

La dosimetría de los trabajadores profesionalmente expuestos en España durante el año 1997

Estudio sectorial

CSN

Colección
Documentos
4. 1999

La dosimetría de los trabajadores profesionalmente expuestos en España durante el año 1997

Estudio sectorial

Ana Hernández, Ana Martín, Isabel Villanueva,
Ignacio Amor y José Luis Butragueño

Colección: Documentos CSN

Referencia: DOC-01.03

© Consejo de Seguridad Nuclear, 1999

Edita y distribuye:
Consejo de Seguridad Nuclear
Justo Dorado, 11
28040 Madrid-España
<http://www.csn.es>
peticiones@csn.es

Maquetación y fotomecánica: Ediciones Doce Calles, S.L.

Impreso por: Closas Orcoyen, S. L.

ISBN: 84-87275-97-4

Depósito Legal: M. 22.723-1999

Resumen ejecutivo

El presente informe contiene la información elaborada por la Subdirección de Protección Radiológica del CSN, Área de Protección Radiológica de los Trabajadores, en relación con la vigilancia y control dosimétrico llevada a cabo sobre las personas profesionalmente expuestas en nuestro país a lo largo del año 1997.

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

A lo largo del año 1997 se ha controlado a un total de 84.912 trabajadores distribuidos de la siguiente forma: 64.599 en instalaciones radiactivas médicas, 5.166 en instalaciones radiactivas industriales, 9.560 en centrales nucleares, 1.135 en ciclo de combustible y residuos y 4.452 en otras instalaciones.

La dosis colectiva total recibida por el global de los trabajadores es de 53.342 mSv.persona, correspondiendo 29.985 mSv.persona a instalaciones radiactivas médicas, 6.013 a instalaciones radiactivas industriales, 14.243 mSv.persona a centrales nucleares, 821 mSv.persona a ciclo de combustible y residuos y 2.280 mSv.persona a otras instalaciones.

La mayor contribución a la dosis colectiva de los trabajadores profesionalmente expuestos corresponde a las instalaciones radiactivas médicas y dentro de éstas a las instalaciones médicas de radiodiagnóstico (18.945 mSv.persona), siendo estas últimas, asimismo, las más representativas en cuanto al número de trabajadores (41.683 personas, un 49% del total de trabajadores expuestos controlados dosimétricamente durante al año 1997).

En lo que se refiere a la dosis individual media se ha registrado un valor de 0,81 mSv/año para el global de los trabajadores profesionalmente expuestos del país. Los valores de este parámetro en cada uno de los sectores considerados son los siguientes: instalaciones radiactivas médicas 0,58 mSv/año; instalaciones radiactivas industriales 1,39 mSv/año; centrales nucleares 2,45 mSv/año; ciclo de combustible y residuos 2,04 mSv/año y 0,62 mSv/año en otras instalaciones.

Cabe destacar que la central nuclear de Vandellós I, en fase de desmantelamiento y clausura, presenta los valores de dosis individual media mas representativos (5,76 mSv/año).

Respecto a la tendencia a la exposición a radiaciones hay que valorar positivamente que, a pesar de que en el período 1989-1997 el número de TPE controlados dosimétricamente se incrementa en un 49,5% (84.912 frente a 56.778 trabajadores), la dosis colectiva disminuye en un 12% (53.342 frente a 60.609 mSv.persona).

Análoga valoración positiva merece la evolución en el período 1989-1997, tanto de la dosis individual media, donde se observa una disminución del 36% (0,81 frente a 1,27 mSv/año) como en el número de trabajadores con dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv por año, donde se observa una disminución del 61% (76 trabajadores frente a 195).

Índice

Introducción	7
I. Resumen de los datos de dosimetría personal	11
I.1. Resultados dosimétricos en instalaciones radiac- tivas (II.RR.)	13
I.1.1. Resultados dosimétricos en instalaciones ra- diactivas médicas.....	14
I.1.1.1. Radiodiagnóstico	14
I.1.1.2. Radioterapia.....	15
I.1.1.3. Medicina Nuclear	15
I.1.1.4. Odontología	16
I.1.1.5. Otros.....	16
I.1.2. Resultados dosimétricos en instalaciones radiactivas industriales	16
I.1.2.1. Radiología	17
I.1.2.2. Gammagrafia	17
I.1.2.3. Control de procesos.....	18
I.1.2.4. Medidas de densidad y humedad	18
I.1.2.5. Comercialización-asistencia	19
I.1.2.6. Otros	19
I.2. Resultados dosimétricos en centrales nucleares (CC.NN.)	22
I.2.1. Central nuclear José Cabrera	23
I.2.2. Central nuclear de Santa M ^a de Garoña	24
I.2.3. Central nuclear de Almaraz. Unidades I y II ...	24
I.2.4. Central nuclear de Ascó. Unidades I y II	25
I.2.5. Central nuclear de Cofrentes.....	25
I.2.6. Central nuclear Vandellós II	26
I.2.7. Central nuclear de Trillo	26

I.3. Resultados dosimétricos en el ciclo del combustible y residuos	29
I.3.1. Fábrica de Juzbado (ENUSA)	29
I.3.2. Concentrados: plantas Quercus y Lobo G (ENUSA)	30
I.3.3. Empresa Nacional de Residuos Radiactivos, S. A. (ENRESA)	30
I.3.4. Central nuclear Vandellós I (Operaciones de desmantelamiento y clausura)	31
I.4. Resultados dosimétricos en otros tipos de instalaciones	31
I.4.1. Centros de investigación/docencia	32
I.4.2. Entidades de transporte	32
I.4.3. Consejo de Seguridad Nuclear	32
I.5. Datos dosimétricos globales del país	33
II. Resumen y conclusiones	35
II.1. En lo que se refiere a la dosis colectiva	37
II.2. En lo que se refiere a la dosis individual media	40
II.3. En lo que se refiere a las implicaciones para nuestro país de los nuevos límites de dosis reflejados en la Directiva 96/29/Euratom	42
II.4. En lo que se refiere a las situaciones de potencial superación de los límites de dosis	43
III. Tendencia en la exposición a radiaciones	45
IV. Anexo I. Estudio dosimétrico sectorial. Evolución temporal (1989-1997)	51

Introducción

Introducción

El presente informe contiene la información elaborada por la Subdirección de Protección Radiológica, Área de Protección Radiológica de los Trabajadores, en relación con la vigilancia y control dosimétrico llevada a cabo sobre las personas profesionalmente expuestas en nuestro país a lo largo del año 1997.

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 1997 y actualiza datos previamente presentados a este respecto.

En este informe se han utilizado, salvo en algún caso puntual, los datos obtenidos del Banco Dosimétrico Nacional (BDN), a partir de las dosis individualizadas asociadas al tipo de instalación y trabajo en los cuales los trabajadores profesionalmente expuestos han recibido dichas dosis.

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 profesionalmente 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 y residuos.

Dentro de las conclusiones de este informe se ha incluido la comparación de los resultados dosimétricos correspondientes al año 1997 con los relativos a los años 1989, 1995 y 1996 a fin de evaluar la tendencia experimentada a lo largo del tiempo en relación con la vigilancia y control dosimétrico de los TPE en España.



I. Resumen de los datos de dosimetría personal

I. Resumen de los datos de dosimetría personal

I.1. Resultados dosimétricos en instalaciones radiactivas (II.RR.)

Durante el año 1997 el número de trabajadores expuestos que desarrollaron su actividad en el campo de las instalaciones radiactivas (II.RR.) y que fueron controlados por estos centros se cifra en 69.765 personas cuyas lecturas dosimétricas suponen una dosis colectiva de 35.998 mSv.persona⁽¹⁾.

En cuanto a la distribución estadística del número de usuarios a lo largo del año 1997 se puede concluir que, de los 69.765 trabajadores controlados:

- 14.170 trabajadores (20,31% del total) no han recibido dosis significativas.
- 55.019 trabajadores (78,86% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- 512 trabajadores (0,73% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.
- 46 trabajadores (0,07% del total) han recibido dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv.⁽²⁾.

1. En esta cifra no se incluyen las lecturas dosimétricas superiores al límite anual de dosis.

2. Intervalos de dosis establecidos:

- Dosis significativas: superiores al nivel de registro (0,1 mSv/mes).
- 5 mSv: actual límite de dosis anual para miembros del público establecido en el Reglamento de Protección Sa-

En cuanto a los 18 trabajadores restantes, un 0,03% del total, constituyen casos de potencial superación del límite anual de dosis establecido en el Reglamento de Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes⁽³⁾ al haberse registrado valores de dosis superiores a 50 mSv/año. Los casos de potencial sobreexposición citados se distribuyen en los tipos de instalación que se indican a continuación:

- Instalaciones radiactivas médicas: 11 casos de potencial sobreexposición, ocho corresponden a instalaciones de radiodiagnóstico, uno a instalaciones de odontología, uno a instalaciones de radioterapia, y uno a otros.
- Instalaciones radiactivas industriales: siete casos de potencial sobreexposición, tres en instalaciones de gammagrafía, uno en instalaciones de control de procesos y tres en otros.

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

nitaria contra las Radiaciones Ionizantes (Real Decreto 53/1.992, de 24 de enero).

- 20 mSv: límite de dosis anual para TPE recomendado en publicación n° 60 de ICRP.
- 50 mSv: actual límite de dosis anual para TPE establecido en el Reglamento de Protección Sanitaria contra las Radiaciones Ionizantes.

3. En los casos de potencial superación del límite anual de dosis, el CSN establece un protocolo de investigación que implica vigilancia médica de trabajadores afectados.

trabajadores correspondiente a instalaciones radiactivas resulta ser de 0,65 mSv.

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

1.1.1. Resultados dosimétricos en instalaciones radiactivas médicas

Durante el año 1997 el número de trabajadores expuestos que desarrollaron su actividad en el campo de las II.RR. médicas y que fueron controlados dosimétricamente se cifra en 64.599 personas cuyas lecturas dosimétricas suponen una dosis colectiva de 29.985 mSv.persona⁽⁴⁾.

La distribución estadística del número de trabajadores controlados a lo largo del año 1997 en este colectivo permite concluir que:

- 13.324 trabajadores (20,63% del total) no han recibido dosis significativas.
- 50.864 trabajadores (78,74% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- 373 trabajadores (0,58% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.

4. En esta cifra no se incluyen las lecturas dosimétricas superiores al límite anual de dosis.

- 27 trabajadores (0,04% del total) han recibido dosis comprendida entre 20 y 50 mSv.
- En cuanto a los 11 trabajadores restantes (0,02% 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 0,58 mSv.

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

1.1.1.1. Radiodiagnóstico

El número de personas controladas fue de 41.683 a las que corresponde una dosis colectiva de 18.945 mSv.persona⁽⁵⁾.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 8.120 trabajadores (19,48% del total) no han recibido dosis significativas.
- 33.327 trabajadores (79,95% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.

5. En esta cifra no se incluyen las lecturas dosimétricas superiores al límite anual de dosis.

- 211 trabajadores (0,51% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.
- 17 trabajadores (0,04% del total) han recibido dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv.
- En cuanto a los ocho trabajadores restantes (0,02% 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 0,56 mSv.

I.1.1.2. Radioterapia

El número de personas controladas fue de 1.838 contabilizando una dosis colectiva de 708 mSv.persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 345 trabajadores (18,77% del total), no han recibido dosis significativas.
- 1.482 trabajadores (80,63% del total), han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- 10 trabajadores (0,54% del total), han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.
- Ningún trabajador ha recibido dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv.

- En cuanto al trabajador restante (0,05% 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 0,47 mSv.

I.1.1.3. Medicina Nuclear

El número de personas controladas fue de 1.714 a las que corresponde una dosis colectiva de 2.222 mSv.persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 101 trabajadores (5,89% del total) no han recibido dosis significativas.
- 1.513 trabajadores (88,27% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- 99 trabajadores (5,78% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.
- Un trabajador (0,06% 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 1,38 mSv.

I.1.1.4. Odontología

El número de personas controladas fue de 9.917 a las que corresponde una dosis colectiva de 4.974 mSv.persona⁽⁶⁾.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 2.305 trabajadores (23,24% del total) no han recibido dosis significativas.
- 7.585 trabajadores (76,48% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- 20 trabajadores (0,20% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.
- Seis trabajadores (0,06% del total) han recibido dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv.
- En cuanto al 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 0,65 mSv.

I.1.1.5. Otros

El número de personas controladas fue de 9.447 a las que corresponde una dosis colectiva de 3.136 mSv.persona.

6. En esta cifra no se incluyen las lecturas dosimétricas superiores al límite anual de dosis.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 2.453 trabajadores (25,97% del total) no han recibido dosis significativas.
- 6.957 trabajadores (73,64% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- 33 trabajadores (0,35% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.
- Tres trabajadores (0,03% del total) han recibido dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv.
- En cuanto al trabajador restante (0,01%) 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 0,45 mSv.

I.1.2. Resultados dosimétricos en instalaciones radiactivas industriales

Durante el año 1997 el número de trabajadores expuestos que desarrollaron su actividad en el campo de las II.RR. industriales y que fueron controlados dosimétricamente se cifra en 5.166 personas cuyas lecturas dosimétricas suponen una dosis colectiva de 6.013 mSv.persona⁽⁷⁾.

7. En esta cifra no se incluyen las lecturas dosimétricas superiores al límite anual de dosis.

La distribución estadística del número de trabajadores controlados a lo largo del año 1997 en este colectivo permite concluir que:

- 846 trabajadores (16,38% del total) no han recibido dosis significativas.
- 4.155 trabajadores (80,43% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- 139 trabajadores (2,69% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.
- 19 trabajadores (0,37% del total) han recibido dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv.
- En cuanto a los siete trabajadores restantes, (0,14% 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 1,39 mSv.

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

El número de personas controladas fue de 479 a la que corresponde una dosis colectiva de 726 mSv.persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 157 trabajadores (32,78% del total) no han recibido dosis significativas.
- 281 trabajadores (58,66% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- 38 trabajadores (7,93% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.
- Tres trabajadores (0,63% 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 2,25 mSv.

I.1.2.2. Gammagrafía

El número de personas controladas fue de 366 a las que corresponde una dosis colectiva de 1.104 mSv.persona⁽⁸⁾.

8. En esta cifra no se incluyen las lecturas dosimétricas superiores al límite anual de dosis.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 30 trabajadores (8,20% del total) no han recibido dosis significativas.
- 276 trabajadores (75,41% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- 49 trabajadores (13,39% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.
- Ocho trabajadores (2,19% del total) han recibido dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv.
- En cuanto a los tres trabajadores restantes, (0,82% 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 3,31 mSv.

I.1.2.3. Control de procesos

El número de personas controladas fue de 1.604 a las que corresponde una dosis colectiva de 1.508 mSv.persona⁹⁾.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 370 trabajadores (23,07% del total) no han recibido dosis significativas.

- 1.205 trabajadores (75,12% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- 22 trabajadores (1,37% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.
- Seis trabajadores (0,37% del total) han recibido dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv.
- En cuanto al trabajador restante (0,06% 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 1,22 mSv.

I.1.2.4. Medidas de densidad y humedad

El número de personas controladas fue de 475 a las que corresponde una dosis colectiva de 565 mSv.persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 37 trabajadores (7,79% del total) no han recibido dosis significativas.
- 433 trabajadores (91,16% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- Cinco trabajadores (1,05% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.

9. En esta cifra no se incluyen las lecturas dosimétricas superiores al límite anual de dosis.

- 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 1,29 mSv.

I.1.2.5. Comercialización-asistencia

El número de personas controladas fue de 1.001 a las que corresponde una dosis colectiva de 954 mSv.persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 118 trabajadores (11,79% del total) no han recibido dosis significativas.
- 871 trabajadores (87,01% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- 11 trabajadores (1,10% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.
- Un trabajador (0,10% 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 1,08 mSv.

I.1.2.6. Otros

El número de personas controladas fue de 1.241 a las que corresponde una dosis colectiva de 1.156 mSv.persona⁽¹⁰⁾.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 134 trabajadores (10,80% del total) no han recibido dosis significativas.
- 1.089 trabajadores (87,75% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- 14 trabajadores (1,13% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.
- Un trabajador (0,08% del total) ha recibido dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv.
- En cuanto a los tres trabajadores restantes (0,24% 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 1,05 mSv.

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

10. En esta cifra no se incluyen las lecturas dosimétricas superiores al límite anual de dosis.

- 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.

Figura 1: Dosis colectiva en instalaciones radiactivas médicas e industriales (1997)

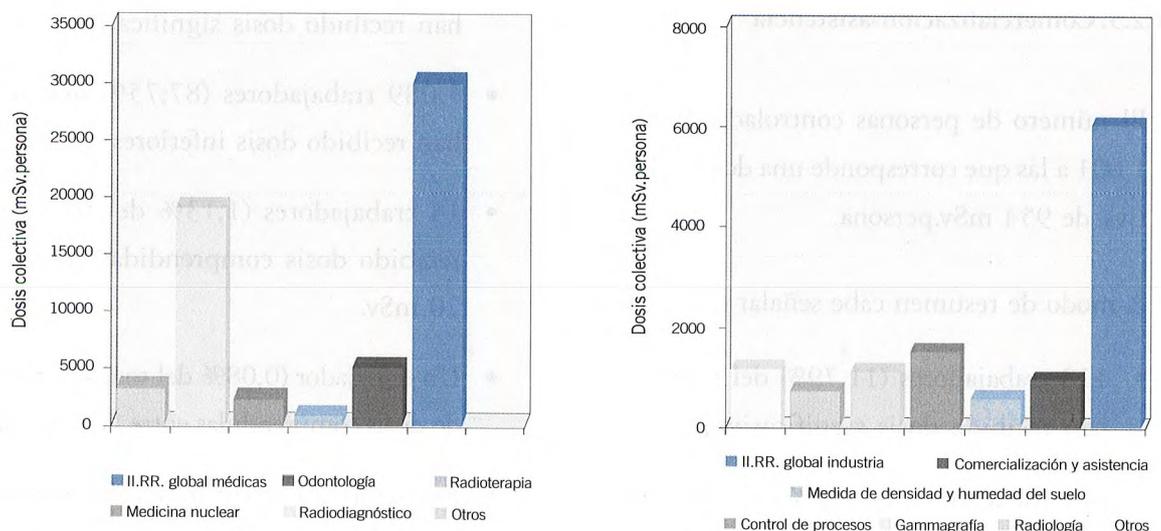
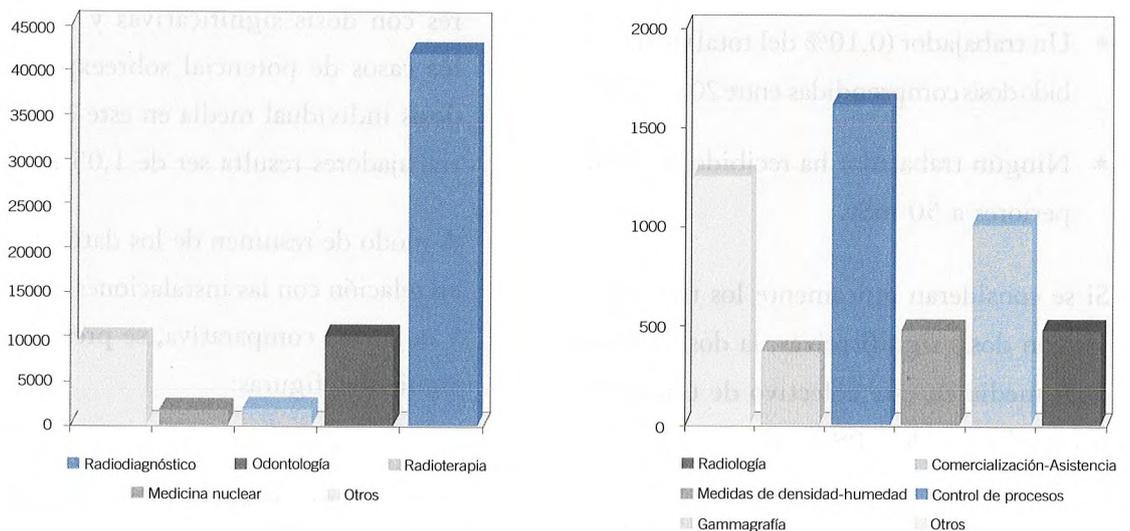


Figura 2. Número de trabajadores en instalaciones radiactivas médicas e industriales (1997)



- 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.

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

Figura 3. Dosis individual en instalaciones radiactivas médicas e industriales (1997)

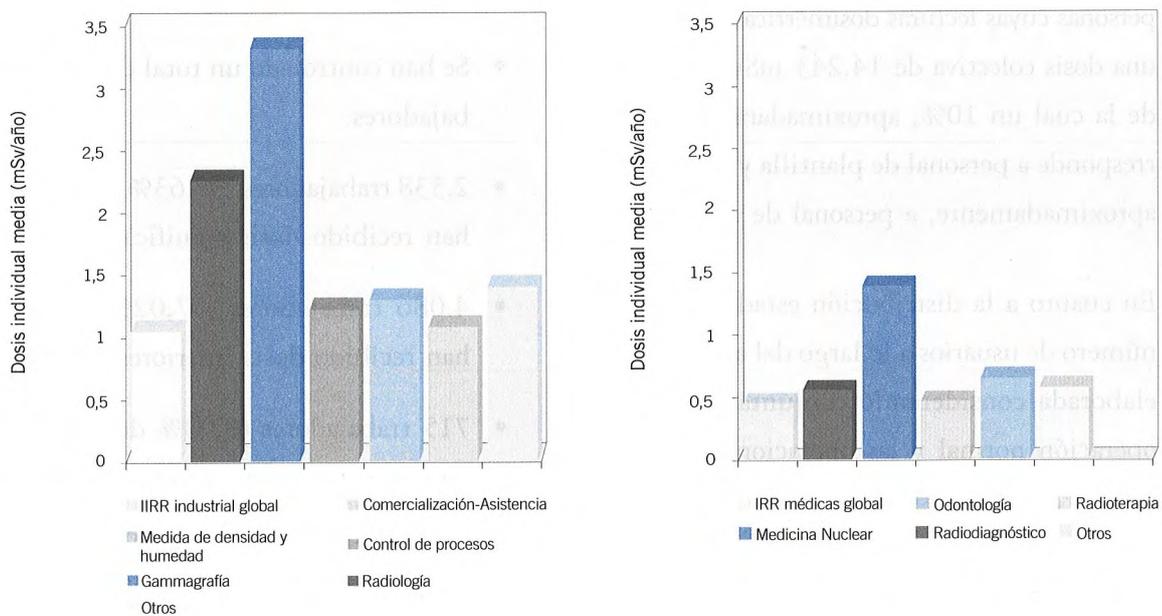
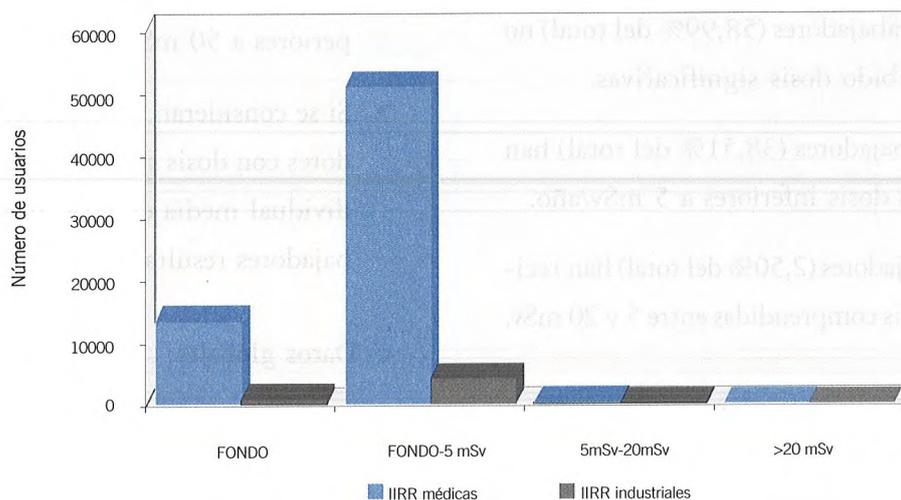


Figura 4. Número de trabajadores por intervalo de dosis en instalaciones radiactivas médicas e industriales (1997)



1.2. Resultados dosimétricos en centrales nucleares (CC.NN.)

Durante el año 1997 el número de trabajadores expuestos que desarrollaron su actividad en el campo de las centrales nucleares (CC.NN.) en operación y que fueron controlados dosimétricamente se cifra en 9.560 personas cuyas lecturas dosimétricas suponen una dosis colectiva de 14.243 mSv.persona, de la cual un 10%, aproximadamente, corresponde a personal de plantilla y un 90%, aproximadamente, a personal de contrata.

En cuanto a la distribución estadística del número de usuarios a lo largo del año 1997, elaborada considerando conjuntamente la operación normal y las operaciones de recarga⁽¹¹⁾, se deduce que:

a) Personal de plantilla

Se han controlado un total de 2.402 trabajadores.

- 1.417 trabajadores (58,99% del total) no han recibido dosis significativas.
- 925 trabajadores (38,51% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv/año.
- 60 trabajadores (2,50% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 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.

b) Personal de contrata

- Se han controlado un total de 7.166 trabajadores.
- 2.338 trabajadores (32,63% del total) no han recibido dosis significativas.
- 4.086 trabajadores (57,02% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- 715 trabajadores (9,98% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.
- 27 trabajadores (0,38% 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 2,64 mSv.

c) Datos globales:

- Se han controlado un total de 9.560 trabajadores.

11. Todos los valores corresponden a las dosis registradas mediante dosimetría oficial, extraídos de la información existente en el BDN.

- 3.747 trabajadores (39,19% del total) no han recibido dosis significativas.
- 5.011 trabajadores (52,42% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- 775 trabajadores (42,91% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.
- 27 trabajadores (1,50% 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 2,45 mSv.

Estos resultados hacen que la dosis colectiva media por reactor a lo largo del año 1997 sea de 1.583 mSv.persona⁽¹²⁾.

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 radionúclidos⁽¹³⁾.

12. 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 1997, estando en funcionamiento en ese momento dos reactores tipo BWR y siete reactores tipo PWR.

13. El número de trabajadores controlados en cada instalación se refleja en los apartados que figuran a continuación. No se aporta un valor global al no ser sumatorios los correspon-

En ninguno de los controles efectuados, mediante medida directa de la radiactividad corporal, se han detectado casos contaminación interna superior al nivel de registro establecido (1% del LIA).

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 735 a las que corresponde una dosis colectiva de 2.490 mSv.persona, distribuida, aproximadamente, un 19% entre el personal de plantilla y un 81% entre el personal de contrata.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 120 trabajadores (16,33% del total) no han recibido dosis significativas.
- 438 trabajadores (59,59% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- 172 trabajadores (23,40% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.
- Cinco trabajadores (0,68% del total) han recibido dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv.

dientes a cada una de las instalaciones consideradas debido a que algunos trabajadores de contrata han sido controlados a lo largo del año 1997 en varias instalaciones.

- 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 4,05 mSv para la totalidad del personal, 4,51 mSv para el personal de plantilla y 3,95 mSv para el personal de contrata.

En lo que se refiere a la *dosimetría interna*, el número de personas controladas, mediante medida directa de la radiactividad corporal, ha sido de 711, no detectándose ningún caso de contaminación interna superior al nivel de registro establecido (1% del LIA).

1.2.2. Central nuclear de Santa M^a de Garoña

El número de personas controladas fue de 1.535 a las que corresponde una dosis colectiva de 2.076 mSv.persona, distribuida, aproximadamente, un 13% entre el personal de plantilla y un 87% entre el personal de contrata.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 471 trabajadores (30,68% del total) no han recibido dosis significativas.
- 970 trabajadores (63,19% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv/año.
- 94 trabajadores (6,12% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 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 1,95 mSv para la totalidad del personal, 1,49 mSv para el personal de plantilla y 2,05 mSv para el personal de contrata.

En lo que se refiere a la *dosimetría interna*, el número de personas controladas, mediante medida directa de la radiactividad corporal, ha sido de 1.526, no detectándose en ningún caso contaminación interna superior al nivel de registro establecido (1% del LIA).

1.2.3. Central nuclear de Almaraz. Unidades I y II

El número de personas controladas fue de 2.870 a las que corresponde una dosis colectiva de 4.194 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:

- 914 trabajadores (31,85% del total) no han recibido dosis significativas.
- 1.745 trabajadores (60,80% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv/año.
- 211 trabajadores (7,35% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 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 2,14 mSv para la totalidad del personal, 1,03 mSv para el personal de plantilla y 2,26 mSv para el personal de contrata.

En lo que se refiere a la *dosimetría interna*, el número de personas controladas, mediante medida directa de la radiactividad corporal, ha sido de 2.875, no habiéndose detectado en ningún caso contaminación interna superior al nivel de registro establecido (1% del LIA).

1.2.4. Central nuclear de Ascó. Unidades I y II

El número de personas controladas fue de 1.806 a las que corresponde una dosis colectiva de 1.543 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:

- 844 trabajadores (46,73% del total) no han recibido dosis significativas.
- 893 trabajadores (49,45% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv/año.
- 69 trabajadores (3,82% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 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 1,60 mSv para la totalidad del personal, 0,63 mSv para el personal de plantilla y 1,79 mSv para el personal de contrata.

En lo que se refiere a la *dosimetría interna*, el número de personas controladas, mediante medida directa de la radiactividad corporal, ha sido de 1.727, no habiéndose detectado en ningún caso contaminación interna superior al nivel de registro establecido (1% del LIA).

1.2.5. Central nuclear de Cofrentes

El número de personas controladas fue de 1.943 a las que corresponde una dosis colectiva de 2.729 mSv.persona, distribuida, aproximadamente, un 14% entre el personal de plantilla y un 86% entre el personal de contrata.

A modo de resumen cabe señalar que

- 845 trabajadores (43,49% del total) no han recibido dosis significativas.
- 923 trabajadores (47,50% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv/año.
- 175 trabajadores (9,01% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 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 2,49 mSv para la totalidad del personal, 2,14 mSv para el personal de plantilla y 2,55 mSv para el personal de contrata.

En lo que se refiere a la *dosimetría interna*, el número de personas controladas, mediante medida directa de la radiactividad corporal, ha sido de 1.943, no habiéndose detectado en ningún caso contaminación interna superior al nivel de registro establecido (1% del LIA).

1.2.6. Central nuclear Vandellós II

El número de personas controladas fue de 1.360 a las que corresponde una dosis colectiva de 913 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:

- 608 trabajadores (44,71% del total) no han recibido dosis significativas.
- 725 trabajadores (53,31% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv/año.
- 27 trabajadores (1,99% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 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 1,21 mSv para la totalidad del personal, 0,38 mSv para el personal de plantilla y 1,37 mSv para el personal de contrata.

En lo que se refiere a la *dosimetría interna*, el número de personas controladas, mediante medida directa de la radiactividad corporal, ha sido de 1.359, no habiéndose detectado en ningún caso contaminación interna superior al nivel de registro establecido (1% del LIA).

1.2.7. Central nuclear de Trillo

El número de personas controladas fue de 1.088 a las que corresponde una dosis colectiva de 298 mSv.persona, distribuida, aproximadamente, un 9% entre el personal de plantilla y un 91% entre el personal de contrata.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 654 trabajadores (60,11% del total) no han recibido dosis significativas.
- 434 trabajadores (39,89% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv/año.
- Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 5 mSv.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores

resulta ser de 0,69 mSv para la totalidad del personal, 0,44 mSv para el personal de plantilla y 0,73 mSv para el personal de contrata.

En lo que se refiere a la *dosimetría interna*, el número de personas controladas, mediante medida directa de la radiactividad corporal, ha sido de 1.092, no habiéndose detectado en ningún caso contaminación interna superior al nivel de registro establecido (1% del LIA).

Paralelamente se han realizado controles de contaminación interna basados en análisis de excretas, habiéndose detectado cuatro casos de contaminación debida a tritio superiores al nivel de registro e inferiores al nivel de investigación (10% del LIA).

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 nucleares junto con el número de trabajadores perteneciente a cada una de ellas.
- La figura 8 representa para el conjunto de centrales nucleares, la distribución de dosis en los intervalos considerados diferenciándose entre plantilla y contrata.

Figura 5. Dosis colectiva en centrales nucleares (1997)

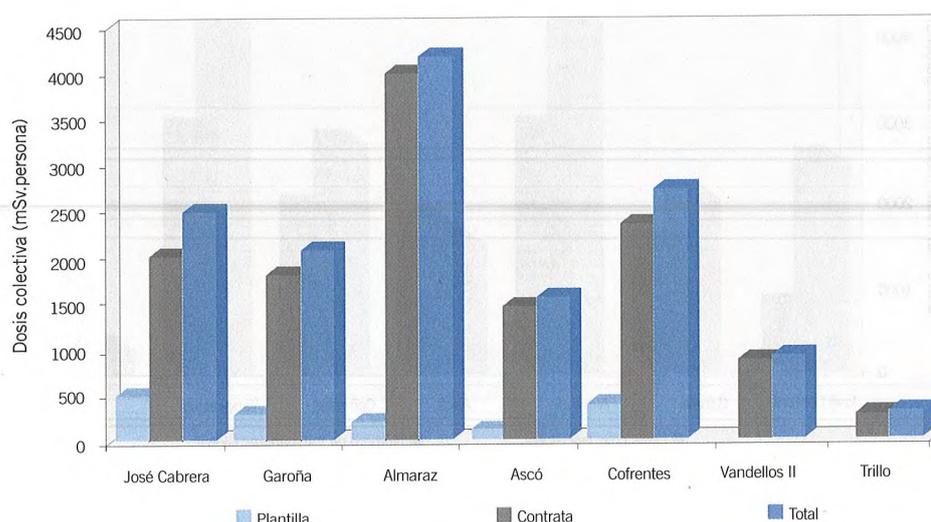


Figura 6. Dosis individual media en centrales nucleares (1997)

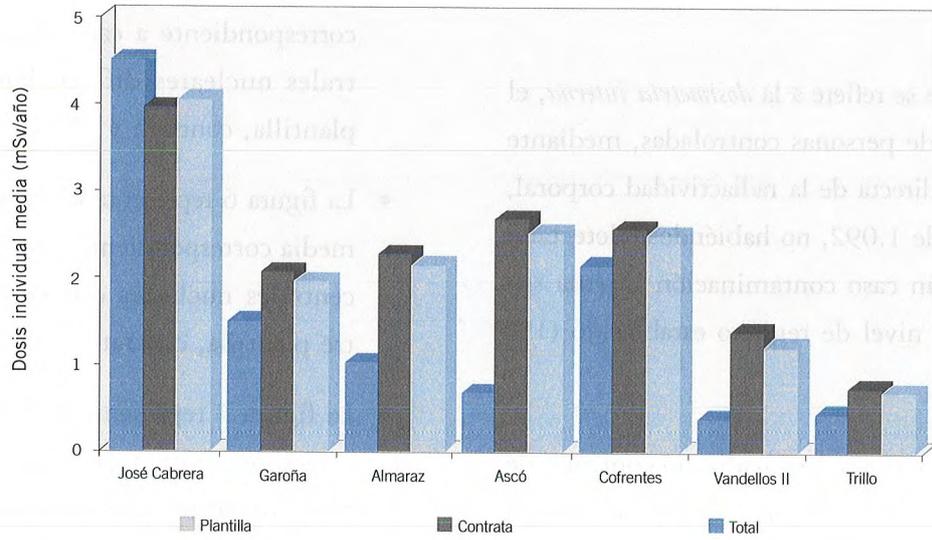


Figura 7. Dosis colectiva y número de trabajadores en centrales nucleares (1997)

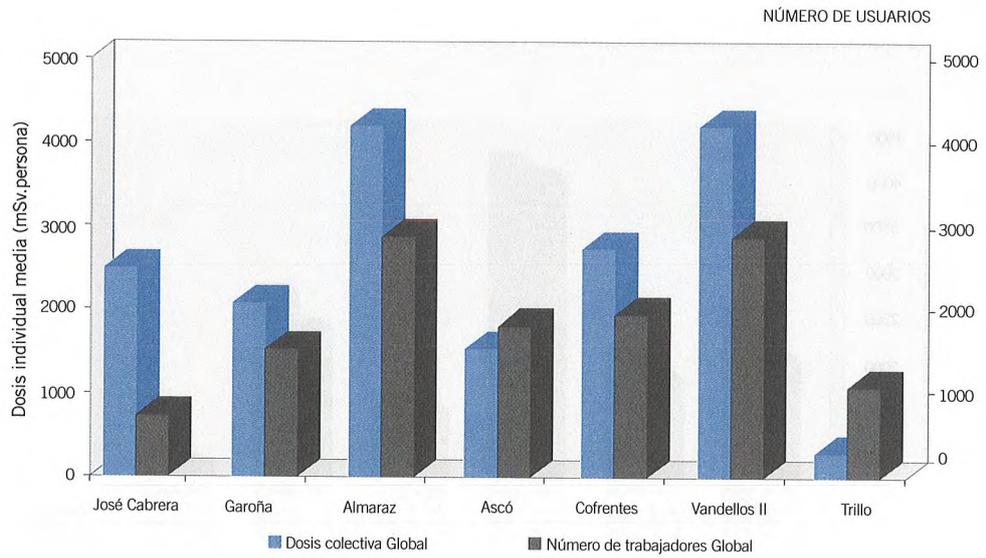
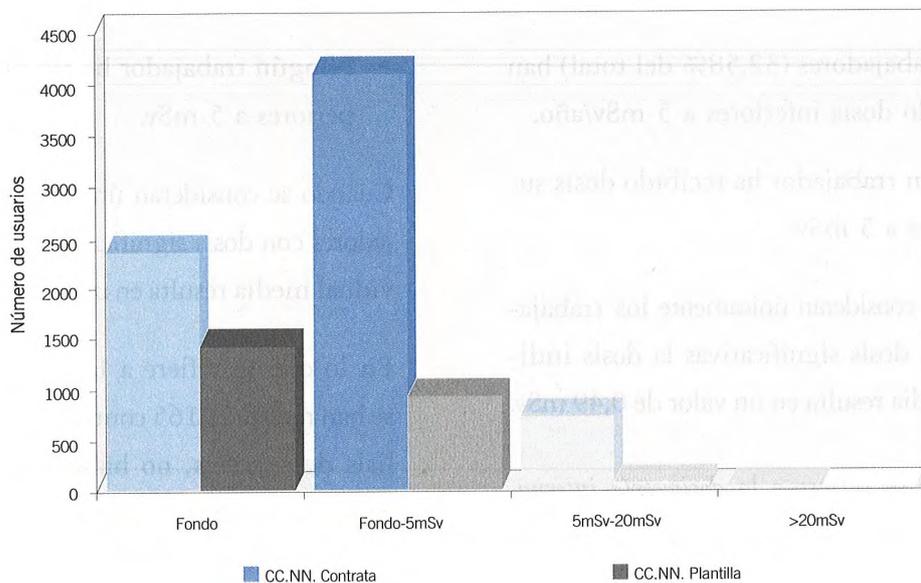


Figura 8. Número de trabajadores por intervalo de dosis en centrales nucleares (1997)



1.3. Resultados dosimétricos en el ciclo del combustible y residuos

Durante el año 1997 el número de trabajadores expuestos que desarrollaron su actividad en el campo de las instalaciones del ciclo de combustible y residuos y que fueron controlados dosimétricamente se cifra en 1.135 personas cuyas lecturas dosimétricas suponen una dosis colectiva de 821 mSv.persona.

En cuanto a la distribución estadística del número de usuarios a lo largo del año 1997 se deduce que:

- 733 trabajadores (64,58% del total) no han recibido dosis significativas.
- 360 trabajadores (31,72% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv/año.

- 42 trabajadores (3,70% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 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 2,04 mSv.

1.3.1. Fábrica de Juzbado (ENUSA)

El número total de trabajadores controlados en este año 1997 ha sido de 442 a los que corresponde una dosis colectiva de 70 mSv.persona.

En cuanto a la distribución estadística del número de usuarios a lo largo del año 1997 se deduce que:

- 298 trabajadores (67,42% del total) no han recibido dosis significativas.
- 144 trabajadores (32,58% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv/año.
- Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 5 mSv.

Cuando se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas la dosis individual media resulta en un valor de 0,49 mSv.

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

- 106 controles mediante medida directa de la radiactividad corporal.
- 117 controles mediante análisis de excretas.

No se ha detectado en ningún caso contaminación interna superior al nivel de registro (1% del LIA).

1.3.2. Concentrados: plantas Quercus y Lobo G (ENUSA)

El número total de trabajadores controlados en este año 1997 ha sido de 254 a los que corresponde una dosis colectiva de 13 mSv.persona.

En cuanto a la distribución estadística del número de usuarios a lo largo del año 1997 se deduce que:

- 170 trabajadores (66,93% del total) no han recibido dosis significativas.

- 84 trabajadores (33,07% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv/año.
- Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 5 mSv.

Cuando se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas, la dosis individual media resulta en un valor de 0,15 mSv.

En lo que se refiere a la *dosimetría interna*, se han realizado 165 controles mediante análisis de excretas, no habiéndose detectado en ningún caso contaminación interna superior al nivel de registro.

1.3.3. Empresa Nacional de Residuos Radiactivos, S. A. (ENRESA)

El número total de trabajadores controlados en este año 1997 ha sido de 201 a los que corresponde una dosis colectiva de 13 mSv.persona.

En cuanto a la distribución estadística del número de usuarios a lo largo del año 1997 se deduce que:

- 153 trabajadores (76,12% del total) no han recibido dosis significativas.
- 48 trabajadores (23,88% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv/año.
- Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 5 mSv.

Cuando se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas, la dosis individual media resulta en un valor de 0,27 mSv.

En lo que se refiere a la *dosimetría interna*, se han realizado 126 controles mediante medida directa de la radiactividad corporal no habiéndose detectado en ningún caso contaminación interna superior al nivel de registro.

1.3.4. Central nuclear Vandellós I (Operaciones de desmantelamiento y clausura)

El número de personas controladas fue de 238 a las que corresponde una dosis colectiva de 725 mSv.persona, distribuida, aproximadamente, un 15% entre el personal de plantilla y un 85% entre el personal de contrata.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 112 trabajadores (47,06% del total) no han recibido dosis significativas.
- 84 trabajadores (35,29% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv/año.
- 42 trabajadores (17,65% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.
- No hay ningún trabajador con 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 5,76 mSv para la totalidad del personal, 2,04 mSv para el personal de plantilla y 8,37 mSv para el personal de contrata.

En lo que se refiere a la *dosimetría interna*, el número de personas controladas, mediante medida directa de la radiactividad corporal, ha sido de 230, no habiéndose detectado en ningún caso contaminación interna superior al nivel de registro establecido (1% del LIA).

1.4. 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 1997 el número de personas controladas fue de 4.452 contabilizando una dosis colectiva de 2.280 mSv.persona.

En cuanto a la distribución estadística de las dosis acumuladas a lo largo del año 1997 en este colectivo de trabajadores cabe señalar que:

- 766 trabajadores (17,21% del total) no han recibido dosis significativas.

- 3.675 trabajadores (82,55% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv/año.
- Ocho trabajadores (0,18% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.
- Tres trabajadores (0,07% 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 0,62 mSv.

1.4.1. Centros de investigación/docencia

El número de trabajadores controlados ha sido de 4.223 a los que corresponde una dosis colectiva de 2.092 mSv.persona

A modo de resumen cabe señalar que:

- 617 trabajadores (14,61% del total) no han recibido dosis significativas.
- 3.604 trabajadores (85,34% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv/año.
- Ningún trabajador ha recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.
- Dos trabajadores (0,05% 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 0,58 mSv.

1.4.2. Entidades de transporte

El número de trabajadores controlados ha sido de 60 a los que corresponde una dosis colectiva de 181 mSv.persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 13 trabajadores (21,67% del total) no han recibido dosis significativas.
- 38 trabajadores (63,33% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv/año.
- Ocho trabajadores (13,33% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.
- Un trabajador (1,67% del total) ha recibido dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv.
- Ningún trabajador a 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 3,86 mSv.

1.4.3. Consejo de Seguridad Nuclear

El número de trabajadores controlados ha sido de 169 a los que corresponde una dosis colectiva de 6 mSv.persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 136 trabajadores (80,47% del total) no han recibido dosis significativas.
- 33 trabajadores (19,53% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv/año.
- Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 5 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.

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 sobredosis:

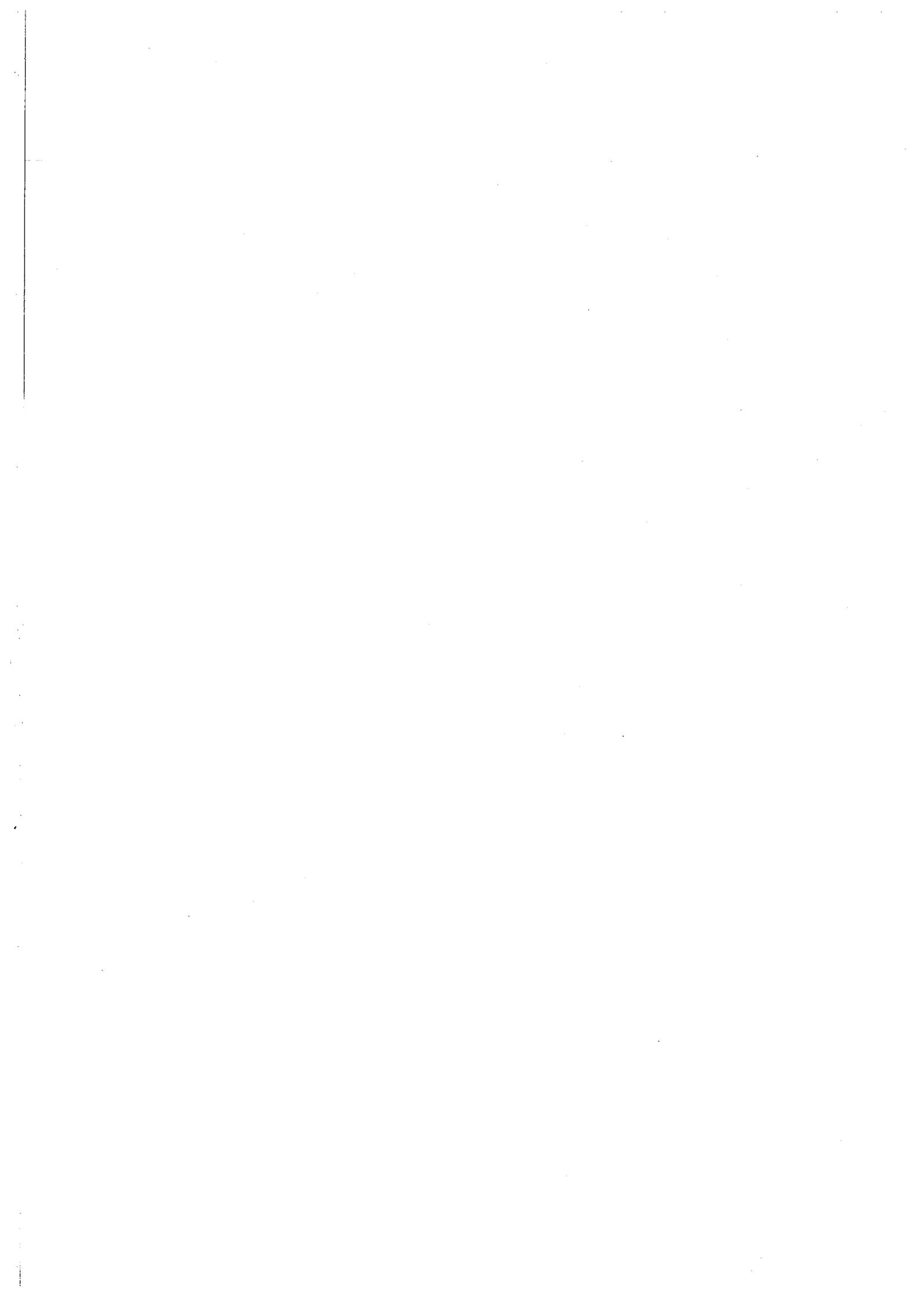
- El número de personas profesionalmente expuestas a radiaciones ionizantes controladas dosimétricamente asciende a 84.912 a los que corresponde una dosis colectiva de 53.342 mSv.persona⁽¹⁴⁾.
- 19.416 trabajadores (22,87% del total) no han recibido dosis significativas.
- 64.065 trabajadores (75,45% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv/año.

- 1.337 trabajadores (1,57% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.
- 76 trabajadores (0,08% del total) han recibido dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv.
- En cuanto a los 18 trabajadores restantes (0,03% 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 sobredosis, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 0,81mSv.

14. En esta cifra no se incluyen las lecturas dosimétricas superiores al límite anual de dosis.

II. Resumen y conclusiones



II. Resumen y conclusiones

A lo largo de los apartados anteriores se han expuesto los resultados dosimétricos correspondientes a los trabajadores profesionalmente 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 y otras instalaciones¹⁵.

Como hecho destacable cabe mencionar que, aunque el límite reglamentario de dosis para personal profesionalmente expuesto es de 50 mSv/año, el 98,32% de los trabajadores ha recibido dosis inferiores a 5 mSv/año, el 99,89% ha recibido dosis inferiores a 20 mSv/año y el 99,97% dosis inferiores a 50 mSv/año. El 0,03% de los trabajadores restantes (18 trabajadores pertenecientes todos ellos a instalaciones radiactivas) constituyen casos de potencial superación del límite anual de dosis establecido en el Reglamento. Así mismo, la dosis individual media por sectores no supera en ningún caso el valor de 5 mSv/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 inferiores a 5 mSv/año y con dosis superiores a 20 mSv/año.

A la hora de valorar los resultados hay que tener en cuenta que en el año 1997 estaban en funcionamiento dos reactores nucleares de tipo BWR (Garofa y Cofrentes) y siete reactores nucleares de tipo PWR (José Cabrera, Almaraz I y II, Ascó I y II, Vandellós II y Trillo); además, la central nuclear de Vandellós I se encontraba en proceso de desmantelamiento y clausura.

En lo que se refiere a las instalaciones del ciclo de combustible, en 1997 estaban en operación la fábrica de combustible de Juzbado, la planta Quercus de producción de concentrados y la instalación de almacenamiento de residuos de Sierra Albarrana; además, la planta Lobo-G se encontraba en fase de desmantelamiento.

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

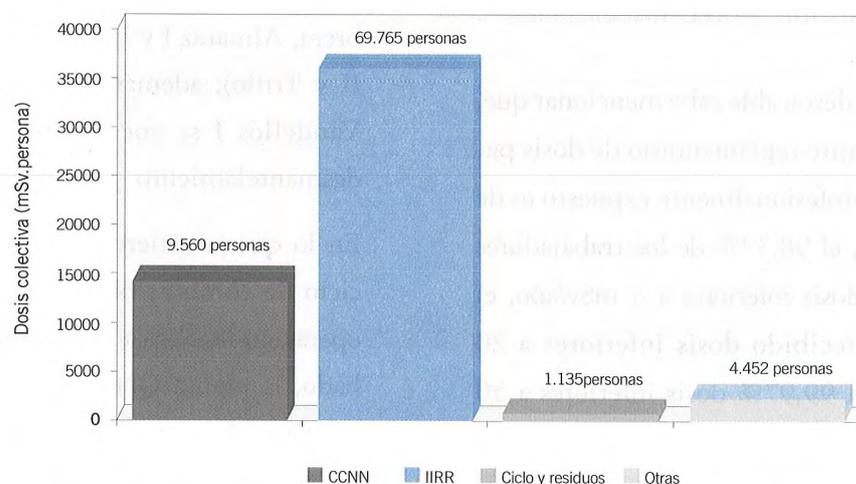
- 1.1. El número de personas profesionalmente expuestas a radiaciones ionizantes controladas dosimétricamente durante el año 1997 asciende a 84.912 a las que corresponde una dosis colectiva de 53.342 mSv.persona¹⁶, que se distribuyen sectorialmente según:

15. Los datos presentados a lo largo de este informe se han recogido de forma global en las figuras 9, 11 y 13.

16. En esta cifra no se incluyen las lecturas dosimétricas superiores al límite anual de dosis.

	Nº Trabajadores	Dosis Colectiva (mSv.persona)
II.RR. médicas	64.599	29.985
II.RR. industriales	5.166	6.013
CC.NN.	9.560	14.243
Ciclo combustible y residuos	1.135	821
Otras instalaciones	4.452	2.280

Figura 9. Dosis colectiva y número de trabajadores por sectores (1997)



1.2. La mayor contribución a la dosis colectiva de los trabajadores profesionalmente expuestos (TPE) corresponde a las instalaciones radiactivas médicas⁽¹⁷⁾ y dentro de éstas a las instalaciones médicas de radiodiagnóstico (18.945 mSv.persona), siendo estas últimas, asimismo, las más representativas en cuanto al número de trabajadores (41.683 personas, un 49% del total de trabajadores expuestos

controlados dosimétricamente durante al año 1997).

1.3. En el ámbito de las instalaciones radiactivas industriales la mayor contribución a la dosis colectiva corresponde a las instalaciones de control de procesos (1.508 mSv.persona), sector que resulta asimismo más representativo en cuanto al número de trabajadores expuestos (1.604 personas).

17. En las figuras 1 a 4 se presentan de forma resumida los resultados dosimétricos correspondientes a instalaciones radiactivas, médicas e industriales.

1.4. En el sector nuclear la dosis colectiva media por reactor a lo largo del año 1997 ha sido de 1.583 mSv.persona, valor inferior al correspondiente al año 1996 (1.902 mSv.persona), tendencia que se mantiene desde hace unos años. Cabe destacar que en todas las centrales nucleares españolas en operación se efectuaron operaciones de recarga a lo largo del año 1997.

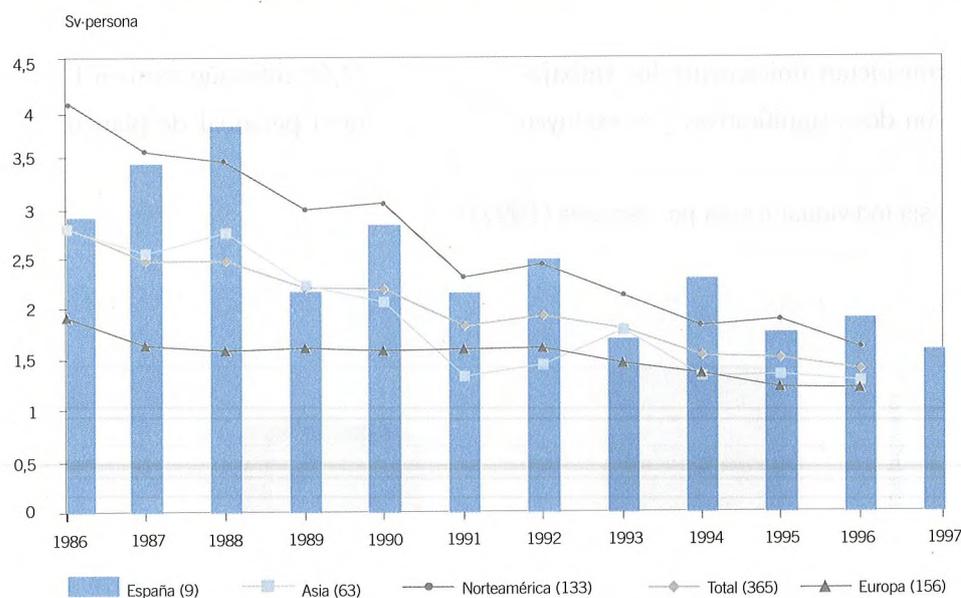
En la figura 10 se muestra la evolución temporal de las dosis colectivas por reactor/año correspondientes a España y se comparan con los valores registrados en el ámbito internacional⁽¹⁸⁾, poniéndose de manifiesto que la situación de las centrales nucleares españolas está en concor-

dancia con las centrales de los países tecnológicamente más avanzados.

1.5. Dentro de este sector⁽¹⁹⁾, es en la central de Almaraz donde se registra la dosis colectiva más elevada (4.194 mSv.persona), presentando valores asimismo relevantes las centrales de Cofrentes (2.729 mSv.persona), José Cabrera (2.490 mSv.persona) y Garoña (2.076 mSv.persona).

La influencia del diseño de la central en las dosis operacionales se pone de manifiesto en el hecho de que las centrales de diseño más moderno, Vandellós II y Trillo, presentan valores de la dosis colectiva significativamente inferiores a las anteriormente citadas (913 y 298 mSv.persona respectivamente).

Figura 10. Dosis colectiva anual media por reactor en España y por regiones. Incluidas en ISOE



18. Los datos para la elaboración de esta figura se han obtenido del sexto informe anual sobre «Occupational Exposures at Nuclear Power Plants. 1986-1996» publicado por la Agencia de Energía Nuclear (NEA-Nuclear Energy Agency). No se dispone de los datos correspondientes al año 1997.

19. En las figuras 5 a 8 se presentan los resultados dosimétricos correspondientes a centrales nucleares.

- 1.6. Es la fábrica de combustible de Juzbado (70 mSv.persona), dentro de las instalaciones del ciclo de combustible, la que contribuye en mayor medida a los valores de dosis colectiva registrados.
- 1.7. En el conjunto global de instalaciones del ciclo de combustible y residuos, es la central nuclear de Vandellos I la que resulta más representativa (725 mSv.persona).
- 1.8. Dentro del grupo «otras instalaciones» son los centros de investigación/docencia los que más contribuyen a la dosis colectiva (2.092 mSv.persona) siendo también los más representativos en cuanto al número de trabajadores expuestos (4.223 personas).

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

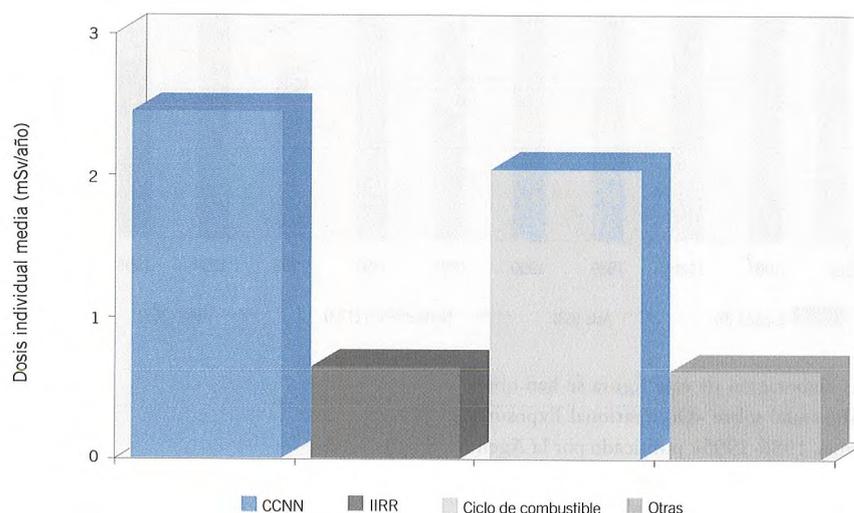
- 2.1. Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas y se excluyen

los casos de potencial sobreexposición, la dosis individual media correspondiente al año 1997, para el global de los TPE del país, resulta ser de 0,81 mSv/año. Los valores de este parámetro en cada uno de los sectores considerados son los que siguen:

	Dosis individual media (mSv/año)
II.RR. Médicas	0,58
II.RR. Industriales	1,39
CC.NN.	2,45
Ciclo combustible y residuos	2,04
Otras instalaciones	0,62

- 2.2. La dosis individual media correspondiente a centrales nucleares es superior a la del resto de los sectores considerados, siendo de destacar que es el personal de contrata el que presenta valores de dosis individual media superiores (2,64 mSv/año frente a 1,51 mSv/año para el personal de plantilla).

Figura 11. Dosis individual media por sectores (1997)



Esta tendencia, dosis correspondientes a personal de contrata superiores a las del personal de plantilla, es 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 significativas.

- 2.3. Se observa asimismo que la dosis individual media asociada al total de las instalaciones industriales es significativamente superior al valor obtenido para el total de las instalaciones radiactivas de tipo médico. En las primeras desarrollan su actividad laboral un menor número de personas que, sin embargo, reciben dosis más altas.

Es de destacar que los valores de dosis individual media asociados a las instalaciones de gammagrafía (3,31 mSv/año) y radiología (2,25 mSv/año) son superiores al del resto de las actividades consideradas y que sólo el personal de contrata de centrales nucleares presenta dosis individuales medias de valor similar (2,64 mSv/año).

- 2.4. Dentro de las instalaciones radiactivas médicas, las instalaciones de radiodiagnóstico, en las que realizan su trabajo un porcentaje significativo de trabajadores (un 49% del total del país), pre-

sentan valores de dosis individual media de 0,58 mSv/año.

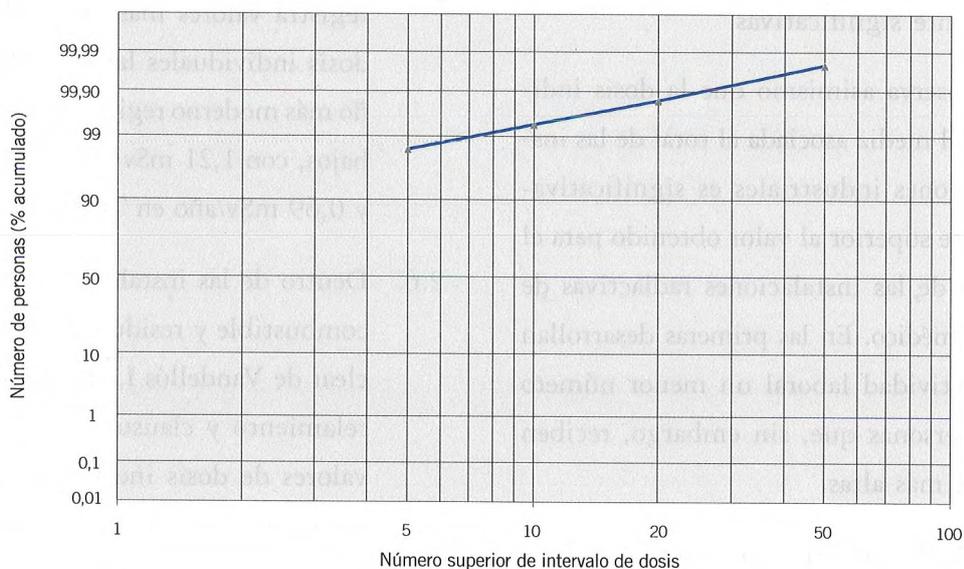
Las instalaciones de medicina nuclear son las que presentan valores de dosis individual media superiores dentro de este sector (1,38 mSv/año).

- 2.5. En el sector de centrales nucleares, es la de José Cabrera (4,05 mSv/año), la que registra valores más altos. También en dosis individuales las centrales de diseño más moderno registran los valores más bajos, con 1,21 mSv/año en Vandellós II y 0,69 mSv/año en Trillo.
- 2.6. Dentro de las instalaciones del ciclo de combustible y residuos es la central nuclear de Vandellós I, en fase de desmantelamiento y clausura, la que presenta valores de dosis individual media más representativos (5,76 mSv/año).
- 2.7. Los valores inferiores de este parámetro se registran en «otras instalaciones» (0,62 mSv/año).
- 2.8. En la figura 12 se muestra en escala de tipo probabilístico la distribución de las dosis de las personas expuestas en España a lo largo de este año 1997. 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 Inter-

nacional 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 profesionalmente expuesto es de 50 mSv/año, el 98,32% de los trabajadores ha recibido dosis inferiores a 5 mSv/año, límite establecido para miembros del público.

Figura 12. Distribución de las dosis de las personas expuestas en España durante el año 1997



II.3. En lo que se refiere a las implicaciones para nuestro país de los nuevos límites de dosis reflejados en la Directiva 96/29/Euratom:

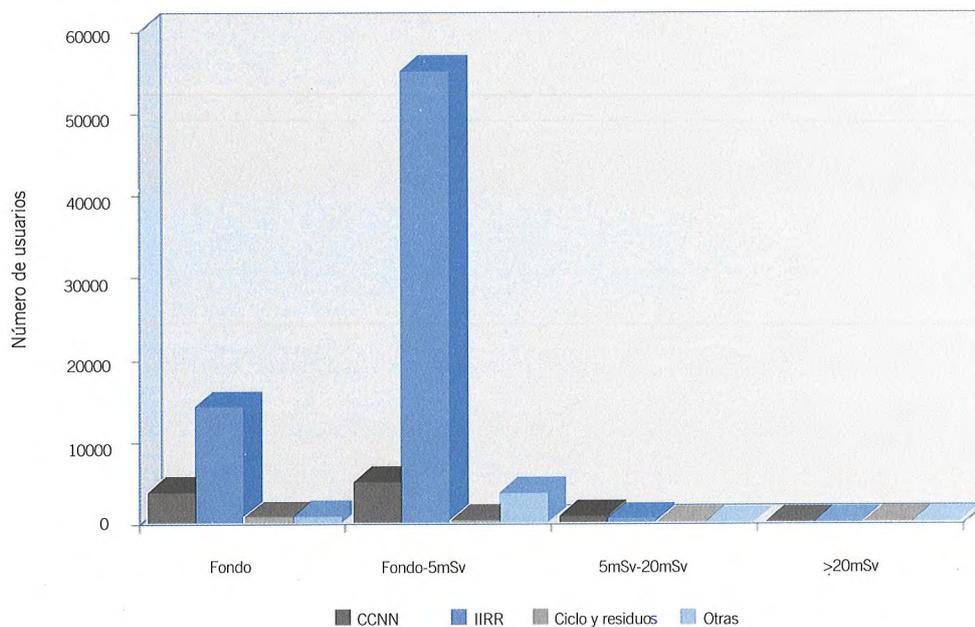
3.1. De un total de 84.912 trabajadores, sólo 76 (0,08% del total) presentan dosis superiores a 20 mSv/año⁽²⁰⁾.

Estos trabajadores se distribuyen por sectores según se indica a continuación:

20. No se incluyen los 18 casos de potencial superación de los límites de dosis.

	Nº trabajadores	Nº trabajadores con dosis >20 mSv ⁽²¹⁾
II.RR. Médicas	64.599	27
II.RR. Industriales	5.166	19
CC.NN	9.560	27 ⁽²²⁾
Ciclo combustible y residuos	1.135	0
Otras instalaciones	4.452	3

Figura 13. Número de trabajadores por intervalo de dosis en cada sector (1997)



3.2. La situación reflejada en el punto anterior es favorable y muestra la buena disposición en nuestro país para el cumplimiento de los nuevos límites.

Es necesario aclarar que la Directiva 96/29/Euratom establece que los trabajadores expuestos no deberán recibir dosis superiores a 100 mSv en cinco años consecutivos, lo que supone un promedio de

20 mSv/año. *El que un trabajador reciba durante un año dosis superiores a 20 mSv no implica que vaya a superar los nuevos límites.*

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

(50 mSv/año), se han registrado 18 casos (un 0,02% del total), todos ellos pertenecientes al sector de instalaciones radiactivas.

21. No se incluyen los 18 casos de potencial superación de los límites de dosis.

22. Todos ellos pertenecientes a personal de contrata.

III. Tendencias en la exposición a radiaciones



III. Tendencia en la exposición a radiaciones

1. En el anexo I se presenta un análisis comparativo de los resultados obtenidos en este informe frente a los obtenidos en el realizado con este mismo enfoque en los años 1989 1995 y 1996⁽²³⁾.

2. Hay que valorar positivamente que, a pesar de que en el período 1989-1997 el número de TPE controlados dosimétricamente se incrementa en un 49,5% (84.912 frente a 56.778 trabajadores) la dosis colectiva disminuye en un 12% (53.342 frente a 60.609 mSv.persona).

Análoga valoración positiva merece la evolución en el período 1989-1997, tanto de la dosis individual media, donde se observa una disminución del 36% (0,81 frente a 1,27 mSv/año) como en el número de trabajadores con dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv por año, donde se observa una disminución del 61% (76 frente a 195).

3. Cuando se analiza la evolución de la dosis colectiva en el período 1989-1997 en las instalaciones radiactivas médicas se

puede observar que, a pesar de que el número de trabajadores expuestos controlados dosimétricamente se incrementa en un 71% (64.599 frente a 37.750 trabajadores), la dosis colectiva disminuye en un 36% (29.985 frente a 46.983 mSv.persona).

Esta tendencia a la disminución en las dosis se refleja también, tanto en la dosis individual media, donde se observa una disminución del 33% (0,58 frente a 0,86 mSv/año), como en el número de trabajadores con dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv por año, donde se observa una disminución del 70% (27 frente a 90 trabajadores).

4. En lo que se refiere a las instalaciones radiactivas industriales, las tendencias en la exposición laboral a radiaciones son también favorables.

Los datos referentes a la evolución de la dosis colectiva en el período 1989-1997 en este sector, muestran un aumento del 14% (6.013 frente a 5.260 mSv.persona), si bien hay que señalar que el número de trabajadores expuestos se incrementó en un 70% (5.166 frente a 3.031 trabajadores). En cuanto a la dosis individual media disminuye en el período objeto de estudio en un 13% (1,39 frente a 1,60 mSv/año). Asimismo, el número de trabajadores con dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv por año, sufre un ligero incremento de un 12% (19 frente a 17 trabajadores).

23. Informes de Ref^a CSN/IEV/DSPA/SDP00/9103/8 «Vigilancia y control dosimétrico de las personas profesionalmente expuestas en España durante al año 1989. Estudio sectorial», Ref^a CSN/IEV/APRT/GENER/0000/9704/357, «La dosimetría de los trabajadores profesionalmente expuestos en España durante el año 1995. Estudio sectorial» y Ref. CSN/IEV/APRT/GENER/0000/9711/396 «La dosimetría de los trabajadores profesionalmente expuestos en España durante el año 1996. Estudio sectorial».

Cabe resaltar que en los resultados obtenidos en este tipo de instalaciones resultan determinantes las dosis registradas en los sectores de radiología y gammagrafía industrial; parece evidente que en estos sectores es donde se deberán realizar mayores esfuerzos con vistas a satisfacer, una vez que se transpongan a la legislación española, los nuevos límites de dosis de la Directiva 96/29 de Euratom.

5. Cuando se analiza la evolución de la dosis colectiva en las centrales nucleares se puede observar que el número de trabajadores expuestos controlados dosimétricamente ha disminuido un 12% en el período 1989-1997 (9.560 frente a 10.807 trabajadores) y que la dosis colectiva presenta una tendencia favorable, con una disminución de un 31% (14.243 frente a 20.619 mSv.persona). Análoga tendencia favorable se observa en el número de trabajadores con dosis comprendidas

entre 20 y 50 mSv por año, con una disminución del 69% (27 frente a 88 trabajadores).

La evolución se mantiene favorable en lo que se refiere a la dosis individual media, donde se produce un ligero descenso del 5% (2.54 frente a 2.66 mSv/año).

En la figura 10, donde se muestra la evolución de la dosis colectiva en las centrales nucleares españolas encuadrada en un contexto internacional se observa una tendencia global decreciente, que pone de manifiesto el importante esfuerzo desarrollado en este sector en la puesta en práctica del principio de optimización de la protección radiológica.

6. Los resultados indicados en puntos anteriores se muestran de manera gráfica en las figuras comprendidas desde la número 14 a la 17.

Figura 14. Distribución comparativa de dosis colectiva e individual media en instalaciones radiactivas médicas e industriales. Años 1989, 1995, 1996 y 1997

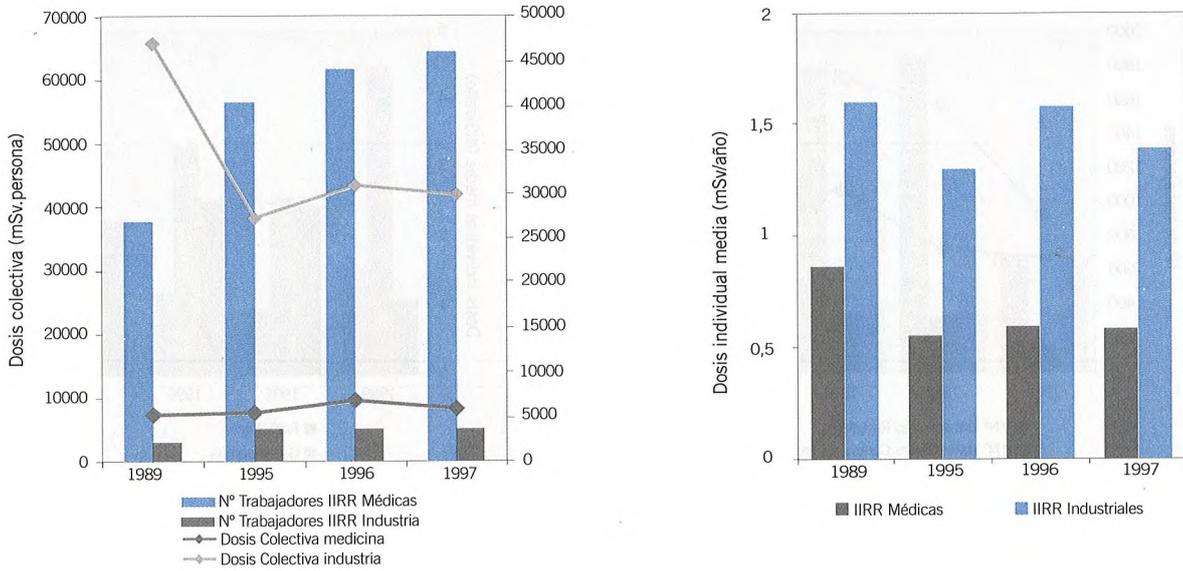


Figura 15. Distribución comparativa de dosis colectiva e individual media en II.RR. médicas. Años 1989, 1995, 1996 y 1997

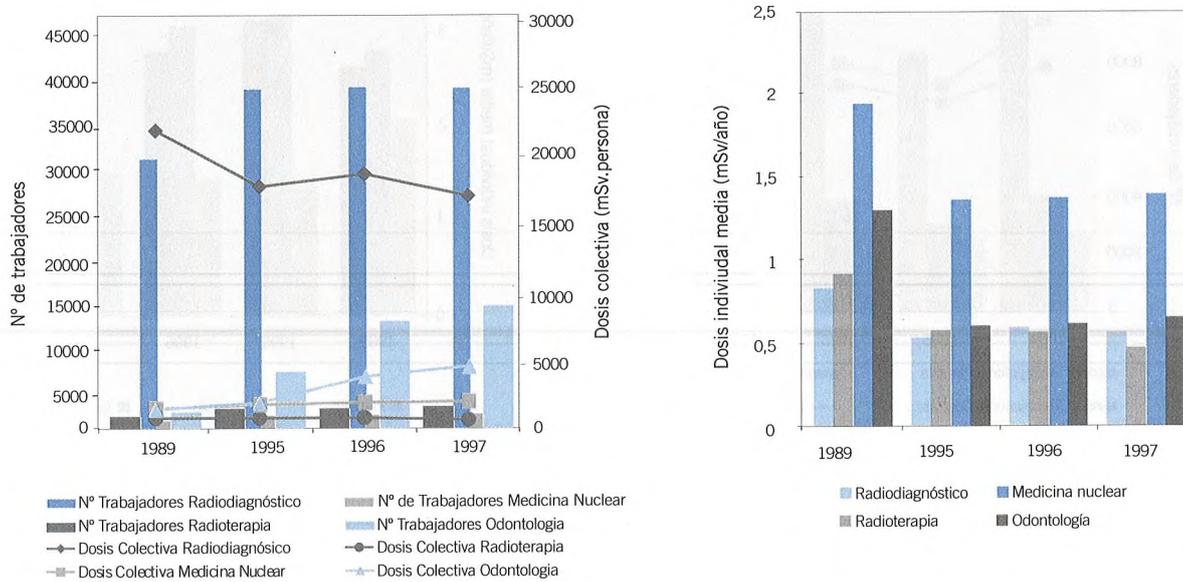


Figura 16. Distribución comparativa de dosis colectiva e individual en instalaciones radiactivas industriales. Años 1989, 1995, 1996 y 1997.

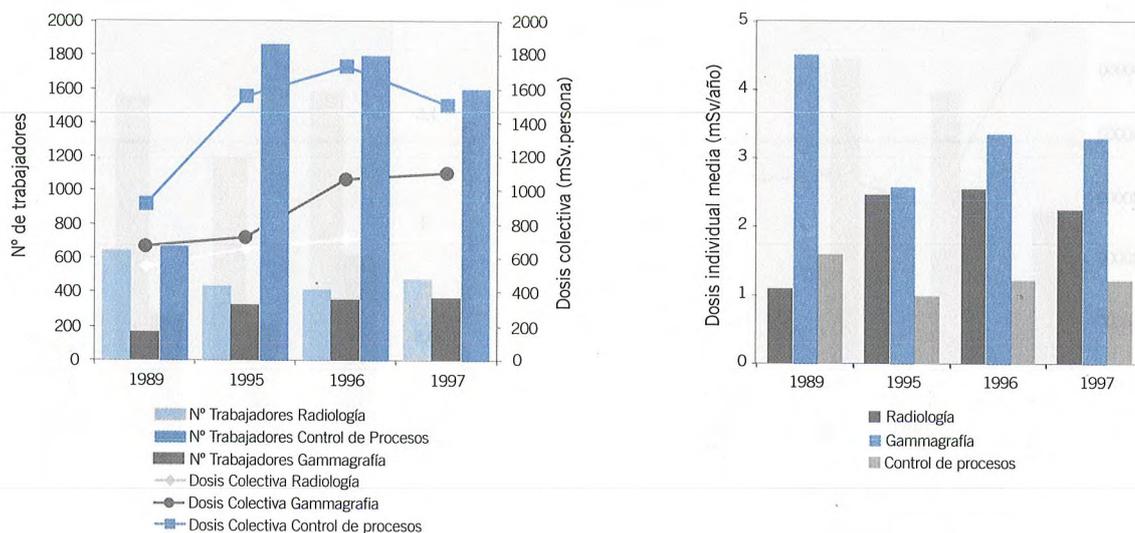
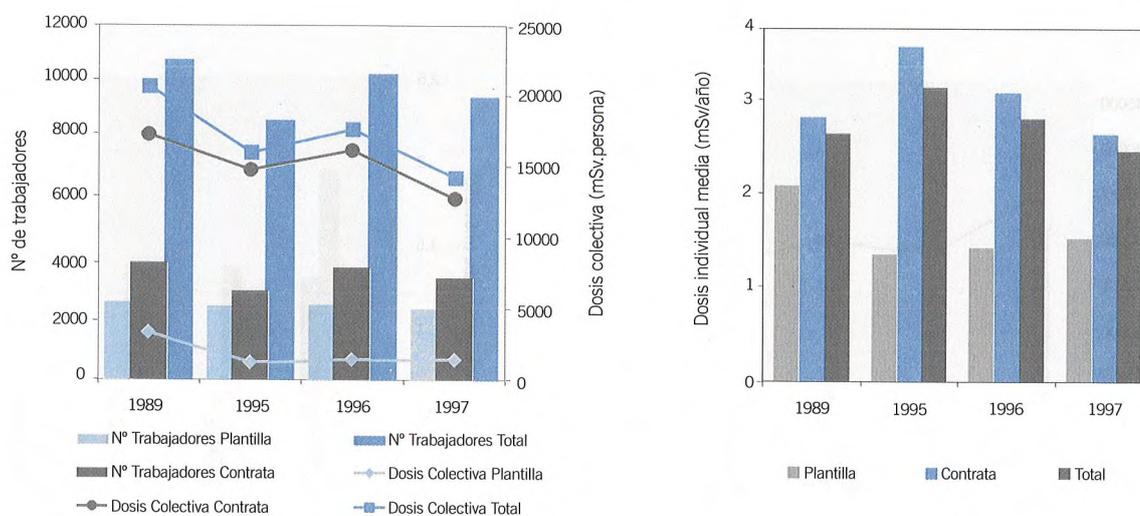


Figura 17. Distribución comparativa de dosis colectiva e individual media en CC.NN. Años 1989, 1995, 1996 y 1997



**IV. Anexo I: Estudio
dosimétrico sectorial.
Evolución temporal
(1989-1997)**

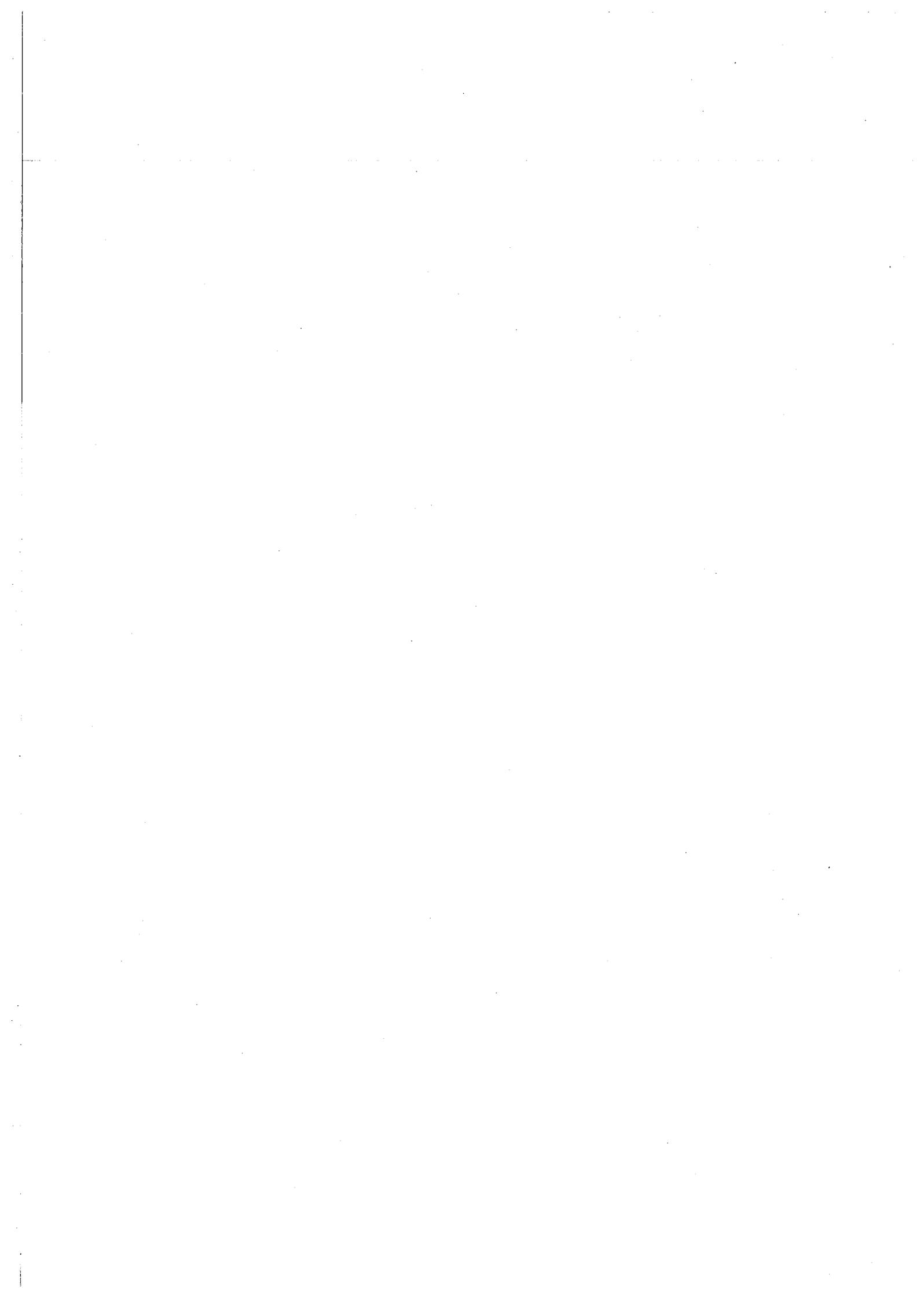


Tabla 1: Comparación de resultados en instalaciones radiactivas. años 1989, 1995, 1996, 1997

Tipo de Instalación	Médicas				Industriales				
	Año	1989	1995	1996	1997	1989	1995	1996	1997
Nº de personas		37.750	56.570	62.026	64.599	3.031	5.070	5.231	5.166
Dosis Colectiva (mSv.persona)		46.983	27.394	31.062	29.985	5.260	5.545	6.930	6.013
Dosis Individual Media (mSv/año)		0,86	0,55	0,59	0,58	1,60	1,30	1,58	1,39
Nº de personas dosis entre 20-50 mSv/año		90	22	55	27	17	13	31	19

Tabla 2: Comparación de resultados en instalaciones radiactivas medicas años 1989, 1995, 1996, 1997

Instalación	Radiodiagnóstico				Radioterapia				
	Año	1989	1995	1996	1997	1989	1995	1996	1997
Nº de personas		33.036	41.583	41.770	41.683	1.041	1.614	1.661	1.838
Dosis Colectiva (mSv.persona)		24.351	19.713	20.768	18.945	876	878	846	708
Dosis Individual Media (mSv/año)		0,82	0,53	0,59	0,56	0,91	0,57	0,56	0,47
Nº de personas dosis entre 20-50 mSv/año			15	46	17		1	1	0

Instalación	Medicina nuclear				Odontología				
	Año	1989	1995	1996	1997	1989	1995	1996	1997
Nº de personas		924	1.546	1.679	1.714	1.294	4.631	8.711	9.917
Dosis Colectiva (mSv.persona)		1.607	1.977	2.141	2.222	1.563	2.139	4.248	4.974
Dosis Individual Media (mSv/año)		1,93	1,35	1,36	1,38	1,29	0,60	0,61	0,65
Nº de personas dosis entre 20-50 mSv/año			1	3	1		2	4	6

Tabla 3: Comparación de resultados en instalaciones radiactivas industriales. Años 1989, 1995, 1996, 1997

Instalación	Radiología				Gammagrafía				Control de procesos			
	Año	1989	1995	1996	1997	1989	1995	1996	1997	1989	1995	1996
Nº personas	650	440	417	479	169	327	353	366	672	1.871	1.803	1.604
Dosis Colectiva (mSv.persona)	556	658	714	726	669	720	1.063	1.104	924	1.561	1.737	1.508
Dosis Individual Media (mSv/año)	1,10	2,46	2,55	2,25	4,52	2,59	3,36	3,31	1,58	0,99	1,22	1,22
Nº personas dosis entre 20-50mSv/año		0	0	3		4	7	8		2	8	6

Tabla 4: Comparación de resultados en CCNN. Años 1989, 1995, 1996, 1997

Tipo de trabajo	Plantilla				Contrata				Total			
	Año	1989	1995	1996	1997	1989	1995	1996	1997	1989	1995	1996
Nº de personas	2.644	2.504	2.490	2.402	8.163	6.280	7.868	7.166	10.807	8.765	10.342	9.560
Dosis Colectiva (mSv.persona)	3.400	1.282	1.505	1.487	17.219	14.742	16.150	12.756	20.619	16.024	17.656	14.243
Dosis Individual Media (mSv/año)	2,07	1,33	3,08	1,51	2,81	3,58	3,08	2,64	2,66	3,13	2,80	2,45
Nº personas dosis entre 20-50mSv/año	10	0	36	0	78	93	36	27	88	93	36	27

**La dosimetría de los
trabajadores profesionalmente
expuestos en España durante
el año 1997**

Estudio sectorial

Colección Documentos
Nº 4. 1999

