

## Informe Vigilancia Radiológica Personal Ocupacional Radiaciones Ionizantes 2007 – septiembre 2021

### Resumen Ejecutivo:

En el periodo comprendido entre enero 2007 y septiembre 2021 se registraron un total de 695 alertas de cuerpo entero y 17 de extremidades. En el 32,1% de las alertas de cuerpo entero se observó una dosis superior a 12,5 mSv.

El año 2008 se observó el mayor porcentaje de alertas de cuerpo entero con dosis superiores a 12,5 mSv (85,2%), y el 2019 el menor (10%).

En el 34% de las alertas de cuerpo entero se obtuvo una proyección anual superior a 50 mSv, mientras que en el 94,1% de las alertas correspondientes a extremidades se observó una proyección anual superior a 500 mSv. El 43,3% de las alertas de cuerpo entero se dieron en instalaciones radiactivas de primera categoría, 47,9% a segunda categoría y un 8,8% a tercera categoría. Todas las alertas de extremidades ocurrieron en instalaciones radiactivas de primera categoría.

El 68,7% de las alertas registradas provienen de establecimientos privados mientras que un 24,9% de las alertas provienen de entidades públicas. El 74,9% de las alertas corresponden a hombres mientras que el 25,1% son alertas provenientes de mujeres.

### Antecedentes

La Vigilancia Radiológica Personal Ocupacional de Radiaciones Ionizantes es un sistema que permite recibir y evaluar sistemáticamente, según estándares basados en las recomendaciones internacionales de la ICRP 60 de 1990 e ICRP 103 de 2008, la información relativa a la exposición ocupacional de los trabajadores controlados por dosimetría personal externa, con vista a, entre otros aspectos, controlar y mantener el registro de las dosis de esta población, identificar tendencias, verificar el cumplimiento de los límites de dosis y realizar comparaciones entre distintos grupos y prácticas.

De igual manera, el proceso permite tomar, a través de las autoridades competentes, acciones oportunas con vista a mejorar los sistemas y programas de Protección Radiológica en las instalaciones, así como, elevar la optimización de las diferentes prácticas con una disminución de la dosis individual y colectiva.

En el **D.S. N°3 de 1985 del Ministerio de Salud** se establece en el **Artículo 6** lo siguiente: "*Si se detectare que un trabajador ha excedido el límite de dosis anual, el Instituto lo comunicará al Servicio de Salud correspondiente, con el objeto de que éste exija al empleador que destine a su dependiente a otra función.*" Para cumplir la misión de detectar situaciones de superación de límites de dosis y la consiguiente notificación a la entidad respectiva, es que el Instituto ha establecido el actual Sistema de Vigilancia.

El Sistema de Vigilancia utiliza límites secundarios de dosis basados en la regulación nacional y en recomendaciones internacionales, generando diferentes investigaciones y acciones sanitarias con toda dosis superior a los mismos, con el objetivo de contribuir a la continua optimización de las diferentes prácticas que involucran exposición ocupacional a radiaciones ionizantes en el país.

Los límites secundarios se derivan, por un lado, de lo establecido en Chile y por otro, de recomendaciones internacionales:

- a) Límites anuales de dosis según D.S. N°3 de 1985 del Ministerio de Salud.

Órgano Expuesto	Límite Primario (rem anual)	Límite Primario (mSv anual)	Límite Secundario (mSv trimestral)
Cuerpo entero	5	50	12,5
Extremidades	50	500	125

- b) Límites basados en las publicaciones ICRP 60 de 1990 e ICRP 103 de 2008.

Límite Primario	Límite Secundario Trimestral	Aplica para
1. Dosis efectiva de 20 mSv por año como promedio en un periodo de 5 años. 2. Dosis efectiva de 50 mSv en cualquier año.	Dosis efectiva de 5 mSv	Cuerpo entero
Dosis equivalente en extremidades de 500 mSv en un año.	Dosis equivalente de 125 mSv	Extremidades

Se considera un caso cualquier dosis informada con una lectura igual o superior a 5 mSv por trimestre para cuerpo total, o igual o superior a 125 mSv para extremidades.

El Sistema de Vigilancia opera con información proporcionada por los diferentes Prestadores de Servicio de Dosimetría Personal Externa, sobre los cuales el Instituto de Salud Pública ejecuta en forma continua un Programa de Evaluación de la Calidad.

Existen tres categorías de instalaciones radiactivas establecidas en el **D.S. N°133 de 1984 del Ministerio de Salud**, que en su **Artículo 7** indica lo siguiente:

*"Las instalaciones radiactivas se clasificarán en tres categorías. Quedan comprendidos en la primera categoría los aceleradores de partículas, plantas de irradiación, laboratorios de alta radiotoxicidad, radioterapia y roentgenterapia profunda, gammagrafía y radiografía industrial. Pertenecen a la segunda categoría los laboratorios de baja radiotoxicidad, rayos X para diagnóstico médico o dental, radioterapia y roentgenterapia superficial. La tercera categoría incluye los equipos de fuente sellada de uso industrial, tales como: pesómetros, densitómetros, medidores de flujo y de nivel, detectores de humo, medidores de espesores, etc. Asimismo, quedan comprendidas en esta categoría las fuentes patrones, estimuladores cardiacos radioisotópicos, marcadores o simuladores de uso médico, equipos de rayos X para control de equipajes, correspondencia, etc., fluoroscopia industrial y difractómetros."*

A continuación, se muestra un resumen con información del periodo enero 2007 – septiembre 2021.

## Resultados

### Dosímetros de cuerpo entero

Durante el periodo enero 2007 – septiembre 2021 se registraron 695 alertas que corresponden a casos con una lectura igual o superior a 5 mSv por trimestre para cuerpo total. En el 67,9% de las alertas correspondientes a cuerpo entero se registró una dosis entre 5 y 12,5 mSv, y en el 32,1% una dosis superior a 12,5 mSv (Tabla 1, Figura 1).

El año 2008 se observó el mayor porcentaje de alertas con dosis superiores a 12,5 mSv (85,2%), y el año 2019 el menor porcentaje (10%) (Tabla 1, Figura 1).

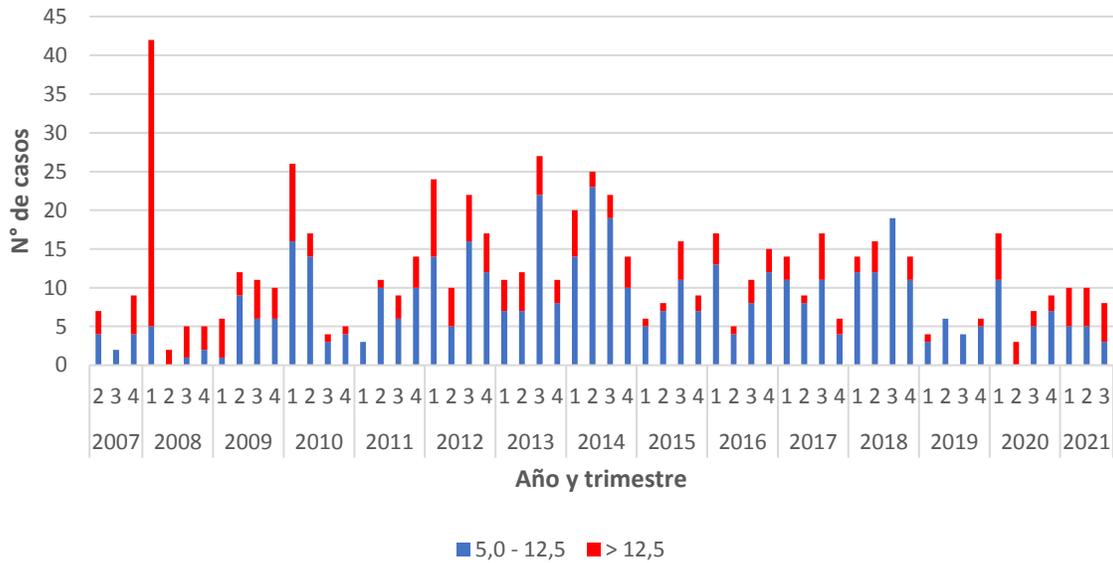
Tabla 1: Distribución de Alertas de Cuerpo Entero según dosis, por año. Chile, 2007 – 2021\*

Año Alerta	Dosis (mSv)				Total
	5,0 - 12,5		> 12,5		
	n	%	n	%	
<b>2007</b>	10	55,6 %	8	44,4 %	<b>18</b>
<b>2008</b>	8	14,8 %	46	85,2 %	<b>54</b>
<b>2009</b>	22	56,4 %	17	43,6 %	<b>39</b>
<b>2010</b>	37	71,2 %	15	28,8 %	<b>52</b>
<b>2011</b>	29	78,4 %	8	21,6 %	<b>37</b>
<b>2012</b>	47	64,4 %	26	35,6 %	<b>73</b>
<b>2013</b>	44	72,1 %	17	27,9 %	<b>61</b>
<b>2014</b>	66	81,5 %	15	18,5 %	<b>81</b>
<b>2015</b>	30	76,9 %	9	23,1 %	<b>39</b>
<b>2016</b>	37	77,1 %	11	22,9 %	<b>48</b>
<b>2017</b>	34	73,9 %	12	26,1 %	<b>46</b>
<b>2018</b>	54	85,7 %	9	14,3 %	<b>63</b>
<b>2019</b>	18	90 %	2	10 %	<b>20</b>
<b>2020</b>	23	63,9 %	13	36,1 %	<b>36</b>
<b>2021</b>	13	46,4 %	15	53,6 %	<b>28</b>
<b>Total</b>	<b>472</b>	<b>67,9 %</b>	<b>223</b>	<b>32,1 %</b>	<b>695</b>

\*Datos hasta 3er trimestre 2021

Fuente: Sección Radiaciones Ionizantes y No Ionizantes. Departamento Salud Ocupacional

Figura 1: Distribución de Alertas de Cuerpo Entero por rango de dosis, por año y trimestre. Chile, 2007 – 2021\*



\*Datos hasta 3er trimestre 2021

Fuente: Sección Radiaciones Ionizantes. Departamento Salud Ocupacional

En el 34% de las alertas registradas en 2007 – septiembre 2021 la proyección anual fue superior a 50 mSv, que constituye el límite primario establecido en Chile en el D.S. N° 3 de 1985 del Ministerio de Salud y también lo recomendado internacionalmente en un año para trabajadores. Este porcentaje alcanzó el 77,8% el año 2008 y el año 2019 se observó el menor porcentaje con un 10% (Tabla 2, Figura 2)

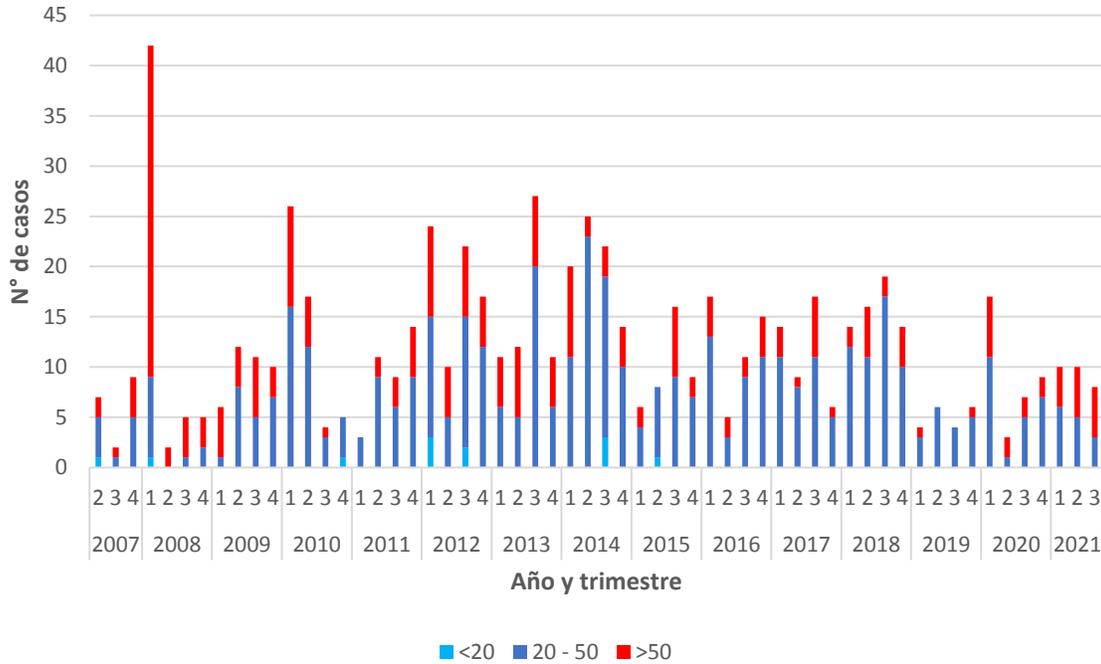
Tabla 2: Distribución de Alertas de Cuerpo Entero según Proyección de dosis anual, por año. Chile, 2007 – 2021\*

Año Alerta	Dosis (mSv)						Total
	> 20 mSv		20 - 50 mSv		> 50 mSv		
	n	%	n	%	n	%	
<b>2007</b>	1	5,6 %	10	55,6 %	7	38,9 %	<b>18</b>
<b>2008</b>	1	1,9 %	11	20,4 %	42	77,8 %	<b>54</b>
<b>2009</b>	0	0 %	21	53,8 %	18	46,2 %	<b>39</b>
<b>2010</b>	1	1,9 %	35	67,3 %	16	30,8 %	<b>52</b>
<b>2011</b>	0	0 %	27	73 %	10	27 %	<b>37</b>
<b>2012</b>	5	6,8 %	42	57,5 %	26	35,6 %	<b>73</b>
<b>2013</b>	0	0 %	37	60,7 %	24	39,3 %	<b>61</b>
<b>2014</b>	3	3,7 %	60	74,1 %	18	22,2 %	<b>81</b>
<b>2015</b>	1	2,6 %	27	69,2 %	11	28,2 %	<b>39</b>
<b>2016</b>	0	0 %	36	75 %	12	25 %	<b>48</b>
<b>2017</b>	0	0 %	35	76,1 %	11	23,9 %	<b>46</b>
<b>2018</b>	0	0 %	50	79,4 %	13	20,6 %	<b>63</b>
<b>2019</b>	0	0 %	18	90 %	2	10 %	<b>20</b>
<b>2020</b>	0	0 %	24	66,7 %	12	33,3 %	<b>36</b>
<b>2021</b>	0	0 %	14	50 %	14	50 %	<b>28</b>
<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>1.7 %</b>	<b>447</b>	<b>64.3 %</b>	<b>236</b>	<b>34 %</b>	<b>695</b>

\*Datos hasta 3er trimestre 2021

Fuente: Sección Radiaciones Ionizantes y No Ionizantes. Departamento Salud Ocupacional

Figura 2: Distribución de Alertas de Cuerpo Entero por rango de Proyección de dosis anual, por año y trimestre. Chile, 2007 – 2021\*



\*Datos hasta 3er trimestre 2021  
 Fuente: Sección Radiaciones Ionizantes. Departamento Salud Ocupacional

El 43,3% de las alertas correspondió a la primera categoría de instalación radiactiva, 47,9% a segunda categoría y un 8,8% a tercera categoría. En los años 2007 y 2008 predominaron las alertas correspondientes a segunda categoría, entre 2009 y 2011 predominó la primera categoría de instalación radiactiva y desde el año 2012 hasta el 2017 predomina la segunda categoría. Luego, en el año 2018 predomina la primera categoría, mientras que en el año 2019 volvió a predominar la segunda (Tabla 3, Figura 3). Con el transcurso del 3er trimestre del año 2020 predomina la segunda categoría.

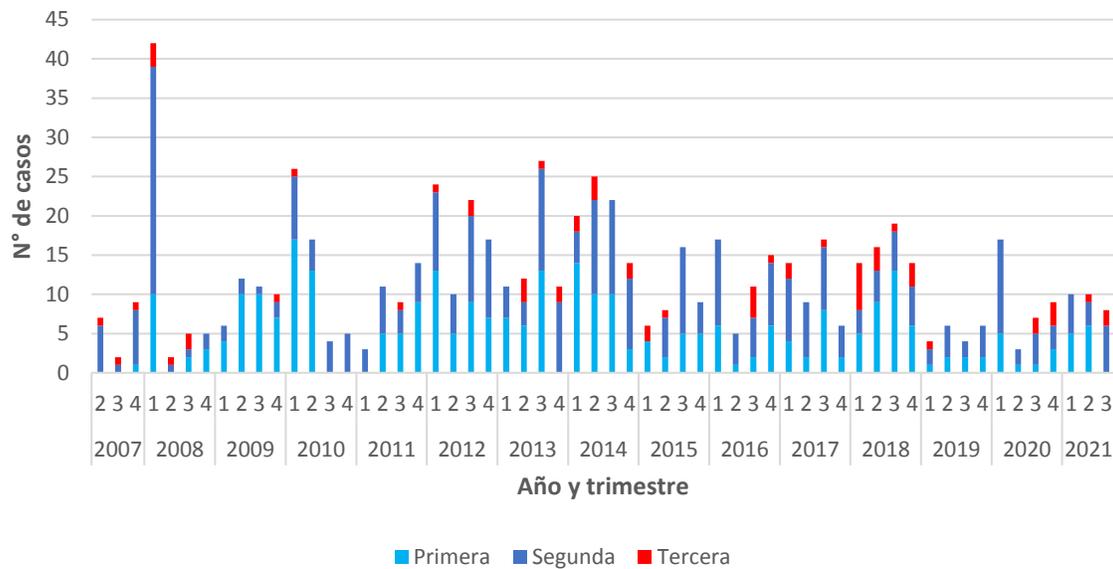
Tabla 3: Distribución de Alertas de Cuerpo Entero según Categoría de Instalación Radiactiva, por año. Chile, 2007 – 2021\*

Año Alerta	Categoría de instalación radiactiva						Total
	Primera		Segunda		Tercera		
	n	%	n	%	n	%	
<b>2007</b>	1	5,6 %	14	77,8 %	3	16,7 %	<b>18</b>
<b>2008</b>	15	27,8 %	33	61,1 %	6	11,1 %	<b>54</b>
<b>2009</b>	31	79,5 %	7	17,9 %	1	2,6 %	<b>39</b>
<b>2010</b>	30	57,7 %	21	40,4 %	1	1,9 %	<b>52</b>
<b>2011</b>	19	51,4 %	17	45,9 %	1	2,7 %	<b>37</b>
<b>2012</b>	34	46,6 %	36	49,3 %	3	4,1 %	<b>73</b>
<b>2013</b>	26	42,6 %	29	47,5 %	6	9,8 %	<b>61</b>
<b>2014</b>	37	45,7 %	37	45,7 %	7	8,6 %	<b>81</b>
<b>2015</b>	16	41 %	20	51,3 %	3	7,7 %	<b>39</b>
<b>2016</b>	15	31,2 %	28	58,3 %	5	10,4 %	<b>48</b>
<b>2017</b>	16	34,8 %	27	58,7 %	3	6,5 %	<b>46</b>
<b>2018</b>	33	52,4 %	17	27 %	13	20,6 %	<b>63</b>
<b>2019</b>	7	35 %	12	60 %	1	5 %	<b>20</b>
<b>2020</b>	10	27,8 %	21	58,3 %	5	13,9 %	<b>36</b>
<b>2021</b>	11	39.3 %	14	50 %	3	10.7 %	<b>28</b>
<b>Total</b>	301	43.3 %	333	47.9 %	61	8.8 %	<b>695</b>

\*Datos hasta 3er trimestre 2021

Fuente: Sección Radiaciones Ionizantes y No Ionizantes. Departamento Salud Ocupacional

Figura 3: Distribución de Alertas de Cuerpo Entero por Categoría de Instalación Radiactiva, por año y trimestre. Chile, 2007 – 2021\*

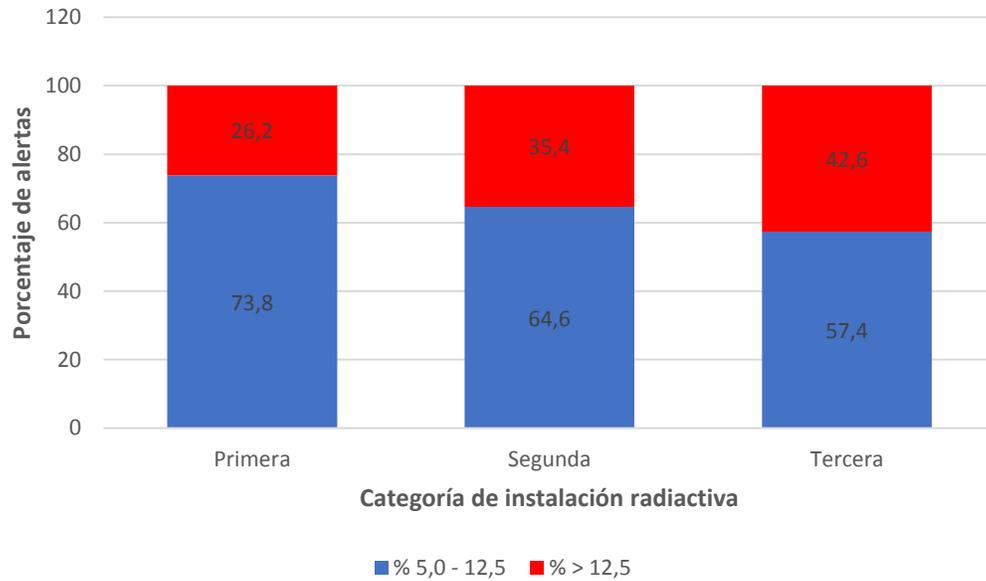


\*Datos hasta 3er trimestre 2021

Fuente: Sección Radiaciones Ionizantes. Departamento Salud Ocupacional

En el 26,2% de las alertas correspondientes a primera categoría de instalación radiactiva se registró una dosis superior a 12,5 mSv, y un 31,6% tuvo una proyección de dosis anual superior a 50 mSv. En el 35,4% de las alertas correspondientes a segunda categoría se registró una dosis superior a 12,5 mSv, y un 35,1% tuvo una proyección de dosis anual superior a 50 mSv, y en las alertas correspondientes a tercera categoría, el 42,6% presentó una dosis superior a 12,5 mSv, y un 39,3% tuvo una proyección anual superior a 50 mSv (Figura 4, 5).

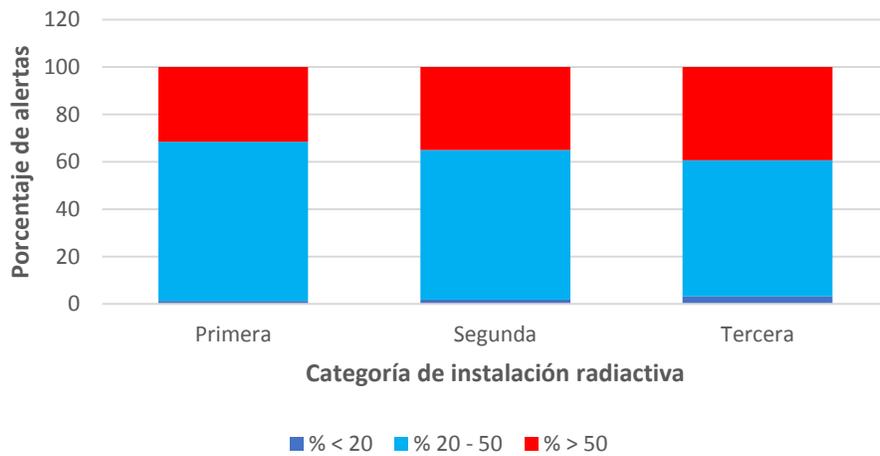
Figura 4: Distribución de Alertas de Cuerpo Entero por Categoría de Instalación Radiactiva y Dosis. Chile, 2007 – 2021\*



\*Datos hasta 3er trimestre 2021

Fuente: Sección Radiaciones Ionizantes. Departamento Salud Ocupacional

Figura 5: Distribución de Alertas de Cuerpo Entero por Categoría de Instalación Radiactiva y Proyección de Dosis anual. Chile, 2007 – 2021\*



\*Datos hasta 3er trimestre 2021

Fuente: Sección Radiaciones Ionizantes. Departamento Salud Ocupacional

El 68,3% de las alertas registradas provienen de establecimientos privados mientras que un 25,2% de las alertas provienen de entidades públicas (Tabla 4). Se observó que el 75,7% de las alertas corresponden a hombres mientras que el 24,3% son alertas provenientes de mujeres. El mayor porcentaje de alertas correspondientes a hombres se registró en el año 2011 (75,7%) mientras que el mayor porcentaje de alertas observado en mujeres se registró en el año 2007 (24,3%) (Tabla 5). Durante los años 2007 - septiembre 2021, las prácticas con la mayor cantidad de alertas fueron: Gammagrafía y radiografía industrial (70,5%), Rayos X diagnóstico médico (65,5%) y Densímetros nucleares (equipos móviles) (77,4%) dentro de las categorías 1, 2 y 3 respectivamente (Tabla 6).

Tabla 4: Distribución de Alertas de Cuerpo Entero según tipo de Establecimiento, por año.

Chile, 2007 – 2021\*

Año Alerta	Público	%	Privado	%	Otros**	%	Total
<b>2007</b>	9	50 %	8	44,4 %	1	5,6 %	<b>18</b>
<b>2008</b>	27	50 %	26	48,1 %	1	1,9 %	<b>54</b>
<b>2009</b>	2	5,1 %	36	92,3 %	1	2,6 %	<b>39</b>
<b>2010</b>	9	17,3 %	42	80,8 %	1	1,9 %	<b>52</b>
<b>2011</b>	7	18,9 %	25	67,6 %	5	13,5 %	<b>37</b>
<b>2012</b>	21	28,8 %	48	65,8 %	4	5,5 %	<b>73</b>
<b>2013</b>	12	19,7 %	40	65,6 %	9	14,8 %	<b>61</b>
<b>2014</b>	16	19,8 %	62	76,5 %	3	3,7 %	<b>81</b>
<b>2015</b>	10	25,6 %	27	69,2 %	2	5,1 %	<b>39</b>
<b>2016</b>	16	33,3 %	29	60,4 %	3	6,2 %	<b>48</b>
<b>2017</b>	12	26,1 %	27	58,7 %	7	15,2 %	<b>46</b>
<b>2018</b>	6	9,5 %	54	85,7 %	3	4,8 %	<b>63</b>
<b>2019</b>	8	40 %	12	60 %	0	0 %	<b>20</b>
<b>2020</b>	14	38,9 %	20	55,6 %	2	5,6 %	<b>36</b>
<b>2021</b>	6	21.4 %	19	67.9 %	3	10.7 %	<b>28</b>
<b>Total</b>	<b>175</b>	<b>25.2 %</b>	<b>475</b>	<b>68.3 %</b>	<b>45</b>	<b>6.5 %</b>	<b>695</b>

\*Datos hasta 3er trimestre 2021

\*\*Instituciones no pertenecientes al SNSS (FF.AA, Carabineros, Gendarmería, Municipales)

Fuente: Sección Radiaciones Ionizantes y No Ionizantes. Departamento Salud Ocupacional

Tabla 5: Distribución de Alertas de Cuerpo Entero según Sexo, por año. Chile, 2007 – 2021\*

<b>Año Alerta</b>	<b>Mujer</b>	<b>%</b>	<b>Hombre</b>	<b>%</b>	<b>Total</b>
<b>2007</b>	8	44,4 %	10	55,6 %	<b>18</b>
<b>2008</b>	10	18,5 %	44	81,5 %	<b>54</b>
<b>2009</b>	8	20,5 %	31	79,5 %	<b>39</b>
<b>2010</b>	14	26,9 %	38	73,1 %	<b>52</b>
<b>2011</b>	2	5,4 %	35	94,6 %	<b>37</b>
<b>2012</b>	24	32,9 %	49	67,1 %	<b>73</b>
<b>2013</b>	15	24,6 %	46	75,4 %	<b>61</b>
<b>2014</b>	19	23,5 %	62	76,5 %	<b>81</b>
<b>2015</b>	10	25,6 %	29	74,4 %	<b>39</b>
<b>2016</b>	11	22,9 %	37	77,1 %	<b>48</b>
<b>2017</b>	12	26,1 %	34	73,9 %	<b>46</b>
<b>2018</b>	14	22,2 %	49	77,8 %	<b>63</b>
<b>2019</b>	5	25 %	15	75 %	<b>20</b>
<b>2020</b>	8	22,2 %	28	77,8 %	<b>36</b>
<b>2021</b>	9	32.1 %	19	67.9 %	<b>28</b>
<b>Total</b>	<b>169</b>	<b>24.3 %</b>	<b>526</b>	<b>75.7 %</b>	<b>695</b>

\*Datos hasta 3er trimestre 2021

Fuente: Sección Radiaciones Ionizantes y No Ionizantes. Departamento Salud Ocupacional

Tabla 6: Distribución de Alertas de Cuerpo Entero según práctica, por categoría. Chile, 2007 – 2021\*

Categoría	Práctica	Total	%
1	Gammagrafía y radiografía industrial	213	70,8 %
	Medicina Nuclear	69	22,9 %
	Radioterapia	13	4,3 %
	Otras de primera categoría	3	1 %
	Densímetros nucleares (equipos móviles)	1	0,3 %
	Rayos X dental	1	0,3 %
	Rayos X diagnóstico médico	1	0,3 %
<b>Total</b>		301	100 %
2	Rayos X diagnóstico médico	219	65,8 %
	Rayos X intervencionismo	73	21,9 %
	Rayos X dental	30	9 %
	Otras de segunda categoría	7	2,1 %
	Rayos X veterinario	3	0,9 %
	Gammagrafía y radiografía industrial	1	0,3 %
<b>Total</b>		327	333
3	Densímetros nucleares (equipos móviles)	44	72,1 %
	Rayos x control de equipajes y correspondencia	7	11,5 %
	Fuentes selladas de uso industrial	6	9,8 %
	Otras de tercera categoría	4	6,6 %
<b>Total</b>		61	100 %

\*Datos hasta 3er trimestre 2021

Fuente: Sección Radiaciones Ionizantes y No Ionizantes. Departamento Salud Ocupacional

### Dosímetros de extremidades

Durante el periodo enero 2007 – septiembre 2021 se registraron 17 alertas que corresponden a casos con una lectura igual o superior a 125 mSv por trimestre para extremidad. En el 94,1% de las alertas correspondientes a extremidades se registró una proyección de dosis anual superior a 500 mSv. Todas las alertas correspondieron a primera categoría de instalación radiactiva.

*Elaborado por:* Instituto de Salud Pública de Chile