623 en 2012).

- Disminuye la dosis colectiva en un 6,73% (12.316 mSv·persona en 2011 frente a 11.539 mSv·persona en 2012).

- Aumenta la dosis individual media en un 6,35% (0,59 mSv/año en 2011 frente a 0,63 mSv/año en 2012).

- Aumenta el número de trabajadores con dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv por año en un 40% (seis en el año 2011 frente a diez en el año 2012).

- En el ámbito de las instalaciones radiactivas industriales:

- Disminuye el número de trabajadores controlados dosimétricamente en un 2,71% (7.853 en 2011 frente a 7.646 en 2012).

- Disminuye la dosis colectiva en un 15,13% (2.929 mSv·persona en 2011 frente a 2.544 mSv·persona en 2012).

- Aumenta la dosis individual media en un 2,27% (1,29 en 2011 frente a 1,32 en 2012).
- Se mantiene el número de trabajadores con dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv por año (siete en 2011 y 2012).
- En el ámbito de las centrales nucleares:
  - Disminuye el número de trabajadores controlados dosimétricamente en un 5,66% (9.861 en 2011 frente a 9.333 en 2011).
  - Disminuye de manera significativa la dosis colectiva en un 112% (7.029 mSv·persona en 2011 frente a 3.309 mSv·persona en 2012).
  - Disminuye la dosis individual media en un 61,39% (1,63 mSv/año en el 2011 frente a 1,01 mSv/año en el 2012).
  - Se mantiene el número de trabajadores con dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv por año (ninguno en los años 2011 y 2012).
- En el anexo II se presentan una serie de tablas que amplían el estudio comparativo realizado en este apartado al periodo comprendido entre 2008 y 2012:
  - Tabla 1. Análisis comparativo de dosis ocupacionales en instalaciones radiactivas. Años 2008-2012.
  - Tabla 2. Análisis comparativo de dosis ocupacionales en instalaciones radiactivas médicas. Años 2008-2012.
  - Tabla 3. Análisis comparativo de dosis ocupacionales en instalaciones radiactivas industriales. Años 2008-2012.
  - Tabla 4. Análisis comparativo de dosis ocupacionales en centrales nucleares. Años 2008-2012.
- 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 2008-2012.
  - Figura 14. Análisis comparativo de la dosis colectiva y la dosis individual media en instalaciones radiactivas médicas. Años 2008-2012.

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:

- Figura 15. Análisis comparativo de la dosis colectiva y la dosis individual media en instalaciones radiactivas industriales. Años 2008-2012.
- Figura 16. Análisis comparativo de la dosis colectiva y la dosis individual media en centrales nucleares. Años 2008-2012.
- Figura 17. Análisis comparativo del número de trabajadores con dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv por año en distintos sectores laborales. Años 2008-2012.
- Figura 18. Análisis comparativo del número de trabajadores con dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv por año en instalaciones radiactivas médicas. Años 2008-2012.
- Figura 19. Análisis comparativo del número de trabajadores con dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv por año en instalaciones radiactivas industriales. Años 2008-2012.

# Anexos

## Anexo I. Análisis comparativo de dosis ocupacionales. Años 2011 y 2012

Tabla 1. Análisis comparativo de dosis ocupacionales. Años 2011 y 2012

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>	
	2011	2012	2011	2012	2011	2012	2011	2012
Centrales nucleares	9.861	9.333	1,63	1,01	7.029	3.309	–	–
Instalaciones radiactivas médicas	82.330	81.623	0,59	0,63	12.316	11.539	6	10
Radiodiagnóstico	43.135	42.177	0,53	0,60	4.145	4.103	–	6
Radioterapia	2.912	2.852	0,45	0,59	134	163	–	1
Medicina nuclear	2.503	2.451	1,83	1,81	2.347	2.242	3	–
Odontología	18.587	19.186	0,49	0,44	3.676	3.062	1	2
Otras	16.552	16.234	0,64	0,65	2.013	1.969	2	1
Instalaciones radiactivas industriales	7.853	7.646	1,29	1,32	2.929	2.544	7	7
Radiología industrial	1.403	1.475	1,94	1,35	727	395	2	–
Gammagrafía Industrial	848	818	1,93	2,70	945	1.359	–	6
Control de procesos	1.408	1.353	2,23	0,31	461	38	4	–
Densidad y humedad	940	819	0,56	0,56	128	106	–	–
Comercialización-asistencia	1.759	1.800	0,62	0,61	314	245	–	–
Otros	1.595	1.543	0,71	0,86	353	401	–	1
Ciclo del combustible	1.144	1.190	1,01	1,26	277	383	–	–
Otras instalaciones	6.423	6.518	0,46	0,44	692	510	1	–
<b>Total</b>	<b>107.046</b>	<b>105.824</b>	<b>0,80</b>	<b>0,74</b>	<b>23.242</b>	<b>18.286</b>	<b>14</b>	<b>17</b>

1. Sólo trabajadores expuestos 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 2008 a 2012

Tabla 1. Análisis comparativo de dosis ocupacionales en instalaciones radiactivas. Años 2008-2012

Tipo de instalación	Médicas					Industriales				
	2008	2009	2010	2011	2012	2008	2009	2010	2011	2012
Nº de personas	81.082	81.831	83.209	82.330	81.623	7.645	7.832	7.745	7.853	7.646
Nº personas con dosis significativa	23.315	22.276	23.785	20.810	18.198	2.797	2.590	2.521	2.275	1.933
Dosis colectiva (mSv-persona)	14.810	14.381	15.158	12.316	11.539	2.962	3.017	3.207	2.929	2.544
Dosis individual media (mSv/año)	0,64	0,65	0,64	0,59	0,63	1,06	1,16	1,27	1,29	1,32
Nº personas dosis entre 20-50 mSv/año	13	13	12	6	10	6	4	7	7	7

Tabla 2. Análisis comparativo de dosis ocupacionales en instalaciones radiactivas médicas. Años 2008-2012

Tipo de instalación	Radiodiagnóstico					Radioterapia				
	2008	2009	2010	2011	2012	2008	2009	2010	2011	2012
Nº de personas	44.621	44.167	44.218	43.135	42.177	2.818	2.876	2.880	2.912	2.852
Nº personas con dosis significativa	9.852	8.970	9.212	7.799	6.877	484	426	480	298	279
Dosis colectiva (mSv-persona)	5.502	5.293	5.340	4.145	4.103	263	201	205	134	163
Dosis individual media (mSv/año)	0,56	0,59	0,58	0,53	0,60	0,54	0,47	0,43	0,45	0,59
Nº personas dosis entre 20-50 mSv/año	5	11	9	-	6	1	-	-	-	1

Tipo de instalación	Medicina nuclear					Odontología				
	2008	2009	2010	2011	2012	2008	2009	2010	2011	2012
Nº de personas	2.513	2.526	2.609	2.503	2.451	16.535	17.138	17.924	18.587	19.186
Nº personas con dosis significativa	1.463	1.407	1.474	1.285	1.236	8.250	8.419	9.029	8.380	6.907
Dosis colectiva (mSv-persona)	2.506	2.580	2.650	2.347	2.242	4.183	4.186	4.689	3.676	3.062
Dosis individual media (mSv/año)	1,71	1,83	1,80	1,83	1,81	0,51	0,50	0,52	0,44	0,44
Nº personas dosis entre 20-50 mSv/año	3	1	3	3	-	2	-	-	1	2

Tabla 3. Análisis comparativo de dosis ocupacionales en instalaciones radiactivas industriales. Años 2008-2012

Tipo de instalación	Radiología					Gammagrafía				
	2008	2009	2010	2011	2012	2008	2009	2010	2011	2012
Nº de personas	1.253	1.270	1.306	1.403	1.475	834	852	808	848	818
Nº personas con dosis significativa	509	432	426	374	293	533	559	527	490	503
Dosis colectiva (mSv-persona)	627	576	527	727	395	1.194	1.278	1.358	945	1.359
Dosis individual media (mSv/año)	1,23	1,33	1,24	1,94	1,35	2,24	2,29	2,59	1,93	2,70
Nº personas dosis entre 20-50 mSv/año	1	-	1	2	-	-	-	-	-	-

Tipo de instalación	Control de procesos				
	2008	2009	2010	2011	2012
Nº de personas	1.470	1.481	1.427	1.408	1.353
Nº personas con dosis significativa	305	280	252	207	121
Dosis colectiva (mSv-persona)	171	255	386	461	38
Dosis individual media (mSv.año)	0,56	0,91	1,53	2,23	0,31
Nº personas dosis entre 20-50 mSv/año	-	-	1	4	-

Tabla 4. Análisis comparativo de dosis ocupacionales en centrales nucleares. Años 2008-2012

Tipo de trabajo	Plantilla					Contrata				
	Año	2008	2009	2010	2011	2012	2008	2009	2010	2011
Nº de personas	1.956	2.043	2.099	2.173	2.224	4.991	7.672	6.112	7.807	7.185
Nº personas con dosis significativa	538	703	478	674	492	2.018	4.094	2.376	3.660	2.776
Dosis colectiva (mSv-persona)	456	839	357	738	316	2.428	8.378	2.679	6.291	2.993
Dosis individual media (mSv/año)	0,85	1,19	0,75	1,09	0,64	1,20	2,05	1,13	1,72	1,08
Nº personas dosis entre 20-50 mSv/año	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tipo de trabajo	Total				
	Año	2008	2009	2010	2011
Nº de personas	6.898	9.580	8.058	9.861	9.333
Nº personas con dosis significativa	2.554	4.771	2.844	4.314	3.268
Dosis colectiva (mSv-persona)	2.884	9.217	3.037	7.029	3.309
Dosis individual media (mSv.año)	1,13	1,93	1,07	1,63	1,01
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 2012)

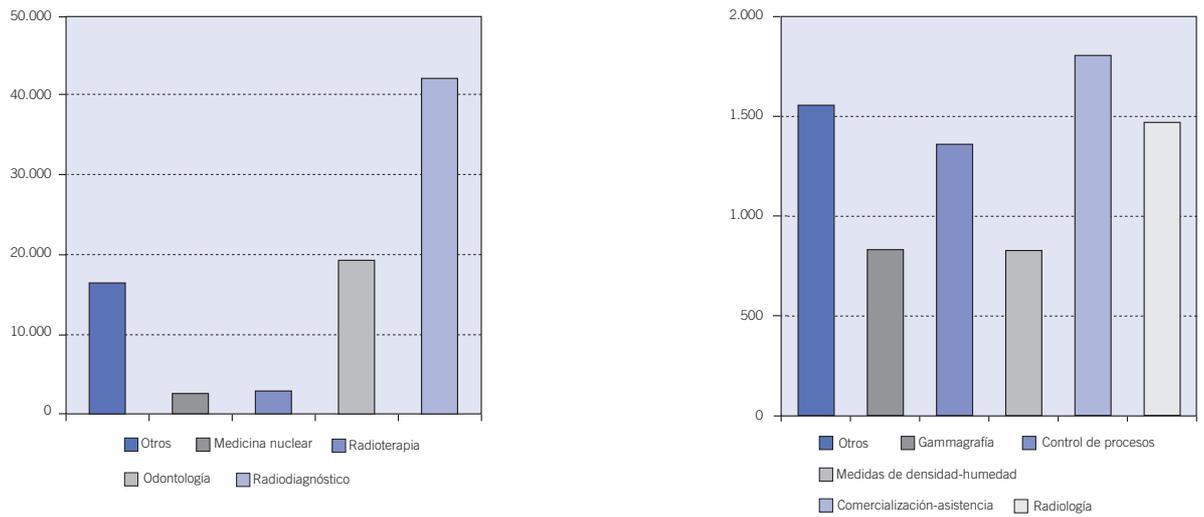


Figura 2. Número de trabajadores por intervalo de dosis en instalaciones radiactivas médicas e industriales (año 2012)

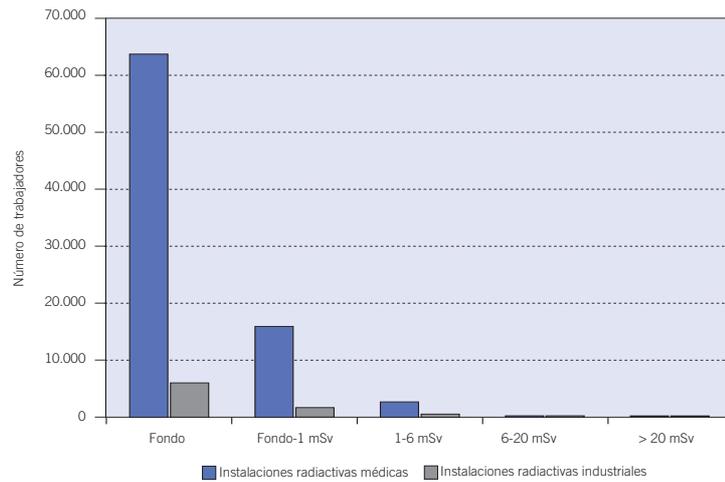


Figura 3. Dosis colectiva en instalaciones radiactivas médicas e industriales (año 2012)

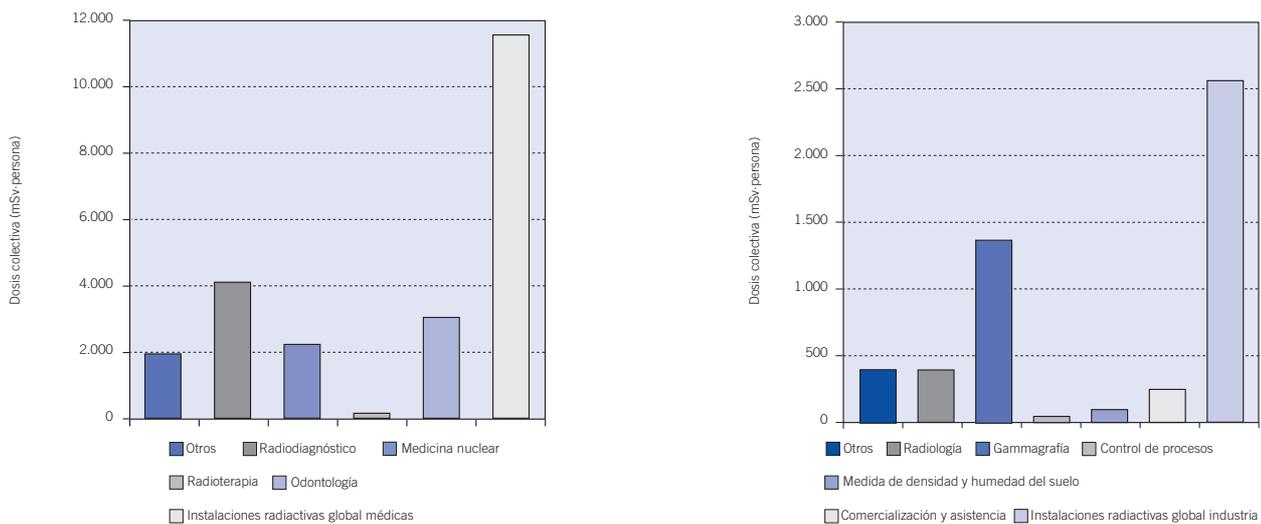


Figura 4. Número de trabajadores y dosis colectiva en centrales nucleares (año 2012)

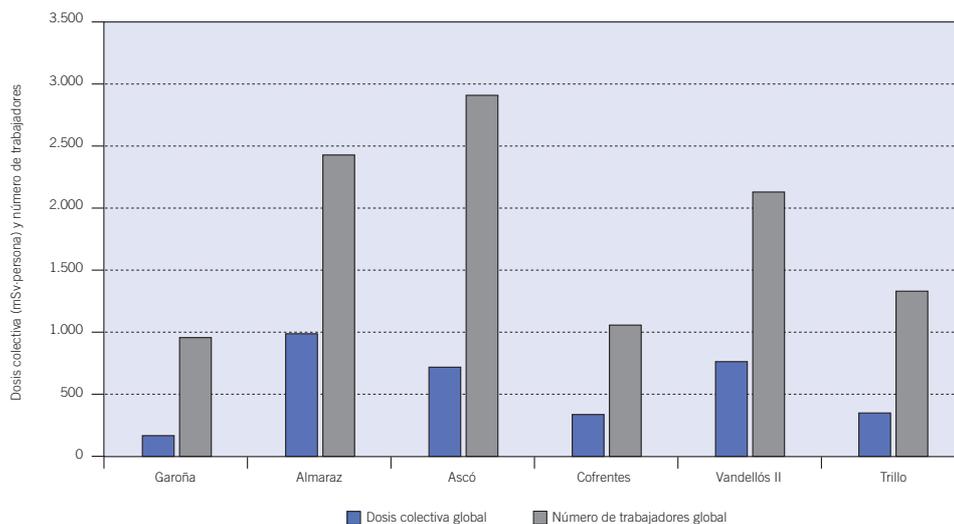


Figura 5. Número de trabajadores por intervalo de dosis en centrales nucleares españolas (año 2012)

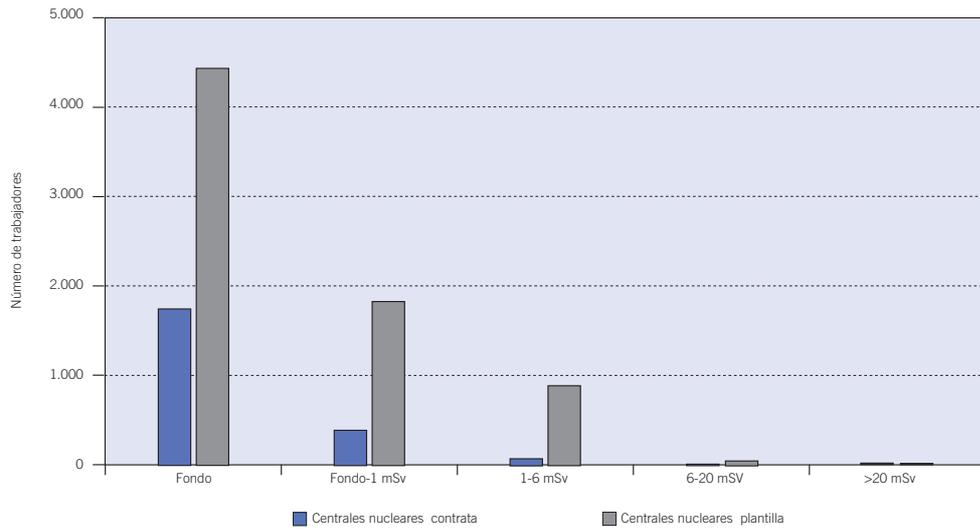


Figura 6. Dosis colectiva de trabajadores en centrales nucleares (año 2012)

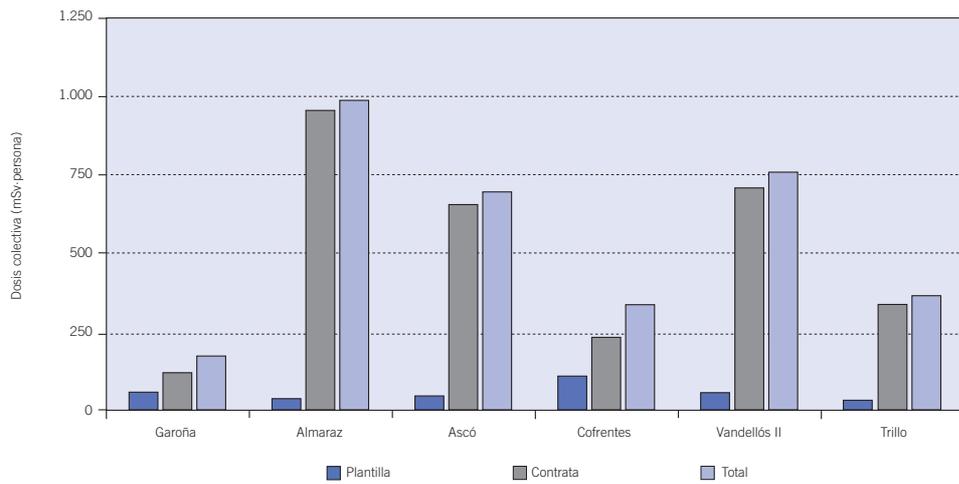


Figura 7. Dosis colectiva y número de trabajadores por sectores (año 2012)

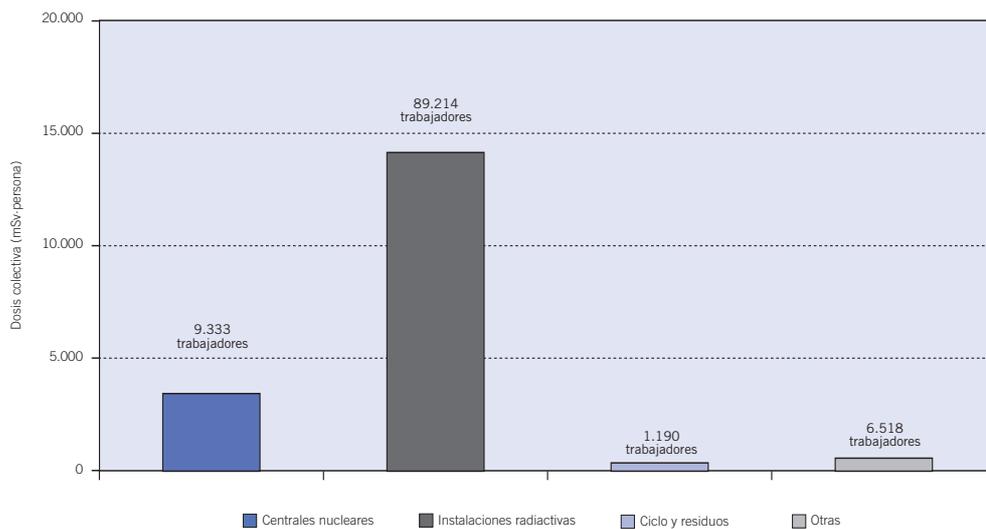
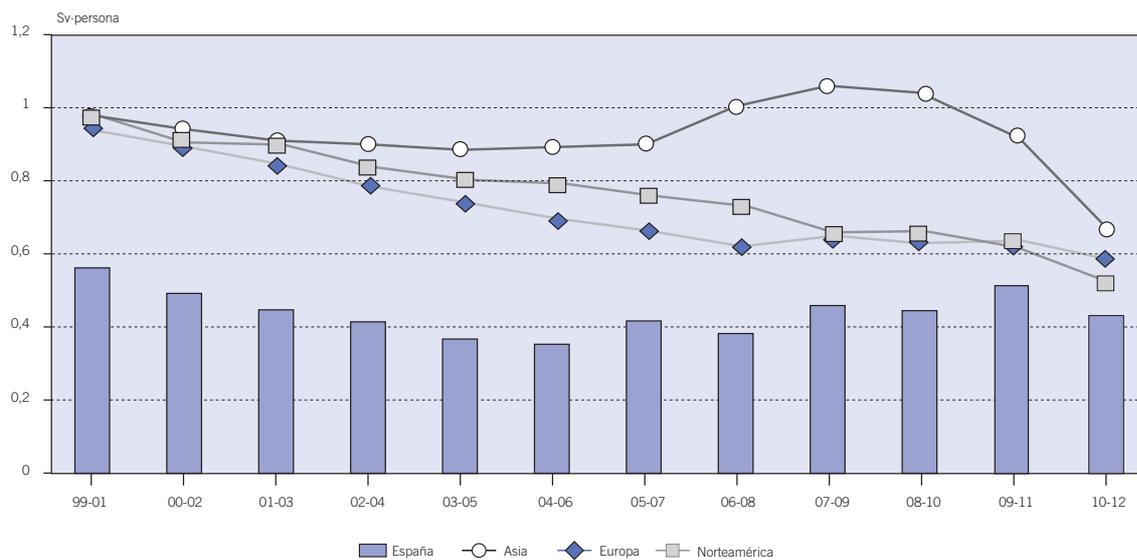
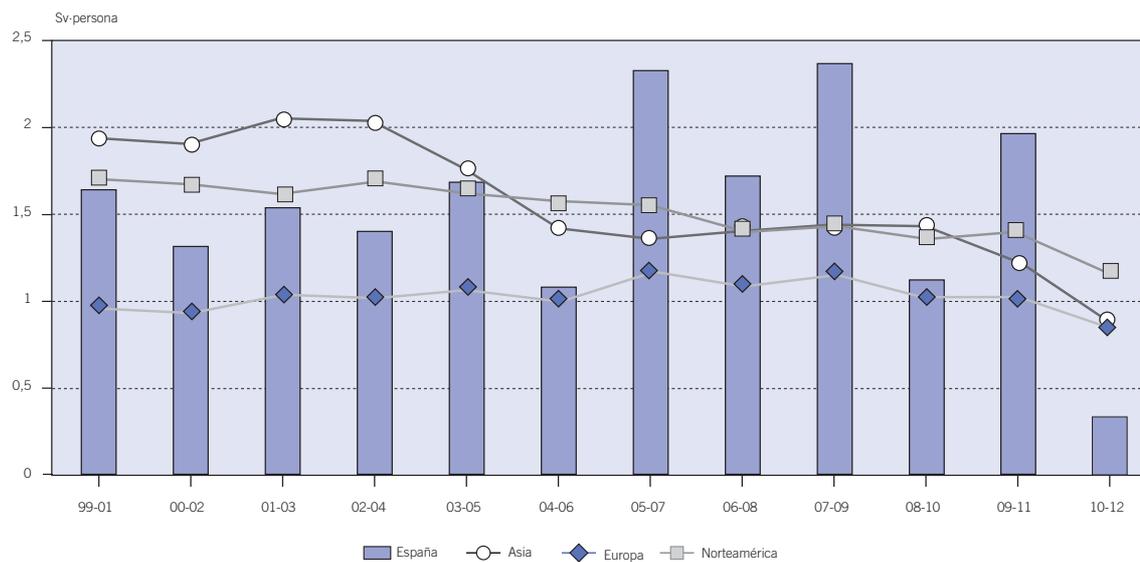


Figura 8. Dosis colectiva media trienal (Sv-persona) por reactor para reactores de tipo PWR. Comparación internacional



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 2012)

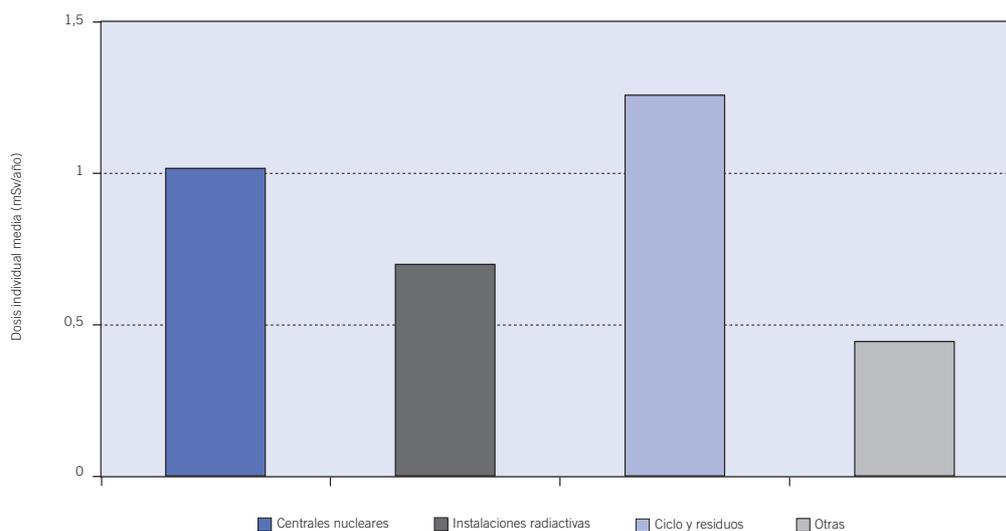


Figura 11. Dosis individual media en instalaciones radiactivas médicas e industriales (año 2012)

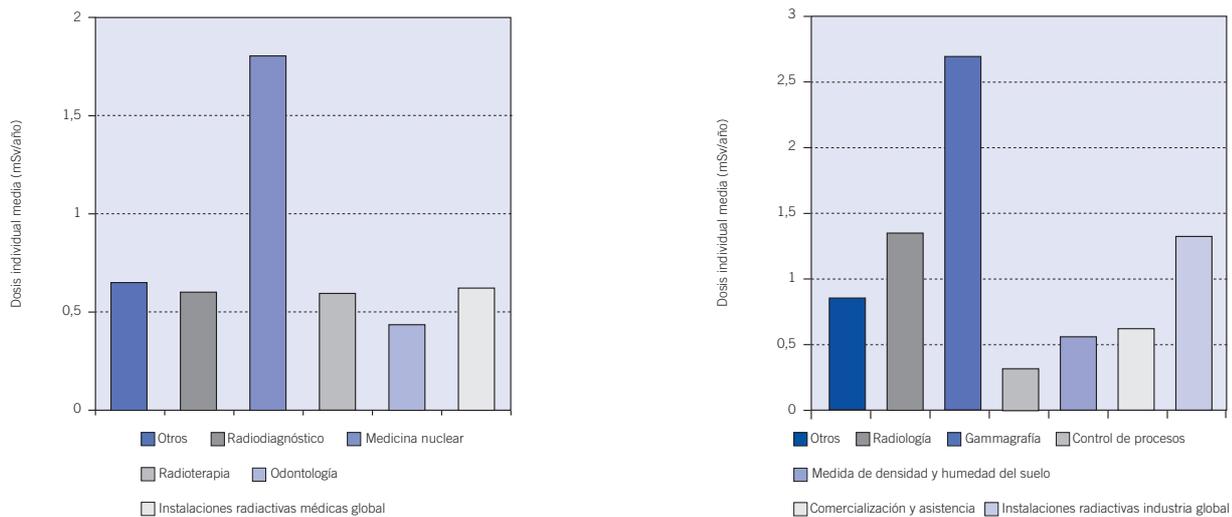


Figura 12. Dosis individual media en centrales nucleares (año 2012)

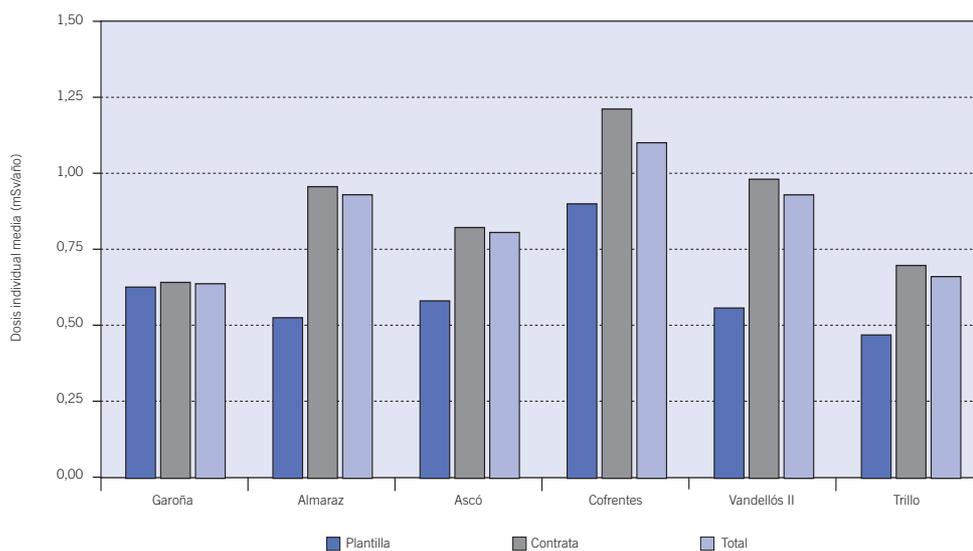


Figura 13. Análisis comparativo de la dosis colectiva y la dosis individual media en instalaciones radiactivas médicas e industriales. Años 2008-2012

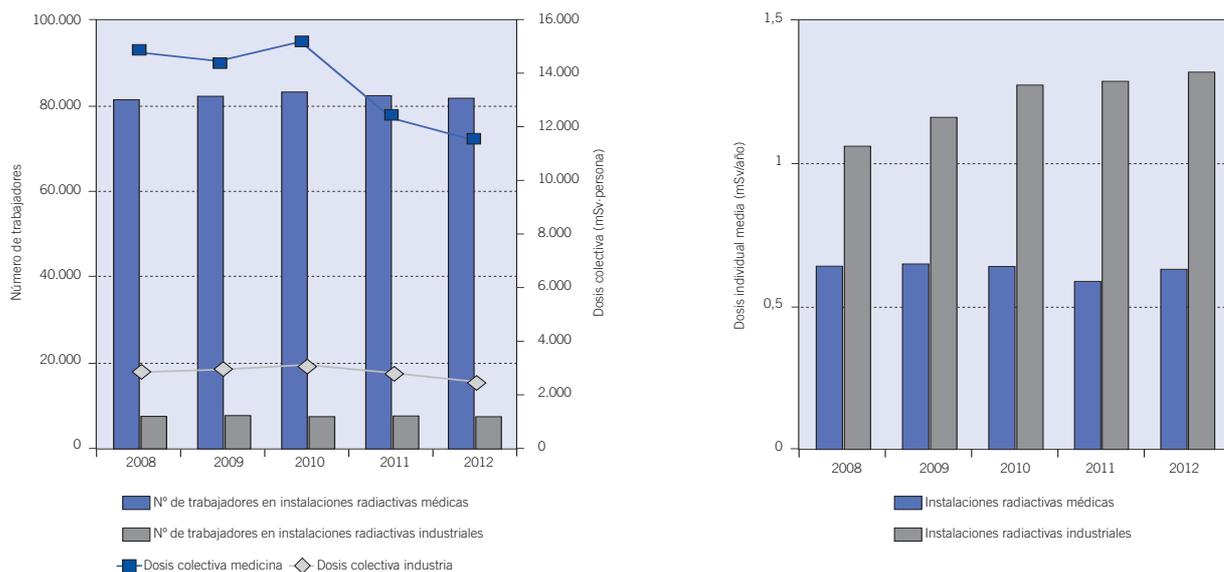


Figura 14. Análisis comparativo de la dosis colectiva y la dosis individual media en instalaciones radiactivas médicas. Años 2008-2012

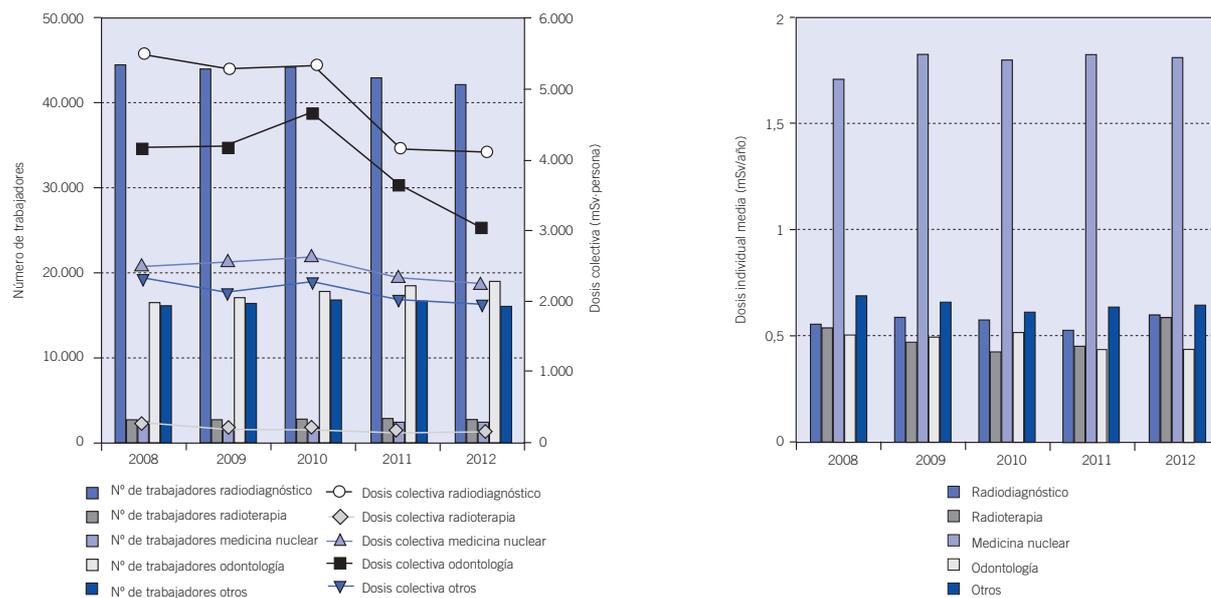


Figura 15. Análisis comparativo de la dosis colectiva y la dosis individual media en instalaciones radiactivas industriales. Años 2008-2012

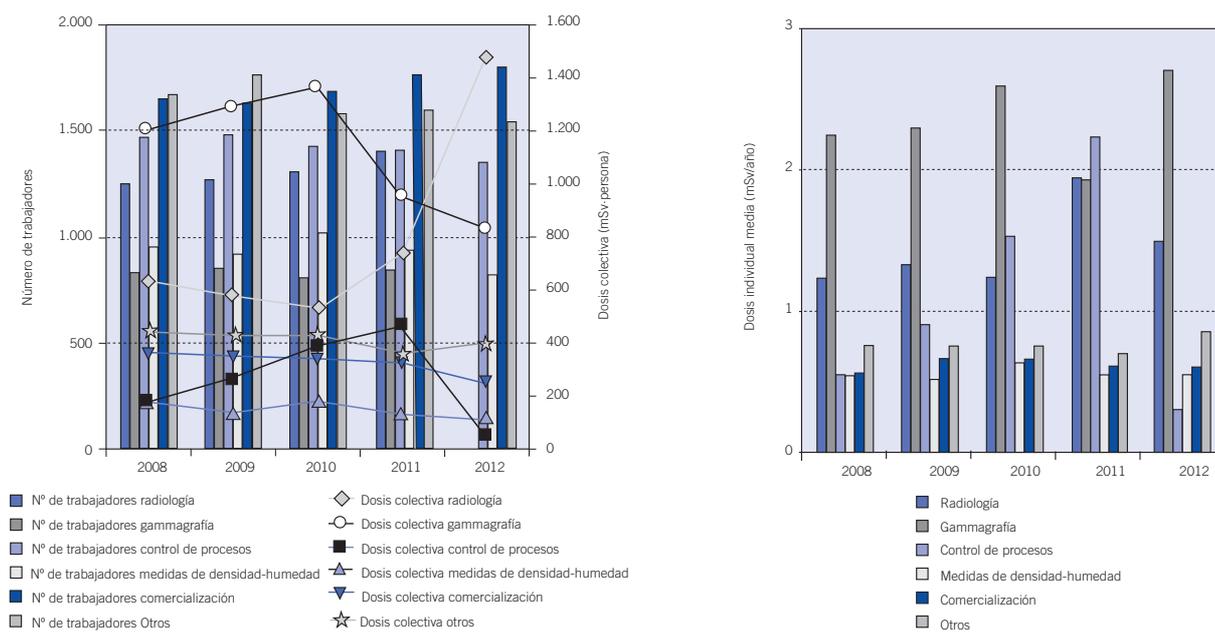


Figura 16. Análisis comparativo de la dosis colectiva y la dosis individual media en centrales nucleares. Años 2008-2012

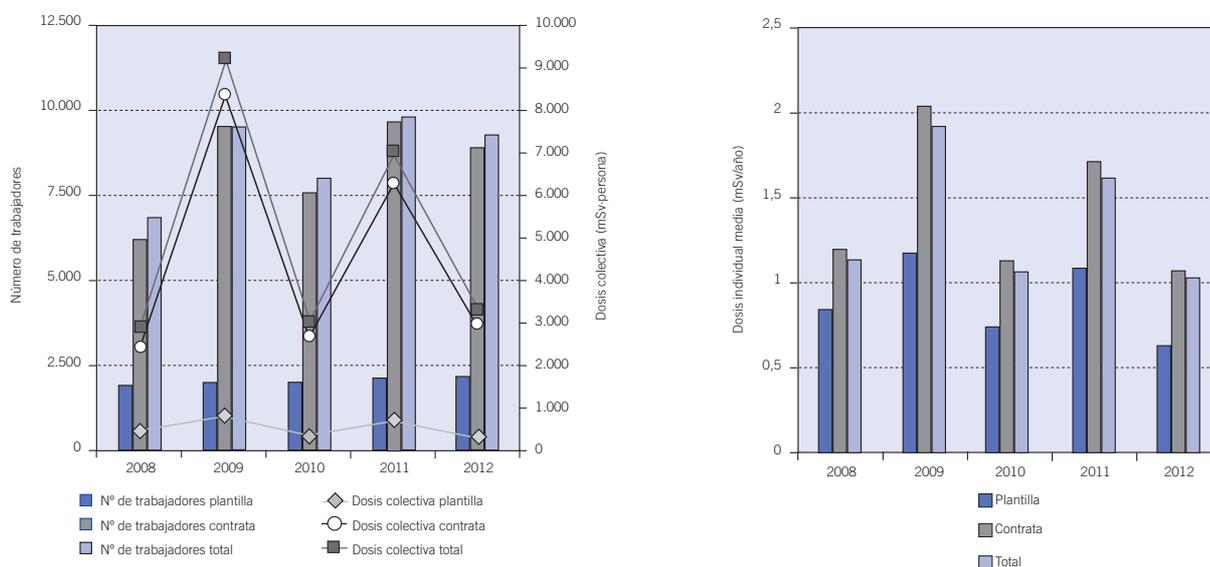


Figura 17. Análisis comparativo del número de trabajadores con dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv/año en los distintos sectores laborales. Años 2008-2012

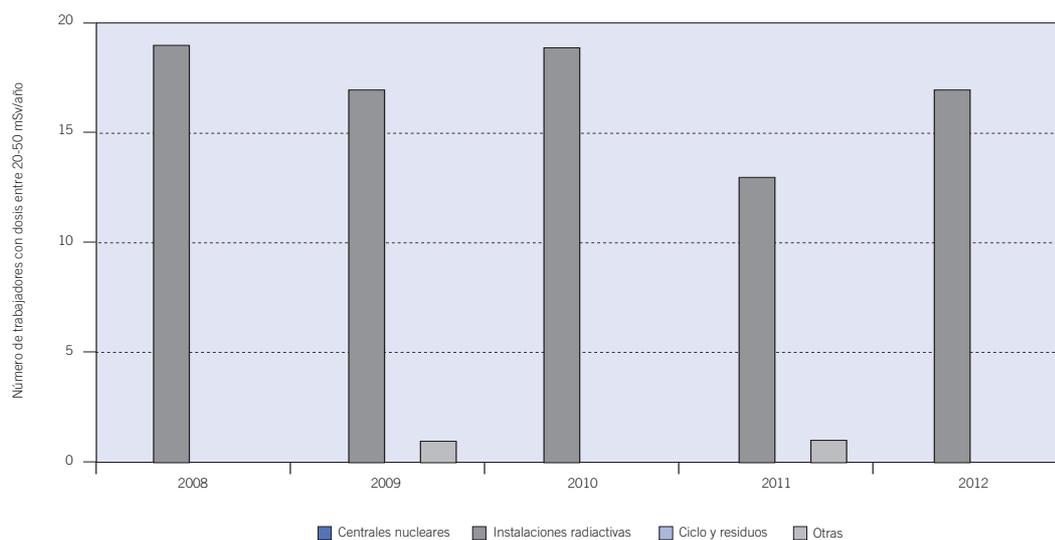


Figura 18. Análisis comparativo del número de trabajadores con dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv por año en instalaciones radiactivas médicas. Años 2008-2012

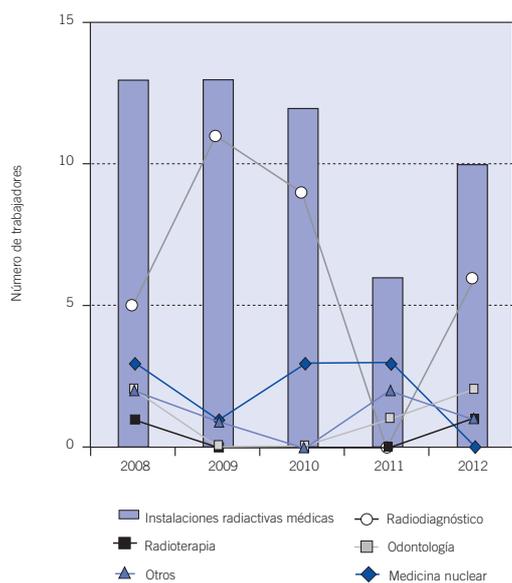
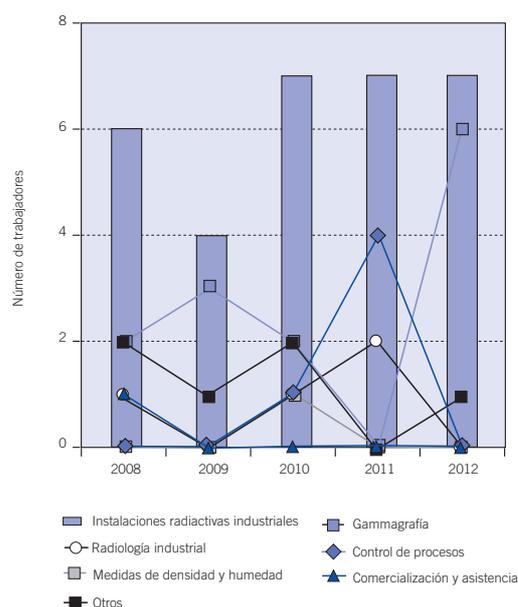


Figura 19. Análisis comparativo del número de trabajadores con dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv por año en instalaciones radiactivas industriales. Años 2008-2012



**Resultado de la vigilancia  
de los trabajadores controlados  
mediante dosimetría individual.  
Año 2012**

**Informe Sectorial**

Colección Documentos  
24.2015