Este documento es un instrumento de documentación y no compromete la responsabilidad de las instituciones

►B ►C1 DIRECTIVA 2004/40/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO

de 29 de abril de 2004

sobre las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (campos electromagnéticos) (decimoctava Directiva específica con arreglo al apartado 1 del artículo 16 de la Directiva 89/391/CEE) ◄

(DO L 159 de 30.4.2004, p. 1)

Modificada por:

		Diario Oficial		
		n°	página	fecha
►M1	Directiva 2007/30/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 20 de junio de 2007	L 165	21	27.6.2007
►M2	Directiva 2008/46/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de abril de 2008	L 114	88	26.4.2008

Rectificado por:

►C1 Rectificación, DO L 184 de 24.5.2004, p. 1 (2004/40/CE)

▼B

▼C1

DIRECTIVA 2004/40/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO

de 29 de abril de 2004

sobre las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (campos electromagnéticos) (decimoctava Directiva específica con arreglo al apartado 1 del artículo 16 de la Directiva 89/391/CEE)

EL PARLAMENTO EUROPEO Y EL CONSEJO DE LA UNIÓN EUROPEA,

Visto el Tratado constitutivo de la Comunidad Europea, y en particular el apartado 2 de su artículo 137,

Vista la propuesta de la Comisión [1], presentada previa consulta al Comité consultivo para la seguridad, la higiene y la protección de la salud en el trabajo,

Visto el dictamen del Comité Económico y Social Europeo [2],

Previa consulta al Comité de las Regiones,

De conformidad con el procedimiento establecido en el artículo 251 del Tratado [3],

Considerando lo siguiente:

(1) De conformidad con el Tratado, el Consejo puede adoptar, mediante directivas, disposiciones mínimas destinadas a fomentar la mejora, en concreto, del entorno de trabajo, para garantizar un mayor nivel de protección de la salud y la seguridad de los trabajadores. Tales directivas deben evitar el establecimiento de trabas de carácter administrativo, financiero y jurídico que obstaculicen la creación y el desarrollo de pequeñas y medianas empresas.

(2) La Comunicación de la Comisión sobre su programa de acción para la aplicación de la Carta comunitaria de los derechos sociales fundamentales de los trabajadores prevé el establecimiento de disposiciones mínimas de salud y de seguridad relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos. En septiembre de 1990, el Parlamento Europeo adoptó una Resolución sobre este programa de acción [4] en la que se invita a la Comisión, entre otras cosas, a elaborar una Directiva específica en el ámbito de los riesgos relacionados con el ruido y las vibraciones y con cualquier otro agente físico en el lugar de trabajo.

(3) En una primera etapa el Parlamento Europeo y el Consejo adoptaron la Directiva 2002/44/CE, de 25 de junio de 2002, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (vibraciones) (decimosexta Directiva específica

---

[1] DO C 77 de 18.3.1993, p. 12, y DO C 230 de 19.8.1994, p. 3.

[2] DO C 249 de 13.9.1993, p. 28.

[3] Dictamen del Parlamento Europeo de 20 de abril de 1994 (DO C 128 de 9.5.1994, p. 146), confirmado el 16 de septiembre de 1999 (DO C 54 de 25.2.2000, p. 75), Posición Común del Consejo de 18 de diciembre de 2003 (DO C 66 E de 16.3.2004, p. 1) y Posición del Parlamento Europeo de 30 de marzo de 2004 (no publicada aún en el Diario Oficial). Decisión del Consejo de 7 de abril de 2004.

[4] DO C 260 de 15.10.1990, p. 167.

▼C1

con arreglo al apartado 1 del artículo 16 de la Directiva 89/391/CEE) ([1]). Más tarde el Parlamento Europeo y el Consejo adoptaron la Directiva 2003/10/CE, de 6 de febrero de 2003, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (ruido) (decimoséptima Directiva específica con arreglo al apartado 1 del artículo 16 de la Directiva 89/391/CEE) ([2]).

(4) Actualmente, se considera necesario establecer medidas que protejan a los trabajadores de los riesgos asociados a los campos electromagnéticos, debido a sus efectos en la salud y la seguridad de los trabajadores. Sin embargo, en la presente Directiva no se abordan los efectos a largo plazo, incluidos los posibles efectos carcinógenos de la exposición a campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos variables en el tiempo, sobre los cuales no hay pruebas científicas concluyentes que establezcan una relación de causalidad. Estas medidas tienen como finalidad no sólo garantizar la salud y la seguridad de cada trabajador por separado, sino también crear para el conjunto de los trabajadores de la Comunidad una base mínima de protección que evite posibles distorsiones de la competencia.

(5) La presente Directiva establece unos requisitos mínimos, lo que permite a los Estados miembros la opción de mantener o adoptar disposiciones más favorables para la protección de los trabajadores, en particular fijando, para los campos electromagnéticos, valores inferiores para los valores que dan lugar a una acción o los valores límites de exposición. La aplicación de la presente Directiva no debe servir para justificar retroceso alguno en relación con la situación existente en cada Estado miembro.

(6) Es necesario que un sistema de protección contra los campos electromagnéticos se limite a definir, sin detalles inútiles, los objetivos que se deben alcanzar, los principios que han de respetarse y las magnitudes fundamentales que han de aplicarse para permitir a los Estados miembros aplicar las disposiciones mínimas de forma equivalente.

(7) El nivel de la exposición a los campos electromagnéticos se puede reducir de manera más eficaz mediante la aplicación de medidas preventivas en la concepción de los puestos de trabajo, así como concediendo prioridad, en la elección de los equipos, procedimientos y métodos de trabajo, a la reducción de los riesgos en su origen. Por lo tanto, las disposiciones relativas a los equipos y métodos de trabajo contribuyen a la protección de los trabajadores que los utilizan.

(8) Los empresarios deben adaptarse al progreso técnico y a los conocimientos científicos en materia de riesgos derivados de la exposición a los campos electromagnéticos, a fin de mejorar la seguridad y la protección de la salud de los trabajadores.

(9) Dado que la presente Directiva es una directiva específica con arreglo al apartado 1 del artículo 16 de la Directiva 89/391/CEE del Consejo, de 12 de junio de 1989, relativa a la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud de los trabajadores en el trabajo ([3]), esta última se aplica a la exposición de los trabajadores a campos electromagnéticos, sin perjuicio de las disposiciones más rigurosas o específicas de la presente Directiva.

([1]) DO L 177 de 6.7.2002, p. 13.
([2]) DO L 42 de 15.2.2003, p. 38.
([3]) DO L 183 de 29.6.1989, p. 1; Directiva cuya última modificación la constituye el Reglamento (CE) nº 1882/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo (DO L 284 de 31.10.2003, p. 1).

▼C1

(10) La presente Directiva constituye un elemento concreto en el marco de la realización de la dimensión social del mercado interior.

(11) Las medidas necesarias para la ejecución de la presente Directiva deben aprobarse con arreglo a la Decisión 1999/468/CE del Consejo, de 28 de junio de 1999, por la que se establecen los procedimientos para el ejercicio de las competencias de ejecución atribuidas a la Comisión ([1]).

(12) La observancia de los valores límite de exposición y de los valores que dan lugar a una acción debe proporcionar un elevado nivel de protección contra los efectos para la salud conocidos que pueden derivarse de la exposición a campos electromagnéticos, pero tal observancia puede no impedir necesariamente que se produzcan problemas de interferencia con productos sanitarios, u otros efectos sobre el funcionamiento de dichos productos, tales como prótesis metálicas, marcapasos y desfibriladores cardíacos e implantes cocleares y de otro tipo; los problemas de interferencias, especialmente con marcapasos, pueden ocurrir a niveles inferiores a los valores que dan lugar a una acción y deben por ello someterse a precauciones apropiadas y medidas de protección.

HAN ADOPTADO LA PRESENTE DIRECTIVA:

SECCIÓN I

DISPOSICIONES GENERALES

Artículo 1

Objeto y ámbito de aplicación

1. La presente Directiva, que es la decimoctava Directiva específica con arreglo al apartado 1 del artículo 16 de la Directiva 89/391/CEE, establece las disposiciones mínimas en materia de protección de los trabajadores contra los riesgos para su salud y su seguridad derivados o que puedan derivarse de la exposición a campos electromagnéticos (0 Hz a 300 GHz) durante su trabajo.

2. La presente Directiva se refiere al riesgo para la salud y la seguridad de los trabajadores debido a los efectos negativos a corto plazo conocidos en el cuerpo humano causados por la circulación de corrientes inducidas y por la absorción de energía, así como por las corrientes de contacto.

3. La presente Directiva no aborda posibles efectos a largo plazo.

4. La presente Directiva no aborda los riesgos derivados del contacto con conductores en tensión.

5. La Directiva 89/391/CEE se aplicará plenamente al conjunto del ámbito a que se refiere el apartado 1, sin perjuicio de disposiciones más rigurosas o específicas contenidas en la presente Directiva.

Artículo 2

Definiciones

A efectos de la presente Directiva, se entenderá por:

a) «campos electromagnéticos», los campos magnéticos estáticos y los campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos variables en el tiempo, de frecuencias de hasta 300 GHz;

([1]) DO L 184 de 17.7.1999, p. 23.

▼C1

b) «valores límite de exposición», los límites de la exposición a campos electromagnéticos basados directamente en los efectos sobre la salud conocidos y en consideraciones biológicas. El cumplimiento de estos límites garantizará que los trabajadores expuestos a campos electromagnéticos estén protegidos contra todo efecto nocivo conocido para la salud;

c) «valores que dan lugar a una acción», el nivel de los parámetros directamente medibles, expresados en términos de intensidad de campo eléctrico (E), intensidad de campo magnético (H), densidad de flujo magnético o inducción magnética (B) y densidad de potencia (S), ante el cual deben tomarse una o más de las medidas especificadas en la presente Directiva. El respeto de estos valores garantizará la conformidad con los correspondientes valores límite de exposición.

Artículo 3

Valores límite de exposición y valores que dan lugar a una acción

1. Los valores límite de exposición se fijan en el cuadro 1 del anexo.

2. Los valores que dan lugar a una acción se fijan en el cuadro 2 del anexo.

3. Mientras no existan normas europeas armonizadas del Comité Europeo de Normalización Electrotécnica (Cenelec) que regulen todas las situaciones de evaluación, medición y cálculo pertinentes, los Estados miembros podrán servirse de otras normas o directrices que posean una base científica para evaluar, medir y/o calcular la exposición de los trabajadores a los campos electromagnéticos.

SECCIÓN II

OBLIGACIONES DE LOS EMPRESARIOS

Artículo 4

Determinación de la exposición y evaluación de los riesgos

1. En cumplimiento de las obligaciones establecidas en el apartado 3 del artículo 6 y en el apartado 1 del artículo 9 de la Directiva 89/391/CEE, el empresario deberá evaluar y, en caso necesario, medir y/o calcular los niveles de los campos electromagnéticos a que estén expuestos los trabajadores. La evaluación, la medición y el cálculo podrán realizarse, hasta que existan normas europeas armonizadas del Cenelec que regulen todas las situaciones de evaluación, medición y cálculo pertinentes, con arreglo a las normas y directrices que posean una base científica a que se refiere el artículo 3 y, cuando corresponda, teniendo en cuenta los niveles de emisión comunicados por los fabricantes de equipos, cuando éstos estén sujetos a las directivas comunitarias pertinentes.

2. Sobre la base de la evaluación de los niveles de los campos electromagnéticos realizada de conformidad con el apartado 1, cuando se superen los valores que dan lugar a una acción mencionados en el artículo 3, el empresario evaluará y, en caso necesario, calculará si se han superado los valores límite de exposición.

3. No será necesario realizar la evaluación, la medición y/o los cálculos a que se refieren los apartados 1 y 2 en los lugares de trabajo abiertos al público, siempre que ya se haya realizado una evaluación de conformidad con lo dispuesto en la Recomendación 1999/519/CE del

▼C1

Consejo, de 12 de julio de 1999, relativa a la exposición del público en general a campos electromagnéticos (0 Hz a 300 GHz) ([1]), y siempre que se respeten las restricciones que allí se especifican en lo que respecta a los trabajadores y esté excluida la existencia de riesgos para la seguridad.

4. La evaluación, la medición y/o los cálculos mencionados en los apartados 1 y 2 serán programados y efectuados por los servicios o personas competentes con la regularidad adecuada, teniendo en cuenta, en especial, las disposiciones de los artículos 7 y 11 de la Directiva 89/391/CEE relativas a las competencias necesarias de personas o servicios y a la consulta y participación de los trabajadores. Los datos obtenidos de la evaluación, la medición y/o el cálculo del nivel de exposición se conservarán en una forma adecuada que permita su consulta posterior.

5. En virtud de lo dispuesto en el apartado 3 del artículo 6 de la Directiva 89/391/CEE, el empresario, al evaluar los riesgos, concederá particular atención a los siguientes aspectos:

a) el nivel, el espectro de frecuencia, la duración y el tipo de la exposición;

b) los valores límite de exposición y los valores que dan lugar a una acción mencionados en el artículo 3 de la presente Directiva;

c) los posibles efectos en la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a riesgos particulares;

d) los posibles efectos indirectos tales como:

   i) las interferencias con equipos y dispositivos médicos electrónicos (incluidos los marcapasos cardíacos y otros dispositivos implantados),

   ii) el riesgo de proyección de objetos ferromagnéticos en campos magnéticos estáticos con una densidad de flujo magnético superior a 3 mT,

   iii) la activación de dispositivos electro-explosivos (detonadores),

   iv) los incendios y las explosiones resultantes del encendido de materiales inflamables debidos a chispas causadas por campos inducidos, corrientes de contacto o descargas de chispas;

e) la existencia de equipos sustitutivos concebidos para reducir los niveles de exposición a campos electromagnéticos;

f) la información pertinente obtenida de la vigilancia de la salud, incluida la información publicada, en la medida en que sea posible;

g) las fuentes de exposición múltiples;

h) la exposición simultánea a campos de múltiples frecuencias.

6. El empresario deberá disponer de una evaluación de los riesgos, de conformidad con la letra a) del apartado 1 del artículo 9 de la Directiva 89/391/CEE, y determinar las medidas que deban adoptarse de conformidad con los artículos 5 y 6 de la presente Directiva. La evaluación de riesgos deberá consignarse en el soporte apropiado, con arreglo a los usos y a la legislación nacionales, y podrá incluir una justificación del empresario de que la naturaleza y el alcance de los riesgos relacionados con los campos electromagnéticos hacen innecesaria una evaluación más detallada de los mismos. La evaluación de riesgos se actualizará periódicamente, en particular si se han producido cambios significativos que pudieran dejarla desfasada, o siempre que los resultados de la vigilancia de la salud pongan de manifiesto su necesidad.

([1]) DO L 199 de 30.7.1999, p. 59.

▼C1

Artículo 5

Disposiciones encaminadas a evitar o reducir riesgos

1. Teniendo en cuenta los avances técnicos y la disponibilidad de medidas de control del riesgo en su origen, los riesgos derivados de la exposición a campos electromagnéticos deberán eliminarse o reducirse al mínimo.

La reducción de los riesgos derivados de la exposición a campos electromagnéticos se basará en los principios generales de prevención que se establecen en la Directiva 89/391/CEE.

2. A partir de la evaluación de riesgos mencionada en el artículo 4, cuando se superen los valores que dan lugar a una acción establecidos en el artículo 3, el empresario, a no ser que la evaluación realizada de conformidad con el apartado 2 del artículo 4 demuestre que no se superan los valores límite de exposición y que puede descartarse todo riesgo para la seguridad, elaborará y aplicará un plan de actuación que incluirá medidas técnicas y/u organizativas destinadas a evitar que la exposición supere los valores límite de exposición, teniendo en cuenta, en particular:

a) otros métodos de trabajo que conlleven una exposición menor a los campos electromagnéticos;

b) la elección de equipos que generen menos campos electromagnéticos, teniendo en cuenta el trabajo al que se destinan;

c) las medidas técnicas para reducir la emisión de los campos electromagnéticos, incluido, cuando sea necesario, el uso de sistemas de bloqueo, el blindaje o mecanismos similares de protección de la salud;

d) los programas adecuados de mantenimiento del equipo de trabajo, los lugares de trabajo y los sistemas de puestos de trabajo;

e) la concepción y disposición de los lugares y puestos de trabajo;

f) la limitación de la duración e intensidad de la exposición;

g) la disponibilidad de equipo adecuado de protección personal.

3. A tenor de la evaluación del riesgo mencionada en el artículo 4, los lugares de trabajo en que los trabajadores puedan estar expuestos a campos electromagnéticos que superen los valores que dan lugar a una acción se señalizarán adecuadamente de conformidad con lo dispuesto en la Directiva 92/58/CEE del Consejo, de 24 de junio de 1992, relativa a las disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y de salud en el trabajo (novena Directiva particular con arreglo a lo dispuesto en el apartado 1 del artículo 16 de la Directiva 89/391/CEE) ([1]), a menos que la evaluación realizada de conformidad con el apartado 2 del artículo 4 demuestre que no se superan los valores límite de exposición y que cabe descartar cualquier riesgo para la seguridad. Asimismo, cuando sea posible desde el punto de vista técnico y exista el riesgo de que se superen los valores límite de exposición, se identificarán esos lugares y se limitará el acceso a los mismos.

4. La exposición de los trabajadores no deberá superar en ningún caso los valores límite de exposición.

Si, a pesar de las medidas adoptadas por el empresario para cumplir lo dispuesto en la presente Directiva, se superasen los valores límite de exposición, el empresario actuará inmediatamente para situar la exposición por debajo de dichos valores límite, determinará las causas por las que se han superado esos valores límite y modificará en consecuencia las medidas de protección y prevención para impedir que se vuelvan a superar.

([1]) DO L 245 de 26.8.1992, p. 23.

▼C1

5. De conformidad con lo dispuesto en el artículo 15 de la Directiva 89/391/CEE, el empresario adaptará las medidas mencionadas en el presente artículo a las necesidades de los trabajadores expuestos a riesgos especiales.

Artículo 6

Información y formación de los trabajadores

Sin perjuicio de lo dispuesto en los artículos 10 y 12 de la Directiva 89/391/CEE, el empresario velará por que los trabajadores que se vean expuestos en el lugar de trabajo a riesgos derivados de campos electromagnéticos y/o sus representantes reciban la información y formación necesarias sobre el resultado de la evaluación de riesgos prevista en el apartado 1 del artículo 4 de la presente Directiva, en particular sobre:

a) las medidas adoptadas en aplicación de la presente Directiva;

b) los valores y conceptos de los valores límite de exposición y de los valores que dan lugar a una acción y los riesgos potenciales asociados;

c) los resultados de las evaluaciones, mediciones y/o cálculos de los niveles de exposición a campos electromagnéticos efectuados de conformidad con el artículo 4 de la presente Directiva;

d) la forma de detectar los efectos adversos para la salud debidos a la exposición y la forma de informar sobre ellos;

e) las circunstancias en las que los trabajadores tienen derecho a una vigilancia de la salud;

f) las prácticas de trabajo seguras para reducir al mínimo los riesgos derivados de la exposición.

Artículo 7

Consulta y participación de los trabajadores

La consulta y la participación de los trabajadores y/o de sus representantes sobre las cuestiones contempladas en la presente Directiva se realizarán de conformidad con el artículo 11 de la Directiva 89/391/CEE.

SECCIÓN III

DISPOSICIONES VARIAS

Artículo 8

Vigilancia de la salud

1. Con el fin de prevenir y diagnosticar lo más rápidamente posible cualquier efecto adverso para la salud debido a la exposición a campos electromagnéticos, deberá llevarse a cabo, con arreglo al artículo 14 de la Directiva 89/391/CEE, una adecuada vigilancia de la salud.

En cualquier caso, cuando se detecte una exposición que supere los valores límite, deberá procederse a un examen médico del trabajador o los trabajadores en cuestión, de conformidad con la legislación y la práctica nacionales. En caso de detectarse daños en la salud como consecuencia de esta exposición, el empresario efectuará una nueva evaluación de los riesgos de conformidad con el artículo 4.

2. El empresario adoptará las medidas oportunas para asegurar que el médico y/o la autoridad médica responsable de la vigilancia de la salud

▼C1

tengan acceso a los resultados de la evaluación de los riesgos a que hace referencia el artículo 4.

3. Los resultados de la vigilancia de la salud se conservarán de tal forma que permita su consulta ulterior, teniendo en cuenta los requisitos de confidencialidad. Los trabajadores que lo soliciten tendrán derecho a acceder a sus expedientes médicos personales.

Artículo 9

Sanciones

Los Estados miembros establecerán sanciones adecuadas que se aplicarán en caso de infracción de la legislación nacional adoptada en aplicación de la presente Directiva. Las sanciones deberán ser eficaces, proporcionadas y disuasorias.

Artículo 10

Modificaciones técnicas

1. El Parlamento Europeo y el Consejo adoptarán las modificaciones de los valores límite de exposición y de los valores que dan lugar a una acción establecidos en el anexo, de conformidad con el procedimiento contemplado en el apartado 2 del artículo 137 del Tratado.

2. Las modificaciones del anexo de carácter estrictamente técnico a tenor:

a) de la adopción de Directivas en materia de armonización técnica y de normalización relativas a la concepción, construcción, fabricación o realización de equipos y/o de lugares de trabajo,

b) del progreso técnico, la evolución de las normas o especificaciones europeas armonizadas más pertinentes y los nuevos conocimientos científicos sobre los campos electromagnéticos,

se adoptarán con arreglo al procedimiento de reglamentación contemplado en el apartado 2 del artículo 11.

Artículo 11

Comité

1. La Comisión estará asistida por el Comité a que se refiere el artículo 17 de la Directiva 89/391/CEE.

2. En los casos en que se haga referencia al presente apartado, serán de aplicación los artículos 5 y 7 de la Decisión 1999/468/CE, observando lo dispuesto en su artículo 8.

El plazo contemplado en el apartado 6 del artículo 5 de la Decisión 1999/468/CE queda fijado en tres meses.

3. El Comité aprobará su reglamento interno.

SECCIÓN IV

DISPOSICIONES FINALES

▼M1

———————

▼C1

Artículo 13

Incorporación al Derecho nacional

▼M2

1. Los Estados miembros pondrán en vigor las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas necesarias para dar cumplimiento a lo establecido en la presente Directiva a más tardar el 30 de abril de 2012. Informarán de ello inmediatamente a la Comisión.

▼C1

Cuando los Estados miembros adopten dichas disposiciones, éstas incluirán una referencia a la presente Directiva o irán acompañadas de dicha referencia en su publicación oficial. Los Estados miembros establecerán las modalidades de la mencionada referencia.

2. Los Estados miembros comunicarán a la Comisión el texto de las disposiciones de Derecho interno ya adoptadas o que adopten en el ámbito regulado por la presente Directiva.

Artículo 14

Entrada en vigor

La presente Directiva entrará en vigor el día de su publicación en el *Diario Oficial de la Unión Europea*.

Artículo 15

Destinatarios

Los destinatarios de la presente Directiva son los Estados miembros.

▼C1

ANEXO

VALORES LÍMITE DE EXPOSICIÓN Y VALORES QUE DAN LUGAR A UNA ACCIÓN PARA CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

Se usarán las siguientes magnitudes físicas para describir la exposición a campos electromagnéticos:

La corriente de contacto (IC) entre una persona y un objeto se expresa en amperios (A). Un objeto conductor en un campo eléctrico puede ser cargado por el campo.

La densidad de corriente (J) se define como la corriente que fluye por una unidad de sección transversal perpendicular a la dirección de la corriente, en un conductor volumétrico como puede ser el cuerpo humano o parte de éste, expresada en amperios por metro cuadrado (A/m^2).

La intensidad de campo eléctrico es una magnitud vectorial (E) que corresponde a la fuerza ejercida sobre una partícula cargada independientemente de su movimiento en el espacio. Se expresa en voltios por metro (V/m).

La intensidad de campo magnético es una magnitud vectorial (H) que, junto con la inducción magnética, determina un campo magnético en cualquier punto del espacio. Se expresa en amperios por metro (A/m).

La densidad de flujo magnético o inducción magnética es una magnitud vectorial (B) que da lugar a una fuerza que actúa sobre cargas en movimiento, y se expresa en teslas (T). En espacio libre y en materiales biológicos, la densidad de flujo magnético o inducción magnética y la intensidad de campo magnético se pueden intercambiar utilizando la equivalencia $1\ A/m = 4\pi\ 10^{-7}$ T.

La densidad de potencia (S) es la magnitud adecuada que se utiliza para frecuencias muy altas, cuya profundidad de penetración en el cuerpo es baja. Consiste en la potencia radiante que incide perpendicular a una superficie, dividida por el área de la superficie, y se expresa en vatios por metro cuadrado (W/m^2).

La absorción específica de energía (SA) se define como la energía absorbida por unidad de masa de tejido biológico, expresada en julios por kilogramo (J/kg). En la presente Directiva se utiliza para limitar los efectos no térmicos de la radiación de microondas pulsátil.

La tasa de absorción específica de energía (SAR), cuyo promedio se calcula en la totalidad del cuerpo o en partes de éste, se define como la energía que es absorbida por unidad de masa de tejido corporal y se expresa en vatios por kilogramo (W/kg). El SAR de cuerpo entero es una medida ampliamente aceptada para relacionar los efectos térmicos adversos con la exposición a campos de radiofrecuencias (RF). Junto al SAR medio de cuerpo entero, los valores SAR locales son necesarios para evaluar y limitar un depósito excesivo de energía en pequeñas partes del cuerpo como consecuencia de unas condiciones especiales de exposición, como por ejemplo: la exposición a campos de radiofrecuencias en la gama baja de Mhz de una persona en contacto con la tierra, o la exposición de una persona en las inmediaciones de una antena.

De estas magnitudes, las que pueden medirse directamente son la densidad de flujo magnético, la corriente de contacto, la intensidad del campo eléctrico y la del campo magnético y la densidad de potencia.

A. VALORES LÍMITE DE EXPOSICIÓN

Dependiendo de la frecuencia, para la especificación de los valores límite de exposición a campos electromagnéticos se emplean las siguientes magnitudes físicas:

— se proporcionan valores límite de exposición para la densidad de corriente para campos variables en el tiempo hasta 1 Hz, con el fin de prevenir los efectos sobre el sistema cardiovascular y el sistema nervioso central,

— entre 1 Hz y 10 Mhz se proporcionan valores límite de exposición para la densidad de corriente, con el fin de prevenir los efectos sobre las funciones del sistema nervioso central,

— entre 100 kHz y 10 GHz se proporcionan valores límite de exposición para el SAR, con el fin de prevenir la fatiga calorífica de cuerpo entero y un calentamiento local excesivo de los tejidos. En la gama de 100 kHz a 10 MHz se proporcionan valores límite de exposición para la densidad de corriente y el SAR,

▼C1

— entre 10 GHz y 300 GHz se proporcionan valores límite de exposición para la densidad de potencia, con el fin de prevenir un calentamiento excesivo de los tejidos en la superficie corporal o cerca de ella.

Cuadro 1

Valores límite de exposición (apartado 1 del artículo 3). Han de cumplirse todas las condiciones

Gama de frecuencias	Densidad de corriente para cabeza y tronco J (mA/m^2) (rms)	SAR medio de cuerpo entero (W/kg)	SAR localizado (cabeza y tronco) (W/kg)	SAR localizado (extremidades) (W/kg)	Densidad de potencia S (W/m^2)
Hasta 1 Hz	40	—	—	—	—
1—4 Hz	40/f	—	—	—	—
4—1 000 Hz	10	—	—	—	—
1 000 Hz—100 kHz	f/100	—	—	—	—
100 kHz—10 MHz	f/100	0,4	10	20	—
10 MHz—10 GHz	—	0,4	10	20	—
10—300 GHz	—	—	—	—	50

Notas:

1. f es la frecuencia en hercios.

2. El objetivo de los valores límite de exposición para la densidad de corriente es proteger contra los efectos agudos de la exposición sobre los tejidos del sistema nervioso central en la cabeza y en el tronco. Los valores límite de exposición en la gama de frecuencia de 1 Hz a 10 MHz se basan en efectos negativos conocidos sobre el sistema nervioso central. Estos efectos agudos son esencialmente instantáneos y no existe justificación científica para modificar los valores límite de exposición en relación con las exposiciones de corta duración. Sin embargo, dado que los valores límite de exposición se refieren a los efectos negativos en el sistema nervioso central, estos valores límite pueden permitir densidades más altas en los tejidos del cuerpo distintos de los del sistema nervioso central en iguales condiciones de exposición.

3. Dada la falta de homogeneidad eléctrica del cuerpo, debe calcularse el promedio de las densidades de corriente en una sección transversal de 1 cm^2 perpendicular a la dirección de la corriente.

4. Para frecuencias de hasta 100 kHz, los valores de pico de densidad de corriente pueden obtenerse multiplicando el valor eficaz (rms) por $(2)^{1/2}$.

5. Para frecuencias de hasta 100 kHz y para campos magnéticos pulsátiles, la densidad de corriente máxima asociada con los pulsos puede calcularse a partir de los tiempos de subida/caída y del índice máximo de cambio de la inducción magnética. La densidad de corriente inducida puede entonces compararse con el valor límite de exposición correspondiente. Para pulsos de duración tp, la frecuencia equivalente que ha de aplicarse a los valores límite de exposición debe calcularse como $f = 1/(2tp)$.

6. Todos los valores SAR deben ser promediados a lo largo de un período cualquiera de 6 minutos.

7. La masa promediada de SAR localizado la constituye una porción cualquiera de 10 g de tejido contiguo; el SAR máximo obtenido de esta forma debe ser el valor que se utilice para evaluar la exposición. Estos 10 g de tejido se consideran como una masa de tejidos contiguos con propiedades eléctricas casi homogéneas. Al especificar que se trata de una masa de tejidos contiguos, se reconoce que este concepto puede utilizarse en la dosimetría automatizada, aunque puede presentar dificultades a la hora de efectuar mediciones físicas directas. Puede utilizarse una geometría simple, como una masa de tejidos cúbica, siempre que las cantidades dosimétricas calculadas tengan valores de prudencia en relación con las directrices de exposición.

8. Para las exposiciones pulsátiles, en la gama de frecuencia de 0,3 a 10 GHz y en relación con la exposición localizada de la cabeza, se recomienda un valor límite de exposición adicional para limitar y evitar los efectos auditivos

▼C1

causados por la expansión termoelástica. Esto quiere decir que la SA no debe sobrepasar los 10 mJ/kg como promedio calculado en 10 g de tejido.

9. Las densidades de potencia han de promediarse para una superficie expuesta cualquiera de 20 cm^2 y a lo largo de un período cualquiera de $68/f^{1,05}$ minutos (donde f se expresa en GHz) para compensar la disminución progresiva de la profundidad de penetración a medida que aumenta la frecuencia. Las densidades de potencia máximas por superficie promediadas para 1 cm^2 no deberán ser superiores a 20 veces el valor de 50 W/m^2.

10. Por lo que se refiere a los campos magnéticos pulsátiles o transitorios, o en general a la exposición simultánea a campos de múltiples frecuencias, deberán aplicarse métodos adecuados de evaluación, medición o cálculo que permitan analizar las características de las formas de onda y la índole de las interacciones biológicas, teniendo en cuenta las normas europeas armonizadas adoptadas por el Cenelec.

B. VALORES QUE DAN LUGAR A UNA ACCIÓN

Los valores que dan lugar a una acción incluidos en el cuadro 2 se obtienen a partir de los valores límite de exposición conforme al criterio seguido por la Comisión Internacional sobre Protección frente a Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP) en sus directrices sobre la limitación de la exposición a las radiaciones no ionizantes (ICNIRP 7/99).

Cuadro 2

Valores que dan lugar a una acción (apartado 2 del artículo 3) (valores rms imperturbados)

Gama de frecuencias	Intensidad de campo eléctrico, E (V/m)	Intensidad de campo magnético, H (A/m)	Inducción magnética, B (μT)	Densidad de potencia de onda plana equivalente, Seq (W/m^2)	Corriente de contacto, IC (mA)	Corriente inducida en las extremidades, IL (mA)
0—1Hz	—	$1{,}63 \times 10^5$	2×10^5	—	1,0	—
1—8 Hz	20 000	$1{,}63 \times 10^5/f^2$	$2 \times 10^5/f^2$	—	1,0	—
8—25 Hz	20 000	$2 \times 10^4/f$	$2{,}5 \times 10^4/f$	—	1,0	—
0,025—0,82 kHz	500/f	20/f	25/f	—	1,0	—
0,82—2,5 kHz	610	24,4	30,7	—	1,0	—
2,5—65 kHz	610	24,4	30,7	—	0,4 f	—
65—100 kHz	610	1 600/f	2 000/f	—	0,4 f	—
0,1—1 MHz	610	1,6/f	2/f	—	40	—
1—10 MHz	610/f	1,6/f	2/f	—	40	—
10—110 MHz	61	0,16	0,2	10	40	100
110—400 MHz	61	0,16	0,2	10	—	—
400—2 000 MHz	$3\ f^{\frac{1}{2}}$	$0{,}008\ f^{\frac{1}{2}}$	$0{,}01\ f^{\frac{1}{2}}$	f/40	—	—
2—300 GHz	137	0,36	0,45	50	—	—

Notas:

1. f es la frecuencia en las unidades indicadas en la columna de gama de frecuencias.

2. Para frecuencias de 100 kHz a 10 GHz, el promedio de Seq, E^2, H^2, B^2 e IL^2 ha de calcularse a lo largo de un período cualquiera de 6 minutos.

3. Para frecuencias superiores a 10 GHz, el promedio de Seq, E^2, H^2, y B^2 ha de calcularse a lo largo de un período cualquiera de $68/f^{1,05}$ minutos (f en GHz).

4. Para frecuencias de hasta 100 kHz, los valores de pico que dan lugar a una acción para las intensidades de campo pueden obtenerse multiplicando los valores eficaces (rms) por $(2)^{1/2}$. Para pulsos de duración tp, la frecuencia equivalente que ha de aplicarse a los valores que dan lugar a una acción debe calcularse como $f = 1/(2tp)$.

▼C1

Para frecuencias de entre 100 kHz y 10 MHz, los valores de pico que dan lugar a una acción para las intensidades de campo se obtienen multiplicando los valores eficaces (rms) correspondientes por 10^{11}, donde a = (0,665 log $[f/10^5]$ + 0,176), f en Hz.

Para frecuencias de entre 10 MHz y 300 GHz, los valores de pico que dan lugar a una acción se obtienen multiplicando los valores eficaces (rms) correspondientes por 32 para las intensidades de campo, y por 1 000 para la densidad de potencia de onda plana equivalente.

5. Por lo que se refiere a los campos magnéticos pulsátiles o transitorios, o en general a la exposición simultánea a campos de múltiples frecuencias, deberán aplicarse métodos adecuados de evaluación, medición o cálculo que permitan analizar las características de las formas de onda y la índole de las interacciones biológicas, teniendo en cuenta las normas europeas armonizadas adoptadas por el Cenelec.

6. Para los valores de pico de los campos electromagnéticos pulsátiles modulados, se sugiere también que, para las frecuencias portadoras que superen los 10 MHz, el promedio Seq calculado para la duración del pulso no sea mayor de 1 000 veces los valores Seq que dan lugar a una acción, o bien que las intensidades de campo no sean mayores de 32 veces los valores de intensidad de campo que dan lugar a una acción para la frecuencia portadora.