La dosimetría de los trabajadores expuestos en España durante el año 2004

Estudio Sectorial

CSN

Colección Documentos 16.2006





La dosimetría de los trabajadores expuestos en España durante el año 2004

Estudio Sectorial

Milagros Guerra Martínez, Isabel Villanueva Delgado, Ana Martín Alvariño, Mª Luisa Tormo de las Heras, Teresa Labarta Mancho, Ignacio Amor Calvo, Manuel Rodríguez Martí Colección: Documentos CSN

Referencia: Doc. 07.09

[©]Consejo de Seguridad Nuclear, 2006

Edita y distribuye:
Consejo de Seguridad Nuclear
Justo Dorado, 11
28040 - Madrid - España
http://www.csn.es
peticiones@csn.es
Denésito Legal: M. 44, 374, 2001

Depósito Legal: M. 44.374-2006 Imprime: Imprenta Fareso, S. A.

Índice

ntı	oducción	5
	Resumen de los datos de dosimetría personal	9
	I.1. Resultados dosimétricos en instalaciones radiactivas	11
	I.1.1. Resultados dosimétricos en instalaciones radiactivas médicas	12
	I.1.1.1. Radiodiagnóstico I.1.1.2. Radioterapia I.1.1.3. Medicina nuclear I.1.1.4. Odontología I.1.1.5. Otros	12 13 13 14 14
	I.1.2. Resultados dosimétricos en instalaciones radiactivas industriales	14
	I.1.2.1. Radiología	15 15 16 16 17
	I.2. Resultados dosimétricos en centrales nucleares	18
	I.2.1. Central nuclear José Cabrera I.2.2. Central nuclear Sta. Mª de Garoña I.2.3. Central nuclear de Almaraz. Unidades I y II I.2.4. Central nuclear de Ascó. Unidades I y II I.2.5. Central nuclear de Cofrentes I.2.6. Central nuclear Vandellós II I.2.7. Central nuclear de Trillo	21 22 23 23 23 23 24
	I.3. Resultados dosimétricos en el ciclo del combustible, residuos y centrales nucleares en desmantelamiento	25
	1.3.1. Fábrica de Juzbado (Enusa)	27 27 28

	I.3.4. Central nuclear Vandellós I (operaciones de desmantelamiento y clausura)	28
	I.4. Resultados dosimétricos en otro tipo de instalaciones	29
	I.4.1. Centros de investigación y/o docencia	29 30 30
	I.5. Resultados dosimétricos globales del país	30
И.	Resumen y conclusiones	33
Ш.	Tendencias en la exposición a radiaciones	45
IV.	Anexo I. Estudio dosimétrico sectorial. Evolución temporal (2000-2004)	53
V.	Anexo II. Estudio dosimétrico sectorial. Evolución temporal (2000-2004)	59

Introducción



Introducción

El presente informe contiene la información elaborada por la Subdirección de Protección Radiológica Operacional, Área de Protección Radiológica de los Trabajadores, en relación con la vigilancia y control dosimétrico llevada a cabo sobre las personas expuestas en nuestro país a lo largo del año 2004.

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 2004 y actualiza datos previamente presentados a este respecto⁽¹⁾.

En este informe se han utilizado los datos obtenidos del Banco Dosimétrico Nacional (BDN), a partir de las dosis efectivas (2) individualizadas asociadas al tipo de instalación y trabajo en los cuales los trabajadores expuestos han recibido dichas dosis y las cuales 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 de trabajo característicos del BDN: instalaciones radiactivas, centrales nucleares, ciclo de combustible y residuos y otras instalaciones.

En el ámbito de 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 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.

La información aportada incluye datos de dosimetría externa, correspondientes a cada uno de los sectores citados con anterioridad, y de dosimetría interna, correspondientes a los sectores de centrales nucleares y ciclo de combustible, residuos y centrales nucleares en desmantelamiento.

Dentro de las conclusiones de este informe se ha incluido la comparación de los resultados dosimétricos correspondientes al año 2004 con los relativos al periodo comprendido entre los años 2000 y 2004 a fin de evaluar la tendencia

^{1.} En el Informe del Consejo de Seguridad Nuclear al Congreso de los Diputados y al Senado. Año 2004 se incluyó un avance de los resultados dosimétricos correspondientes al año 2004.

^{2.} La dosis efectiva se obtiene como suma de la dosis equivalente personal en términos de Hp(10) y de la dosis efectiva comprometida debida a contaminación interna.

experimentada a lo largo del tiempo en relación con la vigilancia y control dosimétrico de los trabajadores expuestos (TE) en España.

En el análisis de los datos incluidos en este estudio sectorial hay que reseñar que, durante el año 2004, los Servicios de Dosimetría Personal Externa han implementado dentro de su sistemática de trabajo, la Instrucción Técnica remitida por este Organismo en la cuál se establece que, a aquellos trabajadores expuestos que transcurrido un plazo de tiempo superior a tres meses no recambien sus dosímetros, se les asignará una dosis administrativa, cuyo valor será igual a la fracción correspondiente del límite de dosis para el periodo de uso de los mismos. Todo ello teniendo en cuenta que, en estas situaciones de no recambio adecuado del dosímetro, se produce un incumplimiento de la normativa vigente (Reglamento de Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes R.D. 783/01), que establece, que la estimación de las dosis externas se hará con una periodicidad no superior a un mes.

Asimismo, hay que tener en cuenta que en el cálculo de la dosis colectiva no se incluyen las lecturas dosimétricas superiores al límite de dosis.

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

- Dosis significativas: superiores al nivel de registro (0,1 mSv/mes).
- 1 mSv: valor de límite de dosis efectiva para miembros del público establecido en el Reglamento de Protección Sanitaria contra las Radiaciones Ionizantes (R.D. 783/01 de 6 de julio de 2001).
- 6 mSv: valor que marca el nivel de dosis efectiva anual a partir de la cual un TE debe ser clasificado como de categoría A.
- 20 mSv: límite de dosis efectiva anual para TE recomendado en publicación nº 60 de ICRP.
- 50 mSv: límite de dosis efectiva anual establecido en el anterior Reglamento de Protección Sanitaria contra las Radiaciones Ionizantes y que coincide con la dosis efectiva máxima anual a recibir por un TE en cualquier año oficial del período de cinco años oficialmente consecutivos en los que el límite de dosis efectiva será de 100 mSv de acuerdo con lo establecido en el actual Reglamento de Protección Sanitaria contra las Radiaciones Ionizantes publicado en el año 2001.

l. Resumen de los datos de dosimeliás personal



Resumen de los datos de dosimetría personal

I.1. Resultados dosimétricos en instalaciones radiactivas

Durante el año 2004 el número de trabajadores expuestos que desarrollaron su actividad en el campo de las instalaciones radiactivas (IIRR) y que fueron controlados por estos centros se cifra en 77.273 personas, cuyas lecturas dosimétricas suponen una dosis colectiva de 39.326 mSv.persona.

En cuanto a la distribución estadística del número de usuarios a lo largo del año 2004 se puede concluir que, de los 77.273 trabajadores controlados:

- 48.356 trabajadores (62,58% del total) no han recibido dosis significativas.
- 22.426 trabajadores (29,02% del total)
 han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 4.687 trabajadores (6,07% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- 1.542 trabajadores (1,99% del total) han recibido dosis comprendidas entre 6 y 20 mSv.
- 253 trabajadores (0,33% del total) han recibido dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv.

En cuanto a los nueve trabajadores restantes, un 0,01% del total, constituyen casos de potencial superación del límite anual de dosis establecido en el Reglamento de Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes al haberse registrado valores de dosis superiores a 50 mSv/año. Los casos de potencial sobre-exposición citados se distribuyen en los tipos de instalación que se indican a continuación:

- Instalaciones radiactivas médicas: cinco casos de potencial sobreexposición, de los cuales uno corresponde a instalaciones de radiodiagnóstico, dos a instalaciones de radioterapia, uno a instalaciones de odontología y uno a otras instalaciones.
- Instalaciones radiactivas industriales: cuatro casos de potencial sobreexposición, de los cuales tres corresponden a instalaciones de gammagrafía y uno a instalaciones de control de procesos.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas y se excluyen los casos de potencial sobreexposición, la dosis individual media en el colectivo de trabajadores correspondiente a instalaciones radiactivas resulta ser de 1,36 mSv/año.

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.

I.1.1. Resultados dosimétricos en instalaciones radiactivas médicas

Durante el año 2004 el número de trabajadores expuestos que desarrollaron su actividad en el campo de las instalaciones radiactivas médicas y que fueron controlados dosimétricamente se cifra en 71.328 personas, cuyas lecturas dosimétricas suponen una dosis colectiva de 34.636 mSv.persona.

La distribución estadística del número de trabajadores controlados a lo largo del año 2004 en este colectivo permite concluir que:

- 45.479 trabajadores (63,76% del total) no han recibido dosis significativas.
- 20.193 trabajadores (28,31% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 4.078 trabajadores (5,72% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- 1.342 trabajadores (1,88% del total) han recibido dosis comprendidas entre 6 y 20 mSv.
- 231 trabajadores (0,33% del total) han recibido dosis comprendida entre 20 y 50 mSv.
- Los cinco trabajadores restantes (0,01% del total) constituyen casos de potencial superación del límite anual de dosis.

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 1,34 mSv/año.

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

I.1.1.1. Radiodiagnóstico

El número de personas controladas fue de 41.490, a las que corresponde una dosis colectiva de 14.833 mSv.persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 28.512 trabajadores (68,72% del total) no han recibido dosis significativas.
- 10.438 trabajadores (25,16% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 1.838 trabajadores (4,42% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- 646 trabajadores (1,56% del total) han recibido dosis comprendidas entre 6 y 20 mSv.
- 59 trabajadores (0,14% del total) han recibido dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv.

 El trabajador restante (0,01% del total) constituye un caso de potencial superación del límite anual de dosis.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas y se excluye el caso de potencial sobreexposición, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 1,14 mSv/año.

I.1.1.2. Radioterapia

El número de personas controladas fue de 2.304, contabilizando una dosis colectiva de 541 mSv.persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 1.648 trabajadores (71,53% del total), no han recibido dosis significativas.
- 574 trabajadores (24,91% del total), han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 63 trabajadores (2,73% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- 12 trabajadores (0,52% del total), han recibido dosis comprendidas entre 6 y 20 mSv.
- Cinco trabajadores (0,22% del total) han recibido dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv.
- Los dos trabajadores restantes (0,09% del total) constituyen casos de potencial superación del límite anual de dosis.

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 0,83 mSy/año.

I.1.1.3. Medicina Nuclear

El número de personas controladas fue de 2.014, a las que corresponde una dosis colectiva de 2.429 mSy.persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 708 trabajadores (35,15% del total) no han recibido dosis significativas.
- 657 trabajadores (32,62 %del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 580 trabajadores (28,80% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- 68 trabajadores (3,38% del total) han recibido dosis comprendidas entre 6 y 20 mSv.
- Un trabajador (0,05% 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 1,86 mSv/año.

I.1.1.4. Odontología

El número de personas controladas fue de 13.560, a las que corresponde una dosis colectiva de 13.749 mSv.persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 6.104 trabajadores (45,01% del total) no han recibido dosis significativas.
- 5.681 trabajadores (41,89% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 1.095 trabajadores (8,08% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- 519 trabajadores (3,83% del total) han recibido dosis comprendidas entre 6 y 20 mSv.
- 160 trabajadores (1,18% del total) han recibido dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv.
- Un trabajador (0,01% del total) constituye un caso de potencial superación del límite anual de dosis.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas y se excluye el caso de potencial sobreexposición, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 1,84 mSv/año.

I.1.1.5. Otros

El número de personas controladas fue de 13.125, a las que corresponde una dosis colectiva de 3.084 mSv.persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 9.508 trabajadores (72,44% del total) no han recibido dosis significativas.
- 3.014 trabajadores (22,96% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 503 trabajadores (3,83% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- 93 trabajadores (0,71% del total) han recibido dosis comprendidas entre 6 y 20 mSv.
- Seis trabajadores (0,05% del total) han recibido dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv.
- En cuanto al trabajador restante (0,01% del total), ha recibido dosis superiores a los límites anuales.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas y se excluye el caso de potencial sobreexposición, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 0,85 mSv/año.

I.1.2. Resultados dosimétricos en instalaciones radiactivas industriales

Durante el año 2004 el número de trabajadores expuestos que desarrollaron su actividad en el campo de las instalaciones radiactivas industriales y que fueron controlados dosimétricamente se cifra en 6.005 personas, cuyas lecturas dosimétricas suponen una dosis colectiva de 4.690 mSv.persona. La distribución estadística del número de trabajadores controlados a lo largo del año 2004 en este colectivo permite concluir que:

- 2.931 trabajadores (48,81% del total) no han recibido dosis significativas.
- 2.239 trabajadores (37,28% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 609 trabajadores (10,14% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- 200 trabajadores (3,33% del total) han recibido dosis comprendidas entre 6 y 20 mSv.
- 22 trabajadores (0,37% del total) han recibido dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv.
- Cuatro trabajadores (0,07% del total), constituyen casos de potencial superación del límite anual de dosis.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas y se excluyen los casos de potencial sobreexposición, la dosis individual media de este colectivo de trabajadores resulta ser de 1,53 mSv/año.

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

I.1.2.1. Radiología industrial

El número de personas controladas fue de 574, a las que corresponde una dosis colectiva de 247 mSv.persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 315 trabajadores (54,88% del total) no han recibido dosis significativas.
- 230 trabajadores (40,07% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 19 trabajadores (3,31% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- Nueve trabajadores (1,57% del total) han recibido dosis comprendidas entre 6 y 20 mSv.
- Un trabajador (0,17% 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 0,95 mSv/año.

I.1.2.2. Gammagrafía

El número de personas controladas fue de 803, a las que corresponde una dosis colectiva de 1.399 mSv.persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 266 trabajadores (33,13% del total) no han recibido dosis significativas.
- 229 trabajadores (28,52% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 245 trabajadores (30,51% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- 55 trabajadores (6,85% del total) han recibido dosis comprendidas entre 6 y 20 mSv.
- 5 trabajadores (0,42% del total) han recibido dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv.
- Los tres trabajadores restantes (0,37% del total) han 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 2,62 mSv/año.

I.1.2.3. Control de procesos

El número de personas controladas fue de 1.270, a las que corresponde una dosis colectiva de 195 mSv.persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 889 trabajadores (70% del total) no han recibido dosis significativas.
- 347 trabajadores (27,32% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.

- 30 trabajadores (2,36% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- Tres trabajadores (0,24% del total) han recibido dosis comprendidas entre 6 y 20 mSv.
- Ningún trabajador ha recibido dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv.
- Un trabajador (0,08% del total) ha recibido dosis superiores a 50 mSv.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas y se excluye el caso de potencial sobreexposición, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 0,51 mSv/año.

I.1.2.4. Medidas de densidad y humedad

El número de personas controladas fue de 793, a las que corresponde una dosis colectiva de 464 mSv.persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 338 trabajadores (42,62% del total) no han recibido dosis significativas.
- 384 trabajadores (48,43% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 54 trabajadores (6,81% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- 11 trabajadores (1,38% del total) han recibido dosis comprendidas entre 6 y 20 mSv.

- Seis trabajadores (0,76% 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 1,02 mSv/año.

I.1.2.5. Comercialización-asistencia

El número de personas controladas fue de 1.169, a las que corresponde una dosis colectiva de 1.595 mSv.persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 485 trabajadores (41,49% del total) no han recibido dosis significativas.
- 473 trabajadores (40,46% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 108 trabajadores (9,24% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- 94 trabajadores (8,04% del total) han recibido dosis comprendidas entre 6 y 20 mSv.
- Nueve trabajadores (0,77%) 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 2,33 mSv/año.

I.1.2.6. Otros

El número de personas controladas fue de 1.495, a las que corresponde una dosis colectiva de 789 mSv.persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 718 trabajadores (48,02% del total) no han recibido dosis significativas.
- 599 trabajadores (40,07% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 149 trabajadores (9,97% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- 28 trabajadores (1,87% del total) han recibido dosis comprendidas entre 6 y 20 mSv.
- Un trabajador (0,07% del total) ha recibido dosis comprendidas entre 20 mSv 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 1,02 mSv/año.

A modo de resumen de los datos aportados en relación con las instalaciones radiactivas, y de forma comparativa, se presenta en las siguientes figuras:

- La figura 1 representa la dosis colectiva correspondiente a cada una de las clasificaciones establecidas en el ámbito de las instalaciones radiactivas, tanto médicas como industriales, así como al valor global.
- La figura 2 representa el número de trabajadores correspondiente a cada una de las clasificaciones establecidas en el ámbito de las instalaciones radiactivas, tanto médicas como industriales.
- La figura 3 representa la dosis individual media correspondiente a cada una de las clasificaciones establecidas en el ámbito de las instalaciones radiactivas, tanto médicas como industriales, así como el valor global.

18

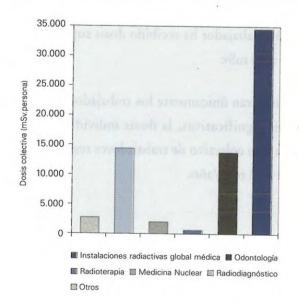
 La figura 4 representa la distribución estadística del número de usuarios por intervalo de dosis considerado, diferenciándose entre instalaciones radiactivas médicas e industriales.

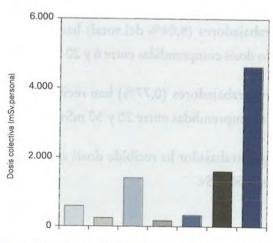
I.2. Resultados dosimétricos en centrales nucleares

Durante el año 2004 el número de trabajadores expuestos que desarrollaron su actividad en el campo de las centrales nucleares en operación y que fueron controlados dosimétricamente se cifra en 6.077 personas, cuyas lecturas dosimétricas suponen una dosis colectiva de 3.068 mSv. persona, de la cual un 15%, aproximadamente, corresponde a personal de plantilla y un 85%, aproximadamente, a personal de contrata.

En cuanto a la distribución estadística del número de usuarios a lo largo del año 2004,

Figura 1. Dosis colectiva en instalaciones radiactivas médicas e industriales (2004)





- 🔳 Instalaciones radiactivas global industria 🔳 Comercialización y asistencia
- Medida de densidad y humedad del suelo
- Control de procesos
 Gammagrafía
 Radiología
 Otros

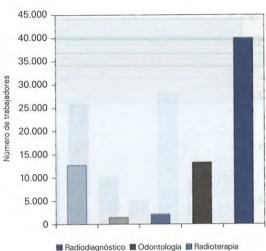
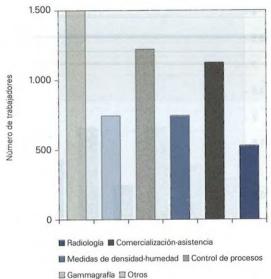


Figura 2. Número de trabajadores en instalaciones radiactivas médicas e industriales (2004)



elaborada considerando conjuntamente la operación normal y las operaciones de recarga⁽³⁾, se deduce que:

■ Medicina nuclear ■ Otros

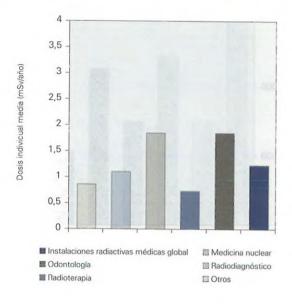
- a) Personal de plantilla:
- Se han controlado un total de 1.971 trabajadores.
- 1.452 trabajadores (73,67% del total) no han recibido dosis significativas.
- 391 trabajadores (19,84% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 121 trabajadores (6,14% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.

- Siete trabajadores (0,35% 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) Personal de contrata:
- Se han controlado un total de 4.131 trabajadores.
- · 2.300 trabajadores (55,68% del total) no han recibido dosis significativas.
- 1.132 trabajadores (27,40% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.

^{3.} Todos los valores corresponden a las dosis registradas mediante dosimetría oficial, extraídos de la información existente en el BDN, con lo que se deberá tener en cuenta el hecho de que los trabajadores de contrata desarrollan trabajos en más de una central nuclear. Esto motiva que el número total de trabajadores en el sector nuclear y su distribución por intervalos de dosis no se corresponda con la suma del número de trabajadores en cada central.



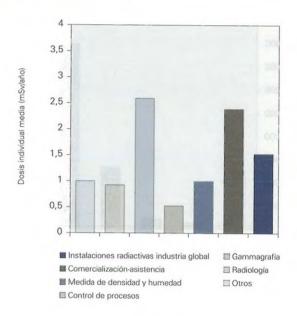
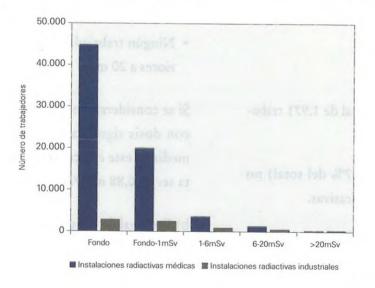


Figura 4. Número de trabajadores por intervalo de dosis en instalaciones radiactivas médicas e industriales (2004)



- 639 trabajadores (15,47% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- 60 trabajadores (1,45% 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.

- c) Datos globales:
- Se han controlado un total de 6.077 trabajadores.
- 3.730 trabajadores (61,38% del total) no han recibido dosis significativas.
- 1.520 trabajadores (25,01% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 760 trabajadores (12,51% del total) han recibi do dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- 67 trabajadores (1,10% 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 1,31 mSv/año.

Estos resultados hacen que la dosis colectiva media por reactor a lo largo del año 2004 sea de 341 mSv.persona⁽⁴⁾.

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⁽⁵⁾. 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, establecido en 1 mSy/año.

A continuación, se resumen los aspectos más relevantes en relación con cada una de las centrales nucleares.

1.2.1. Central nuclear José Cabrera

El número de personas controladas fue de 328, a las que corresponde una dosis colectiva de 188 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:

- 171 trabajadores (52,13% del total) no han recibido dosis significativas.
- 98 trabajadores (29,88% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 55 trabajadores (16,77% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.

^{4.} 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 2004, estando en funcionamiento en ese momento dos reactores tipo BWR y siete reactores tipo PWR.

^{5.} El número de trabajadores controlados en cada instalación se refleja en los apartados correspondientes a cada una de las centrales nucleares. No se aporta un valor global al no ser sumatorios los correspondientes a cada una de las instalaciones consideradas debido a que algunos trabajadores de contrata han sido controlados a lo largo del año 2004 en varias instalaciones.

- 4 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, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores, resulta ser de 1,19 mSv/año para la totalidad del personal, 0,94 mSv/año para el personal de plantilla y 1,37 mSv/año para el personal de contrata.

1.2.2. Central nuclear Santa Mª de Garoña

El número de personas controladas fue de 845, a las que corresponde una dosis colectiva de 226 mSv.persona, distribuida, aproximadamente, un 23% entre el personal de plantilla y un 77% entre el personal de contrata.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 543 trabajadores (64,26% del total) no han recibido dosis significativas.
- 235 trabajadores (27,81% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 67 trabajadores (7,93% 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 0,75 mSv/año para la totalidad del personal, 0,51 mSv/año para el personal de plantilla y 0,87 mSv/año para el personal de contrata.

1.2.3. Central nuclear de Almaraz. Unidades I y II

El número de personas controladas fue de 1.563, a las que corresponde una dosis colectiva de 466 mSv.persona, distribuida, aproximadamente, un 5% entre el personal de plantilla y un 95% entre el personal de contrata.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 1.001 trabajadores (64,05% del total) no han recibido dosis significativas.
- 421 trabajadores (26,93% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 141 trabajadores (9,02% 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 0,83 mSv/año para la totalidad del personal, 0,40 mSv/año para el personal de plantilla y 0,88 mSv/año para el personal de contrata.

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

1.2.4. Central nuclear de Ascó. Unidades I y II

El número de personas controladas fue de 1.756, a las que corresponde una dosis colectiva de 1.227 mSv.persona, distribuida, aproximadamente, un 4% entre el personal de plantilla y un 96% entre el personal de contrata.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 946 trabajadores (53,87% del total) no han recibido dosis significativas.
- 480 trabajadores (27,34% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 295 trabajadores (16,80% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- 35 trabajadores (1,99% 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 1,51 mSv/año para la totalidad del personal, 0,53 mSv/año para el personal de plantilla y 1,64 mSv/año para el personal de contrata.

Durante este año tuvieron lugar paradas de recarga en las unidades I y II.

1.2.5. Central nuclear de Cofrentes

El número de personas controladas fue de 844, a las que corresponde una dosis colectiva de 700 mSv.persona, distribuida, aproximadamente, un 36% entre el personal de plantilla y un 64% entre el personal de contrata.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 440 trabajadores (52,13% del total) no han recibido dosis significativas.
- 209 trabajadores (24,76% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 178 trabajadores (21,09% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- 17 trabajadores (2,02% 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 1,73 mSv/año para la totalidad del personal, 1,61 mSv/año para el personal de plantilla y 1,81 mSv/año para el personal de contrata.

1.2.6. Central nuclear Vandellós II

El número de personas controladas fue de 729, a las que corresponde una dosis colectiva de 52 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:

- 656 trabajadores (89,99% del total) no han recibido dosis significativas.
- 57 trabajadores (7,82% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 16 trabajadores (2,19% 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 para la totalidad del personal, 0,53 mSv/año para el personal de plantilla y 0,74 mSv/año para el personal de contrata.

1.2.7. Central Nuclear de Trillo

El número de personas controladas fue de 1.053, a las que corresponde una dosis colectiva de 209 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:

 645 trabajadores (61,26% del total) no han recibido dosis significativas.

- 355 trabajadores (33,71% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 53 trabajadores (5,03% 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 0,51 mSv/año para la totalidad del personal, 0,41 mSv/año para el personal de plantilla y 0,52 mSv/año para el personal de contrata.

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

A modo de resumen de los datos aportados en relación con las centrales nucleares, y de forma comparativa, se presenta en las siguientes figuras:

- La figura 5 representa la dosis colectiva correspondiente a cada una de las centrales nucleares diferenciándose entre plantilla, contrata y global.
- La figura 6 representa la dosis individual media correspondiente a cada una de las centrales nucleares diferenciándose entre plantilla, contrata y global.
- La figura 7 representa la dosis colectiva correspondiente a cada una de las centrales

- La figura 8 representa para el conjunto de centrales nucleares, la distribución de dosis en los intervalos considerados diferenciándose entre plantilla y contrata.
- I.3. Resultados dosimétricos en el ciclo del combustible, residuos y centrales nucleares en desmantelamiento.

Durante el año 2004 el número de trabajadores expuestos que desarrollaron su actividad en el campo de las instalaciones del ciclo de com-

Figura 5. Dosis colectiva de trabajadores en centrales nucleares españolas (2004)

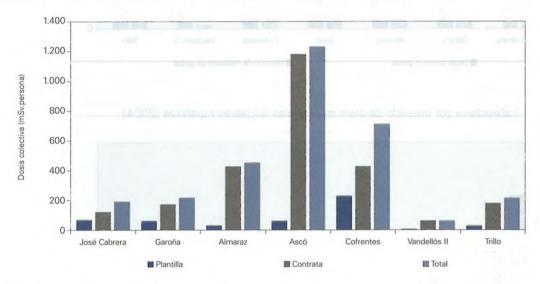
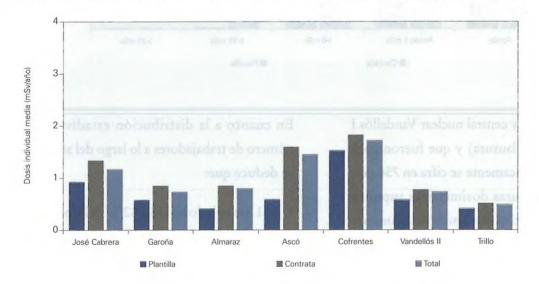


Figura 6. Dosis individual media para trabajadores en centrales nucleares españolas (2004)



25

Figura 7. Dosis colectiva y número de trabajadores en centrales nucleares españolas (2004)

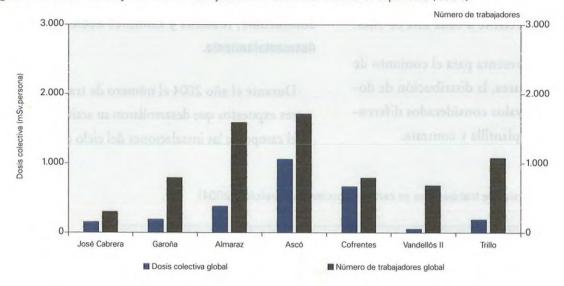
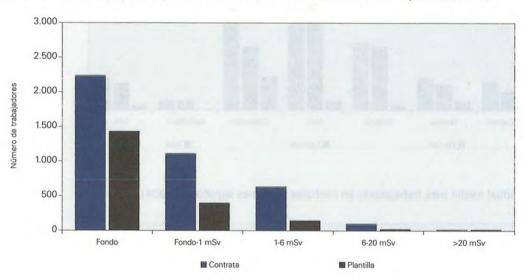


Figura 8. Número de trabajadores por intervalo de dosis en centrales nucleares españolas (2004)



bustible, residuos y central nuclear Vandellós I (operaciones de clausura) y que fueron controlados dosimétricamente se cifra en 756 personas, cuyas lecturas dosimétricas suponen una dosis colectiva de aproximadamente 101 mSv.persona.

En cuanto a la distribución estadística del número de trabajadores a lo largo del año 2004 se deduce que:

 611 trabajadores (80,82% del total) no han recibido dosis significativas.

- 107 trabajadores (14,15% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 38 trabajadores (5,03% 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 0,70 mSv/año.

I.3.1. Fábrica de Juzbado (Enusa)

El número total de trabajadores controlados en este año 2004 ha sido de 444, a los que corresponde una dosis colectiva de 76 mSv.persona.

En cuanto a la distribución estadística del número de trabajadores a lo largo del año 2004 se deduce que:

- 336 trabajadores (75,68% del total) no han recibido dosis significativas.
- 79 trabajadores (17,79% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 29 trabajadores (6,53% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 6 mSv.

Cuando se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas la dosis individual media resulta en un valor de 0,71 mSv/año.

En lo que se refiere a la dosimetría interna, se han realizado controles a:

- 90 personas mediante medida directa de la radiactividad corporal.
- 216 personas mediante análisis de excretas.

No se ha detectado en ningún caso contaminación interna superior al nivel de registro (1 mSv/año).

1.3.2. Concentrados: planta Quercus (Enusa)

Esta instalación, desde enero de 2003, se encuentra en situación de parada definitiva de las actividades productivas. El 14 de julio de 2003, el Ministerio de Economía, previo informe del CSN declaró el cese definitivo de la explotación de la misma.

El número total de trabajadores controlados en este año 2004 ha sido de 84, a los que corresponde una dosis colectiva de 0,25 mSv.persona.

En cuanto a la distribución estadística del número de trabajadores a lo largo del año 2004 se deduce que:

- 82 trabajadores (97,62% del total) no han recibido dosis significativas.
- Dos trabajadores (2,38% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.

Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 1 mSv.

Cuando se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas, la dosis individual media resulta en un valor de 0,13 mSv/año.

En lo que se refiere a la dosimetría interna, se han realizado controles a 29 personas mediante análisis de excretas, no habiéndose detectado en ningún caso contaminación interna superior al nivel de registro.

I.3.3. Empresa Nacional de Residuos Radiactivos S.A. (Enresa)

El número total de trabajadores controlados en este año 2004 ha sido de 231, a los que corresponde una dosis colectiva de 25 mSv.persona.

En cuanto a la distribución estadística del número de trabajadores a lo largo del año 2004 se deduce que:

- 197 trabajadores (85,28% del total) no han recibido dosis significativas.
- 25 trabajadores (10,82% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- Nueve trabajadores (3,90% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 6 mSv.

Cuando se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas, la dosis individual media resulta en un valor de 0,72 mSv/año.

En lo que se refiere a la dosimetría interna, se han realizado controles a 130 personas mediante medida directa de la radiactividad corporal no habiéndose detectado en ningún caso contaminación interna superior al nivel de registro.

L3.4. Central nuclear Vandellós I

El CSN informó favorablemente el paso a la fase de latencia de la instalación nuclear Vandellós I. El Ministerio de Industria, Turismo y Comercio concedió dicha autorización el día 17 de enero de 2005.

El número de personas controladas fue de cinco, a las que corresponde una dosis colectiva de 0,17 mSv.persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- Cuatro trabajadores (80% del total) no han recibido dosis significativas.
- Un trabajador (20% del total) ha recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- No hay ningún trabajador con 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 0,17 mSv/año.

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, no habiéndose detectado en ningún caso contaminación interna superior al nivel de registro establecido.

I.4. Resultados dosimétricos en otros tipos de instalaciones

Dentro de este apartado se ha considerado la siguiente clasificación:

- Centros de investigación y/o docencia: instalaciones de rayos X, instalaciones con fuentes encapsuladas, instalaciones con fuentes no encapsuladas, instalaciones con aceleradores de partículas, instalaciones mixtas y otras.
- Entidades de transporte: transporte de residuos y de material radiactivo.
- · Consejo de Seguridad Nuclear.

De acuerdo con los datos disponibles se puede concluir que durante el año 2004 el número de personas controladas fue de 5.205 contabilizando una dosis colectiva de 1.192 mSv.persona.

En cuanto a la distribución estadística de las dosis acumuladas a lo largo del año 2004 en este colectivo de trabajadores cabe señalar que:

- 3.314 trabajadores (63,67% del total) no han recibido dosis significativas.
- 1.645 trabajadores (31,60% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 226 trabajadores (4,34% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- 19 trabajadores (0,37% del total) han recibido dosis comprendidas entre 6 y 20 mSv
- Un trabajador (0,02% del total) 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 0,63 mSv/año.

I.4.1. Centros de investigación y/o docencia

El número de trabajadores controlados ha sido de 4.991, a los que corresponde una dosis colectiva de 1.032 mSv.persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 3.158 trabajadores (63,27% del total) no han recibido dosis significativas.
- 1.619 trabajadores (32,44% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 204 trabajadores (4,09% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.

- Nueve trabajadores (0,18% del total) ha recibido dosis comprendida entre 6 y 20 mSv.
- Un trabajador (0,02% del total) 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 0,56 mSv/año.

1.4.2. Entidades de transporte

El número de trabajadores controlados ha sido de 65, a los que corresponde una dosis colectiva de 157 mSv.persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 14 trabajadores (21,54% del total) no han recibido dosis significativas.
- 21 trabajadores (32,31% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 20 trabajadores (30,77% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- 10 trabajadores (15,38% 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.

1.4.3. Consejo de Seguridad Nuclear

El número de trabajadores controlados ha sido de 149, a los que corresponde una dosis colectiva de aproximadamente 3 mSv.persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 142 trabajadores (95,30% del total) no han recibido dosis significativas.
- Cinco trabajadores (3,36% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- Dos trabajadores (1,34% 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 0,45 mSv/año.

1.5. Datos dosimétricos globales del país

A modo de resumen, de los datos dosimétricos presentados en este informe, cabe señalar que para el conjunto del país (instalaciones radiactivas, centrales nucleares, ciclo de combustible y otras) y de acuerdo con los datos disponibles, excluyendo los casos de potencial sobreexposición:

• El número de personas expuestas a radiaciones ionizantes controladas dosimétricamente asciende a 88.989 a los que corresponde una dosis colectiva de 43.687 mSv.persona.

- 55.777 trabajadores (62,68% del total) no han recibido dosis significativas.
- 25.617 trabajadores (28,79% del total)
 han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 5.696 trabajadores (6,40% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- 1.636 trabajadores (1,84% del total) han recibido dosis comprendidas entre 6 y 20 mSv.

 253 trabajadores (0,29% del total) han recibido dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv.

En cuanto a los nueve trabajadores restantes (0,01% del total) constituyen casos de potencial superación del límite anual de dosis.

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 resulta ser de 1,32 mSv/año.



II. Resumen y conclusiones



II. Resumen y conclusiones

A lo largo de los apartados anteriores se han expuesto los resultados dosimétricos corresponientes a los trabajadores expuestos del país, desglosados dentro de los diferentes tipos de instalaciones o áreas de trabajo existentes en España: instalaciones radiactivas médicas e industriales, centrales nucleares, instalaciones del ciclo de combustible, residuos y centrales nucleares en desmantelamiento y otras instalaciones⁽⁶⁾.

Como hecho destacable cabe mencionar que, aunque el límite reglamentario de dosis efectiva para personal expuesto es de 100 mSv durante todo periodo de cinco años oficiales consecutivos, sujeto a una dosis efectiva máxima de 50 mSv en cualquier año oficial, el 97,87% de los trabajadores ha recibido dosis inferiores a 6 mSv/año, el 99,70% ha recibido dosis inferiores a 20 mSv/año y el 99,99% ha recibido dosis inferiores a 50 mSv/año.

El 0,01% de los trabajadores restantes, (nueve trabajadores pertenecientes todos ellos a instalaciones radiactivas) constituyen casos de potencial superación del límite anual de dosis efectiva establecido en el Reglamento de Protección Sanitaria contra las Radiaciones Ionizantes. Así mismo, la dosis individual media por sectores no supera en ningún caso el valor de 6 mSy/año.

Se efectúa a continuación un estudio comparativo entre los diferentes sectores establecidos considerando tres elementos básicos de análisis y evaluación:

- 1. Número de trabajadores expuestos.
- 2. Dosis colectiva y dosis individual media.
- 3. Número de trabajadores expuestos 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 2004 estaban en funcionamiento dos reactores nucleares de tipo BWR (Garoña y Cofrentes) y siete reactores nucleares de tipo PWR (José Cabrera, Almaraz I y II, Ascó I y II, Vandellós II y Trillo).

Así mismo, se realizaron operaciones de recarga en las siguientes centrales nucleares en operación: Almaraz (unidad II), Ascó (unidades I y II) y Trillo.

En lo que se refiere a las instalaciones del ciclo de combustible, en 2004 estaban en operación la fábrica de combustible de Juzbado, la planta Quercus de producción de concentrados (en fase de parada de actividades productivas) y la instalación de almacenamiento de residuos de Sierra Albarrana (El Cabril).

^{6.} Los datos presentados a lo largo de este informe se han recogido de forma global en las figuras 9-14.

II.1. En lo que se refiere a la dosis colectiva

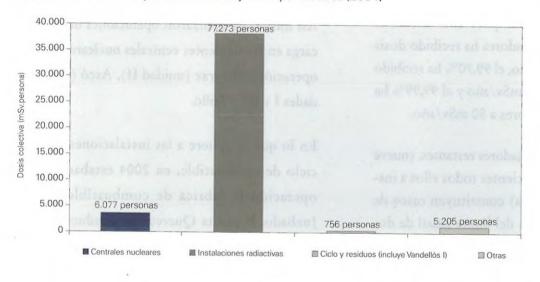
II.1.1. El número de personas expuestas a radiaciones ionizantes controladas dosimétricamente durante el año 2004 asciende a 88.989 a las que corresponde una dosis colectiva de 43.687 mSv.persona⁽⁷⁾, que se distribuyen sectorialmente según

la siguiente tabla:

II.1.2. La mayor contribución a la dosis colectiva de los trabajadores expuestos (TE) corresponde a las instalaciones radiactivas médicas⁽⁹⁾ y dentro de éstas a las instalaciones médicas de radiodiagnóstico (14.833 mSv.persona), siendo estas mismas insta-

	№ trabajadores	Dosis colectiva
		(mSv.persona)
Instalaciones radiactivas médicas	71.328	34.636
Instalaciones radiactivas industriales	6.005	4.690
Centrales nucleares	6.077	3.068
Ciclo combustible y residuos	756	101
Otras instalaciones	5.205	1.192
Total	88.989 ⁽⁸⁾	43.687

Figura 9. Dosis colectiva y número de trabajadores por sectores (2004)



^{7.} En relación con este valor hay que indicar que la diferencia entre el mismo y el reflejado en el "Informe del Consejo de Seguridad Nuclear al Congreso de los Diputados y al Senado. Año 2004" es debida a que en dicho Informe anual no se incluye la dosis colectiva del personal del Consejo de Seguridad Nuclear y a revisiones posteriores de la información remitida por los SDP para su carga en el BDN.

^{8.} Dado que los datos se han extraído del Banco Dosimétrico Nacional, el número global de trabajadores expuestos del país no coincide con la suma de los mismos en cada uno de los sectores informados, ya que puede ocurrir que haya trabajadores trabajando en distintos sectores a lo largo del año.

^{9.} En las figuras 1 a 4 se presentan de forma resumida los resultados dosimétricos correspondientes a instalaciones radiactivas médicas e industriales.

laciones de radiodiagnóstico las más representativas en cuanto al número de trabajadores (41.490 personas, aproximadamente un 47% del total de trabajadores expuestos controlados dosimétricamente durante al año 2004).

- II.1.3. Durante el año 2004, en el ámbito de las instalaciones radiactivas industriales la mayor contribución a la dosis colectiva corresponde a las instalaciones de comercialización y asistencia técnica (1.595 mSv. persona), siendo el colectivo denominado "otros" el más representativo, dentro de este ámbito, en cuanto al número de trabajadores (1.495 personas).
- II.1.4. En el sector nuclear la dosis colectiva media por reactor a lo largo del año 2004 ha sido de 341 mSv.persona valor inferior al correspondiente al año 2003 (815 mSv. persona), lo cual está directamente relacionado con el hecho de que durante el año 2004, un menor número de centrales nucleares llevaron a cabo operaciones de recarga del combustible nuclear.

Con objeto de realizar una valoración global de la dosimetría de los trabajadores expuestos en el sector nucleoeléctrico español, en las figuras 10 y 11 se muestra la evolución temporal de la dosis colectiva por tipo de reactor y año correspondientes a las centrales nucleares españolas y se comparan con los valores registrados en el ámbito internacional (10).

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

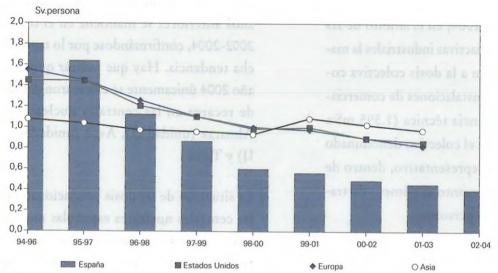
- a) Reactores tipo PWR (gráfica 10):
- La tendencia decreciente de la dosis colectiva por reactor que se venía observando en años anteriores se mantiene en el trienio 2002-2004, confirmándose por lo tanto dicha tendencia. Hay que indicar que en el año 2004 únicamente se efectuaron paradas de recarga en las centrales nucleares de Almaraz (unidad II), Ascó (unidades I y II) y Trillo.
- La situación de las dosis ocupacionales en las centrales nucleares españolas muestra valores inferiores que los presentados en las centrales de los países de nuestro entorno tecnológico.
- b) Reactores tipo BWR (gráfica 11):
- Considerando las dosis medias colectivas medias trienales por reactor del periodo 2002-2004, se observa que han disminuido tan solo ligeramente respecto al trienio anterior, a pesar de que no se efectuaron paradas de recargas, durante el año 2004, en ninguna de las dos centrales de esta tecnología. A este hecho contribuye el aumento del término fuente registrado en la central nuclear de Cofrentes.

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

 Las dosis ocupacionales en los reactores tipo BWR son superiores a las registradas en Europa pero no obstante se mantienen en valores similares a los obtenidos, en este

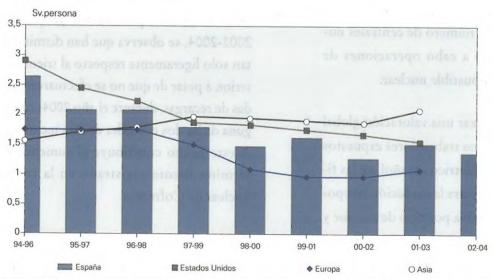
mismo tipo de reactores, en EEUU país de referencia para las centrales españolas de esta tecnología.

Figura 10. Dosis colectiva media trienal (Sv. persona) para reactores de tipo PWR. Comparación internacional



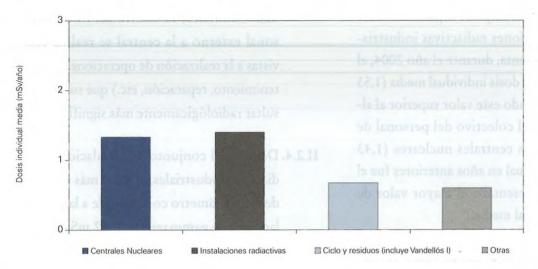
En la elaboración de esta gráfica se han considerado dosis medias colectivas trienales para reactores de tipo PWR en cada región de comparación.

Figura 11. Dosis colectiva media trienal (Sv.persona) para reactores de tipo BWR. Comparación internacional



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

Figura 12. Dosis individual media por sectores (2004)



II.1.5. Dentro del sector⁽¹¹⁾ nuclear, es en la central nuclear de Ascó (con parada de recarga en las dos unidades), donde se registra la dosis colectiva más elevada (1.227 mSv.persona) durante este año, seguida de la central nuclear de Cofrentes (700 mSv.persona).

Por el contrario, la central nuclear Vandellós II (sin parada de recarga) es la que presenta valores de dosis colectiva inferiores a los del resto de centrales en operación (52 mSv.persona).

II.1.6. La fábrica de combustible de Juzbado (76 mSv.persona), dentro del sector del ciclo de combustible y residuos, es la que contribuye en mayor medida a los valores de dosis colectiva registrados.

II.1.7. Dentro del grupo "otras instalaciones" son los centros de investigación/docencia los

que más contribuyen a la dosis colectiva (1.032 mSv.persona) siendo también los más representativos en cuanto al número de trabajadores expuestos (4.991 personas).

II.2. En lo que se refiere a la dosis individual media:

II.2.1. Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas y se excluyen los casos de potencial sobreexposición, la dosis individual media correspondiente al año 2004, para el global de los trabajadores expuestos del país, resulta ser de 1,32 mSv/año. Los valores de este parámetro en cada uno de los sectores considerados son los que siguen:

Dosis individual
media (mSv/año)
1,34
1,53
1,31
0,70
0,63

^{11.} En las figuras 5 a 8 se presentan los resultados dosimétricos correspondientes a centrales nucleares.

II.2.2. A la vista de los datos presentados en el cuadro anterior, se comprueba que es el sector de las instalaciones radiactivas industriales el que presenta, durante el año 2004, el mayor valor de dosis individual media (1,53 mSv/año), siendo este valor superior al alcanzado por el colectivo del personal de contrata de las centrales nucleares (1,43 mSv/año), el cual en años anteriores fue el sector que presentaba el mayor valor de dosis individual media.

Esta situación se produce como consecuencia de que en el sector industrial existe un número significativo de trabajadores expuestos que no cambian el dosímetro de forma adecuada, (mensualmente), situación esta que no ocurre en ningún caso dentro del sector de centrales nucleares.

II.2.3. En el sector de las centrales nucleares, y del mismo modo que sucedía con la dosis colectiva, con motivo del menor número de centrales que durante el 2004 han desarrollado operaciones de recarga de combustible nuclear, se ha producido una disminución considerable del valor de la dosis individual media (1,31 mSv/año) respecto al valor del año anterior (1,94 mSv/año).

40

Dentro del personal que desempeña sus funciones en las centrales nucleares, es el personal de contrata el que presenta valores de dosis individual media más altos (1,43 mSv/año frente a 0,88 mSv/año para el personal de plantilla). Esta tendencia es concurrente en general en todos los países,

y resulta lógica si se tiene en cuenta que, habitualmente, la contratación de personal externo a la central se realiza con vistas a la realización de operaciones (mantenimiento, reparación, etc.) que suelen resultar radiológicamente más significativas.

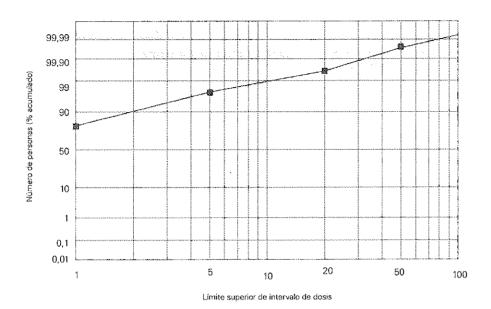
II.2.4. Dentro del conjunto de instalaciones radiactivas industriales, el valor más elevado de este parámetro corresponde a las instalaciones de gammagrafía (2,62 mSv/año).

Por su parte, a la hora de considerar las instalaciones radiactivas médicas, son las instalaciones de medicina nuclear las que presentan valores de dosis individual media más altas (1,86 mSv/año). Las instalaciones de radiodiagnóstico, en las que según se ha puesto de manifiesto realizan su trabajo un porcentaje significativo de trabajadores del país, presentan valores de dosis individual media de 1,14 mSv/año.

II.2.5. En el sector de centrales nucleares, dentro del grupo de centrales que han efectuado parada para recarga del combustible, es la central nuclear de Ascó (1,51 mSv/año) la que registra los mayores valores de dosis individual media, y dentro de las que no tuvieron recarga durante este año es la central nuclear de Cofrentes, con un valor de 1,73 mSv/año.

La central nuclear de Trillo es la que registra los valores más bajos, con 0,51 mSv/año.

Figura 13. Distribución de las dosis de las personas expuestas en España durante el año 2004



II.2.6. Dentro del sector que se ha denominado "Otras instalaciones" se encuentran los trabajadores expuestos implicados en actividades de transporte, quienes registran el valor más alto de dosis individual media (3,08 mSv/año) respecto a los sectores laborales considerados dentro del sector "Otras instalaciones". Debido a que esta situación se había venido observando de forma repetitiva en los últimos años, el CSN acometió la implementación de medidas correctivas en el sector, lo que ha permitido que la dosis individual media en esta actividad haya disminuido respecto a los valores que alcanzaba en el año 2003 (4 mSv/año).

> A pesar de ello, en este colectivo el número de trabajadores expuesto no es muy significativo (65 personas en el año 2004),

por lo que se considera que se deberán seguir implementando medidas encaminadas a la aplicación práctica del principio Alara.

II.2.7. Los valores más bajos de la dosis individual media se registran en el sector de concentrados (0,13 mSv/año) y para el personal que ha desarrollado sus actividades en la central nuclear Vandellós I (0,17 mSv/año). En el momento de proceder al análisis de estos valores es importante tener en cuenta que en ambas instalaciones se ha producido el cese definitivo de la actividad.

II.2.8 En la figura 13 se muestra, en escala de tipo probabilístico, la distribución de las dosis de las personas expuestas en España a lo largo de este año 2004. El buen ajuste de dichos datos a una recta demuestra que la distribución de dosis se ajusta a una función del tipo logarítmico-normal. Esta situación es coherente con la experiencia internacional que existe al respecto. De hecho, la Comisión Internacional de Protección Radiológica, (ICRP), cuando propuso los actuales límites de dosis, tuvo en cuenta la realidad práctica de que las dosis en grandes grupos de trabajadores se distribuyen con arreglo a una función de estas características.

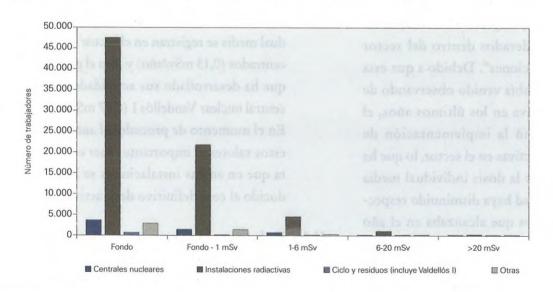
Con esta distribución se confirma que, aunque el límite reglamentario de dosis para personal expuesto es de 50 mSv/año, el 97,87% de los trabajadores ha recibido dosis inferiores a 6 mSv/año.

II.3. En lo que se refiere a las implicaciones para nuestro país de los límites de dosis establecidos en el Real Decreto 783/01 de 6 de julio de 2001, cabe señalar lo siguiente:

II.3.1. De un total de 88.989 trabajadores, durante el año 2004, han presentado dosis superiores a 20 mSv/año un total de 255 trabajadores (0,29% del total), distribuidos según se indica a continuación:

	1	Nº trabajadores
	Nº trabajadores	con dosis >20mSv ⁽¹²⁾
Instalaciones radiactivas médicas	71.328	231
Instalaciones radiactivas industriales	6.005	22
Centrales nucleares	6.077	0
Ciclo combustible y residuos	756	0
Otras instalaciones	5.205	1

Figura 14. Numero de trabajadores por intervalo de dosis en cada sector (2004)



^{12.} No se incluyen los casos de potencial superación del límite anual de dosis efectiva.

II.3.2. En cuanto a los sectores a los que hay que prestar especial atención debido al número de trabajadores que presentan dosis entre 20 y 50 mSv en el año 2004, de cara al cumplimiento de los límites de dosis establecidos en el Real Decreto 783/01, son los siguientes:

- En el ámbito de las instalaciones radiactivas médicas cabe señalar los sectores de radiodiagnóstico (59 trabajadores que suponen el 0,07% del total), y odontología (160 trabajadores que suponen el 0,18%).
- En el ámbito de las instalaciones radiactivas industriales cabe señalar el sector de comercialización y asistencia técnica (nueve trabajadores que suponen el 0,01% del total) y el de medida de densidad (seis trabajadores que suponen el 0,007% del total).

En relación con este punto, es necesario aclarar que el Real Decreto 783/01 establece que los trabajadores expuestos no deberán recibir dosis efectivas 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 efectivas superiores a 20 mSv no implica que vaya a superar los límites de dosis efectiva.

Sin embargo, se deberán adoptar las medidas necesarias para que las circunstancias a las que se vieron sometidos estos trabajadores, no se repitan en el periodo de cinco años consecutivos en el que se enclava el año en el que cualquier trabajador expuesto ha recibido una dosis superior a 20 mSv, de forma que se evite y se controle que no se superen los limites de dosis en el periodo de cinco años consecutivos.

II.4. En lo que se refiere a los casos de potencial superación de los límites de dosis

En lo que se refiere a las situaciones de potencial superación de los límites de dosis, se han registrado un total de 35⁽¹³⁾ casos, de los cuales nueve corresponden a superaciones del límite anual de dosis efectiva y son resultado de las lecturas de los dosímetros que portaban los trabajadores. Los 26 casos restantes, corresponden a trabajadores que de forma sistemática y reiterada no han recambiado, a lo largo del año, ninguno de los dosímetros asignados a cada una de las instalaciones en las que prestan servicio y han superado el límite anual de dosis equivalente personal en términos de Hp(0,07). Los 35 trabajadores identificados anteriormente prestan servicio en instalaciones pertenecientes al sector de instalaciones radiactivas.

^{13.} El número de casos incluidos en el Informe del Consejo de Seguridad Nuclear al Congreso de los Diputados y al Senado. Año 2004, ha disminuido una vez que ha finalizado el proceso de investigación llevado a cabo en estas situaciones y concluyendo que en algunos de los casos las dosis no son imputables a los portadores de los dosímetros.



III. Tendencias en La exposición a Tadactiones



III. Tendencias en la exposición a radiaciones

III.1. En el anexo I se presenta un análisis comparativo de los resultados obtenidos en este informe frente a los obtenidos en los realizados con este mismo enfoque en el periodo de tiempo comprendido entre los años 2000 y 2004.

III.2. En el anexo II, se presenta una tabla que contiene los resultados obtenidos en este informe, frente a los obtenidos en el realizado, con el mismo enfoque, para el año 2003. A continuación, se efectúa una valoración de los resultados presentados:

Durante el período 2003-2004, el número de TE controlados dosimétricamente se ha mantenido prácticamente constante (89.004 en 2003 frente a 88.989 en 2004), aumentando, sin embargo, la dosis colectiva en un 13% (37.914 mSv.persona en 2003 frente a 43.687 mSv.persona en 2004).

Asimismo, en lo que se refiere a la dosis individual media, se observa un aumento de este parámetro del 22% (1,03 mSv/año en 2003 frente a 1,32 mSv/año en 2004). Sucede lo mismo con el número de trabajadores con dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv por año, que ha experimentado un incremento del 78% (56 trabajadores en 2003 frente a 254 trabajadores en 2004).

Tal como se ha manifestado al inicio de este informe, la causa de este aumento en las dosis se debe al hecho de incorporar en nuestro país el criterio de asignar dosis administrativas a aquellos trabajadores que prolongan el uso de los dosímetros por un periodo superior a tres meses, práctica ésta que ha sido contemplada por la Comisión Europea en la publicación de referencia EUR 14852 EN.

1

47

III.2.1. En las instalaciones radiactivas médicas, mientras el número de TE controlados dosimétricamente se ve incrementado solo en un 1% (70.271 trabajadores en 2003 frente a 71.328 en 2004), la dosis colectiva, aumenta en un 27% (25.275 mSv.persona en 2003 frente a 34.636 mSv.persona en 2004).

Lo mismo sucede en relación con la dosis individual media, donde se observa un aumento de un 32% (0,91 mSv/año en 2003 frente a 1,34 mSv/año en 2004) y con el número de trabajadores con dosis comprendidas entre 20 mSv y 50 mSv que sufre una un incremento del 84% (37 trabajadores en 2003 frente a 231 en 2004).

III.2.2. En lo que se refiere a las instalaciones radiactivas industriales, se ha producido un incremento en el número de trabajadores controlados dosimétricamente del 2% (5.896 trabajadores en 2003 frente a 6.005 en 2004) y la misma tendencia se observa en la dosis colectiva sufriendo ésta un aumento del 19% (3.802 mSv.persona en 2003 frente a 4.690 mSv.persona en 2004).

En cuanto a la dosis individual media, se ha producido un aumento de un 20% en el período objeto de estudio (1,22 mSv/año en 2003 frente a 1,53 mSv/año en 2004).

El número de trabajadores con dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv por año también ha aumentado un 32% (15 trabajadores en 2003 frente a 22 en 2004).

III.2.3. Cuando se analiza la evolución en las centrales nucleares se puede observar que el número de TE controlados dosimétricamente ha disminuido un 20% en el período 2003-2004 (7.302 trabajadores en 2003 frente a 6.077 en 2004). La dosis colectiva, a su vez, ha disminuido notablemente un 139% (7.334 mSv.persona en 2003 frente a 3.068 mSv.persona en 2004).

Asimismo, la dosis individual media presenta una disminución del 48% (1,94 mSv/año en 2003 frente a 1,31 mSv/año en 2004).

En cuanto al número de trabajadores con dosis comprendidas entre 20 y 50

mSv por año, se puede decir que en este periodo no ha habido ningún trabajador que haya recibido tales dosis, mientras que en 2003 se produjeron cuatro casos.

III.2.4. Si se analizan los valores de la dosis individual media en los diferentes sectores para el año 2004 se observa que, al igual que durante el año 2003, los que presentan valores más elevados es en gammagrafía industrial (2,62 mSv/año) y en transporte (3,08 mSv/año).

Teniendo en cuenta lo indicado con anterioridad, parece evidente que en estos sectores es donde se deberán seguir realizando mayores esfuerzos con vistas a la puesta en práctica del criterio Alara.

III.2.5. Los resultados indicados en puntos anteriores se muestran de manera gráfica en las figuras comprendidas entre los números 15 y 21.

Figura 15. Distribución comparativa de dosis colectiva e individual media en instalaciones radiactivas médicas e industriales (2000-2004)

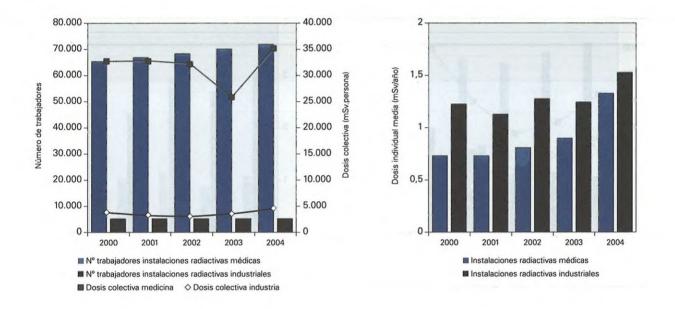


Figura 16. Distribución comparativa de dosis colectiva e individual en instalaciones radiactivas médicas (2000-2004)

49

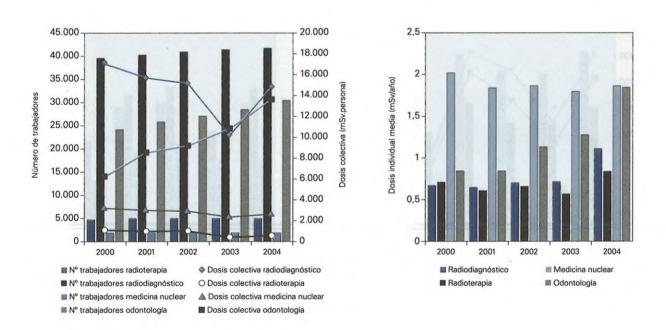


Figura 17. Distribución comparativa de dosis colectiva e individual en instalaciones radiactivas industriales (2000-2004)

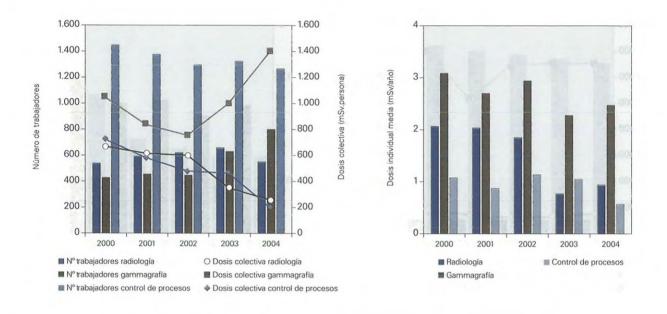


Figura 18. Distribución comparativa de dosis colectiva e individual media en centrales nucleares españolas (2000-2004)

50

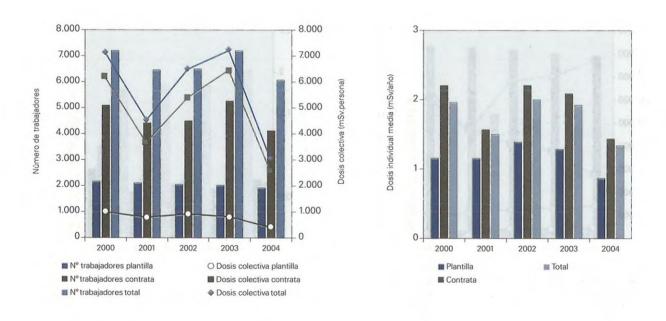


Figura 19 Distribución comparativa de número de trabajadores con dosis entre 20mSv y 50mSv/año en los grandes sectores (2000-2004)

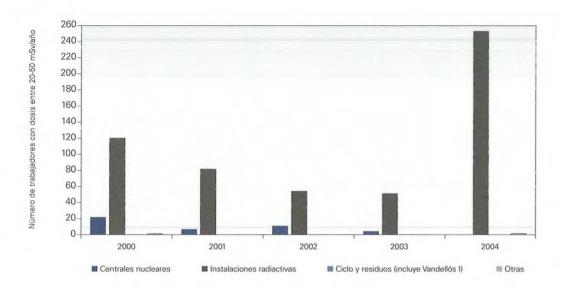
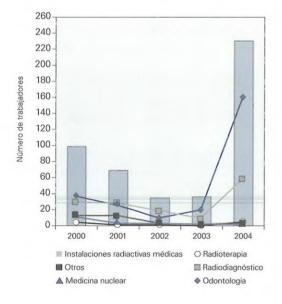
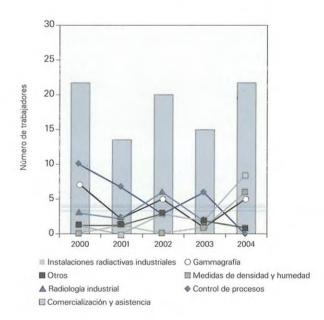


Figura 20. Distribución comparativa de número de trabajadores con dosis entre 20 y 50 mSv/año en el sector de instalaciones radiactivas médicas (2000-2004)

Figura 21. Distribución comparativa de número de trabajadores con dosis entre 20 y 50 mSv/año en el sector de instalaciones radiactivas industriales (2000-2004)







Anexo I. Estudio dosimétrico sectorial. Evolución temporal (2000-2004)

•			
:			
•			

Tabla 1. Comparación de resultados en instalaciones radiactivas. Años 2000-2004

Tipo de instalación		Médicas					Industriales			
Año	2000	2001	2002	2003	2004	2000	2001	2002	2003	2004
N° de personas	65.733	67.311	68.625	70.271	71.328	5.475	5.676	5.725	5.896	6.005
N° personas con dosis significativa	44,358	43.852	39.601	27.643	25.843	3.430	3.371	2.746	3.107	3.070
Dosis colectiva (mSv.persona)	32.745	33.065	32.612	25.275	34.636	4.155	3.648	3.517	3.802	4.690
Dosis individual media (mSv/año)	0,74	0,75	0,82	0,91	1,34	1,21	1,08	1,28	1,22	1,53
Nº personas con dosís entre 20-50 mSv/año	98	68	34	37	. 231	22	14	20	15	22

Tabla 2. Comparación de resultados en instalaciones radiactivas médicas. Años 2000-2004

Instalación	,,,,	Radiodiagnóstico					Radioterapia			
Año	2000	2001	2002	2003	2004	2000	2001	2002	2003	2004
N° de personas	39.910	40.546	40.874	41.251	41.490	2.072	2.161	2.230	2.296	2.304
Nº personas con dosis significativa	26.195	24.706	21.779	13.760	12.977	1.443	1.392	1.337	749	654
Dosis colectiva (mSv.persona)	17.143	15.697	15.019	9.693	14.833	1.003	856	855	434	541
Dosis individual media (mSv/año)	0,65	0,64	0,69	0,70	1,14	0,70	0,61	0,64	0,58	0,83
Nº personas con dosis entre 20-50 mSv/año	29	26	17	10	59	4	1	1	0	5

Instalación		Med	icina Nuclea	•		Odontología				
Año	2000	2001	2002	2003	2004	2000	2001	2002	2003	2004
N° de personas	1.787	1.862	1.843	1.921	2.014	10.873	11.500	12.064	12.910	13.560
N° personas con dosis significativa	1.562	1.533	1.481	1.273	1.306	7.912	9.105	8.161	7.970	7.455
Dosis colectiva (mSv.persona)	3.142	2.822	2.761	2.300	2.429	6.489	8.715	9.154	10.265	13.749
Dosis individual media (mSv/año)	2,01	1,84	1,86	1,81	1,86	0,82	0,96	1,12	1,29	1,84
Nº personas con dosis entre 20-50 mSv/año	12	4	3	2	1	37	25	10	20	160

Tabla 3. Comparación de resultados en instalaciones radiactivas industriales. Años 2000-2004

Instalación		I	Radiología		Gammagrafía					
Año	2000	2001	2002	2003	2004	2000	2001	2002	2003	2004
Nº de personas	554	595	656	673	574	430	471	449	656	803
Nº personas con										
dosis significativa	328	298	323	454	259	332	330	260	440	534
Dosis colectiva										
(mSv.persona)	691	618	600	357	247	1.031	847	772	998	1.399
Dosis individual										
media (mSv/año)	2,11	2,07	1,86	0,79	0,95	3,10	2,57	2,97	2,27	2,62
Nº personas con dosis										
entre 20-50 mSv/año	3	2	6	2	1	7	2	5	1	5

Instalación	Control de procesos								
Año	2000	2001	2002	2003	2004				
N° de personas	1.424	1.381	1.301	1.323	1.270				
N° personas con									
dosis significativa	669	640	385	419	380				
Dosis colectiva									
(mSv.persona)	732	583	461	442	195				
Dosis individual									
medìa (mSv/año)	1,09	0,91	1,20	1,06	0,51				
Nº personas con dosis									
entre 20-50 mSv/año	10	7	3	6	0				

Tabla 4. Comparación de resultados en centrales nucleares. Años 2000-2004

Tipo de trabajo	Plantilla						Contrata			
Año _	2000	2001	2002	2003	2004	2000	2001	2002	2003	2004
Nº de personas	2.211	2.142	2.111	2.094	1.971	5.146	4.452	4.565	5.264	4.131
N° personas con dosis significativa	820	702	737	729	519	2.791	2.387	2.523	3.070	1.831
Dosis colectiva (mSv.persoла)	958	818	992	917	457	6.107	3.741	5.514	6.417	2.611
Dosis individual media (mSv/año)	1,17	1,17	1,35	1,26	0,88	2,19	1,57	2,19	2,09	1,43
Nº personas con dosis entre 20-50 mSv/año	0	0	0	0	0	22	6	10	4	0

Tipo de trabajo			Total		
Año —	2000	2001	2002	2003	2004
Nº de personas	7.284	6.532	6.599	7.302	6.077
N° personas con dosis significativa	3.590	3.084	3.251	3.777	2.347
Dosis colectiva (mSv.persona)	7.065	4.559	6.506	7.334	3.068
Dosis individual media (mSv/año)	1,97	1,48	2,00	1,94	1,31
Nº personas con dosis entre 20-50 mSv/año	22	6	10	4	0



Anexo II. Estudio dosimétrico sectorial. Evolución temporal (2003-2004)

		,
ı		

Tabla1. Datos sobre dosis ocupacionales en España para los años 2003 y 2004

Categoría ocupacional	1.A	№ total de	Dosis ir	Dosis individual	Dosis	Dosis colectiva	N° de trab	N° de trabajadores
	traba	trabajadores	media	media (mSv) ⁽¹⁾	wSm)	(mSv.persona)	con dosîs individual > 20 mSv ⁽²⁾	n dosis individual > 20 mSv ⁽²⁾
Año	2003	2004	2003	2004	2003	2004	2003	2004
Centrales nucleares	7.302	6.077	1,94	1,31	7.334	3.068	4	0
Instalaciones radiactivas médicas	70.271	71.328	0,91	1,34	25.276	34.636	37	231
. Radiodiagnóstico	41.251	41.490	0,70	1,14	9.693	14.833	10	99
Radioterapia	2.296	2.304	0,58	0,83	434	541	0	ល
Medicina nuclear	1.921	2.014	1,81	1,86	2.300	2.429	2	
Odontología	12.910	13.560	1,29	1,84	10.265	13.749	20	160
Otras	12.990	13.125	0,63	0,85	2.584	3.084	4	Ø
Instalaciones radiactivas industriales	5.896	6.005	1,22	1,53	3.802	4.690	15	22
Radiografía industrial	673	574	0,79	0,95	357	247	2	П
Gammagrafía industrial	929	803	2,27	2,62	866	1.399	1	5
Control de procesos	1.323	1.270	1,06	0,51	442	195	Ø	0
Medidas de densidad y humedad	728	793	0,81	1,02	281	464	1	ဖ
Comercialización y asistencia	1.246	1.169	1,07	2,33	816	1.595	2	6
Otros	1.568	1.495	1,17	1,02	806	789	2	П
Ciclo de combustible	606	756	0,63	0,70	113	101	0	0
Otras instalaciones	5.078	5.205	0,67	0,63	1.389	1.192	0	0
Otras instalaciones	89.004	88.989	1,03	1,32	37.914	43.687	56	254

1. Sólo trabajadores expuestos con dosis significativas.

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



La dosimetría de los trabajadores expuestos en España durante el año 2004

Estudio Sectorial

Colección Documentos Nº 16.2006



