

CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS Y EFECTOS EN SALUD



DEPARTAMENTO DE SALUD
Noviembre 2011

EUSKO JAURLARITZA



GOBIERNO VASCO

CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS Y EFECTOS EN SALUD

Alonso Fustel, E.

García Vázquez, R.

Onaindia Olalde, C.

Departamento de Salud

Noviembre 2011

ÍNDICE

RESUMEN EJECUTIVO	3
JUSTIFICACIÓN.....	6
1.- CAMPOS ELÉCTRICOS, CAMPOS MAGNÉTICOS y CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS (CEM). CONCEPTOS GENERALES.....	8
2.- ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO DE FRECUENCIAS DE 0 A 300 GHz.....	12
2.1.- Clasificación.....	12
2.2.- Efectos Biológicos y Efectos Sobre La Salud.....	12
3.- LIMITES DE EXPOSICIÓN (PARA EL PÚBLICO EN GENERAL). LEGISLACIÓN EN EUROPA.....	15
4.- FUENTES Y NIVELES DE EXPOSICIÓN	18
4.1.- Fuentes de exposición a campos estáticos (0 Hz)	19
4.2.- Campos de frecuencia extremadamente baja (ELF) hasta 300 Hz	20
4.3.- Campos de frecuencia intermedia (FI) desde 300 Hz a 10 MHz	23
4.4.- Campos de radiofrecuencias (RF) de 10 MHz a 300 GHz.....	25
4.4.1.- Fuentes que operan cerca del cuerpo	26
4.4.1.1.- Teléfonos móviles.....	26
4.4.1.2.- Telefonía fija inalámbrica, redes locales inalámbricas (WLAN, WI-FI), Bluetooth.....	29
Telefonía fija inalámbrica.....	29
Redes inalámbricas de área local WLAN y WI-FI.....	30
Bluetooth.....	32
4.4.2.- Fuentes que operan lejos del cuerpo	33
4.4.2.1.- Antenas de Televisión y radio.....	33
4.4.2.2.- Estaciones base de telefonía móvil.....	35
4.4.2.3.- Radares	36
4.4.3.- Hornos de microondas.....	36
5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	38
RECOMENDACIONES.....	39
6.- BIBLIOGRAFIA	41
GLOSARIO Y ACRÓNIMOS.....	47
ANEXO 1.- Recomendación del Consejo de Ministros de Sanidad de la Unión Europea (CMSUE) relativa a la exposición del público en general a campos electromagnéticos (0 Hz a 300 GHz). Resumen de restricciones básicas y niveles de referencia establecidos.....	53
ANEXO 2.- Resumen de legislación en Europa	58
ANEXO 3: Valoración de los efectos en salud de los campos electromagnéticos según los distintos estudios.	62

RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe pretende servir de guía a los técnicos de salud pública en su trabajo. Se ha tratado de recoger todos los aspectos que conciernen a los campos electromagnéticos (conceptos, clasificación, efectos biológicos, legislación) mediante la revisión de los últimos documentos y páginas web de diversos organismos.

Conceptos y clasificación Los Campos Electromagnéticos (CEM) son una combinación de ondas eléctricas y magnéticas que se desplazan simultáneamente y se propagan a la velocidad de la luz. Cuanto más elevada es su frecuencia mayor es la cantidad de energía que transporta la onda. Se clasifican en dos grandes grupos: Radiaciones ionizantes (con capacidad para romper los enlaces entre las moléculas) y radiaciones no ionizantes. La Organización Mundial de la Salud (OMS) subdivide estas últimas en:

Campos electromagnéticos estáticos, no variables en el tiempo.- están presentes en los trenes de levitación magnética, sistemas de resonancia magnética para diagnóstico médico y los sistemas electrolíticos en aplicación industrial-experimental.

Campos electromagnéticos de *frecuencia extremadamente baja (FEB, o ELF)* hasta 300 Hz.- presentes en los equipos relacionados con la generación, transporte o utilización de la energía eléctrica de 50 Hz (frecuencia industrial), líneas de alta y media tensión y los aparatos electrodomésticos (neveras, secadores de pelo, etc.).

Campos de *frecuencia intermedia (FI)*, con frecuencias de 300 Hz a 10 MHz y que incluyen las pantallas de ordenador, los dispositivos antirrobo y los sistemas de seguridad.

Campos de *radiofrecuencia (RF)*, con frecuencias de 10 MHz a 300 GHz.- ondas de radio, la televisión, las antenas de radares y telefonía móvil, los teléfonos móviles e inalámbricos, los dispositivos Wi-Fi, bluetooth y los hornos de microondas.

Efectos biológicos y sobre la salud No se pone en cuestión que por encima de determinados umbrales los campos electromagnéticos puedan desencadenar efectos biológicos. La controversia está en si bajos niveles de exposición a largo plazo pueden o no provocar respuestas biológicas e influir en el bienestar de las personas.

Los principales efectos biológicos que producen las radiaciones no ionizantes son calentamiento, alteración de las reacciones químicas o inducción de corrientes eléctricas en los tejidos.

Algunas personas han atribuido un conjunto difuso de síntomas (dolores de cabeza, ansiedad, suicidios y depresiones, náuseas, fatiga y pérdida de la libido) a la exposición de baja intensidad a campos electromagnéticos en el hogar. Se ha informado de casos de irritación ocular general y cataratas en trabajadores expuestos a niveles altos de radiación de radiofrecuencia y microondas. Determinadas personas afirman ser "hipersensibles" a los CEM, achacando dolores, cefaleas, depresión, letargo, alteraciones del sueño e incluso convulsiones y crisis epilépticas a la exposición a éstos.

La existencia o no de efectos cancerígenos es muy controvertida. Algunos estudios epidemiológicos sugieren un pequeño incremento del riesgo de leucemia infantil asociado a la exposición a campos magnéticos de baja frecuencia en el hogar por lo que en el 2001 la Agencia Internacional de Investigación del Cáncer de la OMS (IARC) clasificó a los campos magnéticos de frecuencia extremadamente bajas (ELF) como posibles cancerígenos en seres humanos (2B). En el mes de mayo de 2011 esta misma agencia ha clasificado los campos electromagnéticos de radiofrecuencia como

posibles cancerígenos (grupo 2B), haciendo especial hincapié en los teléfonos móviles e inalámbricos.

Los principales efectos según las distintas fuentes de exposición:

- Los *campos magnéticos estáticos* de alta intensidad pueden producir ligeras alteraciones de los latidos cardíacos y un aumento del ritmo cardíaco anormal (arritmia), pudiendo llegar en algunos casos a poner en peligro la vida del paciente (fibrilación ventricular).
- *Campos de frecuencia extremadamente baja (ELF)* hasta 300Hz. Existen escasas pruebas experimentales confirmadas de que estos campos afecten a la fisiología y el comportamiento humano a las intensidades habituales en el hogar. Fueron catalogados por la IARC en el grupo 2B de carcinogenicidad basándose en estudios epidemiológicos en niños.
- *Campos de frecuencia intermedia* (cocinas de inducción doméstica, bombillas de ahorro energético, sistemas de seguridad). Pueden inducir corrientes eléctricas en el cuerpo humano, produciendo a partir de una cierta intensidad, excitaciones nerviosas y musculares. No hay datos sobre los efectos de la exposición a largo plazo a CEM de frecuencias intermedias ya que el número de estudios realizados hasta la fecha es muy escaso.
- *Campos de radiofrecuencias*, el uso de fuentes de radiofrecuencia está muy extendido. La exposición a estos campos se diferencia según operen cerca del cuerpo como los teléfonos móviles, la telefonía inalámbrica, los dispositivos Wi-Fi etc. o lejos como las antenas.

El cambio continuo de tecnología conduce a patrones cambiantes de la exposición de la población a largo plazo. En general las tecnologías más avanzadas disminuyen la exposición.

En el caso de los teléfonos móviles, la cantidad de energía de RF a la que una persona está expuesta depende: del tiempo que se usa el teléfono, del modelo del teléfono, de la cercanía a la cabeza, de la distancia de la antena más cercana: (cuanto más alejada se encuentre la antena, se requerirá de más energía para conseguir una señal adecuada), y de la cantidad del tráfico de señales de telefonía en una región en cierto momento.

En relación al efecto a largo plazo, la IARC ha catalogado a los campos electromagnéticos de radiofrecuencias como posible cancerígeno para los humanos (grupo 2B) en el mes de mayo de 2011.

Durante los últimos años se han realizado multitud de estudios, tanto experimentales como clínicos y epidemiológicos, para valorar los efectos para la salud de las radiofrecuencias de la telefonía móvil. Además diversos organismos han realizado las revisiones de estos estudios valorando la evidencia que aportan.

Las principales conclusiones de estas revisiones son:

- La evidencia actual de los resultados clínicos y epidemiológicos no permite establecer la existencia de una relación causal entre exposición a las radiofrecuencias de la telefonía móvil y efectos adversos sobre la salud.
- Los estudios controlados sobre personas que se declaran hipersensibles a los CEM de radiofrecuencia de la telefonía móvil y antenas no han demostrado la existencia de una relación causal entre la sintomatología que expresan estas personas y su exposición a este tipo de RF.

- Persisten los problemas en la calidad de la estimación de la exposición para realizar estudios fiables, consistentes y comparables.
- Interpretados globalmente, los resultados de los estudios epidemiológicos publicados hasta la fecha sobre tumores cerebrales y uso de teléfono móvil no demuestran un incremento del riesgo de padecer este tumor en un período de uso de 10 años. En algún estudio se ha observado un ligero aumento del riesgo de padecer tumores en el grupo de usuarios de teléfonos móviles con más horas de uso. Los errores y sesgos detectados en estos estudios impiden establecer relaciones causales.
- Los cortos períodos de exposición a la telefonía móvil (TM) y los elevados períodos de latencia de los tumores cerebrales aconsejan continuar los estudios a largo plazo sobre los efectos de la TM.

Normativa europea

En Europa, la mayoría de las normas nacionales se basan en las directrices elaboradas por la Comisión Internacional de Protección contra las Radiaciones No Ionizantes ICNIRP. Esta organización publicó en 1998 unas *directrices para limitar la exposición del público general y de los trabajadores a campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos variables con el tiempo (hasta 300 GHz)*. Los límites propuestos se basan en efectos para la salud inmediatos y a corto plazo.

Basándose en estas directrices, el Consejo de la Unión Europea publicó en 1999, la Recomendación 1999/519/CE relativa a la exposición del público en general a campos electromagnéticos (0 Hz a 300 GHz), que establece un marco de restricciones básicas y niveles de referencia para limitar la exposición de los ciudadanos a fuentes artificiales de CEM.

Estas recomendaciones no son vinculantes por lo que cada país de la Unión Europea establece sus propias normas nacionales sobre exposición a campos electromagnéticos. Asumiendo los criterios de esta recomendación, en el Estado se publicó en 2001 el RD 1066/2001 por el que se aprueba el Reglamento que establece las condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas.

Recomendaciones para reducir la exposición.

La intensidad de los campos electromagnéticos disminuye rápidamente al aumentar la distancia a ellos, decrece rápidamente con la distancia.

En este documento se detallan recomendaciones específicas según los equipos, pero fundamentalmente se basan en aumentar la distancia entre el cuerpo y los distintos aparatos y en el caso del teléfono móvil se aconseja disminuir el tiempo de uso de éste.

JUSTIFICACIÓN

La exposición a campos electromagnéticos (CEM) es intemporal y universal ya que en el medio en que vivimos este tipo de campos abundan de forma natural. Los campos eléctricos que se producen por la acumulación de cargas en zonas de la atmósfera por efecto de las tormentas y el campo magnético que crea la tierra son ejemplos de campos de origen natural. Los CEM creados de forma artificial son también abundantes, los electrodomésticos en las viviendas, los sistemas de transmisión y distribución de electricidad etc.

En los últimos años, el rápido desarrollo de tecnologías de telecomunicación por radiofrecuencias y microondas ha generado en la comunidad científica gran debate sobre los efectos en la salud derivados de la exposición a los CEM. El primer estudio que asoció los CEM con leucemia en niños se realizó en el año 1979, desde entonces se han realizado multitud de estudios sobre CEM de muy baja frecuencia y su asociación con distintos efectos en la salud. La Agencia Internacional de Investigación en Cáncer, IARC (Internacional Agency for Research on Cancer), evaluó en 2001 las evidencias sobre la carcinogenicidad de los campos magnéticos de frecuencia extremadamente baja y los clasificó como posibles cancerígenos humanos (grupo 2B)¹.

En el mes de mayo del 2011 la IARC ha dado la misma clasificación, posibles cancerígenos humanos (grupo 2B)², a los CEM de radiofrecuencia, haciendo especial hincapié en los teléfonos móviles e inalámbricos. Esta clasificación responde, principalmente a la aplicación del "principio de precaución". No existe un consenso sobre exposición a CEM y efectos en salud debido, principalmente, a que la mayoría de dispositivos son de reciente aparición y a problemas de calidad de estimación de la exposición. Lo que sí parece claro es que el uso del móvil está implicado en gran número de accidentes de tráfico, el riesgo de sufrir un accidente utilizando el móvil es 4 veces más alto que si no se utiliza, el empleo del manos libres no supone ninguna protección (Redelmeier & Tibshiran, 1997)³.

La preocupación social sobre los posibles efectos en la salud derivados de la exposición a CEM es cada vez mayor. Existen varias razones que pueden explicar esta preocupación, una de ellas es que se trata de riesgos intangibles, los CEM no se pueden ver, ni oler, ni sentir. La exposición a CEM se percibe como un riesgo invisible que debe ser controlado por las autoridades sanitarias. Los posibles riesgos derivados de una exposición voluntaria son más aceptables que los que dependen de las decisiones de entidades, ya sean públicas o privadas. No se percibe la misma preocupación por el uso del móvil que por la presencia de líneas de alta tensión o antenas de telefonía móvil.

Esta preocupación genera demanda de información en la población. Las informaciones alarmistas contribuyen a crear un clima de rechazo y desconfianza. Esta

¹ IARC (2002). Non-Ionizing Radiation, Part 1: Static and Extremely Low-Frequency (ELF) Electric and Magnetic Fields Lyon, France: World Health Organization, International Agency for Research on Cancer.

² IARC (2011) Nota de prensa nº 208. http://www.iarc.fr/en/media-centre/pr/2011/pdfs/pr208_E.pdf

³ Redelmeier, D. A. & Tibshirani, R. J. (1997). Association between cellular-telephone calls and motor vehicle collisions. N.Engl.J Med., 336, 453-458.

desconfianza es mayor en lo que se refiere a la población infantil y su exposición a CEM procedente de los móviles y los dispositivos wifi instalados en las escuelas.

En este documento se ha recopilado el conocimiento actual sobre los CEM y sus efectos en salud con el objetivo de que sea útil para los técnicos y sirva para dar respuestas a las dudas y demanda de información de la población.

El documento se estructura en cuatro partes:

- Información sobre los CEM en general; qué son y sus características principales,
- Clasificación y efectos biológicos y sobre la salud,
- Límites de exposición. Legislación
- Fuentes que los generan y niveles de exposición.

Además se ofrece una recopilación de las evidencias científicas disponibles sobre efectos en salud y recomendaciones para disminuir la exposición en lo posible.

1.- CAMPOS ELÉCTRICOS, CAMPOS MAGNÉTICOS y CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS (CEM). CONCEPTOS GENERALES

Los **campos eléctricos** se producen por la presencia de cargas eléctricas. Tienen su origen en la diferencia de [voltaje](#)⁴, o tensión, cuanto más elevado sea el voltaje, más fuerte será el campo que resulta. [La intensidad del campo eléctrico \(E\)](#) se mide en Voltio/metro.

Un campo eléctrico existe aunque no haya corriente. Todo aparato conectado, aunque no este encendido, genera un campo eléctrico en el aire que lo rodea que es proporcional a la tensión de la fuente a la que esta conectado. Los campos eléctricos se debilitan con la distancia al foco emisor. Algunos materiales como la madera o el metal apantallan sus efectos. Por consiguiente, las paredes, los edificios y los árboles reducen la intensidad de los campos eléctricos de las líneas de conducción eléctrica situadas en el exterior de las casas. Cuando las líneas de conducción eléctrica están enterradas en el suelo, los campos eléctricos que generan casi no pueden detectarse en la superficie.

Los **campos magnéticos** tienen su origen en las corrientes eléctricas y se producen cuando las cargas eléctricas están en movimiento. Su intensidad se mide en [amperios por metro \(A/m\)](#), aunque en las investigaciones sobre campos electromagnéticos, se suele utilizar una magnitud relacionada; la [inducción magnética, densidad de flujo magnético o campo B](#) que se mide en teslas (T)⁵ y en el Sistema Cegesimal en Gauss (G).

Al contrario que los campos eléctricos, los campos magnéticos sólo aparecen cuando se pone en marcha un aparato eléctrico y fluye la corriente. Todo aparato conectado a una red eléctrica generará en torno suyo, si está encendido y circula la corriente, un campo magnético proporcional a la [intensidad de la corriente](#)⁶ de la fuente que lo alimenta.

Al igual que los campos eléctricos, los campos magnéticos son más intensos en los puntos cercanos a su origen y su intensidad disminuye rápidamente conforme aumenta la distancia a la fuente. Los materiales comunes, como las paredes de los edificios, no bloquean los campos magnéticos.

Campos Electromagnéticos (CEM)

Los CEM son áreas de energía que rodean a los dispositivos eléctricos y se originan por el movimiento de cargas eléctricas. Son una combinación de ondas eléctricas y magnéticas que se desplazan simultáneamente y se propagan a la velocidad de la luz (c)⁷.

⁴ El voltaje, la tensión o la diferencia de potencial entre dos puntos es la energía necesaria por unidad de carga para mover las cargas eléctricas entre dos puntos y se mide en voltios (V). Cuanto mayor sea el voltaje, mayor será la intensidad del campo eléctrico generado.

⁵ Un Tesla equivale a 10.000 Gauss ($1\mu\text{T} = 10\text{mG}$) o a $7,96 \times 10^5$ A/m.

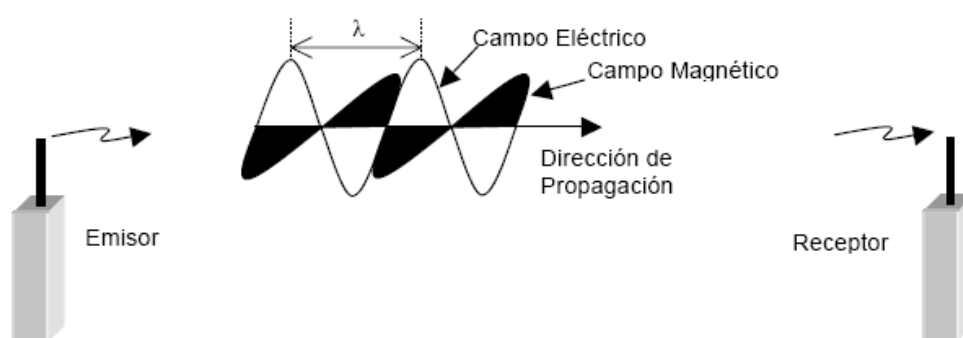
⁶ La intensidad de la corriente mide la carga de electrones que fluye por el conductor por unidad de tiempo. Se mide en amperios (A) Cuanto mayor sea la intensidad de la corriente, mayor será la intensidad del campo magnético generado.

La potencia de un sistema eléctrico se mide en vatios (W) y representa el producto de la diferencia de potencial por la intensidad de la corriente.

⁷ Velocidad de la luz (c) = 300.000 km/sg

La radiación electromagnética, es el proceso de transmisión de ondas a través del espacio o de algún material. Para que se propague la radiación no es necesario que exista medio material, pero su presencia puede modificar su velocidad, intensidad y dirección del flujo de energía que transporta.

Al igual que cualquier otro fenómeno ondulatorio, la radiación electromagnética se caracteriza por su longitud de onda y su frecuencia. La longitud de onda (λ en metros) es la distancia que existe entre los puntos correspondientes a un ciclo completo de la onda electromagnética. La frecuencia es el "número de oscilaciones completas" que pasan por un determinado punto por unidad de tiempo y se mide en hertzios⁸ (Hz). La longitud de onda (λ) y la frecuencia (f) de una señal electromagnética están relacionadas a través de $\lambda \times f = c$. Como el valor de c es fijo, las señales de baja frecuencia tienen una longitud de onda muy larga, mientras que en la señales de frecuencia alta, la longitud de onda será corta.



La diferencia entre unos campos y otros está en la frecuencia, cuanto más elevada es su frecuencia mayor es la cantidad de energía que transporta la onda. El espectro electromagnético abarca una gama muy amplia de frecuencias, de más de 15 órdenes de magnitud.

La radiación electromagnética se puede clasificar en dos grandes grupos, según la energía que transporte y por sus efectos en los tejidos (Fig. 1):

- **Radiación ionizante:** capaz de romper los enlaces entre las moléculas, se encuentran en la zona del espectro con frecuencias más altas, son radiaciones altamente energéticas y producen efectos nocivos sobre los tejidos.
- **Radiación no ionizante:** comprende la porción del espectro electromagnético cuya energía no es capaz de romper las uniones atómicas, incluso a intensidades altas. Abarcan el espectro de frecuencias que se extiende entre los campos estáticos o no variables con el tiempo (0 Hz) hasta frecuencias de 300 GHz ó 3×10^{11} Hz.

Ejemplos de **radiaciones ionizantes** son los rayos X y la radiación gamma que emiten los materiales radioactivos. Estas radiaciones pueden ser nocivas para los tejidos. De acuerdo con la intensidad de la radiación se establecen dosis de tolerancia y dosis de seguridad.

Dentro de la zona del espectro de **radiación no ionizante** se encuentran la luz visible (en la parte más alta del espectro de las radiaciones no ionizantes), la radiación

⁸ 1 Herzio = 1 ciclo / segundo

infrarroja (entre la luz visible y las microondas) y las radiaciones de frecuencia más baja (entre 0 Hz y 300 GHz).

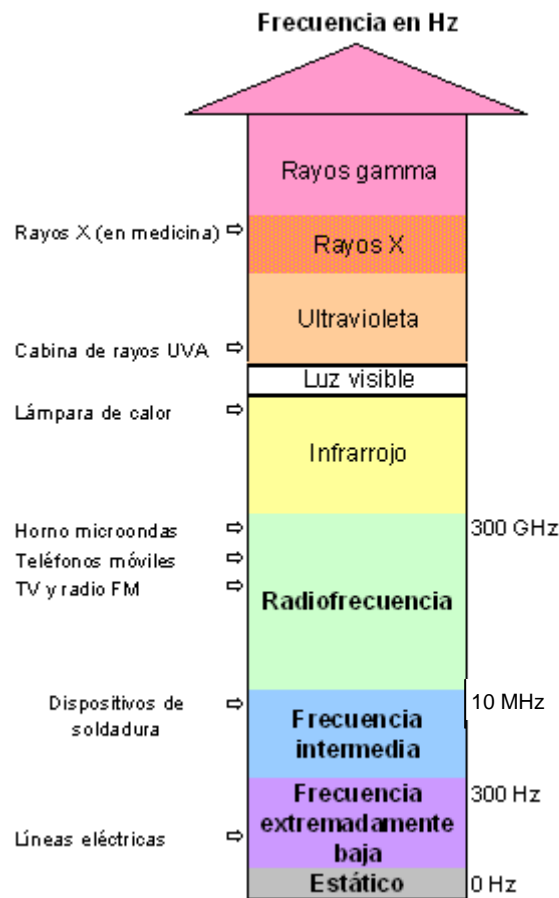


FIGURA 1.- ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO

Campos electromagnéticos estáticos y campos variables con el tiempo.

Hay dos tipos de corrientes eléctricas: continua y alterna. La continua fluye de un punto a otro siempre en el mismo sentido y la alterna cambia de sentido de forma alternativa un número de veces por segundo. La corriente de uso habitual en viviendas es alterna debido a su facilidad de transformación, transporte y distribución. Sin embargo, algunas aplicaciones industriales como la electrolisis y ciertos aparatos domésticos como los acumuladores, utilizan corriente continua.

Los campos estáticos (0 Hz) son campos que no varían en el tiempo. Se originan cuando la corriente eléctrica que fluye es continua. Se producen campos eléctricos estáticos por la acumulación de cargas eléctricas en determinadas zonas de la atmósfera por efecto de las tormentas. El campo magnético terrestre es también un campo estático y provoca la orientación de las agujas de los compases en dirección Norte-Sur y los pájaros y los peces lo utilizan para orientarse.

Las corrientes alternas forman campos electromagnéticos variables en el tiempo. Las corrientes alternas invierten su sentido de forma periódica. En la mayoría de los países de Europa la corriente alterna cambia de sentido con una frecuencia de 50 ciclos por segundo, o 50 hertzios (en EEUU 60 Hz)

En los campos de frecuencias extremadamente bajas (hasta 300 Hz), los campos eléctricos y magnéticos actúan independientemente y se miden por separado por lo que se describen en términos de la [intensidad de campo eléctrico \(E\)](#) y/o [la inducción magnética o densidad de flujo magnético \(B\)](#).

En las frecuencias de radio y de microondas (entre 10 MHz y 300 GHz), los campos eléctricos y magnéticos se consideran conjuntamente como los dos componentes de una onda electromagnética. La intensidad de estos campos se describe mediante la [densidad de potencia](#), que se calcula como el producto de la amplitud del campo eléctrico por la intensidad del campo magnético y se mide en vatios por metro cuadrado (W/m²).

2.- ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO DE FRECUENCIAS DE 0 A 300 GHz

2.1.- CLASIFICACIÓN

- Campos no variables con el tiempo o **campos estáticos (0 Hz)**.- están presentes en los trenes de levitación magnética, sistemas de resonancia magnética para diagnóstico médico y los sistemas electrolíticos de aplicación industrial-experimental.
- **CEM variables con el tiempo**.- En función de la frecuencia, la OMS los clasifica en tres grandes grupos:
 1. Campos electromagnéticos de **frecuencia extremadamente baja** (FEB, o ELF, en inglés) con frecuencias generalmente de hasta 300 Hz.- presentes en los equipos relacionados con la generación, transporte o utilización de la energía eléctrica de 50 Hz (frecuencia industrial), líneas de alta y media tensión y los aparatos electrodomésticos (neveras, secadores de pelo, etc.).
 2. Campos de **frecuencia intermedia (FI)**, con frecuencias de 300 Hz a 10 MHz y que incluyen las pantallas de ordenador, los dispositivos antirrobo y los sistemas de seguridad.
 3. Campos de **radiofrecuencia (RF)**, con frecuencias de 10 MHz a 300 GHz.- ondas de radio, la televisión, las antenas de radares y telefonía móvil, los teléfonos móviles e inalámbricos, los dispositivos Wi-Fi, bluetooth y los hornos de microondas.

2.2.- EFECTOS BIOLÓGICOS Y EFECTOS SOBRE LA SALUD

Los **efectos biológicos** son respuestas medibles a un estímulo o cambio en el medio. Estos cambios no son necesariamente perjudiciales para la salud. El organismo dispone de complejos mecanismos que le permiten ajustarse a las numerosas y variadas influencias del medio. El cambio continuo forma parte de nuestra vida, aunque los organismos no poseen mecanismos adecuados para compensar todos los efectos biológicos. Los cambios irreversibles que fuerzan al sistema durante largos periodos de tiempo pueden suponer un peligro para la salud.

Un **efecto perjudicial para la salud** es el que ocasiona una disfunción detectable de la salud de las personas expuestas o de sus descendientes.

Un efecto biológico se produce cuando la exposición a los CEM provoca una respuesta detectable en un sistema biológico. Un efecto biológico puede ser nocivo para la salud cuando sobrepasa las posibilidades de compensación del organismo.

Cuando un sistema vivo es sensible a CEM de una determinada frecuencia, la exposición puede generar modificaciones funcionales o incluso estructurales del sistema. En condiciones normales, estas modificaciones son reversibles en el tiempo y cuando el estímulo desaparece el organismo vuelve a las condiciones de equilibrio inicial. Para que se produzcan alteraciones perjudiciales, las modificaciones inducidas tienen que ser irreversibles. Es en este caso cuando podemos esperar que el sistema

entre en un proceso que conduzca, en el tiempo, a una situación de **riesgo de enfermedad**.

Se ha tratado de estudiar las posibles interacciones de los CEM y los seres vivos, intentando entender los mecanismos biofísicos implicados en los efectos biológicos y posteriormente valorar la importancia que estos efectos biológicos, detectados en el laboratorio, tienen en la salud en condiciones reales de exposición. También se ha investigado sobre si los efectos biológicos son transitorios o permanentes y si pueden tener aplicaciones terapéuticas o consecuencias negativas para la salud.

No se pone en cuestión que por encima de determinados umbrales los campos electromagnéticos puedan desencadenar efectos biológicos. La controversia que se plantea actualmente se centra en si bajos niveles de exposición a largo plazo pueden o no provocar respuestas biológicas e influir en el bienestar de las personas.

Efectos probados

Los Campos magnéticos de frecuencia inferior a 100 kHz, pueden inducir cargas o corrientes eléctricas en los tejidos expuestos. Si se trata de tejidos eléctricamente excitables como el nervioso o el muscular y de campos muy intensos, estas corrientes pueden entrañar perturbaciones ocasionales en el sistema nervioso.

Los Campos electromagnéticos de frecuencia entre 100 kHz y 10 GHz, pueden inducir la absorción de la energía irradiada y provocar un aumento de la temperatura corporal. La profundidad de penetración de estos campos en los tejidos es mayor cuanto menor sea su frecuencia.

Para Campos de frecuencias superiores a 10 GHz, la profundidad a la que penetran es muy pequeña, por lo que resultan absorbidos en gran medida por la superficie corporal y la energía depositada en los tejidos subyacentes es mínima.

Otros efectos estudiados

- Algunas personas han atribuido un conjunto difuso de síntomas a la exposición de baja intensidad a campos electromagnéticos en el hogar. Los síntomas notificados incluyen **dolores de cabeza, ansiedad, suicidios y depresiones, náuseas, fatiga y pérdida de la libido**.
- No se ha demostrado que la exposición a los niveles típicos de campos del medio aumente el riesgo de desenlaces adversos como abortos espontáneos, malformaciones, peso reducido al nacer y enfermedades congénitas.
- Se ha informado de casos **de irritación ocular general y cataratas** en trabajadores expuestos a niveles altos de radiación de radiofrecuencia y microondas, pero estudios realizados con animales no confirman la idea de que estos trastornos oculares se puedan producir a niveles que no son peligrosos por su efecto térmico. No hay pruebas de que se produzcan estos efectos a los niveles a los que está expuesta la población general.
- Algunas personas afirman ser "hipersensibles" a los campos eléctricos o magnéticos. Preguntan si los **dolores, cefaleas, depresión, letargo, alteraciones del sueño e incluso convulsiones y crisis epilépticas** pueden estar asociados con la exposición a campos electromagnéticos.
- **Campos electromagnéticos y cáncer**. A pesar de los numerosos estudios realizados, la existencia o no de efectos cancerígenos es muy controvertida.

La evidencia epidemiológica en su conjunto, sugiere que existen pequeños incrementos del riesgo de **leucemia infantil** asociados a la exposición a campos magnéticos de baja frecuencia en el hogar.

En el 2001 un grupo de trabajo conformado por científicos expertos de la Agencia Internacional de Investigación del Cáncer de la OMS (IARC) reviso estudios relacionados con la carcinogenicidad de los campos eléctricos y magnéticos estáticos y de frecuencias extremadamente bajas (ELF). Usando la clasificación estándar de la IARC que pondera las evidencias en seres humanos, animales y de laboratorio, los campos magnéticos de ELF fueron clasificados como posibles cancerígenos en seres humanos basándose en estudios epidemiológicos de leucemia en niños (2B).

En el mes de mayo de 2011 la IARC, ha clasificado los campos electromagnéticos de radiofrecuencia como posibles cancerígenos para humanos (grupo 2B), haciendo especial hincapié en los teléfonos móviles e inalámbricos.

Se han realizado múltiples revisiones de las evidencias científicas publicadas sobre este tema, lo importante es valorar si los datos científicos son o no concluyentes y aplicar el "principio de precaución" cuando las evidencias sean discrepantes o existan aún cuestiones abiertas.

En el [anexo 3](#) se presenta un resumen de las revisiones realizadas por distintos organismos nacionales e internacionales sobre los efectos en salud.

Así mismo, en el apartado 4.- "fuentes de exposición", se resumirán los principales efectos en salud teniendo en cuenta la exposición a distintos "dispositivos" o sistemas capaces de generar radiaciones electromagnéticas. Se incluye también para cada aparato, un cuadro resumen con los límites recomendados y los niveles de exposición medidos en la población en los casos en los que se disponga del dato.

3.- LIMITES DE EXPOSICIÓN (PARA EL PÚBLICO EN GENERAL). LEGISLACIÓN EN EUROPA.

En Europa, la mayoría de las normas nacionales se basan en las directrices elaboradas por la Comisión Internacional de Protección contra la Radiaciones No Ionizantes (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection, ICNIRP).

La [ICNIRP](#) es una organización no gubernamental, reconocida formalmente por la OMS, que basándose en el análisis de estudios científicos realizados en todo el mundo, elabora unas directrices en las que establece límites de exposición recomendados. Estas directrices se revisan periódicamente y, en caso necesario, se actualizan.

Esta comisión publicó en 1998 unas **directrices para limitar la exposición del público general y de los trabajadores a campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos variables con el tiempo (hasta 300 GHz)**. ([ICNIRP 1998](#))

Para el desarrollo de estas directrices, la ICNIRP únicamente tomó como base consideraciones biológicas y efectos comprobados como la estimulación de los músculos y nervios periféricos, descargas y quemaduras causadas por el contacto con objetos conductores, y el aumento en la temperatura en los tejidos resultante de la absorción de energía durante la exposición a los CEM, por lo que los límites propuestos se basan en efectos para la salud inmediatos y a corto plazo. Para posibles efectos a largo plazo como el cáncer, la ICNIRP consideró que los datos disponibles eran insuficientes para proporcionar una base para limitar la exposición.

En 2010 la ICNIRP ha publicado nuevas directrices para los CEM con frecuencias comprendidas entre 1 Hz y 100 kHz pero aún no ha producido cambios en la legislación europea. Para el rango de frecuencias entre 100 kHz y 300 GHz, este organismo ha realizado una revisión de la evidencia científica en 2009. Para los campos estáticos, la ICNIRP ha publicado directrices en 2009 ([ICNIRP publicaciones](#))

Basándose en las directrices de la ICNIRP de 1998, el Consejo de la Unión Europea publicó en 1999, **la Recomendación (1999/519/CE) relativa a la exposición del público en general a campos electromagnéticos (0 Hz a 300 GHz)**.

Esta [Recomendación](#) establece un marco de [restricciones básicas](#) y [niveles de referencia](#) para limitar la exposición de los ciudadanos a fuentes artificiales de CEM incluyendo los campos estáticos, los campos de frecuencia extraordinariamente baja (FEB) y los campos de radiofrecuencias (RF) incluidas las microondas (ver anexo 1).

Para el establecimiento de las restricciones básicas se aplicaron factores de seguridad sobre los valores límite relacionados con los efectos agudos, tomando como base únicamente efectos sobre la salud conocidos y consideraciones biológicas. Los niveles de referencia permiten realizar la evaluación práctica de la exposición para determinar la probabilidad de que sobrepasen las restricciones básicas.

En esta recomendación no se contempla la exposición profesional⁹ ni la exposición con motivo de tratamientos médicos. Tampoco se incluyen los problemas de compatibilidad e interferencia electromagnética para instrumentos médicos.

⁹ El Parlamento Europeo y El Consejo de la Unión Europea publicó la Directiva 2004/40/CE 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). <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2004:159:0001:0026:ES:PDF>

Las recomendaciones del Consejo Europeo no son vinculantes por lo que cada país de la Unión Europea establece sus propias normas nacionales relativas sobre exposición a campos electromagnéticos. En mayo de 2011 se ha publicado un documento en el que se resumen las principales características de las diferentes normativas europeas (ver anexo 2).

En el Estado en 2001 se publicó el [RD 1066/2001](#) por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas. Este Real Decreto asume los criterios de la Recomendación y es de aplicación directa para las estaciones de radiocomunicaciones y radioastronomía.

En el [anexo 1](#) se resumen las restricciones básicas y los niveles de referencia de la Recomendación.

En el [anexo 2](#), se presenta un resumen de algunas normativas europeas y mundiales.

DISCUSIÓN¹⁰

Las guías elaboradas por la ICNRP se basan en efectos biológicos y efectos inmediatos y a corto plazo.

En el caso de la exposición profesional, en la [Directiva 2004/40/CE](#) se indica expresamente que los límites establecidos en la misma sólo protegen a los trabajadores de los posibles efectos nocivos de exposiciones agudas y no están dirigidos a la protección ante hipotéticos efectos de exposiciones crónicas. Sin embargo, la Recomendación considera que, puesto que existe un factor de seguridad de 50 entre los valores límite en relación con los efectos agudos y las restricciones básicas, la recomendación abarca implícitamente los posibles efectos a largo plazo en toda la gama de frecuencias.

La asunción hecha por la Comisión Europea (CE) de que los estándares ICNRP para la protección ante exposiciones agudas, son válidos para exposiciones crónicas, se considera en diversos ambientes poco fundamentada. Es por esto que muchos países, basándose en el principio de precaución, han promulgado normas más restrictivas de exposición a CEM.

El Parlamento Europeo, en su [Resolución de 2 de abril de 2009](#), sobre las consideraciones sanitarias relacionadas con los campos electromagnéticos, insta a la Comisión a que revise el fundamento científico y la adecuación de los límites de CEM fijados en la Recomendación 1999/519/CE. Solicita, asimismo, que informe al respecto al Parlamento, proponiendo que sea el Comité científico de los riesgos sanitarios emergentes y recientemente identificados quien efectúe dicha revisión. Además, considera de interés general "garantizar que al menos las escuelas, guarderías, residencias de ancianos y centros de salud se sitúen a una distancia específica de equipos transmisores de CEM, que se ha de fijar de acuerdo con criterios científicos".

¹⁰Para más información, consultar:

- Council of Europe. Parliamentary Assembly. Doc. 12608 del 6 de mayo de 2011 "The potential dangers of electromagnetic fields and their effect on the environment"
http://assembly.coe.int/main.asp?Link=/documents/workingdocs/doc11/edoc12608.htm#P18_120
- Resolución del Parlamento Europeo, de 2 de abril de 2009, sobre consideraciones sanitarias relacionadas con los campos electromagnéticos (2008/2211(INI)).
<http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//TEXT+TA+P6-TA-2009-0216+0+DOC+XML+V0//ES>
- Grupo de trabajo de Campos Electromagnéticos 2011. Metodología para gestionar posibles demandas relacionadas con campos electromagnéticos.

Consideraciones sobre la protección del público ante CEM de frecuencia extremadamente baja (frecuencia industrial).

Existe una tendencia generalizada en los últimos años a ampliar el margen de seguridad en los estándares nacionales/locales de protección ante exposiciones a CEM de baja frecuencia basada primordialmente en dos criterios de índole diferente. Uno de ellos es la necesidad de dar respuesta a la preocupación entre un sector de la ciudadanía que considera que los niveles de protección europeos son poco eficaces para exposiciones crónicas. Acertadamente o no, se considera que el establecimiento de niveles adicionales de protección puede contribuir a mejorar la confianza del público y a reducir los temores relacionados con los casos registrados de "Hipersensibilidad Electromagnética Percibida (HEP)".

Por otro lado, los niveles de referencia establecidos por la Recomendación se basan en revisiones de la evidencia científica disponible en 1997-1998 realizadas por la ICNIRP. Aunque los avances en la materia no han proporcionado información concluyente que obligue a revisar estos estándares, algunos datos en modelos celulares y animales han aportado indicios de sensibilidad biológica a CEM débiles por debajo de los niveles recomendados por la ICNIRP.

Existe un acuerdo general sobre el hecho de que los datos sobre bioefectos son de alto interés en materia de salud pública y que la replicación y la ampliación de esos datos constituyen objetivos prioritarios. Entre tanto, y a la espera de información definitiva sobre la nocividad o inocuidad de los CEM débiles de baja frecuencia, varios países, estados y regiones autónomas, dentro y fuera de la Comunidad Europea han adoptado estándares de protección dirigidos a conseguir una reducción prudencial de los niveles de exposición crónica ciudadana sin comprometer el desarrollo tecnológico e industrial basado en el uso de la energía eléctrica.

La legislación vigente en España (RD 1066/2001), aunque incluye niveles de referencia para bajas frecuencias, en particular las de 50 Hz (frecuencia industrial), no es de aplicación directa para la protección ante CEM de dichas frecuencias.

El mismo Real Decreto, establece la necesidad de coordinar las competencias del Ministerio de Sanidad y Consumo y del Ministerio de Ciencia y Tecnología, para la protección de la salud pública frente a CEM, en relación a las instalaciones de telecomunicación (radiofrecuencia) pero no concreta, en cambio, las administraciones competentes en la protección a CEM de frecuencia extremadamente baja.

En junio de 2008, la Ponencia de Sanidad Ambiental de la Comisión de Salud Pública del Consejo Interterritorial del Sistema Nacional de Salud, propuso 10 μ T, (campo B, inducción magnética) como nivel máximo de campo magnético para la exposición en lugares donde permanezcan menores de 15 años más de 4 horas al menos un día a la semana, indicándose además que con este objetivo, la producción/transformación/conducción de energía eléctrica a frecuencia industrial (50Hz) sólo podrá contribuir con 5 μ T ¹¹

¹¹ Grupo de trabajo Campos electromagnéticos. Sistema Nacional de Salud. Metodología para la gestión de crisis ante posibles agrupaciones de casos relacionados con campos electromagnéticos. 2008. (presentado el 3 de junio de 2008 en el Congreso Interterritorial del Sistema Nacional de Salud).

4.- FUENTES Y NIVELES DE EXPOSICIÓN

Los CEM son omnipresentes en nuestro entorno, tanto de fuentes naturales como de origen artificial.

Estamos constantemente expuestos a campos eléctricos y magnéticos estáticos **naturales** como el campo magnético terrestre o los campos eléctricos causados por cargas eléctricas presentes en las nubes, la electricidad estática que se produce cuando dos objetos se frotan entre sí o los campos eléctricos y magnéticos resultantes de los rayos. El campo magnético del núcleo terrestre oscila entre 30 y 70 μT y está implicado en la orientación y migración de ciertas especies animales. El campo eléctrico natural varía según las condiciones meteorológicas desde unos pocos V/m hasta decenas de miles durante una tormenta.

De **forma artificial** la exposición a campos estáticos se produce, por ejemplo, con la Resonancia magnética que se utiliza en el diagnóstico médico. La exposición a CEM de frecuencia extremadamente baja (ELF), intermedia y radiofrecuencia se produce por exposición en las viviendas a todo tipo de electrodomésticos, y en el medio ambiente por antenas repetidoras de telefonía, líneas de conducción eléctrica, etc.

Fuente	Exposición máxima típica de la población	
	Campo eléctrico (V/m)	Densidad de flujo magnético (μT)
Campos naturales	200	70 (campo magnético terrestre)
Red eléctrica (en hogares que no están próximos a líneas de conducción eléctrica)	100	0,2
Red eléctrica (bajo líneas principales de conducción eléctrica)	10 000	20
Trenes y tranvías eléctricos	300	50
Pantallas de televisión y ordenador (en la posición del usuario)	10	0,7
	Exposición máxima típica de la población Densidad de potencia (W/m^2)	
Transmisores de televisión y radio	0,1	
Estaciones base de telefonía móvil	0,1	
Radares	0,2	
Hornos de microondas	0,5	

4.1.- FUENTES DE EXPOSICIÓN A CAMPOS ESTÁTICOS (0 Hz)

El número de fuentes artificiales de campos magnéticos estáticos es pequeño aunque hay un rápido desarrollo de tecnologías que los utilizan.

- En ciertas industrias y en ciertos lugares de **trabajo** como en los procesos de soldadura, se pueden generar campos de hasta 1000 μT .
- **Trenes y tranvías eléctricos. Sistemas de metro.**

Los motores y equipos de tracción de los trenes y tranvías normalmente están ubicados bajo el suelo de los vagones de pasajeros. En el suelo, las intensidades de los campos magnéticos pueden alcanzar niveles de hasta decenas de μT en las partes del suelo situadas justamente encima de motor. La intensidad del campo disminuye drásticamente con la distancia al suelo, de manera que la exposición del tronco de los pasajeros es mucho menor. Los campos eléctricos pueden alcanzar intensidades de 300 V/m.

Las personas que viven en las inmediaciones de vías de ferrocarril pueden estar expuestas a campos magnéticos generados por la fuente de suministro eléctrico situada encima de las vías similares a los campos producidos por las líneas de conducción eléctrica de alta tensión.

- **Resonancia magnética.**- Una aplicación muy importante es la resonancia magnética (RM), en la que se utilizan campos magnéticos estáticos y campos de radiofrecuencias. En las inmediaciones del aparato, se pueden alcanzar niveles de densidad de flujo magnético es 0,15 a 2 T.
- Existen equipos desarrollados recientemente con fines de investigación y aplicaciones médicas específicas, que pueden generar campos de hasta 10 T.

Efectos de los campos estáticos para la salud¹²

Existen pocos estudios sobre los efectos de los campos eléctricos estáticos. Según los resultados obtenidos hasta el momento, los únicos efectos agudos están asociados con movimiento del vello cutáneo y malestar provocado por descarga de chispas. No existen investigaciones efectivas acerca de los efectos crónicos o retardados de los campos eléctricos estáticos.

En el caso de los campos magnéticos estáticos, sólo es probable que se produzcan efectos agudos cuando existe movimiento en el campo. Una persona que se desplace en un campo de más de 2 T puede tener sensaciones de vértigo y náusea acompañadas en algunos casos por un sabor metálico en la boca y percepciones de destellos luminosos. Aunque sólo son temporales, esos efectos pueden incidir en la seguridad de las personas que ejecutan operaciones delicadas.

Los campos magnéticos estáticos influyen en las cargas eléctricas que se mueven con la sangre, como los iones, y generan corrientes y campos eléctricos alrededor del corazón y los grandes vasos sanguíneos, que pueden alterar ligeramente la circulación de la sangre. Entre los efectos posibles cabe mencionar ligeras alteraciones de los latidos cardíacos y un aumento del riesgo del ritmo cardíaco anormal (arritmia), que

¹² World Health Organization. International EMF Project. Nota Descriptiva N° 299. Los Campos Electromagnéticos y Salud Pública: Campos eléctricos y magnéticos estáticos. 2006. Disponible en <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs299/es/index.html>

pueden poner en peligro la vida del paciente (como la fibrilación ventricular). Sin embargo, estos efectos agudos sólo tienden a producirse en caso de exposición a campos de más de 8 T.

Hasta el momento no se ha podido determinar si existen consecuencias sanitarias a largo plazo incluso en el caso de exposición a campos cuya intensidad se mide en militeslas, porque no se han realizado estudios epidemiológicos adecuados y a largo plazo con animales. Por ejemplo, no es posible clasificar la carcinogenicidad de los campos magnéticos estáticos para los seres humanos¹³ (IARC, 2002).

Los campos magnéticos estáticos afectan a dispositivos metálicos implantados en el cuerpo, como los marcapasos, lo cual puede tener efectos sanitarios adversos directos. Se sugiere que los portadores de marcapasos cardíacos, implantes ferromagnéticos y dispositivos electrónicos implantados deben evitar los lugares con campos magnéticos de más de 0,5 mT. También deben evitarse los riesgos provocados por objetos metálicos atraídos repentinamente por magnetos con campos superiores a 3 mT.

4.2.- CAMPOS DE FRECUENCIA EXTREMADAMENTE BAJA (ELF) hasta 300 Hz

▪ Instalaciones de transmisión y distribución de electricidad

En los núcleos urbanos existe una presencia ubicua y creciente de CEM de frecuencias extremadamente bajas (ELF). Estos campos provienen mayoritariamente del transporte y uso de la energía eléctrica a las llamadas frecuencias industriales (**50 Hz**). La energía eléctrica de las estaciones generadoras es distribuida hacia los centros de población a través de líneas de transporte y distribución de alto voltaje. Mediante el empleo de transformadores, se reduce el voltaje en las conexiones con las líneas de distribución doméstica.

Las exposiciones típicas a los CEM justo debajo de las líneas de transmisión son: 40 μ T bajo una línea de 400kV, 22 μ T bajo una línea de 275 kV y 7 μ T bajo una línea de 132kV (NRPB, 2001)¹⁴. Las exposiciones a 25 metros de distancia de estas mismas líneas serían de 8,4 y 0,5 μ T, respectivamente. Entre 50 m y 100 m de distancia la intensidad de los campos es normalmente equivalente a la de zonas alejadas de las líneas eléctricas de alta tensión. Además de los tendidos eléctricos se produce exposición debido a la corriente que fluye por la tierra, y por el uso de los aparatos eléctricos.

La disminución con la distancia es importante, la exposición decrece con el cuadrado de la distancia (SCENIHR 2009)¹⁵,

Estas instalaciones de transmisión y distribución de electricidad y el cableado y aparatos eléctricos domésticos generan el nivel de fondo de campos eléctricos y magnéticos de frecuencia de red en el hogar. En los hogares que no están situados cerca de líneas de conducción eléctrica la intensidad de este campo de fondo

¹³ IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Volume 80 (2002). Non-Ionizing Radiation, Part 1: Static and Extremely Low-Frequency (ELF) Electric and Magnetic Fields. <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol80/index.php>

¹⁴ National Radiological Protection Board. NRPB (2001). ELF Electromagnetic fields and the risk of cancer. Report of an Advisory Group on Non-Ionising Radiation. *Doc. NRPB*, **12**, No. 1. http://www.hpa.org.uk/web/HPAwebFile/HPAweb_C/1194947420620

¹⁵ Scientific Comité on Emerging and Newly Identified Health Risks (SCENIHR). Health Effects of Exposure to EMF. Enero 2009. http://ec.europa.eu/health/ph_risk/committees/04_scenih/ docs/scenih_o_022.pdf

puede ser de 0,2 μT y la intensidad de campo eléctrico suele ser menor de 30 V/m. Además, las paredes de las casas reducen substancialmente la intensidad de campo eléctrico con respecto a la existente en lugares similares en el exterior de las casas.

Límites recomendados para la protección del público en general y niveles medios de exposición a campos de 50 Hz generados por las líneas distribución eléctrica ¹⁶

Restricciones básicas	Nivel de referencia		Niveles medios de exposición			
			Bajo la línea		A 50 m	
Densidad de corriente (mA/m ²)	Intensidad de campo eléctrico (E) (V/m)	Densidad de flujo magnético (μT)	Intensidad de campo eléctrico (V/m)	Densidad de flujo magnético (μT)	Intensidad de campo eléctrico (V/m)	Densidad de flujo magnético (μT)
2	5000	100 **	10 000	20-22	100	0,01-0,02

Los niveles de referencia recomendados en Europa para la protección del público general ante exposiciones a campos de frecuencia industrial son de 5 kV/m para el [campo eléctrico](#) y de 100 μT para la [densidad de flujo magnético](#).

****10 μT** según las recomendaciones de 2008 de la ponencia de Sanidad ambiental para la exposición en lugares donde permanezcan menores de 15 años durante más de 4 horas al menos un día a la semana. La producción/transformación/ conducción de energía eléctrica a frecuencia industrial (50Hz) sólo podrá contribuir con 5 μT a este nivel objetivo.

▪ **Aparatos electrodomésticos**

En las proximidades de los electrodomésticos comunes como nevera o lavadoras existen también CEM de baja frecuencia. A pocos centímetros de estos aparatos se pueden encontrar valores promedio de campo eléctrico e inducción magnética de 10 V/m y 3 μT , respectivamente. Los niveles decrecen rápidamente con la distancia a la fuente.

Un secador de pelo y un receptor estereofónico a 30 cm pueden originar un campo eléctrico con una intensidad de 80 V/m y 180 V/m respectivamente.

Los campos magnéticos de frecuencia de red más intensos se encuentran normalmente en puntos muy cercanos a motores y otros aparatos eléctricos. La intensidad del campo magnético no depende del tamaño, complejidad, potencia o ruido que hace el electrodoméstico, sino que está relacionada con el diseño del producto. Además, las intensidades de los campos magnéticos pueden ser muy diversas, incluso entre aparatos aparentemente similares. Por ejemplo, algunos secadores de pelo generan campos muy intensos, mientras que otros apenas producen campo magnético alguno.

Aunque los niveles de exposición efectivos varían considerablemente dependiendo del modelo de electrodoméstico y de la distancia al mismo, el siguiente cuadro ilustra dos puntos importantes: que la intensidad del campo magnético que rodea a todos los aparatos disminuye rápidamente conforme nos alejamos del mismo y que teniendo en cuenta que la mayor parte de los electrodomésticos no se utilizan a una distancia muy cercana al cuerpo, los campos magnéticos que generan la mayoría de los electrodomésticos son más de 100 veces menores que el límite recomendado establecido para el conjunto de la población (100 μT a 50 Hz, o 83 μT a 60 Hz).

¹⁶ Fuente: OMS. Los campos electromagnéticos. <http://www.who.int/peh-emf/es/>

Intensidades del campo magnético y campo eléctrico típicas de algunos electrodomésticos a diversas distancias

Aparato eléctrico	Intensidad del campo magnético (μT)			Intensidad del campo eléctrico (V/m) a 30 cm
	A una distancia de 3 cm (μT)	A una distancia de 30 cm (μT)	A una distancia de 1 m (μT)	
Secador de pelo	6 – 2000	0,01 – 7	0,01 – 0,03	80
Máquina de afeitar eléctrica	15 – 1500	0,08 – 9	0,01 – 0,03	
Aspiradora	200 – 800	2 – 20	0,13 – 2	50
Luz fluorescente	40 – 400	0,5 – 2	0,02 – 0,25	
Horno de microondas	73 – 200	4 – 8	0,25 – 0,6	
Radio portátil	16 – 56	1	< 0,01	
Horno eléctrico	1 – 50	0,15 – 0,5	0,01 – 0,04	8
Lavadora	0,8 – 50	0,15 – 3	0,01 – 0,15	
Plancha	8 – 30	0,12 – 0,3	0,01 – 0,03	120
Lavavajillas	3,5 – 20	0,6 – 3	0,07 – 0,3	
Ordenador	0,5 – 30	< 0,01		60
Frigorífico	0,5 – 1,7	0,01 – 0,25	<0,01	120
Televisor de color	2,5 - 50	0,04 – 2	0,01 – 0,15	60
En la mayoría de los electrodomésticos, la intensidad del campo magnético a una distancia de 30 cm es considerablemente inferior al límite recomendado para el conjunto de la población de 100 μT .				Límite recomendado 5000 V/m

Fuente: Oficina federal alemana de seguridad radiológica (Bundesamt für Strahlenschutz, BfS), 1999. (La distancia de operación normal se indica en negrita.)

Efectos de los campos electromagnéticos ELF sobre la salud¹⁷⁻¹⁸

Los estudios llevados a cabo en relación a los campos eléctricos, indican que la exposición a campos no superiores a 20 kV/m produce unos efectos escasos e ino cuos.

En cuanto a los campos magnéticos, existen escasas pruebas experimentales confirmadas de que los campos magnéticos ELF afecten a la fisiología y el comportamiento humanos a las intensidades habituales en el hogar o en el medio ambiente. En voluntarios sometidos durante varias horas a campos ELF de hasta 5000 μT , los efectos de esta exposición fueron escasos tras realizar diversas pruebas clínicas y fisiológicas de hematología, electrocardiografía, ritmo cardíaco, presión arterial o temperatura del cuerpo. Los estudios realizados en animales no han demostrado que la exposición a campos ELF influya en la incidencia de cáncer.

¹⁷World Health Organization. International EMF Project. Nota Descriptiva Nº 205, los Campos Electromagnéticos y Salud Pública: las Frecuencias Extremadamente Bajas (ELF). 1998. Disponible en http://www.who.int/docstore/peh-emf/publications/facts_press/sfact/nd205.htm

¹⁸ World Health Organization. International EMF Project. Nota Descriptiva Nº 322, los Campos Electromagnéticos y Salud Pública: Exposición a campos de frecuencia extremadamente baja. (2007). Disponible en <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs322/es/index.html>

En su conjunto, los estudios epidemiológicos recientes de exposición a campos ELF en el lugar de trabajo no muestran una correlación estadística consistente entre el riesgo de cáncer en los sujetos estudiados y el valor estimado de su exposición a campos ELF.

La IARC en 2002¹⁹, clasificó los campos magnéticos ELF como “posiblemente carcinógeno en humanos” (Grupo 2B) basándose en estudios epidemiológicos de leucemia en niños. La evaluación realizada por la IARC, se basa en estudios epidemiológicos que sugerían que en una población expuesta a campos magnéticos promedio superiores a 0,3 - 0,4 μT , el doble de niños podría desarrollar leucemia con respecto a una población con exposiciones más bajas.

4.3.- CAMPOS DE FRECUENCIA INTERMEDIA (FI) desde 300 Hz a 10 MHz

- **Las cocinas de inducción domésticas.**

La energía térmica necesaria en estas cocinas es proporcionada por campos magnéticos de frecuencia en el rango de los 25-40 kHz. En condiciones normales de empleo, los niveles de [inducción magnética](#) registrados a una distancia de 30 cm son de 0,2–0,3 μT , aproximadamente.

El estándar actual de las placas de inducción, establece que cada unidad debe cumplir con el valor de referencia recomendados por la ICNIRP de 6,25 μT a una distancia de 30 cm siempre que se utilice con un recipiente adecuado y correctamente situado.

La exposición se puede reducir tomando una serie de medidas como adaptar el tamaño de la olla a la placa, no utilizar recipientes con el fondo deformado, utilizar recipientes diseñados para este tipo de cocinas para asegurar una transferencia eficiente, mantener una distancia de 5 a 10 cm de la cocina, no utilizar utensilios de metal cuando se cocine para que la corriente no se transmita al cuerpo.

Límites recomendados y niveles de exposición para las cocinas de inducción (rango de frecuencias de 25-40 kHz)²⁰

Restricciones básicas	Nivel de referencia		Niveles medios de exposición	
	Intensidad de campo eléctrico (E) (V/m)	Densidad de flujo magnético (μT)	Densidad de flujo magnético (μT)	
Densidad de corriente (mA/m ²)			(a 5-10 cm)	(a 30 cm)
50-80	87	6,25	< 6,25	0,2-0,3

¹⁹ International Agency for Research on Cancer. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Non Ionizing Radiations, 2002. Volume 80, Part I, Statics and Extremely Low Frequency (ELF) Electric and Magnetic Fields, Lyon, France. International Agency for research on cancer. Disponible en <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol80/index.php>

²⁰ Fuente: Federal Office of Public Health (FOPH) of Switzerland <http://www.bag.admin.ch/themen/strahlung/00053/index.html?lang=en>

- **Bombillas de ahorro energético**

Las lámparas de ahorro de energía también se conocen como lámparas fluorescentes compactas y lámparas de bajo consumo. La corriente eléctrica que fluye a través de la lámpara genera campos eléctricos y magnéticos de baja (50 Hz) y media frecuencia (entre 25 y 70 kHz).

A 15 cm de la lámpara los valores medidos de [densidad de flujo magnético](#) son muy bajos (de orden de 0,5 μT), no obstante se recomienda estar a una distancia de 30 cm para reducir la exposición a CEM.

Los campos eléctricos provocados por estas lámparas dependen de la distancia, se ha comprobado que a una distancia de 20 cm se alcanza del 2 al 10% del valor límite de [densidad de corriente](#) recomendado (de 50 mA/m² para frecuencias de 25 kHz a 140 mA/m² para frecuencias de 70 kHz).

Límites recomendados y niveles de exposición para bombillas de bajo consumo (25-70 kHz)²¹

	Restricciones básicas	Nivel de referencia		Niveles medios de exposición (a 15 cm)	
		Intensidad de campo eléctrico (E) (V/m)	Densidad de flujo magnético (μT)	Densidad de flujo magnético (μT)	Densidad de corriente (mA/m ²)
50 Hz	2	5000	100	0,5	-
25-70 kHz	50-140	87	6,25	1-2	10-20

- **Sistemas de seguridad**

La mayoría de estos sistemas funcionan en el rango de frecuencias intermedias aunque dependiendo del tipo de sistema, pueden funcionar a frecuencias de algunas decenas de Hz a varios GHz.

Los sistemas antirrobo situados en las salidas de las tiendas utilizan dispositivos que detectan marcadores adheridos a los artículos.

Los sistemas de control de accesos funcionan de la misma forma, incorporándose el dispositivo antirrobo a un llavero o a una tarjeta de identidad. Los sistemas de seguridad de las bibliotecas utilizan dispositivos que se pueden desactivar cuando se toma prestado un libro y volver a activar cuando se devuelve.

Los detectores de metales y los sistemas de seguridad de los aeropuertos generan un campo magnético de gran intensidad (hasta 100 μT) que sufre perturbaciones por la presencia de objetos metálicos. En puntos cercanos al marco del detector, la [intensidad del campo magnético](#) puede ser próxima, o en ocasiones superior, a los límites recomendados.

Efectos de los campos de frecuencia intermedia sobre la salud

Los campos electromagnéticos de baja y media frecuencia pueden inducir corrientes eléctricas en el cuerpo humano, produciendo a partir de una cierta intensidad, excitaciones nerviosas y musculares.

²¹ Fuente: Federal Office of Public Health (FOPH) of Switzerland
<http://www.bag.admin.ch/themen/strahlung/00053/00673/02326/index.html?lang=en>

Actualmente no hay datos sobre los efectos de la exposición a largo plazo a CEM de frecuencias intermedias ya que el número de estudios realizados hasta la fecha es muy escaso.

▪ **Televisores y pantallas de ordenador**

Las pantallas de ordenadores y televisores se basan en principios de funcionamiento similares. Ambos producen campos eléctricos estáticos y campos eléctricos y magnéticos alternos a diversas frecuencias. Sin embargo, las pantallas de cristal líquido que se utilizan en algunos ordenadores portátiles y de escritorio no generan campos eléctricos y magnéticos significativos. Los ordenadores modernos tienen pantallas conductoras que reducen el campo estático de la pantalla hasta un nivel similar al normal de fondo de los hogares o los lugares de trabajo. En la posición que ocupa el usuario (a 30 a 50 cm de la pantalla), [la densidad de flujo](#) (a frecuencias de red) de los campos magnéticos alternos es típicamente inferior a 0,7 μT . [Las intensidades de los campos eléctricos](#) alternos en las posiciones del usuario varían de menos de 1 V/m a 10 V/m.

Efectos sobre la salud

Entre los muchos estudios realizados sobre grupos de usuarios de ordenadores, se han descrito diversos efectos que incluyen dolores de cabeza, fatiga, afecciones cutáneas, cataratas o riesgo de aborto precoz y otros problemas en el embarazo. En general, estos estudios coinciden en señalar que no serían los CEM los causantes de los citados problemas, sino más bien otros factores ergonómicos (posición inadecuada, alta concentración de polvo u otros materiales suspendidos en el aire y atraídos por la electricidad estática) y de ambiente de trabajo (sedentarismo, ansiedad).

4.4.- CAMPOS DE RADIOFRECUENCIAS (RF) de 10 MHz a 300 GHz

El uso de fuentes de radiofrecuencia está muy extendido. En el hogar se encuentran varias fuentes de campos de RF como los hornos microondas, los teléfonos móviles, las alarmas antirrobo, los dispositivos [Wi-Fi](#), el [bluetooth](#). En el medio ambiente la mayoría de los campos tienen su origen en la radioteledifusión y en instalaciones de telecomunicaciones.

Existe información disponible sobre las emisiones procedentes de fuentes de RF mediante mediciones "in situ" que se pueden utilizar para evaluar el cumplimiento de los valores recomendados. Sin embargo, la información sobre la exposición de las personas individuales, necesaria principalmente para los estudios epidemiológicos, es aún escasa. Es preciso optimizar la metodología para evaluar la exposición individual. Además es importante tener en cuenta múltiples fuentes de exposición y no centrarse en fuentes individuales como, por ejemplo, estaciones base de telefonía móvil.

Por último, el hecho de que exista un cambio continuo de tecnologías, por ejemplo, de la tecnología analógica a la televisión digital, o la aparición de nuevas tecnologías como ultra-banda ancha ([UWB](#)) en el mercado, conduce a patrones cambiantes de la exposición de población a largo plazo.

Las RF suelen expresarse en forma de densidad de potencia medida en vatios por metro cuadrado (W/m^2) y a efectos de dosimetría en forma de [tasas de absorción específica \(SAR\)](#). Las SAR son el fundamento de la práctica totalidad de directrices sobre exposición a RF. La SAR se define en vatios por kg (W/kg) y es la tasa de

absorción de la energía de RF por unidad de masa de tejido. Representa la energía absorbida por unidad de masa en un determinado intervalo de tiempo. Los niveles de SAR se pueden referir al cuerpo entero o a partes específicas. La SAR puede verse afectada por diversos factores físicos, biológicos y ambientales. La mayoría de los materiales que suelen encontrarse en las viviendas no bloquean los campos de RF.

Entre las fuentes que operan cerca del cuerpo humano están los teléfonos móviles, los teléfonos inalámbricos, el Bluetooth y los dispositivos Wi-Fi. La mayor exposición proviene de los teléfonos móviles, cuya [SAR](#) va desde 0,2 a 1,5 W/Kg (en situación de máxima [potencia](#)).

Entre las fuentes que operan lejos de cuerpo se encuentran las estaciones base de telefonía móvil, las antenas de radio y televisión o los radares.

4.4.1.- FUENTES QUE OPERAN CERCA DEL CUERPO

4.4.1.1.- Teléfonos móviles

Las ondas de RF de los teléfonos móviles provienen de la antena que se encuentra dentro del aparato. Las ondas son más fuertes en el punto donde está la antena y van perdiendo energía a medida que se alejan del teléfono. Cuanto más cerca de la cabeza esté la antena, se espera que sea mayor la exposición de la persona a la energía de la RF. La radiación solo es importante cuando el teléfono transmite y no cuando está en espera.

La intensidad de la exposición durante una llamada depende de la conexión, cuanto mejor es la conexión menor es la radiación que emite, y del modelo de teléfono.

Las tecnologías de comunicación móvil más utilizadas en Europa son las tecnologías digitales GSM 900, GSM 1800 y UMTS (Sistema Universal de comunicaciones móviles). Las tecnologías analógicas apenas se utilizan. El [GSM](#) (Sistema global para las comunicaciones móviles) es un estándar para telefonía móvil digital que se utiliza principalmente para telefonía y envío de mensajes, son los llamados móviles de segunda generación (2G). El [UMTS](#) son los llamados móviles de tercera generación (3G). Son los que más se utilizan en la actualidad y combinan telefonía móvil con conexión a Internet de banda ancha alcanzando una velocidad de transferencia de datos superior al GSM. Los móviles de cuarta generación 4G son una fusión de tecnologías y protocolos, la principal diferencia con las generaciones predecesoras es la transmisión de alta velocidad (50 - 100 Mbps)²².

En general la cantidad de energía de RF a la que una persona está expuesta depende de muchos factores, incluyendo:

- La cantidad de tiempo que se usa el teléfono.
- El modelo del teléfono: Los modelos antiguos (analógicos) utilizan más energía que los teléfonos más recientes (digitales). La exposición debida a un teléfono de 3G es, según algunos estudios, 1000 veces menor que la exposición debida a un teléfono de 2G (Baumann et al. 2006)²³.
- La cercanía a la cabeza, utilización de manos libres.
- La distancia de la antena más cercana: cuanto más alejada se encuentre la antena, se requerirá de más energía para conseguir una señal adecuada, así como al estar dentro de un edificio.
- La cantidad del tráfico de señales de telefonía en una región en cierto momento.

²² Mbps= megabit por segundo = 10^6 bits por segundo

²³ Baumann J, Landstorfer FM, Geisbusch L, Georg R. Evaluation of radiation exposure by UMTS mobile phones. Electronics Letters 2006; 42:225-6.

El límite para el uso del teléfono móvil es la [tasa de absorción específica \(SAR\)](#) de 2W/kg para la cabeza humana. Los teléfonos móviles se ponen a prueba bajo las peores condiciones posibles, es decir, al más alto nivel de energía. En estas circunstancias, los valores máximo de SAR promedios varían entre 0,2 y 1,5 W/kg, dependiendo del tipo de teléfono móvil.

Los aparatos de telefonía móvil están dotados de un control de potencia que reduce automáticamente la potencia emitida, hasta en un factor de 1000 para GSM y de 100 millones para UMTS cuando no es necesaria una mayor intensidad para una transmisión estable.

Los fabricantes de teléfonos tienen la obligación de demostrar que cumplen los requisitos de la Directiva Europea y de informar del nivel de SAR de sus productos. Cada teléfono tiene su nivel de SAR. En Europa, organismos como el Comité Europeo para la Normalización Electrotécnica ([CENELEC](#)) especifican los métodos normalizados que se deben utilizar para probar los teléfonos móviles.

Límites recomendados y niveles de exposición para teléfonos móviles²⁴.

Frecuencia		Restricciones básicas	Nivel de referencia	Niveles de exposición máximos medidos en la población	
				SAR (cabeza y tronco) (W/kg)	Densidad de potencia (W/m ²)
GSM	900-1800 MHz	2	4,5-9	0,2-1,5	decenas de mW/m ²
UMTS	2100 MHz	2	10		< 1 mW/m ² ²⁵

Efectos de los teléfonos móviles sobre la salud

Los teléfonos móviles se utilizan a muy poca distancia de la cabeza; por lo tanto, en lugar de estudiar el efecto del calentamiento en todo el cuerpo, se debe determinar la distribución de la energía que absorbe la cabeza del usuario.

Se han planteado también dudas sobre otros efectos, llamados «efectos no térmicos», producidos por la exposición a frecuencias de teléfonos móviles. Se ha sugerido que podrían producirse efectos sutiles sobre las células que podrían influir en el desarrollo del cáncer. También se ha planteado la hipótesis de posibles efectos sobre los tejidos excitables por estímulos eléctricos que podrían influir en la función del cerebro y los tejidos nerviosos.

En relación al efecto a largo plazo, la IARC ha catalogado a los campos electromagnéticos de radiofrecuencias como posibles cancerígenos para los humanos (grupo 2B) en el mes de mayo de 2011. A principios de 2012 no ha publicado la monografía.

²⁴ Fuente: SCENIHR (Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks). Health Effects of Exposure to EMF. 19 January 2009
http://ec.europa.eu/health/ph_risk/committees/04_scenih/ docs/scenih_r_022.pdf

²⁵ 1 mW= 10⁻³ W = 0,001W

Se han realizado multitud de estudios, pero ninguna evaluación sanitaria definitiva ha podido definirse para los siguientes efectos:

Efectos sobre el sistema hormonal e inmunitario. Se han podido observar ciertos efectos sobre diferentes hormonas tras la exposición a las radiaciones de los teléfonos móviles, pero los resultados han sido inconsistentes por lo que no se ha realizado ninguna valoración sobre los efectos en el equilibrio hormonal. Respecto a los efectos en el sistema inmunitario no se ha podido evaluar debido a los pocos resultados obtenidos.

Efectos sobre la actividad cerebral. Las radiaciones de los teléfonos móviles pueden influenciar la actividad cerebral, tanto en vigilia como dormidos, pero los efectos sobre la salud de este cambio en la actividad cerebral no son conocidos hoy en día.

Funciones cognitivas y tiempo de reacción. Se ha declarado un acortamiento de los tiempos de reacción debido a las radiaciones de los teléfonos móviles; pero estos resultados solo aparecen en los estudios más recientes.

Sensaciones auditivas ligadas a las microondas. No existe ningún resultado que indique que las radiaciones de los teléfonos móviles impliquen aparición de acúfenos (sensación acústica que no corresponde a ningún sonido real exterior).

Efectos sobre el sistema circulatorio. La influencia de las radiaciones de los teléfonos móviles sobre la presión arterial, los pulsos, la frecuencia cardiaca así como la circulación sanguínea, solo se ha estudiado en raras ocasiones que no han dado resultados probados.

Efectos sobre el bienestar. Las entrevistas realizadas entre los usuarios han puesto en evidencia la aparición de síntomas no específicos, tales como fatiga, vértigos, dolor de cabeza. Ningún buen estudio epidemiológico ha podido probar la relación entre el uso de los móviles y estos efectos. De todos modos los efectos a largo plazo no han podido ser estudiados exhaustivamente por lo que no ha sido posible hacer una estimación definitiva de los efectos de radiaciones de los teléfonos móviles sobre el bienestar en general.

Efectos sobre el sueño. En algunos estudios de laboratorio se ha podido establecer una relación entre la exposición a radiaciones de los teléfonos móviles y un tiempo más corto de adormecimiento, así como una modificación de la actividad eléctrica del cerebro durante el sueño. Pero en numerosos estudios no se ha podido demostrar el efecto agudo sobre el sueño de las radiaciones de los teléfonos móviles. Tampoco los estudios epidemiológicos han puesto en evidencia ninguna relación entre la calidad del sueño y la exposición a radiaciones de alta frecuencia.

Tumores de cerebro en adultos. Se han recopilado diversas informaciones sobre los efectos genotóxicos y cancerígenos de las radiaciones de alta frecuencia y los esfuerzos de la investigación actual se centran en determinar si las radiaciones de los teléfonos móviles aumentan el riesgo de tumores cerebrales. La mayoría de los estudios llevados a cabo hasta el presente no han podido establecer una clara relación para los 10 primeros años de uso del teléfono móvil. La interpretación de los distintos estudios es complicada, por un lado por la pequeña envergadura de los estudios pero también por la larga duración de la latencia de los tumores cerebrales y también por la dificultad de estimar la intensidad de la exposición. En el estudio [INTERPHONE](#), no se ha observado que el uso del teléfono móvil por un periodo igual o superior a 10 años, suponga un riesgo mayor de padecer gliomas o meningiomas. Sí ha sugerido un aumento del riesgo de cáncer de cerebro (glioma) para los sujetos que han realizado un uso intensivo del móvil (30 minutos/ día en 10 años). Las distintas incertidumbres limitan la fuerza de las conclusiones que se pueden extraer de estos análisis e impiden establecer una relación causal.

Otros tumores en los adultos. Los estudios realizados hasta el momento sobre la relación entre cánceres oculares y radiaciones de los teléfonos móviles no han aportado ningún resultado probado, pero no se ha excluido un riesgo eventual. En el año 2006 en Dinamarca se ha estudiado la posibilidad de contraer 15 diferentes tipos de cánceres en personas que tenían un contrato con un operador de telefonía móvil entre 1982 y 1995. No se ha podido establecer relación entre el uso del teléfono móvil y el cáncer.

En octubre de 2011 se ha publicado una actualización del seguimiento de una cohorte de usuarios de móviles daneses, donde se ha seguido desde 1990 a 2007 a personas inscritas en las compañías de teléfonos móviles y se ha estudiado la aparición de tumores cerebrales. No se ha encontrado un incremento del riesgo de tumor del SNC, lo que da lugar a poca evidencia de asociación causal.

Tumores cerebrales en niños. No existe información sobre el riesgo de tumores cerebrales en niños y adolescentes. Hay que añadir la incertidumbre respecto a la absorción de radiaciones en la cabeza de un niño con el tejido nervioso en formación, por lo que se debe insistir en el uso de móviles de baja radiación especialmente entre los adolescentes y niños.

Problemas de concentración en los niños. Se ha publicado algún signo de la influencia de las radiaciones de alta frecuencia y problemas de comportamiento, pero es necesario un mayor número de estudios para confirmar esta relación.

Fertilidad y esperma. Existen pocos estudios que hayan valorado este efecto por lo que no existen estimaciones definitivas sobre la influencia de radiaciones de los teléfonos móviles y la fertilidad. La mayoría de los estudios analizan los efectos sobre la movilidad de los espermatozoides. De manera preventiva se aconseja no posicionar el aparato en la proximidad de los órganos sexuales cuando se utiliza un kit de manos libres.

Interferencia con los implantes. Los teléfonos móviles pueden crear interferencias con los marcapasos, desfibriladores implantados y estimuladores del cerebro. Los actuales son menos sensibles pero se preconiza una medida de seguridad de 30 cm.

4.4.1.2.- Telefonía fija inalámbrica, redes locales inalámbricas (WLAN, WI-FI), Bluetooth

Además de los teléfonos móviles, otras aplicaciones como teléfonos inalámbricos, con tecnología [DECT](#) (Telecomunicaciones inalámbricas mejoradas digitalmente), y los sistemas WLAN (redes inalámbricas locales) son muy comunes. Por lo general operan con [potencia](#) de salida inferior a los teléfonos móviles por lo que, la exposición está por debajo del nivel de la telefonía móvil.

Telefonía fija inalámbrica

Los sistemas [DECT](#) son similares al sistema GSM de los teléfonos móviles, pero el radio de operación es mucho menor (entre 25 y 100 m). El nivel de potencia máximo promediado en el tiempo de una estación base DECT es de 250 mW (tomando como ejemplo el peor caso con 25 terminales funcionando paralelamente). En un entorno familiar típico, el nivel de potencia máximo es de unos 10 mW.

Los niveles medidos de exposición a los teléfonos inalámbricos son unas 40 veces más bajos que los límites recomendados.

Así mismo, la exposición derivada de las bases disminuye mucho con la distancia; a 20 cm, el nivel de exposición es unas 20 veces menor que el límite recomendado y a 1 m de distancia unas 100 veces más bajo.

Límites recomendados y niveles de exposición para DECT²⁶

Sistema	Frecuencia	Restricciones básicas		Nivel de referencia		Niveles de exposición medidos en la población	
		SAR (cuerpo entero) (W/kg)	SAR (cabeza tronco) (W/kg)	Intensidad campo eléctrico (V/m)	Densidad de potencia (W/m ²)	SAR (cabeza tronco) (W/kg)	Intensidad campo eléctrico (V/m)
DECT (teléfono)	1,88-1,9 GHz	0,08	2	60	10	0,01-0,05	
DECT (base)		0,08	2	60	10		(a 20 cm) 3-6

Efectos de los teléfonos inalámbricos sobre la salud

La radiación procedente de la estación de base y teléfono es baja por lo que en el corto plazo no se deben de temer efectos en la salud.

Respecto a los efectos a largo plazo del teléfono, se están realizando estudios a veces en conjunto con los que valoran los efectos de los teléfonos móviles. Hasta el momento los resultados no encuentran asociación entre el uso del teléfono inalámbrico y los tumores cerebrales. También se han estudiado los efectos sobre la calidad del sueño pero sin resultados concluyentes. Tampoco parece que tengan efectos sobre la función de la barrera hematoencefálica.

Respecto a los efectos a largo plazo de la base, no existen estudios epidemiológicos concretos sobre este dispositivo. Además pocos estudios valoran los potenciales efectos a largo plazo de una radiación tan débil como la de la base del inalámbrico.

Ni las bases ni los inalámbricos alteran los marcapasos cardiacos ni los desfibriladores.

Redes inalámbricas de área local WLAN y WI-FI

[Wi-Fi](#) es la tecnología más popular utilizada en las redes inalámbricas de área local ([WLAN](#)). Se trata de redes de dispositivos y equipos en los que la comunicación se produce a través de ondas de radio en lugar de cables de conexión.

Los dispositivos Wi-Fi deben estar equipados con antenas que transmiten y reciben ondas de radio a fin de permitir conexiones inalámbricas. Los dispositivos funcionan en bandas de frecuencias de 2,4 y 5 GHz.

El uso de redes inalámbricas de área local (WLAN) se ha incrementado rápidamente, ofreciendo flexibilidad y movilidad. Esto ha hecho que se convierta en la tecnología más popular entre una amplia gama de usuarios, incluyendo el sector de educación.

Con el uso de este sistema los ordenadores se conectan a Internet por medio de la red inalámbrica de área local (WLAN), eliminando o reduciendo la necesidad de las conexiones por cable. Las señales de Wi-Fi son de muy baja potencia, por lo general 0,1 vatios (100 mW), tanto en el equipo, como en el router. El valor pico de una terminal WLAN es de 200 mW, sin embargo los niveles promedio dependen del tráfico y por lo general son considerablemente más bajos.

²⁶ Fuente: Federal Office of Public Health (FOPH) of Switzerland
<http://www.bag.admin.ch/themen/strahlung/00053/index.html?lang=en>

Las frecuencias utilizadas son básicamente las mismas que las de otras aplicaciones de RF, como los teléfonos de radio FM, televisión y telefonía móvil.

De acuerdo a los conocimientos actuales, la exposición a RF de Wi-Fi es probable que sea inferior a la de los teléfonos móviles, y solo sería similar a la de los móviles en el caso de proximidad a las antenas de punto de acceso de los sistemas. La exposición a estos sistemas disminuye mucho con la distancia y la SAR cabeza tronco promediada, en condiciones normales de utilización está por debajo de los 0,6 W/kg.

Límites recomendados y niveles de exposición para WLAN (WI-FI)²⁷

Sistema	Frecuencia	Restricciones básicas		Nivel de referencia		Niveles de exposición medidos en la población	
		SAR (cuerpo entero) (W/kg)	SAR (cabeza tronco) (W/kg)	Intensidad campo eléctrico (V/m)	Densidad de potencia (W/m ²)	SAR (cabeza tronco) (W/kg)	Intensidad campo eléctrico (V/m)
WI-FI 802.11	2,4-5 GHz	0,08	2	61	10	0,06-0,7	(a 1 m) 1,5 0,39-1,7 ²⁸

Efectos de las redes locales inalámbricas (WLAN WIFI) sobre la salud

Según los conocimientos actuales las radiaciones de alta frecuencia generadas por las WIFI son demasiado débiles para provocar la absorción y el consiguiente aumento de temperatura para provocar efectos agudos detectables. Los efectos a largo plazo y los efectos no térmicos han sido poco estudiados. En este momento si las redes locales se mantienen por debajo de los valores límites en vigor no se puede concluir que sean un riesgo para la salud.

Otro sistema que comienza a utilizarse en Europa es UWB (banda ultraancha) son dispositivos que utilizan un ancho de banda mayor que 500 MHz, puede usar frecuencias que van desde 3,1 GHz hasta 10,6 GHz, permiten paquetes de información muy grandes en distancias cortas. Los niveles de densidad de potencia de esta tecnología están por debajo de 0,0001 W/m² (nivel de referencia 10 W/m²)

Las aplicaciones incluyen la comunicación, así como la detección y la identificación. Ya están disponibles micrófonos inalámbricos y es probable que entren en el mercado en un futuro próximo una serie de aplicaciones para oficina, entretenimiento el hogar y médicos. Puede ser utilizado para detectar personas enterradas, y se puede utilizar para evitar las colisiones de tráfico y para transmitir los datos de tráfico (Schmid et al 2008)²⁹

²⁷ Fuentes:

- SCENIHR (Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks). Health Effects of Exposure to EMF. 19 January 2009
http://ec.europa.eu/health/ph_risk/committees/04_scenih/ docs/scenih_r_022.pdf
- Federal Office of Public Health (FOPH) of Switzerland
<http://www.bag.admin.ch/themen/strahlung/00053/index.html?lang=en>

²⁸ Medidas de intensidad de campo eléctrico (E) realizadas por el Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicaciones del País Vasco encargadas por el Departamento de Educación del Gobierno Vasco en distintos lugares y en las condiciones más desfavorables posibles fueron de 0,39 V/m en un aula de una ikastola y de 1,7 V/m en un lugar público.

²⁹ Schmid G, Cecil S, Petric B, Neubauer G, Pérez, LA: Bestimmung der Exposition durch Ultra – Wideband Technologien [German], June 2008, ARC-IT-0237. Disponible en: http://www.emf-forschungsprogramm.de/forschung/dosimetrie/dosimetrie_abges/dosi_092.html

Límites recomendados y niveles de exposición para UWB³⁰

Frecuencia	Restricciones básicas		Nivel de referencia		Niveles de exposición medidos en la población		
	SAR (cuerpo entero) (W/kg)	SAR (cabeza tronco) (W/kg)	Intensidad campo eléctrico (V/m)	Densidad de potencia (W/m ²)	SAR (cabeza tronco) (W/kg)	Densidad de potencia (W/m ²)	Intensidad campo eléctrico (V/m)
3,1-10,6 GHz	0,08	2	61	10		<0,0001	

Bluetooth

Las conexiones de radio vía [bluetooth](#) se utilizan para transmitir voz y datos en distancias cortas utilizando radiaciones de alta frecuencia. Este sistema permite conectar diferentes dispositivos sin cable: un teléfono móvil con un auricular, un ordenador con una impresora etc. Funcionan en bandas de frecuencia de 2,4 GHz

Las aplicaciones típicas de este sistema son las siguientes:

- Manos libres con un teléfono móvil o un teléfono inalámbrico
- Los teléfonos inalámbricos para telefonía por Internet ([Voz sobre IP o VoIP](#))³¹
- Sincronización de agendas electrónicas entre ellas y con el ordenador
- Las conexiones inalámbricas para reproductores de audio y vídeo o MP3
- La conexión inalámbrica entre computadoras, impresoras, ratones, cámaras digitales, etc.
- Conexiones de un teléfono móvil a una antena externa en los vehículos
- Monitorización de pacientes en hospitales

Se diferencian tres clases distintas (1, 2 y 3) según la potencia de transmisión, siendo totalmente compatibles los dispositivos de una clase con los de las otras. Se requiere control de potencia para la clase 1, para la 2 y 3 es opcional. Algunos teléfonos móviles pueden acceder a Internet a través de las transmisiones de clase 1.

Como la energía que emite la clase 1 es muy alta se recomienda desconectar la conexión a Internet para hacer llamadas con estos aparatos para evitar la exposición suplementaria.

³⁰ Fuente: SCENIHR (Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks). Health Effects of Exposure to EMF. 19 January 2009
http://ec.europa.eu/health/ph_risk/committees/04_scenihr/docs/scenihr_o_022.pdf

³¹VoIP: es un grupo de recursos que hacen posible que la señal de voz viaje a través de Internet empleando un protocolo IP

Potencia	Potencia de emisión pico (mW)	Alcance
Clase 1	100	100 metros
Clase 2	2.5	40 metros
Clase 3	1	10 metros

Límites recomendados y niveles de exposición para Bluetooth³²

Frecuencia	Restricciones básicas		Nivel de referencia		Niveles de exposición máximos medidos en la población	
	SAR (cuerpo entero) (W/kg)	SAR (cabeza tronco) (W/kg)	Intensidad campo eléctrico (V/m)	Densidad de potencia (W/m ²)	SAR (cabeza tronco) (W/kg)	Intensidad campo eléctrico (V/m)
2,4 GHz	0,08	2	61	10	0,01-0,4	(a 20cm) 0,4-3

Efectos del Bluetooth sobre la salud

Según los conocimientos actuales las radiaciones de alta frecuencia generadas por las redes de Bluetooth son demasiado débiles para provocar absorción y la consiguiente subida de temperatura y efectos agudos detectables.

Los efectos a largo plazo y los efectos no térmicos están todavía poco estudiados. Dado que las dosis y potencias de emisión de las bases de los aparatos Bluetooth de clase 2 y 3 son muy bajas, no se temen efectos negativos en la salud.

No se conocen los efectos sobre la salud de los aparatos emisores Bluetooth de clase 1, por lo que se están llevando a cabo investigaciones internacionales.

4.4.2.- FUENTES QUE OPERAN LEJOS DEL CUERPO

4.4.2.1.- Antenas de Televisión y radio

Las señales de radio se pueden describir como de modulación de amplitud (AM, en inglés) o de modulación de frecuencia (también llamada frecuencia modulada o por las siglas en inglés, FM) dependiendo de la forma de transmisión de la información. Las señales de radio de [AM](#) se pueden utilizar para la difusión a distancias muy largas, mientras que las ondas de [FM](#) abarcan zonas menores pero pueden proporcionar una mejor calidad de sonido.

³² Federal Office of Public Health (FOPH) of Switzerland
<http://www.bag.admin.ch/themen/strahlung/00053/index.html?lang=en>

Las señales de radio de AM se transmiten por medio de grandes baterías de antenas, que pueden tener alturas de decenas de metros, situadas en lugares inaccesibles para la población. Los niveles de exposición en lugares muy cercanos a las antenas y cables de alimentación pueden ser altos (hasta de 0,03 W/m² de [densidad de potencia](#)), pero afectan al personal de mantenimiento y no a la población general.

Las antenas de televisión y de radio en FM son mucho más pequeñas que las de AM y se montan en baterías de antenas situadas en lo alto de grandes torres que sirven únicamente como estructuras de soporte. La población puede acceder a la parte baja de estas torres porque los niveles de exposición cerca de la base son inferiores a los límites recomendados. Los valores máximos medidos en áreas accesibles para el público en general, son inferiores a 0,01 W/m² ([nivel de referencia](#) 2 W/m²). En ocasiones, se montan en lo alto de edificios pequeñas antenas de televisiones y radios locales, en cuyo caso puede ser necesario controlar el acceso a estas zonas.

En cuanto a la nueva tecnología de [TV digital \(DVB-T\)](#), según un estudio austriaco (Giczi 2004)³³ los niveles de exposición varían entre 0,000003 y 0,04 W/m². El rango de exposición es similar a los sistemas de televisión analógica. Sin embargo, los sistemas digitales requieren más transmisores que los sistemas analógicos; por lo tanto, cabe esperar un nivel de exposición ligeramente superior.

Otros ejemplos de fuentes relevantes son las nuevas tecnologías como la radiodifusión de audio digital (DAB) y el sistema [WiMAX](#) que permite la recepción de datos por microondas y retransmisión por ondas de radio. Una de sus ventajas es dar servicios de banda ancha en zonas donde el despliegue de cable o fibra por la baja densidad de población presenta unos costos por usuario muy elevados (zonas rurales).

Límites recomendados y niveles de exposición para antenas radio y televisión ³⁴

		Restricciones básicas	Nivel de referencia	Niveles de exposición máximos medidos en la población
Sistema	Frecuencia	SAR (cuerpo entero) (W/kg)	Densidad de potencia (W/m ²)	Densidad de potencia (W/m ²)
Radio FM	100 MHz	0,08	2	<0,01
Televisión terrestre VHF	54-216 MHz	0,08	2	-
Televisión terrestre UHF	470-830 MHz	0,08	2,35-4,15	-
TV digital	470-830 MHz	0,08	2,35-4,15	0,04

³³ Giczi W. Expertise EE-EMV-S 233/04, Elektromagnetische Felder in Graz, 2004.

³⁴ Fuente: SCENIHR (Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks). Health Effects of Exposure to EMF. 19 January 2009 http://ec.europa.eu/health/ph_risk/committees/04_scenihr/docs/scenihr_o_022.pdf

4.4.2.2.- Estaciones base de telefonía móvil

Una red de telefonía móvil opera con dos elementos de comunicación, el teléfono y la estación base.

Las estaciones base de telefonía móvil normalmente se instalan en lo alto de edificios o en torres, a alturas de entre 15 y 50 metros. Los niveles de las transmisiones desde una determinada estación base son variables y dependen del número de llamadas y de la distancia a la estación base de quienes realizan las llamadas. Las antenas emiten un haz muy estrecho de ondas de radio que se propaga de forma casi paralela al suelo. En consecuencia, al nivel del suelo y en regiones que normalmente son de acceso público, las intensidades de los campos de radiofrecuencia son muy inferiores a los niveles considerados peligrosos. Sólo se superarían los niveles recomendados si una persona se acercara a menos de un metro o dos de las antenas.

Hasta que los teléfonos móviles empezaron a usarse de forma generalizada, la población estaba expuesta principalmente a emisiones de radiofrecuencia de estaciones de radio y televisión. Incluso hoy en día, las torres de telefonía apenas aumentan el nivel de exposición total que experimentamos, ya que la intensidad de las señales en los lugares de acceso público es normalmente similar o inferior a la de las estaciones de radio y televisión distantes.

El [nivel de referencia](#) para la exposición de la población en general a frecuencias de 900 MHz es de 4,5 W/m² de [densidad de potencia](#). El rango de exposición de la población a las señales de [GSM](#) está entre algunos cientos de nW/m² hasta decenas de mW/m², esta variación depende de varios factores medioambientales, incluyendo la distancia³⁵.

Para las señales [UMTS](#) (frecuencias de 2000 MHz), los datos disponibles son limitados. En algunos casos se han medido valores de poco más de 1 mW/m², mientras que los niveles mínimos medidos son de unos pocos cientos nW / m². El [nivel de referencia](#) para las señales UMTS es de 9,55 W/m²

En España, el [RD 1066/2001](#), establece que los Servicios Técnicos del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (MITyC) elaborarán planes de inspección para comprobar que las instalaciones emisoras cumplen lo establecido en el Reglamento.

En el último informe, publicado en 2010 por el MITyC ([MITyC informe 2009](#)) correspondiente a las actuaciones llevadas a cabo en 2009, se especifica que las cantidades medidas cerca de las antenas de telefonía móvil son muy débiles, cientos o miles de veces inferiores a los valores de referencia (en densidad de potencia) permitidos para las emisiones de las bandas UMTS (9,55 W/m²) y GSM (4,50 W/m²). El valor máximo de densidad de potencia medido en los promedios por provincias, es de 0,05 W/m² a 900 MHz.

Los resultados de las medidas realizadas en lugares sensibles (guarderías, centros de educación infantil, centros de salud, hospitales, parques públicos) en 2009 (ver anexo 1 de informe) oscilan entre el máximo de 0,022 W/m² en Madrid y el mínimo de 0,00007W/m² en Ceuta, estando la media nacional del nivel de radiación en 2009 en 0,00462 W/m². En el País Vasco en 2009 se realizaron medidas en 18 lugares sensibles (6 centros de enseñanza y 12 parques públicos) y el nivel promedio medido fue de 0,00137 W/m².

³⁵ 1nW = 10⁻⁹ W = 0,000000001 W
1 mW = 10⁻³ W = 0,001 W

Así mismo, en el citado informe (anexo 2) se especifican los resultados de las auditorías de las certificaciones presentadas por las operadoras de telefonía móvil para verificar la validez de la información que aportan.

Toda la información sobre las emisiones de las distintas estaciones base de TM puede consultarse en la página Web del MITyC:

<http://www.mityc.es/telecomunicaciones/Espectro/NivelesExposicion/Paginas/niveles.aspx>.

Límites recomendados y niveles de exposición para antenas de telefonía móvil³⁶.

		Restricciones básicas	Nivel de referencia	Niveles de exposición medidos en la población
Sistema	Frecuencia	SAR (cuerpo entero) (W/kg)	Densidad de potencia (W/m ²)	Densidad de potencia (W/m ²)
GSM	900-1800 MHz (0,9-1,8 GHz)	0,08	4,50	0,05
UMTS	2100 MHz (2,1 GHz)	0,08	9,55	0,001

4.4.2.3.- Radares

Los radares se utilizan para la navegación, la predicción meteorológica y para usos militares, entre otras diversas funciones. Emiten señales en forma de pulsos de microondas. La potencia máxima de cada pulso puede ser alta, aunque la potencia media sea pequeña. Muchos radares pueden girar o moverse arriba y abajo, lo que reduce la densidad de potencia media a la que están expuestas las personas en lugares cercanos a los radares.

4.4.3.- Hornos de microondas

Los hornos de microondas domésticos funcionan a potencias muy altas. Sin embargo, disponen de una protección eficaz que reduce la fuga de radiación de los hornos hasta niveles casi indetectables. No obstante, pueden producirse pequeñas fugas a través de la junta de la puerta del horno, que a 5 cm de la misma puede llegar a ser de 10 W/m² de [densidad de potencia](#). La intensidad de las fugas de microondas se reduce de forma muy pronunciada al aumentar la distancia. En muchos países, existen normas de fabricación que especifican los niveles máximos de fuga de radiación admisibles en hornos nuevos; un horno que cumpla dichas normas no supondrá peligro alguno para el consumidor.

Efectos de los microondas sobre la salud

Campos magnéticos de alta frecuencia. Se ha estudiado el efecto sobre los ojos. El cristalino es una zona no vascularizada, por lo que el calor que se acumula no puede ser evacuado y puede llevar a la opacidad de este (catarata). De todos modos los estudios han mostrado que con la puerta cerrada las radiaciones son muy débiles. No se dispone de estudios que hayan valorado los efectos sobre la salud ligados al aumento de la temperatura del cuerpo.

³⁶ Ministerio de Industria Turismo y comercio. Informe 2009. disponible en: http://www.mityc.es/telecomunicaciones/Espectro/NivelesExposicion/Informes/Informes%20anuales/informe_2009.pdf

Campos magnéticos de baja frecuencia. A pesar de que estos aparatos provocan campos de baja frecuencia, al estar en funcionamiento durante cortos periodos de tiempo, la exposición es escasa. Los estudios realizados no han podido evidenciar ninguna asociación entre los hornos microondas y los efectos en salud.

Límites recomendados y niveles de exposición para los hornos microondas (2,45 GHz)³⁷

Restricciones básicas			Nivel de referencia		Niveles de exposición máximos medidos en la población		
SAR (cuerpo entero) (W/kg)	SAR (cabeza tronco) (W/kg)	SAR (miembros) (W/kg)	Intensidad campo eléctrico (V/m)	Densidad de potencia (W/m ²)	SAR (cabeza tronco) (a 5 cm)	SAR (cuerpo entero) (a 30 cm)	Densidad de potencia (W/m ²)
0,08	2	4	61	10	0,256	0,0056	4,1

³⁷ Federal Office of Public Health (FOPH) of Switzerland
<http://www.bag.admin.ch/themen/strahlung/00053/00673/03752/index.html?lang=en>

5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La exposición a CEM no es reciente, estamos expuestos a campos eléctricos que se producen durante las tormentas y al campo magnético del núcleo terrestre. Los campos electromagnéticos de origen no natural proceden de los electrodomésticos habituales en las viviendas, de las líneas de alta tensión y ya más recientemente de los teléfonos móviles, de las antenas de telefonía, de los dispositivos WIFI etc.
Para más información: <http://www.who.int/peh-emf/about/WhatisEMF/es/index.html>
- Con el conocimiento actual no se ha llegado a un consenso sobre los efectos para la salud de la exposición a CEM, no obstante la IARC ha clasificado los campos magnéticos de frecuencia extremadamente baja (líneas de alta tensión, aparatos electrodomésticos como neveras, secadores de pelo etc.) y de radiofrecuencias (móviles, WIFI etc.) como posibles cancerígenos para humanos (Grupo 2B).
Para más información: <http://www.gencat.cat/mediamb/sosten/telf/pdf/aecc.pdf>
- La Comisión Europea mantiene la financiación para la investigación sobre CEM y efectos en salud con varios proyectos actualmente en ejecución (MOBI-KIDS³⁸, SEAWIND³⁹ y ARIMMORA⁴⁰).
Para más información:
http://ec.europa.eu/health/electromagnetic_fields/docs/pub_emf_ec_activites2011_wik_en.pdf
- Con el fin de proteger a la población de los posibles efectos para la salud derivados de la exposición a CEM el Consejo de la Unión Europea, basándose en las directrices de la ICNIRP⁴¹, publicó una Recomendación 1999/519/CE) relativa a la exposición a CEM (0 Hz a 300 GHz). Asumiendo los criterios de esta Recomendación en el Estado en 2001 se aprobó el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas. (RD 1066/2001).
- El 27 de mayo de 2011 la Asamblea del Parlamento de Europa en Resolución 1815 recomienda a los estados miembros tomar medidas dirigidas a :
 - reducir la exposición a campos electromagnéticos, especialmente a las frecuencias de radio de los teléfonos móviles, y en particular la exposición de los niños y jóvenes que parecen estar en mayor riesgo de tumores de cabeza
 - la protección de los niños
 - la evaluación de riesgos y medidas de precaución.

Para más información:

<http://assembly.coe.int/mainf.asp?link=/documents/adoptedtext/tal1/eres1815.htm>

³⁸ www.mbkds.com

³⁹ <http://seawind-fp7.eu/>

⁴⁰ http://ec.europa.eu/health/electromagnetic_fields/docs/fp7_arimmora.pdf

⁴¹ Consejo Internacional de Protección contra la radiaciones No Ionizantes, es una organización reconocida por la OMS, que basándose en los estudios científicos existentes elabora directrices para establecer los límites de exposición recomendados.

- El Ministerio de Industria, Turismo y Comercio realiza mediciones en lugares sensibles y auditorías de las certificaciones presentadas por los operadores. Para más información:
<http://www.mityc.es/telecomunicaciones/Espectro/NivelesExposicion/Paginas/niveles.aspx>
- Ante la falta de datos de efectos en salud para exposiciones a largo plazo y para población infantil se recomienda un uso racional de los sistemas origen de CEM, sobre todo de los que operan cerca del cuerpo. En todos los casos la distancia disminuye la exposición, además en el caso de los móviles cuanto más actual sea el aparato y mayor la cobertura menor será la exposición. Para más información sobre uso de móviles en los niños
<http://www.mmfa.org/public/docs/es/telefonosmovilesninos%2Epdf>

RECOMENDACIONES

Lámparas de bajo consumo

- Para reducir la exposición a las radiaciones UV y a los campos eléctricos, mantener una distancia de 30 cm a las lámparas.

Cocinas de inducción

- Adaptar el ancho de la cazuela a la zona de cocción. No utilizar cazuelas pequeñas en una zona grande, por el contrario cubrir totalmente la zona de cocción con cazuelas que tengan el diámetro adecuado. Colocar siempre la cazuela en medio de la zona de cocción.
- Es imprescindible utilizar cazuelas concebidas especialmente para garantizar la transferencia de energía eficaz de la cocina a la cazuela. Estas cazuelas son designadas por los fabricantes como apropiadas para las cocinas de inducción.
- Se puede reducir de un modo importante la exposición a los campos magnéticos manteniéndose a una distancia de 5-10 cm de la cocina.
- No utilizar utensilios de cocina de metal para evitar el flujo de las corrientes a través de su cuerpo.

Horno microondas

- Consultar las instrucciones y prescripciones de seguridad contenidas en el modo de empleo.
- Vigilar la limpieza del cuadro de la puerta y de las juntas de estancamiento, y controlar el buen funcionamiento de los sistemas de cerrado de la puerta, la estanquidad y el buen estado del cuerpo del aparato. No utilizar en ninguna circunstancia aparatos defectuosos.

Teléfono móvil

- Para reducir la exposición, se aconseja seguir las precauciones siguientes:
 - Utilizar un teléfono con un valor SAR (Specific absorption rate – Tasa de absorción específica) bajo.
 - Ser breve en las conversaciones o utilizar SMS.

- La utilización de un kit manos libres con un emisor Bluetooth con poca emisión permite reducir la carga absorbida por la cabeza.
- En la medida de lo posible telefonar solo cuando la cobertura sea buena.
- Información suplementaria:
 - No usar el móvil si está conduciendo, aunque disponga de un kit "manos libres" ya que aumenta el riesgo de accidentes.
 - Cuidado con los llamados "accesorios anti-radiación" ya que pueden alterar la calidad de la comunicación y entrañar un aumento de exposición.
 - Los portadores de implantes médicos activos deben respetar una distancia de 30 cm entre el móvil y el implante.

Teléfono inalámbrico

- Mantener una distancia de 50 cm entre la estación de base (DECT) y los lugares de estancia prolongada como sitios de reposo o trabajo.
- Si pasa mucho tiempo hablando por teléfono, utilizar un teléfono con hilo o auriculares. Es importante tener en cuenta que existen teléfonos con hilo que utilizan también la tecnología DECT y que por lo tanto emiten radiaciones.
- Existen en el comercio teléfonos con tecnología DECT con radiación débil. También existen modelos que no emiten radiación cuando el teléfono está colgado y otros que emiten radiación muy reducida cuando la ligazón entre la base y el aparato es de buena calidad.

WLAN (Red local inalámbrica)

- Encender la red WLAN solo cuando sea necesario. Es importante apagar la función WLAN en el portátil, ya que si no el ordenador no cesa de buscar la red, lo que provoca radiaciones suplementarias y vacía la batería.
- No sostener el ordenador portátil contra el cuerpo mientras la red WLAN esté conectada.
- Instalar los puntos de acceso a un metro de los lugares de trabajo, de estancia o descanso si estos están ocupados durante periodos largos.
- Colocar el punto de acceso de manera central para que todos los aparatos conectados tengan una buena recepción.
- El emisor WLAN solo puede utilizarse con la antena que ha aportado el fabricante. Si la antena no se corresponde con el emisor, la potencia de emisión máxima autorizada puede superarse.

Interfono para bebés

- Colocar el interfono por lo menos a un metro de la cama del niño.
- No utilizar los aparatos que emitan constantemente, Regular el modulo del bebé sobre el modo "puesta en marcha automática con la voz" o "VOX".
- Si el interfono esta conectado con un adaptador, tener en cuenta que el adaptador se encuentre al menos a 50 cm de la cama del niño.

6.- BIBLIOGRAFIA

[AFSSET-2009] Mise à jour de l'expertise relative aux radiofréquences, Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail, Comité d'Experts Spécialisés liés à l'évaluation des risques liés aux agents physiques, aux nouvelles technologies et aux grands aménagements , Groupe de Travail Radiofréquences, Octobre 2009.

<http://www.afsset.fr/index.php?pageid=2456>

[Ahlbom -2009]

Ahlbom, A., Epidemiologic Evidence on Mobile Phones and Tumor Risk: A Review. Epidemiology 20(5), 639-652 (2009).

http://journals.lww.com/epidem/Abstract/2009/09000/Epidemiologic_Evidence_on_Mobile_Phones_and_Tumor.5.aspx

[Baumann 2006]

Baumann J, Landstorfer FM, Geisbusch L, Georg R. Evaluation of radiation exposure by UMTS mobile phones. Electronics Letters 2006; 42:225-6.

[BioR-2007] "BioInitiative Report: A Rationale for a Biologically-based Public Exposure Standard for Electromagnetic Fields (ELF and RF)" .

<http://www.bioinitiative.org/>

[CCARS-2009] Informe sobre radiofrecuencias y salud (2007-2008). Comité Científico Asesor en Radiofrecuencias y Salud (CCARS), Ed. Complutense, Madrid 2009, ISBN 9788474919912

<http://www.ccars.es>

[CCARS-2011] Informe sobre radiofrecuencias y salud (2009-2010). Comité Científico Asesor en Radiofrecuencias y Salud (CCARS). Disponible en:

http://www.ccars.es/sites/default/files/Informe_CCARS_2009-2010.pdf

[CCARS-WI-FI-2011] Informe sobre sistemas WI-FI. Octubre 2011.

http://www.ccars.es/sites/default/files/Doc_Posicionamiento_CCARS_Sistemas_WIFI.pdf

[Consejo de Europa 2011] Council of Europe. Parliamentary Assembly. Doc. 12608 del 6 de mayo de 2011 "The potential dangers of electromagnetic fields and their effect on the environment"

http://assembly.coe.int/main.asp?Link=/documents/workingdocs/doc11/edoc12608.htm#P18_120

[COSMOS] Cohort Study of Mobile Phone Use and Health, (COSMOS).

<http://www.ukcosmos.org/>

[Deltour-2009] Deltour I., Johansen C., Auvinen A., Feychting M., Klaeboe L., Schüz J. Time trends in brain tumor incidence rates in Denmark, Finland, Norway, and Sweden, 1974-2003. J Natl Cancer Inst 101(24), 1721-1724 (2009).

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19959779>

[EMFnEAR] “Exposure at UMTS electromagnetic fields: study on potential adverse effects on hearing”. Project funded by the European Commission. Framework of the Programme of Community Action in the Field of Public Health of the EC, DG Health and Consumer Protection.

Página web del proyecto:

<http://www.emfnear.polimi.it/>

<http://ec.europa.eu/eahc/projects/database.html?prjno=2004127>

[EMF-NET] “Effects Of The Exposure To Electromagnetic Fields: From Science To Public Health”. March 1, 2004 - August 31, 2008 . Project funded by the European Commission, 6th Framework Programme.

<http://web.jrc.ec.europa.eu/emf-net/>

[Friburgo] Declaración de Friburgo

http://www.igumed.de/images/fa_1_03.pdf

[Giczi 2004] Giczi W. Expertise EE-EMV-S 233/04, Elektromagnetische Felder in Graz, 2004.

Grupo de trabajo de Campos Electromagnéticos 2011. Metodología para gestionar posibles demandas relacionadas con campos electromagnéticos.

[HPA-WIFI-2009] Posición de la HPA sobre Wi-Fi (26 Octubre 2009), Health Protection Agency (U.K.)

<http://www.hpa.org.uk/Topics/Radiation/UnderstandingRadiation/UnderstandingRadiationTopics/ElectromagneticFields/WiFi/>

[IARC 2002] International Agency for Research on Cancer. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Non Ionizing Radiations, 2002. Volume 80, Part I, Statics and Extremely Low Frequency (ELF) Electric and Magnetic Fields, Lyon, France. International Agency for research on cancer. Disponible en:

<http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/PDFs/index.php>

[IARC 2011] International Agency for Research on Cancer. Nota de prensa nº 208.

http://www.iarc.fr/en/media-centre/pr/2011/pdfs/pr208_E.pdf

[ICNRP-1998] ICNIRP Guidelines “Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz). International Commission on Non- Ionizing Radiation Protection, Health Physics 74 (4), 494- 522 (1998)

<http://www.icnirp.de/documents/emfgdl.pdf>

[ICNIRP-2009] ICNIRP Statement on the “Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic and Electromagnetic Fields (up to 300 GHz)”, Health Physics 97 (3), 257-258 (2009).

<http://www.icnirp.de/document/StatementEMF.pdf>

[INTERPHONE-2010] The INTERPHONE Study Group. Brain tumour risk in relation to mobile telephone use: results of the INTERPHONE international case-control study. International Journal of Epidemiology 39, 675–694 (2010)

<http://ije.oxfordjournals.org/content/39/3/675.full.pdf+html>

[INTERPHONE-IARC-2010] Interphone study reports on mobile phone use and brain cancer risk. International Agency for Research on Cancer (IARC). WHO. Press release N° 200 17 May. 2010

http://www.iarc.fr/en/media-centre/pr/2010/pdfs/pr200_E.pdf

[MICyT-2010] Informe sobre la exposición del público en general a las emisiones radioeléctricas de estaciones de radiocomunicación (Año 2009), Ministerio de Industria, Comercio y Turismo (MICyT) Abril 2010.

http://www.mityc.es/telecomunicaciones/Espectro/NivelesExposicion/Informes/Informes%20anuales/informe_2009.pdf

[Mobi-Kids] Mobi-kids study on communication technology, environment and brain tumours in young people. Study is funded by the European Community's Seventh Framework Programme (FP7/2007-2013) under Grant Agreement 226873.

<http://www.mbkds.net>

[MSC-2001] Informe "Campos Electromagnéticos y Salud Pública" Informe Técnico elaborado por el Comité de Expertos Independientes. Sub. Gral. de Sanidad Ambiental y Salud Laboral. Dirección General de Salud Pública y Consumo. Ministerio de Sanidad y Consumo elaborado por el Ministerio de Sanidad y Consumo, 11 de mayo de 2001.

[NRPB 2001] National Radiological Protection Board. NRPB (2001). ELF Electromagnetic fields and the risk of cancer. Report of an Advisory Group on Non-Ionising Radiation. *Doc. NRPB, 12*, No. 1.

http://www.hpa.org.uk/web/HPAwebFile/HPAweb_C/1194947420620

[OMS-1998] World Health Organization. International EMF Project. Nota Descriptiva N° 205. Campos Electromagnéticos y Salud Pública: las Frecuencias Extremadamente Bajas (ELF). 1998. Disponible en:

<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs205/es/index.html>

[OMS-2006a] World Health Organization. International EMF Project. Nota Descriptiva N° 299. Campos Electromagnéticos y Salud Pública: Campos eléctricos y magnéticos estáticos. 2006 Disponible en.

<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs299/es/index.html>

[OMS-2006b] Nota descriptiva n° 304, "Los campos electromagnéticos y la salud pública: Estaciones de base y tecnologías inalámbricas". (Mayo de 2006).

<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs304/es/index.html>

[OMS-2010] Nota descriptiva n°193, "Campos electromagnéticos y salud pública: los teléfonos móviles" (Mayo de 2010).

<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs193/es/index.html>

[ORDEN CTE/23/2002] ORDEN CTE/23/2002, de 11 de enero, por la que se establecen condiciones para la presentación de determinados estudios y certificaciones por operadores de servicios de radiocomunicaciones.

<http://www.boe.es/boe/dias/2002/01/12/pdfs/A01528-01536.pdf>

[Parlamento Europeo 2009] Resolución del Parlamento Europeo, de 2 de abril de 2009, sobre consideraciones sanitarias relacionadas con los campos electromagnéticos (2008/2211 (INI)).

<http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//TEXT+TA+P6-TA-2009-0216+0+DOC+XML+V0//ES>

[Parlamento Europeo 2011] Resolución 1815 del Parlamento Europeo.

<http://assembly.coe.int/mainf.asp?link=/documents/adoptedtext/ta11/eres1815.htm>

[Redelmeier 1997]

Redelmeier, D. A. & Tibshirani, R. J. (1997). Association between cellular-telephone calls and motor vehicle collisions. N.Engl.J Med., 336, 453-458.

[RD 1066-2001] Real Decreto 1066/2001 de 28 de septiembre de 2001, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas.

<http://www.boe.es/boe/dias/2001/09/29/pdfs/A36217-36227.pdf>

[SCENIHR-2007] Possible effects of Electromagnetic Fields (EMF) on Human Health, Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks (SCENIHR), Comisión Europea, 21 de Marzo de 2007.

http://ec.europa.eu/health/ph_risk/committees/04_scenihr/docs/scenihr_o_007.pdf

[SCENIHR-2009] Health Effects of exposure to EMF, Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks (SCENIHR), Comisión Europea, 19 de Enero de 2009.

http://ec.europa.eu/health/ph_risk/committees/04_scenihr/docs/scenihr_o_022.pdf

[SCENIHR-2009b] Health Effects and EMF – Research Recommendations “Research needs and methodology to address the remaining knowledge gaps on the potential health effects of EMF”, Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks (SCENIHR), 6 de Julio 2009.

http://ec.europa.eu/health/archive/ph_risk/committees/04_scenihr/docs/scenihr_o_024.Pdf

[Schmid 2008] Schmid G, Cecil S, Petric B, Neubauer G, Pérez, LA: Bestimmung der Exposition durch Ultra –Wideband Technologien [German], June 2008, ARC-IT-0237.

[UE-1999] Recomendación del Consejo de 12 de julio de 1999 relativa a la exposición del público en general a campos electromagnéticos (0Hz a 300 GHz) (1999/519/CE).

<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:1999:199:0059:0070:ES:PDF>

[UE-2004] 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), Diario oficial de las Comunidades Europeas 30.4.04,L159/1-L159/26.

<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2004:159:0001:0026:ES:PDF>

[UE-2011] Comparison of international policies on electromagnetic fields (power frequency and radiofrequency fields).

http://ec.europa.eu/health/electromagnetic_fields/docs/emf_comparison_policies_en.pdf

Páginas de consulta y fuentes de información.

AECC

Asociación Española contra el cáncer.

<http://www.gencat.cat/mediamb/sosten/telf/pdf/aecc.pdf>

AFSSET

(Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail), Agencia Francesa de Seguridad Sanitaria del Medio Ambiente y del Trabajo.

<http://www.afsset.fr>

INDUSTRY CANADA

<http://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/eng/sf08792.html>

CCARS

Comité Científico Asesor en Radiofrecuencias y Salud (creado bajo el patronazgo de la Fundación General de la Universidad Complutense de Madrid). <http://www.ccars.es>

COMISION EUROPEA

http://ec.europa.eu/health/electromagnetic_fields/policy/index_en.htm

FOPH

Federal Office of Public Health of Switzerland. Electromagnetic Fields EMF. Disponible en: <http://www.bag.admin.ch/themen/strahlung/00053/index.html?lang=en>

HPA

(Health Protection Agency), U.K., Agencia de Protección de la Salud (Reino Unido).

<http://www.hpa.org.uk>

<http://www.hpa.org.uk/Topics/Radiation/UnderstandingRadiation/FrequentlyAskedQuestions/ElectromagneticFields/>

HEALTH CANADA

<http://www.hc-sc.gc.ca/hl-vs/iyh-vsv/prod/monit-eng.php>

<http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/radiation/index-eng.php>

ICNIRP

(International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection), Comisión Internacional para la Protección frente a la Radiación No-Ionizante (Comisión avalada por la OMS) <http://www.icnirp.de>

MITyC

Ministerio de Industria, Turismo y Comercio <http://www.mityc.es>

<http://www.mityc.es/telecomunicaciones/Espectro/NivelesExposicion/Paginas/Informe.s.aspx>

<http://www.mityc.es/telecomunicaciones/Espectro/NivelesExposicion/Paginas/niveles.aspx>

MOVIL MANUFACTURERS FORUM

<http://www.mmfai.org/public/>

Información para buscar SAR

<http://www.mmfai.org/public/sar.cfm?lang=es>

OSALAN

Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laborales

<http://www.osalan.euskadi.net/s94->

[osa9999/es/contenidos/informacion/formacion_aula_virtual/es_aul_virt/adjuntos/Campos_electromagneticos/EMF-tool/evaluacion.html](http://www.osalan.euskadi.net/s94-osa9999/es/contenidos/informacion/formacion_aula_virtual/es_aul_virt/adjuntos/Campos_electromagneticos/EMF-tool/evaluacion.html)

SCENIHR

(Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks ,European Commission), Comité Científico sobre los Riesgos Sanitarios Emergentes y Recientemente Identificados (Comisión Europea)

http://ec.europa.eu/health/scientific_committees/emerging/index_en.htm

WHO / OMS

(World Health Organization), Organización Mundial de la Salud (OMS).

<http://www.who.int/peh-emf/en/>

GLOSARIO Y ACRONIMOS

Amperio

Un amperio es el flujo de una corriente eléctrica de 1 culombio (C) de carga por segundo. 1 culombio = $6,24 \times 10^{23}$ electrones.

Bluetooth

Estándar de transmisión inalámbrica de información para cortas distancias que permite la transmisión de voz y datos entre distintos dispositivos mediante un enlace que trabaja en la banda de radiofrecuencias de 2,4 GHz.

Campos electromagnéticos estáticos (0 Hz)

Se originan cuando la corriente eléctrica que fluye es continua.

Campos electromagnéticos variables con el tiempo

Se origina cuando la corriente que fluye es alterna. Las corrientes alternas invierten su sentido de forma periódica. En la mayoría de los países de Europa la corriente alterna cambia de sentido con una frecuencia de 50 ciclos por segundo, esto es, 50 hertzios.

Intensidad de campo eléctrico (E)

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). Los niveles de referencia de los campos de frecuencias extremadamente bajas (hasta 300 Hz), se describen en términos de la intensidad de campo eléctrico (E) y/o la inducción magnética o densidad de flujo magnético (B) ya que a bajas frecuencias los campos eléctricos y magnéticos se miden por separado.

Intensidad de campo magnético (H)

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

Densidad de flujo magnético (B) o inducción magnética

Se expresa en teslas (T). En el espacio libre y en materiales biológicos, la densidad de flujo o inducción magnética y la intensidad de campo magnético se pueden intercambiar utilizando la equivalencia $1 \text{ A/m} = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T}$.

La inducción magnética sirve a determinadas frecuencias como restricción básica (0 Hz). Los niveles de referencia de los campos de frecuencias extremadamente bajas (hasta 300 Hz), se describen en términos de la intensidad de campo eléctrico (E) y/o la inducción magnética o densidad de flujo magnético (B).

Densidad de corriente (J)

Se define como la corriente que fluye por una unidad de sección transversal perpendicular a la dirección de la corriente. Se expresa en amperios por metro cuadrado (A/m^2).

Para los campos de frecuencias en 1 Hz y 10 MHz, se proporcionan restricciones básicas de densidad de corriente para prevenir los efectos sobre las funciones del sistema nervioso central. En la gama de 100 kHz a 10 MHz también se ofrecen restricciones básicas de SAR.

Densidad de potencia (S)

Potencia por unidad de área. Se expresa en vatios por metro cuadrado (W/m²). Es la magnitud que describe los campos de radiofrecuencias (entre 10 MHz y 300 GHz) ya que a altas frecuencias los campos eléctricos y magnéticos se consideran conjuntamente como los dos componentes de una onda electromagnética. Es la cantidad utilizada como restricción básica y como nivel de referencia para frecuencias muy altas (entre 10 y 300 GHz) cuya profundidad de penetración en el cuerpo es baja.

Diferencia de potencial (ver voltaje)

Hipersensibilidad electromagnética

Conjunto de síntomas inespecíficos (dolor de cabeza, mareos, desorientación, fatiga, insomnio, entre otros) que algunas personas afirman sentir y que atribuyen a las presencia de campos electromagnéticos.

Inducción magnética (véase densidad de flujo magnético)

Intensidad de la corriente

Mide la corriente de electrones que fluye por el conductor por unidad de tiempo. Se mide en amperios (A) Cuanto mayor sea la intensidad de la corriente, mayor será la intensidad del campo magnético generado.

Niveles de referencia

Valores de magnitudes físicas de campo eléctrico, magnético y densidad de potencia que se utilizan como guía general para limitar la exposición de los trabajadores y del público en general. El cumplimiento de los niveles de referencia asegura el cumplimiento de las **restricciones básicas** en la exposición. Para las situaciones en las que la exposición está muy localizada (teléfonos móviles), no es apropiado emplear los niveles de referencia y debe evaluarse directamente la restricción básica localizada.

Potencia de un sistema eléctrico.

Se mide en vatios (W) y representa el producto de la diferencia de potencial (voltaje o tensión) por la intensidad de la corriente.

Radiación ionizante

Campos electromagnéticos de muy alta energía capaces de ionizar la materia, rompiendo enlaces y extrayendo a los electrones de sus estados ligados al átomo.

Radiación no ionizante

Campos electromagnéticos sin la energía suficiente para romper enlaces en moléculas o arrancar electrones de la materia sobre la que incide. El rango de frecuencias de este tipo de radiaciones se extiende aproximadamente desde baja frecuencia al ultravioleta.

Restricción básica

Son las restricciones en los valores de campo magnético (para campos estáticos), densidad de corriente (para campos de frecuencias entre 1 Hz y 10 Mhz), densidad de potencia (para campos de frecuencias entre 10 y 300 GHz) y SAR (para campos entre 10 kHz y 10 MHz), basadas en los efectos sobre la salud conocidos y en consideraciones biológicas.

SAR. Tasa de absorción específica de energía.

Es la potencia absorbida por unidad de masa de tejido corporal, cuyo promedio se calcula en la totalidad del cuerpo o en partes de éste, y se expresa en vatios por kilogramo (W/kg). Es la medida que se utiliza como restricción básica para campos de frecuencias entre 100 kHz y 10 GHz) para prevenir la fatiga calorífica del cuerpo entero (SAR de cuerpo entero) y un calentamiento local excesivo de los tejidos (SAR localizado). En las situaciones en las que la exposición está muy localizada como en el caso de los teléfonos móviles y la cabeza del individuo, siempre debe evaluarse si se respeta el SAR localizado.

Tensión (ver voltaje)

Voltaje

El voltaje, la tensión o la diferencia de potencial entre dos puntos es la energía necesaria por unidad de carga para mover las cargas eléctricas entre dos puntos y se mide en voltios (V). Cuanto mayor sea el voltaje, mayor será la intensidad del campo eléctrico generado.

ACRONIMOS

ACCIS

(Automated Childhood Cancer Information System), Sistema Automatizado de Información sobre Cáncer Infantil <http://accis.iarc.fr/>

AFSSET (véase ANSES)

(Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail), Agencia Francesa de Seguridad Sanitaria del Medio Ambiente y del Trabajo.

<http://www.afsset.fr>

ALARA

(As Low As Reasonably Achievable). Tan bajo como sea razonablemente posible.

ALATA

(As Low As Technique Allows). Tan bajo como lo permita la técnica.

ANSES

(Agence Nationale de la Sécurité Sanitaire de l'Alimentation, de l'Environnement et du Travail), France, Agencia Nacional de la Seguridad Sanitaria de la Alimentación, del Medio Ambiente y del Trabajo (Francia). Surgido como consecuencia de la fusión de dos agencias francesas, AFSSET y AFSSA. Ha empezado a operar el 1 de Julio de 2010.

<http://www.anses.fr>

AM

(Amplitude Modulation). Modulación de Amplitud. La amplitud de la onda es variada mientras que su frecuencia se mantiene constante. Se usa en la radiofonía, en las ondas medias, ondas cortas, e incluso en la VHF. La llamada "Onda Media" (capaz de ser captada por la mayoría de los receptores de uso doméstico) abarca un rango de frecuencia que va desde 535 a 1705 kHz.

ARPANSA

Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency. Agencia de Seguridad Nuclear y Protección Radiológica de Australia.

<http://www.arpansa.gov.au/>

CCARS

Comité Científico Asesor en Radiofrecuencias y Salud (creado bajo el patronazgo de la Fundación General de la Universidad Complutense de Madrid). <http://www.ccars.es>

CEM

Campo electromagnético.

CENELEC

(Comité Européen de Normalisation Electrotechnique, European Committee for Electrotechnical Standardization), Comité Europeo de Normalización Electrotécnica. <http://www.cenelec.eu>

COSMOS

Cohort Study of Mobile Phone and Health. <http://www.ukcosmos.org/>

DECT

(Digital Enhanced Cordless Telecommunications), Telecomunicaciones Inalámbricas Mejoradas Digitalmente. es un estándar ETSI para teléfonos inalámbricos digitales comúnmente utilizado para propósitos domésticos o corporativos.

DVB-T

(Digital Video Broadcasting – Terrestrial). Difusión de Video Digital – Terrestre. Es el estándar para la transmisión de televisión digital terrestre.

ELF / FEB

(Extremely Low Frequency). Frecuencia Extremadamente Baja. (< 300 Hz).

ETSI

(European Telecommunications Standards Institute), Instituto Europeo de Normalización de Telecomunicaciones. <http://www.etsi.org>

FI

Frecuencia intermedia. (de 300 Hz a 10 MHz).

FM

Frecuencia modulada. Se usa comúnmente en las radiofrecuencias de muy alta frecuencia por la alta fidelidad de la radiodifusión de la música y el habla. El sonido de la televisión analógica también es difundido por medio de FM.

FOPH

Federal Office of Public Health of Switzerland.

<http://www.bag.admin.ch/index.html?lang=en>

GSM

(Groupe Special Mobile), Sistema Global para las Comunicaciones Móviles. Su principal característica es la capacidad de transmitir datos además de voz. Permite con el ordenador, enviar y recibir mensajes por correo electrónico, faxes, navegar por Internet, acceder a redes locales y utilizar otras funciones digitales de transmisión de datos, incluyendo el servicio de mensajes cortos (SMS). Son los llamados móviles de segunda generación (2G).

HEP

Hipersensibilidad Electromagnética Percibida. (Véase IAI).

HPA

(Health Protection Agency), U.K., Agencia de Protección de la Salud (Reino Unido). <http://www.hpa.org.uk>

IAI

Intolerancia Ambiental Idiopática. (Véase HEP).

IARC

(International Agency for Research on Cancer), Agencia Internacional de Investigación en Cáncer. Es parte de la Organización Mundial de la Salud (OMS). <http://www.iarc.fr>

IEEE

(Institute of Electrical and Electronics Engineers), Instituto de Ingenieros Electricistas y Electrónicos.

<http://www.ieee.org>

ICNIRP

(International Commission on Non-ionizing Radiation Protection), Comisión Internacional para la Protección frente a la Radiación No-Ionizante (Comisión avalada por la OMS)

<http://www.icnirp.de>

MITyC

Ministerio de Industria, Turismo y Comercio <http://www.mityc.es>

MMF

Mobile Manufacturers Forum.

<http://www.mmfai.org/public/>

NRPB

National Radiological Protection Board. Consejo Nacional de Protección Radiológica del Reino Unido.

<http://www.hpa.org.uk/radiation>

OMS

Organización Mundial de la Salud.

<http://www.who.int/es>

RM

Resonancia Magnética.

RF

Radiofrecuencias. (De 10 MHz a 300 GHz).

SAR

(Specific Absorption Rate), Tasa de Absorción Específica de energía.

SCENIHR

(Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks ,European Commission), Comité Científico sobre los Riesgos Sanitarios Emergentes y Recientemente Identificados (Comisión Europea)

http://ec.europa.eu/health/scientific_committees/emerging/index_en.htm

SMS

(Short Message Service), Servicio de Mensajes Cortos.

SNC

Sistema Nervioso Central

TM

Telefonía Móvil

UE

Unión Europea

UHF

(Ultra High Frequency). Frecuencia ultraalta. Es una banda del espectro electromagnético que ocupa el rango de frecuencias de 300 MHz a 3 GHz. Actualmente se usa la banda UHF para emitir la Televisión Digital Terrestre (TDT).

UMTS

(Universal Mobile Telecommunications System, Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles). Tecnología también conocida como telefonía móvil de tercera generación, TM 3G. Se caracteriza por una elevada velocidad de acceso a internet, la cual también le permite transmitir audio y video en tiempo real.

UWB

Ultra-Wide Band (Banda Ultra Ancha) es una tecnología diseñada para trabajar en entornos W-PAN. Puede usar frecuencias que van desde 3.1 GHz hasta 10.6 GHz Permite paquetes de información muy grandes en distancias cortas, de unos pocos metros.

VHF

(Very High Frequency) es la banda del espectro electromagnético que ocupa el rango de frecuencias de 30 MHz a 300 MHz. La televisión y la radio en FM funcionan en este rango.

VoIP

(Voice over IP). Voz sobre protocolo de internet. Grupo de recursos que hacen posible que la señal de voz viaje a través de Internet empleando un protocolo IP (Protocolo de Internet). Esto significa que se envía la señal de voz en forma digital, en paquetes de datos.

WHO

(World Health Organization), siglas en inglés de Organización Mundial de la Salud (OMS) <http://www.who.int>

Wi-Fi

Es un término registrado por Wi-Fi Alliance, la organización comercial que adopta, prueba y certifica que los equipos cumplen los estándares 802.11 relacionados con redes inalámbricas de área local. Se emplea genéricamente para indicar tecnologías de conexión inalámbrica en un rango estrecho de frecuencias.

WiMAX

(Worldwide Interoperability for Microwave Access). Interoperabilidad mundial para acceso por microondas. Es una norma de transmisión de datos que utiliza las ondas de radio en las frecuencias de 2,3 a 3,5 GHz. Una de sus ventajas es dar servicios de banda ancha en zonas donde el despliegue de cable o fibra por la baja densidad de población presenta unos costos por usuario muy elevados (zonas rurales).

WLAN

(Wireless Local Area Network), Red Inalámbrica de Área Local. Sistema de comunicación de datos inalámbrico.

WPAN

(Wireless Personal Area Network), Red Inalámbrica de Área Personal. Es una red para la comunicación entre distintos dispositivos (tanto ordenadores, puntos de acceso a internet, teléfonos móviles, impresoras, etc..) cercanos al punto de acceso. Estas redes normalmente son de unos pocos metros y para uso personal.

ANEXO 1.- Recomendación del Consejo de Ministros de Sanidad de la Unión Europea (CMSUE) de 12 de julio de 1999 relativa a la exposición del público en general a campos electromagnéticos (0 Hz a 300 GHz) (1999/519/CE). Resumen de restricciones básicas y niveles de referencia establecidos.

Definiciones

A los fines de esta Recomendación, el término campos electromagnéticos (CEM) comprende los campos estáticos, los campos de frecuencia extraordinariamente baja (ELF) y los campos de radiofrecuencia (RF), incluidas las microondas, abarcando la gama de frecuencia de 0 Hz a 300 GHz.

Cantidades físicas

- La corriente de contacto (I_c)⁴² 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)⁴³ 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/m²).
- La intensidad de campo eléctrico (E) es una cantidad vectorial 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 cantidad 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 cantidad vectorial (B) que da lugar a una fuerza que actúa sobre cargas en movimiento, y se expresa en teslas (T). En el espacio libre y en materiales biológicos, la densidad de flujo o inducción magnética y la intensidad de campo magnético se pueden intercambiar utilizando la equivalencia $1 \text{ A/m} = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T}$.
- La densidad de potencia (S)⁴⁴ es la cantidad apropiada para frecuencias muy altas, cuya profundidad de penetración en el cuerpo es baja. Es 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/m²).
- La absorción específica de energía (SA, specific energy absorption) se define como la energía absorbida por unidad de masa de tejido biológico, expresada en julios por kilogramo (J/kg). En esta recomendación se utiliza para limitar los efectos no térmicos de la radiación de microondas pulsátil.
- El índice de absorción específica de energía (SAR, specific energy absorption rate), cuyo promedio se calcula en la totalidad del cuerpo o en partes de éste, se define como el índice en que la energía es absorbida por unidad de masa de tejido

⁴² Corriente de contacto (I_c) es similar a la intensidad de la corriente.

⁴³ Es la intensidad de corriente por unidad de superficie (A/m²).

⁴⁴ En las frecuencias de radio y de microondas, los campos eléctricos y magnéticos se consideran, conjuntamente, como los dos componentes de una onda electromagnética. La intensidad de estos campos se describe mediante la densidad de potencia, medida en vatios por metro cuadrado (W/m²). La medición de los campos eléctricos y magnéticos de baja frecuencia, se debe hacer por separado.

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 la RF. Junto al SAR medio de cuerpo entero, los valores SAR locales son necesarios para evaluar y limitar una deposición excesiva de energía en pequeñas partes del cuerpo como consecuencia de unas condiciones especiales de exposición, como por ejemplo: la exposición a la RF en la gama baja de MHz de una persona en contacto con la tierra, o las personas expuestas en el espacio adyacente a una antena.

De entre estas cantidades, las que pueden medirse directamente son la densidad de flujo magnético, la corriente de contacto, las intensidades de campo eléctrico y de campo magnético y la densidad de potencia.

RESTRICCIONES BÁSICAS Y NIVELES DE REFERENCIA

Para la aplicación de las restricciones basadas en la evaluación de los posibles efectos de los campos electromagnéticos sobre la salud, se ha de diferenciar las restricciones básicas de los niveles de referencia ⁴⁵.

Restricciones básicas. Las restricciones de la exposición a los campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos de tiempo variable, basadas directamente en los efectos sobre la salud conocidos y en consideraciones biológicas, reciben el nombre de «restricciones básicas». Dependiendo de la frecuencia del campo, las cantidades físicas empleadas para especificar estas restricciones son la inducción magnética (B), la densidad de corriente (J), el índice de absorción específica de energía (SAR) y la densidad de potencia (S). La inducción magnética y la densidad de potencia se pueden medir con facilidad en los individuos expuestos.

Niveles de referencia. Estos niveles se ofrecen a efectos prácticos de evaluación de la exposición para determinar la probabilidad de que se sobrepasen las restricciones básicas. Algunos niveles de referencia se derivan de las restricciones básicas pertinentes utilizando mediciones o técnicas computerizadas, y algunos se refieren a la percepción y a los efectos adversos indirectos de la exposición a los CEM. Las cantidades derivadas son la intensidad de campo eléctrico (E), la intensidad de campo magnético (H), la inducción magnética (B), la densidad de potencia (S) y la corriente en extremidades (IL). Las cantidades que se refieren a la percepción y otros efectos indirectos son la corriente (de contacto) (IC) y, para los campos pulsátiles, la absorción específica de energía (SA). En cualquier situación particular de exposición, los valores medidos o calculados de cualquiera de estas cantidades pueden compararse con el nivel de referencia adecuado. El cumplimiento del nivel de referencia garantizará el respeto de la restricción básica pertinente. Que el valor medido sobrepase el nivel de referencia no quiere decir necesariamente que se vaya a sobrepasar la restricción básica. Sin embargo, en tales circunstancias es necesario comprobar si ésta se respeta.

En estas recomendaciones no se establecen restricciones cuantitativas sobre campos eléctricos estáticos. No obstante, se recomienda que se evite la percepción molesta de cargas eléctricas superficiales y de descargas de chispas que provocan estrés o

⁴⁵ Las restricciones básicas y los niveles de referencia para limitar la exposición han sido desarrollados a partir del estudio de la bibliografía científica publicada. Únicamente se han utilizado como base para las restricciones de exposición propuestas efectos comprobados. No se considera comprobado que el cáncer sea uno de los efectos de la exposición a largo plazo a los CEM. Sin embargo, puesto que existen cerca de 50 factores de seguridad entre los valores límite en relación con los efectos agudos y las restricciones básicas, esta Recomendación abarca implícitamente los posibles efectos a largo plazo en toda la gama de frecuencia.

molestias. Algunas cantidades, como la inducción magnética (B) y la densidad de potencia (S), sirven a determinadas frecuencias como restricciones básicas y como niveles de referencia.

RESTRICCIONES BÁSICAS

Dependiendo de la frecuencia, para especificar las restricciones básicas sobre los campos electromagnéticos se emplean las siguientes cantidades físicas (cantidades dosimétricas o exposimétricas):

- entre 0 y 1 Hz se proporcionan restricciones básicas de la inducción magnética para campos magnéticos estáticos (0 Hz) y de la densidad de corriente para campos variable en el tiempo de 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 restricciones básicas de la densidad de corriente⁴⁶ para prevenir los efectos sobre las funciones del sistema nervioso,
- entre 100 kHz y 10 GHz⁴⁷ se proporcionan restricciones básicas del SAR para 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 ofrecen restricciones de la densidad de corriente y del SAR,
- entre 10 GHz y 300 GHz se proporcionan restricciones básicas de la densidad de potencia, con el fin de prevenir el calentamiento de los tejidos en la superficie corporal o cerca de ella.⁴⁸

⁴⁶ Campos de frecuencias inferiores a 100 kHz, pueden inducir cargas o corrientes eléctricas en los tejidos expuestos. Si se trata de tejidos eléctricamente excitables como el nervioso o el muscular y de campos muy intensos, pueden provocar efectos adversos. Las corrientes inducidas en los tejidos (densidad de corriente), se miden en A/m². Las reacciones químicas propias de los organismos vivos están asociadas a corrientes basales de unos 10 mA/m². Se ha sugerido que sólo densidades de corriente netamente superiores al nivel basal podrían ocasionar efectos irreversibles.

⁴⁷ Los campos de frecuencias entre 100 kHz y 10 GHz, son capaces de penetrar en los tejidos vivos y de generar calor debido a la absorción de la energía por parte de estos tejidos. Es lo que se conoce como efecto térmico.

La tasa de absorción de la energía de un CEM por parte de una determinada cantidad de masa de un tejido, se mide en términos de Tasa de Absorción Específica (SAR, en inglés). La unidad de SAR es el vatio por kilogramo de tejido expuesto (W/kg). Las normativas internacionales de protección radiológica consideran que sólo exposiciones a CEM que dan lugar a valores de SAR superiores a 4 W/kg promediados en todo el cuerpo son potencialmente capaces de provocar efectos adversos en humanos. Estos efectos dependen del incremento térmico, e incluyen: respuestas fisiológicas tales como reducción en la habilidad para desarrollar algunas tareas intelectuales o físicas (incrementos térmicos cortos de 1^o C), pérdida de fertilidad en varones, daño fetal o inducción de cataratas (incrementos prolongados de 2-3^o C). Niveles SAR del citado orden de 4 W/kg, se han medido a pocos metros de distancia de antenas FM emplazadas en torres elevadas, que son inaccesibles al público.

Existen algunos estudios experimentales que sugieren que, aunque los campos generados por estas antenas son de intensidad demasiado baja como para inducir un efecto térmico notable de los tejidos, la exposición crónica a estos CEM podría tener efectos nocivos como la promoción de cáncer, alteraciones electrofisiológicas y cambios en la transmisión sináptica (comunicación entre células nerviosas) o alteraciones en la memoria-a-largo-plazo en animales. Sin embargo, estos efectos, no han sido confirmados por otros estudios de laboratorio o carecen de implicaciones conocidas sobre la salud humana. No existe en la actualidad un mecanismo biofísico capaz de justificar los supuestos efectos derivados de la exposición a niveles atérmicos de estos CEM.

⁴⁸ La profundidad a la que penetran los CEM de frecuencias superiores a 10 GHz es muy pequeña por lo que resultan absorbidos en gran medida por la superficie corporal y la energía depositada en los tejidos subyacentes es mínima. Una forma de caracterizar estos campos es a través de su densidad de potencia, que se mide en vatios por metro cuadrado (W/m²). Esta densidad de potencia es la magnitud que hay que restringir para prevenir un calentamiento excesivo de la superficie corporal a estas frecuencias. Densidades de potencia muy superiores a 10 W/m² son capaces de provocar efectos adversos a corto plazo, tales como cataratas (si inciden directamente sobre el ojo) o quemaduras.

Las restricciones básicas expuestas, se han establecido teniendo en cuenta las variaciones que puedan introducir las sensibilidades individuales y las condiciones medioambientales, así como el hecho de que la edad y el estado de salud de los ciudadanos varían.

Restricciones básicas para campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos (0 Hz-300 GHz)

Gama de frecuencia	Inducción magnética (Tm)	Densidad de corriente (mA/m ²) (rms)	SAR medio de cuerpo entero (W/kg)	SAR localizado (cabeza y tronco) (W/kg)	SAR localizado (miembros) (W/kg)	Densidad De potencia S (W/m ²)
0 Hz	40	-	-	-	-	-
>0-1 Hz	-	8	-	-	-	-
1-4 Hz	-	8/f	-	-	-	-
4-1000 Hz	-	2	-	-	-	-
1000 Hz-100 kHz	-	f/500	-	-	-	-
100 kHz-10 MHz	-	f/500	0,08	2	4	-
10 MHz-10 GHz	-	-	0,08	2	4	-
10-300 GHz	-	-	-	-	-	10

f es la frecuencia en Hz

NIVELES DE REFERENCIA

Los niveles de referencia de la exposición sirven para ser comparados con los valores de las cantidades medidas. El respeto de todos los niveles de referencia recomendados asegurará el respeto de las restricciones básicas.

Si las cantidades de los valores medidos son mayores que los niveles de referencia, eso no quiere decir necesariamente que se hayan sobrepasado las restricciones básicas. En este caso, debe efectuarse una evaluación para comprobar si los niveles de exposición son inferiores a las restricciones básicas.

Los niveles de referencia para limitar la exposición se obtienen a partir de las restricciones básicas presuponiendo un acoplamiento máximo del campo con el individuo expuesto, con lo que se obtiene un máximo de protección. En el cuadro figura un resumen de los niveles de referencia. Por lo general, éstos están pensados como valores de promedio calculado espacialmente sobre toda la extensión del cuerpo del individuo expuesto, pero teniendo muy en cuenta que no deben sobrepasarse las restricciones básicas de exposición localizadas.

En determinadas situaciones en las que la exposición está muy localizada, como ocurre con los teléfonos móviles y con la cabeza del individuo, no es apropiado emplear los niveles de referencia. En estos casos debe evaluarse directamente si se respeta la restricción básica localizada.

**Niveles de referencia para campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos
(0 Hz-300 GHz, valores rms imperturbados)**

Gama de frecuencia	Intensidad de campo E - (V/m)	Intensidad de campo H - (A/m)	Campo B - (μ T)	Densidad de potencia equivalente de onda plana - (W/m^2)
0-1 Hz	-	$3,2 \times 10^4$	4×10^4	
1-8 Hz	10 000	$3,2 \times 10^4/f^2$	$4 \times 10^4/f^2$	
8-25 Hz	10 000	$4\,000/f$	$5\,000/f$	
0,025-0,8 kHz	$250/f$	$4/f$	$5/f$	-
0,8-3 kHz	$250/f$	5	6,25	-
3-150 kHz	87	5	6,25	-
0,15-1 MHz	87	$0,73/f$	$0,92/f$	-
1-10 MHz	$87/f^{1/2}$	$0,73/f$	$0,92/f$	-
10-400 MHz	28	$0,73/f$	0,092	2
400-2000 MHz	$1\,375 f^{1/2}$	$0,0037/f^{1/2}$	$0,0046 f^{1/2}$	$f/200$
2-300 GHz	61	0,16	0,20	10

f según se indica en la gama de frecuencia

ANEXO 2.- Resumen de Legislación en Europa ⁴⁹.

CAMPOS DE FRECUENCIA INDUSTRIAL

Los campos electromagnéticos de frecuencia industrial se generan en la producción, transporte, distribución y uso de la electricidad. La frecuencia de la corriente alterna en África, gran parte de Asia, Australia, Europa y parte de Sudamérica es de 50 Hz. En Filipinas, EEUU, el resto de Sudamérica, Arabia Saudita y parte de Japón es de 60 Hz.

La Recomendación establece restricciones básicas para la frecuencia industrial de la densidad de corriente para prevenir efectos sobre las funciones del sistema nervioso de 2 mA/m². Los niveles de referencia establecidos son de 5 kV/m de intensidad de campo eléctrico (E) y de 100 µT para densidad de flujo magnético (campo B). En la recomendación, la superación de los niveles de referencia no implica que se superen las restricciones básicas.

FRECUENCIA INDUSTRIAL EN LA UNIÓN EUROPEA.

1.- Países que han transpuesto la recomendación a su normativa nacional en los que las restricciones básicas y los niveles de referencia son de obligado cumplimiento: República Checa, Estonia, Grecia, Hungría y Luxemburgo.

- Luxemburgo además, tiene una recomendación ministerial en la que se prohíbe construir viviendas en las inmediaciones de líneas de alta tensión (20-30m).
- En Francia, los límites sólo se aplican a las instalaciones nuevas o que se modifican.

2.- Grupo de países en los que la legislación nacional se basa en los límites de la recomendación pero no son vinculantes, son menos restrictivos o no hay legislación: Austria, Chipre, Dinamarca, Finlandia, Irlanda, Letonia, Malta, Países Bajos y Reino Unido.

En algunos de estos países, se aconsejan principios de precaución que pueden ser asumidos voluntariamente por las compañías eléctricas. En España, la legislación estatal no es de aplicación directa para la exposición del público en general a CEM de 50 Hz pero algunas Comunidades Autónomas prohíben la construcción de nuevas líneas eléctricas cerca de casa, escuelas y espacios públicos.

3.- Países con niveles de referencia y/o restricciones básicas más restrictivos. En general, los niveles de referencia se aplican como límites que no se pueden superar (es el caso de Alemania o Eslovaquia) o se añaden restricciones adicionales que incluyen entre otros: límites más restrictivos, distancias mínimas a las fuentes de exposición, recomendaciones de "prudent avoidance" (evitar prudentemente) o de reducción de la exposición a niveles [ALARA](#) (As Low As Reasonably Achievable, tan bajo como sea razonablemente posible) o [ALATA](#) (As Low As Technique Allows, tan bajo como lo permita la técnica).

⁴⁹ Basado en el documento "Comparison of international policies on electromagnetic fields (power frequency and radiofrequency fields)" disponible en http://ec.europa.eu/health/electromagnetic_fields/docs/emf_comparison_policies_en.pdf
Para más información, consultar el documento.

Hay una gran variación de normas y límites, algunos ejemplos se detallan a continuación:

- Bélgica.- El límite estatal para la frecuencia industrial es igual al de la recomendación. En Flandes, hay un Decisión en vigor desde 2004 para espacios interiores en la que el límite para la densidad de flujo magnético en viviendas y edificios públicos es el 10% del nivel de referencia de la recomendación (10 μ T).
- Dinamarca.- Se recomienda no construir nuevas líneas eléctricas cerca de casas ni instituciones infantiles (ni casas cerca de líneas eléctricas). Las distancias a respetar se basaban en consideraciones prácticas. En 2007 el gobierno y el sector eléctrico, llegaron a un acuerdo por el que si el promedio de exposición al año supera 0,4 μ T (0,4% el nivel de la recomendación) se debían investigar las medidas para reducir el campo magnético a un coste razonable.
- Italia.- Los límites para la densidad de flujo magnético son iguales a los de la recomendación pero tiene un valor de atención 10 veces menor para casas, escuelas u otros lugares donde la gente pueda estar más de 4 horas al día. También establece un nivel de calidad del 3% (3 μ T) para las casas de nueva construcción, parques y escuelas cercanas de líneas eléctricas o subestaciones o transformadores. En algunas regiones tienen un límite de 0,2% (0,2 μ T) el de la recomendación para la densidad de flujo magnético para líneas cercanas a casa, escuelas u otros lugares donde la gente pueda estar más de 4 horas al día.
- Países Bajos.- Se recomienda a las autoridades locales y suministradores de energía, evitar la instalación en lugares donde puedan permanecer niños, de líneas de alta tensión con un promedio anual de densidad de flujo magnético superior a 0,4 μ T.
- Suecia.- Para instalaciones existentes, cuando la densidad de flujo magnético difiera sustancialmente del nivel de fondo (0.1 % del nivel de referencia de la recomendación), se debe reducir cuando sea posible. Para nuevos, emplazamientos, se debe hacer un esfuerzo para reducir la exposición

Otros países.

- En Australia, los límites para CEM de 50 Hz son como los de Europa pero con límites menos restrictivos para exposiciones de corta duración. El ([ARPANSA](#)) Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency, está preparando un borrador de estándar para frecuencias hasta 3 KHz que incluyen un incremento de nivel de referencia de flujo de densidad magnético de 3 veces el de la Recomendación. Pone más énfasis en medidas de precaución como la obligación de investigar la posibilidad de minimizar la exposición. El borrador está todavía en revisión
- Rusia.- 10% de los niveles de referencia de la recomendación.
- Suiza.- Los límites de exposición en vigor son iguales a los niveles de referencia de la Recomendación para todas las áreas accesibles al público. Para nuevas instalaciones tiene un límite de precaución de densidad de flujo magnético del 1% a no ser que el promotor pueda probar que mejorará progresivamente y que ha tomado todas las medidas técnicas y económicas posibles para reducir la exposición. Para las instalaciones existentes, deberán mejorar progresivamente si exceden el límite de precaución.
- USA.- No hay legislación federal en vigor. En algunos estados (Colorado, Ohio...), la exposición del público a CEM de 60 Hz debe ser limitada a coste razonable. En otros estados, hay límites fijos para campo eléctrico o campo magnético para la exposición al público que van desde el 20% al 240% de los de la Recomendación.

RADIOFRECUENCIAS

1.- Países que han transpuesto la recomendación a la legislación nacional por lo que los niveles de referencia y las restricciones básicas son de obligado cumplimiento: Chipre, República Checa, Estonia, Finlandia, Francia, Hungría, Irlanda, Malta, Portugal, Rumania y España.

2.- Grupo de países en los que la legislación nacional se basa en los límites de la recomendación pero no son vinculantes, son menos restrictivos o no hay legislación: Austria, Dinamarca, Letonia, Países Bajos y Reino Unido. En Reino Unido, las compañías de telecomunicaciones han firmado un código para respetar la Recomendación.

3.- Países que, basándose en el principio de precaución, tienen niveles de referencia y/o restricciones básicas más restrictivos. En muchos casos, los límites se basan en el principio "tan bajo como sea posible sin poner en peligro el servicio".

En muchos estados, los niveles de referencia se toman como límites de exposición que no deben ser excedidos (como Alemania y Eslovaquia).

Al igual que en el caso de la frecuencia industrial, hay mucha variación en normativas, se detallan a continuación algunos ejemplos.

- Bélgica.- una decisión nacional con límites más restrictivos para frecuencias entre 10 MHz y 10 GHz, fue declarada inconstitucional por lo que se dejó la regulación a los gobiernos regionales. Por ejemplo, en la legislación flamenca, los límites de campo eléctrico en vigor para antenas de telecomunicaciones son el 7% de la Recomendación para aquellos lugares donde permanezcan personas como viviendas, escuelas, residencias o guarderías.
- Bulgaria: los límites fijados para la intensidad de campo eléctrico y la densidad de potencia varían de manera que sus porcentajes de los niveles de referencia de la Recomendación se reducen con la frecuencia.
- Grecia: establece restricciones básicas de un 70% de las de la Recomendación y de un 60% cuando las estaciones base de telefonía móvil se encuentran a menos de 300 metros de escuelas, jardines de infancia, hospitales o centros de cuidado de ancianos. Además no se permite la instalación de antenas de TM dentro de los límites de la propiedad de los lugares mencionados.
- Italia: Los niveles de referencia se han convertido en límites de exposición que no pueden ser excedidos. En contraste con los límites establecidos en la Recomendación, entre 3 MHz y 3 GHz, los límites son fijos (no dependientes de la frecuencia).

El límite de exposición para la intensidad del campo magnético a 900 MHz es del 45% de la nivel de referencia en la recomendación (22% de densidad de potencia). En los hogares, escuelas, parques infantiles y lugares donde las personas pueden permanecer por más de 4 horas, se establece un "valor de atención" para la intensidad del campo magnético a 900 MHz del 14% de la nivel de referencia en la Recomendación (2% de densidad de potencia). El "objetivo de calidad" para las nuevas instalaciones es idéntico al valor de la atención.

- Polonia: Para los lugares que son accesibles al público, dependiendo de la frecuencia, se establecen límites de exposición inferiores a los niveles de referencia de la Recomendación para la intensidad de campo eléctrico y la densidad de potencia. Por ejemplo, a frecuencias de 900 MHz, el límite de intensidad de campo

eléctrico es del 17% del nivel de referencia en la recomendación (2% de densidad de potencia).

- Eslovenia: Para frecuencias superiores a 10 kHz, en "zonas sensibles" (hogares, escuelas, hospitales etc.) se aplican los límites de exposición para intensidad de campo eléctrico y campo magnético de un 31% de los niveles de referencia de la Recomendación (10% de densidad de potencia). En todos los demás lugares los niveles de referencia de la recomendación se aplican como límites de exposición que no pueden ser excedidos.
- España: En Cataluña, los límites de exposición para la intensidad de campo eléctrico y de campo magnético para las radiofrecuencias son un 65% de los niveles de referencia de la Recomendación (44% de densidad de potencia) y se establecen distancias mínimas a las antenas⁵⁰.

OTROS PAÍSES

- Australia.- Los niveles establecidos para los campos de radiofrecuencias son idénticos a los de la Recomendación del Parlamento Europeo.
- En Rusia, el límite de exposición para la densidad de potencia para campos con frecuencias comprendidas entre 300 MHz y 300 GHz es de 2% de los niveles de referencia de la Recomendación Europea.
- En Suiza, los límites de exposición en vigor son iguales a los niveles de referencia de la Recomendación para todas las áreas accesibles al público. Para las antenas de telefonía móvil, establece un nivel de precaución más restrictivo para la intensidad del campo eléctrico de un 10% del nivel de referencia de la Recomendación.

Para otros transmisores y los radares establece, dependiendo de la frecuencia, límites de exposición para la intensidad de campo eléctrico del 11% al 3% del nivel de referencia establecido en la Recomendación.

⁵⁰ http://www.gencat.cat/web/multimedia/cas/antenes/index_htm.htm.

ANEXO 3: Valoración de los efectos en salud de los campos electromagnéticos según los distintos estudios. (Basado en el informe del CCARS publicado en enero de 2011)

1. **Estudios experimentales** (las conclusiones se han sacado de estudios de revisión realizados por comités internacionales). Los datos sobre estudios experimentales se refieren principalmente a 3 campos: biología celular, neurobiología e inmunología

1.1. Efectos de la exposición a RF sobre la biología celular: estudios *in vitro* e *in vivo*. En estos trabajos se valora la posibilidad o no de efectos genotóxicos, carcinógenos, teratógenos.

Las conclusiones de estos comités hasta ahora han sido:

- Los campos electromagnéticos en telefonía móvil no generan radicales libres de oxígeno ni potencian el estrés oxidativo.
- No son genotóxicos ni mutagénicos.
- No parecen generar apoptosis (suicidio celular) ni efectos sobre la reproducción o desarrollo.
- Y lo más importante no se conoce ningún posible mecanismo de interacción entre las ondas y las células.

Sin embargo la revisión exhaustiva de algunos trabajos lleva a la conclusión de que los resultados son insuficientes y a veces contradictorios, por lo que parece importante aumentar el número de estudios y establecer protocolos de investigación estándares para la mejor comparación de los resultados.

1.2. Estudios sobre el sistema nervioso

La pregunta que se plantea es ¿pueden las radiaciones dañar el material genético y específicamente pueden afectar al sistema nervioso?

1.2.1 Estudios sobre el riego sanguíneo en el cerebro. Algunos estudios han detectado aumento de flujo en ciertas regiones y disminución en otras.

1.2.2 Estudios sobre la memoria en ratas jóvenes. El resultado demostró que la memoria de las ratas expuestas mejoraba en relación a la memoria de las no expuestas.

1.2.3 Estudios sobre cultivos de neuronas. Algunos trabajos han demostrado efectos sobre la viabilidad de las neuronas, otros, fragmentación del ADN.

1.2.4 Estudios sobre cultivos de células de glía. Se han encontrado efectos leve o nulo sobre los parámetros estudiados. En algún estudio se ven efectos sobre la actividad de determinadas enzimas, pero estos estudios se han realizado en unas condiciones de exposición drásticas.

1.3. Efectos sobre el sistema inmune.

Los datos son muy variados y de difícil síntesis. Respecto a los efectos generales se ha encontrado en ratones un efecto sobre el incremento de células progenitoras hematopoyéticas, aunque dependen de la temperatura y factores ambientales.

Se ha demostrado algún efecto en las células T de los conejos, pero no efectos en linfocitos B del ratón.

Respecto a otros síntomas se ha indicado un incremento de producción de serotonina en las células de la piel en ratas.

De todos modos existe controversia entre lo publicado respecto a los efectos citogénicos. Una revisión de artículos de 1990 a 2003 encontró que los artículos con informes negativos fueron 58%, los positivos 23% y los no concluyentes 19%.

2. Estudios clínicos y epidemiológicos

Se ha revisado la bibliografía última y se han priorizado las revisiones y metátesis especialmente las realizadas por agencias internacionales.

2.1. Efectos de los CEM de RF sobre la salud

Los efectos de las RF de la TM (telefonía móvil) se han asociado con tumores cerebrales, con hipersensibilidad electromagnética y con otros síntomas. Hasta el momento no existe evidencia que respalde estas opiniones, aunque por un principio de cautela se sigue insistiendo en la necesidad de continuar la investigación debido al corto periodo de exposición desde la introducción de la TM.

Se han estudiado posibles asociaciones entre uso de teléfono móvil y tumores del SNC (gliomas, meningiomas y neurinoma del acústico) y de la glándula salival. Son tumores de baja prevalencia, con largos periodos de latencia. El principal problema de los estudios epidemiológicos es la evaluación de la exposición. Esta se mide mediante entrevistas, cuestionarios o registro de llamadas; en estos métodos pueden darse el sesgo de memoria y de información. Además existen cambios muy rápidos en la tecnología de telecomunicación de móviles que han producido cambios en la intensidad de emisión.

La exposición a las telecomunicaciones por móviles puede provocar cambios en la actividad cerebral, pero no se han detectado efectos consistentes en el rendimiento cognitivo. Otros efectos como dolor de cabeza, fatiga, picor de piel se han atribuido a ambientes con exposición a CEM pero no se han demostrado en estudios de provocación. La hipótesis más plausible es que en las personas que declaran ser hipersensibles influyen factores psicológicos como la expectativa de un efecto negativo (Efecto nocebo).

Un estudio financiado por la comisión europea ([EMFnEAR⁵¹](#)) concluyó que la exposición a corto plazo a una fuente emisora de [UMTS](#) (Universal Mobile Telecommunication Systems) no provoca efectos inmediatos en el sistema auditivo humano.

Se ha valorado la relación, la incidencia y prevalencia de Enfermedad de Alzheimer, demencia, alteraciones del sueño, acufenos (sensación auditiva que no corresponde a ningún sonido real exterior), enfermedades cerebrovasculares, cardiopatías isquémicas, dolor de cabeza, migrañas, durante un período de 1993 a 2005 y no se ha constatado un importante aumento de estas enfermedades por lo que no se respaldaría la declaración de Friburgo (llamamiento de un grupo de

⁵¹ http://ec.europa.eu/health/ph_projects/2004/action1/docs/action1_2004_07ab_en.pdf

médicos alemanes que alertaban sobre un “aumento dramático” de la incidencia de síntomas y enfermedades en la población general 2002).

El Instituto de Epidemiología del cáncer de Dinamarca ha analizado las tasas de incidencia de tumores cerebrales. El aumento del uso del móvil se dio en los años 90, por lo que se han analizado la incidencia después de 1998 de gliomas y meningiomas entre adultos de 20 a 79 años de edad en Dinamarca, Finlandia, Suecia y Noruega. El total de pacientes con estos diagnósticos entre 1974 y 2003 fue de 59.984. No hubo cambios sustanciales en la incidencia de estos tumores entre 1998 y 2003, 5 y 10 años tras el auge de los móviles. A pesar de las limitaciones del estudio los datos coinciden con otros estudios en el Reino Unido.

2.2. Teléfonos móviles

La introducción se produjo a mediados de los 80, por lo que debería reflejarse un aumento en la tendencia temporal de la incidencia de tumores cerebrales. Para vigilar esta tendencia se necesitan registros exhaustivos y eficaces.

Ahlbom 2009, realizó una de las revisiones más exhaustivas y concluye “Globalmente los estudios publicados hasta la fecha no demuestran un incremento del riesgo en un período de uso de 10 años de padecer tumores cerebrales”. Aunque existen tumores con largos periodos de latencia (meningioma y neurinoma del acústico) por lo que es necesario continuar investigando. De todos modos parece coherente la conclusión que si hubiera una relación causal ya se estaría detectando en las tendencias de la incidencia de los tumores con menor latencia.

Existen trabajos que apuntan a un mayor riesgo por el uso del móvil, aunque su metodología ha sido criticada.

Son necesarios estudios en usuarios de móviles por un tiempo superior a 10 años. Actualmente están en marcha estudios como [Mobi-Kids](#), estudio de casos y controles en 13 países para valorar durante 5 años los tumores de jóvenes entre 10 y 24 años.

2.2.1. Tendencia temporal de la incidencia de tumores del SNC en la infancia (0-14 años) en España.

La incidencia de estos tumores en Europa y Norteamérica es de 20 a 40 casos por millón de niños y niñas (tasa estandarizada por población mundial). En España la tasa de incidencia de tumores del SNC es: tasa bruta 31,9 casos /1.000.000 y 32,8/ 1.000.000 tasa estandarizada para el periodo 1983-2002.

El proyecto [ACCIS](#) (Automated Childhood Cancer Information System) mostró una tendencia ascendente en Europa para el total del período 1978-1997 de los tumores infantiles (0-14 años), con un incremento medio anual de la tasa de 1,7%.

Los resultados de un estudio español muestran una tendencia ascendente significativa para el periodo completo (1983-2002), con un porcentaje de cambio anual de la tasa para los tumores del SNC de 2,18% que se reduce a 1,46% cuando los tumores no malignos se excluyen del análisis, aunque la tendencia permanece creciente y es estadísticamente significativa.

No obstante, el análisis por el *Jointpoint bayesiano* indica un cambio de tendencia en la primera mitad de los años 90, tanto para el conjunto de los tumores del SNC, cuyo punto de cambio se situaría en 1993, como solo para los malignos, en los que el punto de cambio se sitúa en 1994. En ambos grupos, los porcentajes de cambio anual de la tasa previos al cambio aparecen positivos y estadísticamente

significativos, pero tras el cambio de tendencia, se pierde la significación estadística. Por lo que la tendencia ascendente en la incidencia de tumores se queda confinada a la primera parte del periodo y no se observa a partir del comienzo de los años 90.

Ni en EEUU (a partir de 1992) ni en el Reino Unido (1979-2003) se ha comprobado una tendencia ascendente. Tampoco en Dinamarca, Finlandia, Suecia y Noruega para el periodo de 1974-2003.

La difusión de nuevas tecnologías diagnósticas explicaría el cambio en la tendencia observada seguida de una saturación con estabilización de la incidencia. Se necesita una vigilancia más prolongada y detallada para valorar distintos tumores.

2.2.2. Estudio [INTERPHONE](#)

La [IARC](#) publicó en mayo de 2010 los resultados del estudio INTERPHONE, estudio que se inició en el año 2000 con el objetivo de valorar la relación entre el uso de teléfonos móviles y el riesgo de padecer 4 tipos de tumores cerebrales (gliomas y meningiomas), tumor del nervio acústico (neurinoma o Schwannoma), y tumor de la glándula parótida.

El objetivo era determinar si la energía de la radiación de radiofrecuencia emitida por los teléfonos móviles tiene capacidad carcinogénica. Hay que recordar que se desconoce la etiología de los tumores cerebrales, y el único factor inequívocamente asociado al incremento del riesgo de glioma es la exposición a radioterapia, en particular para el tratamiento de la leucemia linfoblástica en niños.

Es un estudio caso-control realizado en Australia, Canadá, Dinamarca, Finlandia, Alemania, Israel, Italia, Japón, Nueva Zelanda, Noruega, Suecia y Reino Unido. Se han analizado 2.708 gliomas y 2.409 meningiomas y sus controles. No se han presentado los resultados de tumores del nervio acústico y de la glándula parótida. El estudio cubría personas de 30-59 años urbanas, ya que se supone que este grupo tiene una elevada prevalencia de uso del móvil en los 5-10 años previos.

No se ha observado que el uso del teléfono por un periodo igual o superior a 10 años desde la primera vez que se utilizó suponga un riesgo mayor de padecer gliomas o meningiomas. Según la OMS "Hay ciertos indicios de un incremento del riesgo de sufrir glioma en las personas que se encontraban en el 10% más elevado de horas acumuladas de utilización del teléfono móvil". Sin embargo no se observó una tendencia uniforme de aumento del riesgo con la utilización más prolongada.

Los resultados no resuelven definitivamente el tema. Se necesitan más estudios in vivo, in vitro que avancen en el conocimiento de la causalidad. Es necesario seguir estudiando los efectos a largo plazo de la exposición a TM, si se tiene en cuenta el largo periodo de latencia, la exposición de la población muy joven, sería preferible realizar estudios de cohorte.

La conclusión es que no se ha establecido un aumento del riesgo de tumores cerebrales, sin embargo los resultados del grupo con niveles más elevados de exposición y los cambios en los modelos de uso desde el inicio del estudio, justifican la necesidad de seguir investigando.

Los nuevos hábitos (manos libres, mensajes cortos, comunicación por Internet ...) reducen la exposición de la cabeza a las ondas de TM.

2.3. Resumen de estudios y revisiones científicas internacionales

2.3.1 SCENHIR (Comité Científico de la UE sobre Riesgos Sanitarios Emergentes) ha evaluado los riesgos de los campos EM de RF, frecuencia intermedia, baja frecuencia y campos estáticos.

En 2009 tras la revisión de lo nuevo publicado, concluye que es improbable que la exposición a campos de RF produzca un incremento del cáncer en humanos. Señala que el período de exposición a la telefonía móvil es menor que el periodo de inducción de algunos tumores, por lo que indican la necesidad de más estudios.

Respecto a los síntomas subjetivos, concluyen que los estudios científicos no respaldan que exista una relación entre exposición y síntomas subjetivos, por lo que se descarta, que cualquier persona, incluidos los sujetos que declaran padecer "hipersensibilidad electromagnética" sean capaces de detectar cuando están expuestos a CEM y cuando no lo están.

Sí se ha observado el "efecto nocebo", efecto adverso inespecífico causado por la expectativa o la creencia de que algo es dañino para la salud.

Alguna evidencia de que la exposición a CEM de RF pueda influir en el sueño y el electroencefalograma pero la relevancia para la salud es incierta.

No se han encontrado efectos sobre la memoria, funciones cognitivas y sensoriales.

Se reconoce como limitada la información sobre los efectos en los niños. Y proponen las siguientes prioridades de investigación:

- Asociación entre tumores y uso del móvil en periodos superiores a 10 años.
- Estudio de cohorte para averiguar si existe relación entre tumores cerebrales y uso de TM superior a 10 años.
- Evaluación de la exposición total de los individuos a RF con dosímetros individuales.
- Replicar o ampliar estudios experimentales para confirmar o descartar algún efecto sobre la genotoxicidad, el sueño y el electroencefalograma.

2.3.2. ICNIRP (Comisión Internacional de Protección frente a Radiaciones no Ionizantes)

Los estudios publicados no demuestran un aumento del riesgo de tumores cerebrales en un período de uso de teléfono móvil de aproximadamente 10 años. Los datos disponibles no sugieren asociación causal entre el uso del teléfono móvil y los tumores de crecimiento rápido como el glioma en adultos que es un tumor con un corto período de latencia. Respecto a los tumores de crecimiento lento (meningioma y neurinoma del acústico) y glioma en usuarios a largo plazo, la ausencia de asociación es menos conclusiva, se necesita más seguimiento.

No hay datos sobre el potencial carcinogénico de la exposición a la TM en niños y adolescentes.

2.3.3. [AFSSET](#) (Agencia Francesa de Seguridad Sanitaria de la Alimentación, del Medio Ambiente y del Trabajo) publicó un informe en 2009.

- Los estudios epidemiológicos disponibles no sugieren efectos de la telefonía móvil a corto plazo, aunque persisten interrogantes de los efectos a largo plazo
- En relación a la Hipersensibilidad electromagnética no se ha podido identificar ningún mecanismo fisiopatológico que explique la relación.
- En relación a las medida de la exposición a radiofrecuencia:
 - La caracterización de la exposición durante la infancia a las RF y sus eventuales efectos están mal descritos.
 - La exposición a los CEM de RF emitidos por el uso del teléfono móvil es superior a la exposición generada por las estaciones base (antenas).
 - Las antenas de TM no emiten CEM de baja frecuencia
 - Las nuevas tecnologías recientemente desarrolladas que utilizan RF no inducen una exposición de naturaleza e intensidad diferente a las precedentes.

Y realizan las siguientes propuestas de investigación:

- Evaluar efectos a largo plazo
- Vigilar la calidad de estudios experimentales
- Replicar estudios
- Mejorar la dosimetría para caracterizar mejor la exposición real de la población.

Alerta frente a que una reducción de las potencias de emisión de las estaciones base podría conducir a un aumento de la exposición de la cabeza debido a que los teléfonos móviles tendrían que aumentar su potencia para captar la señal.

Se ha propuesto una medida de cautela para que los niños moderen el uso del teléfono móvil, esta propuesta se basa en el escaso conocimiento sobre los efectos a largo plazo.

Una vez analizados los resultados de los estudios sobre los efectos no térmicos se considera que no tiene sentido proponer nuevos límites de exposición.

2.3.4. OMS.- Evaluación de los riesgos de los campos electromagnéticos a través del Proyecto Internacional [EMF-NET](#). 2010.

La principal consecuencia de la interacción entre la energía radioeléctrica y el cuerpo humano es el calentamiento de los tejidos. En el caso de las frecuencias utilizadas por los teléfonos móviles la mayor parte de la energía es absorbida por la piel y otros tejidos superficiales.

No hay pruebas de que la exposición a campos de radiofrecuencia de nivel inferior a los que provocan calentamiento de tejidos tenga efectos perjudiciales para la salud

(función cognitiva, sueño, ritmo cardiaco...). Ni se ha conseguido establecer relación causal entre exposición a CEM e hipersensibilidad electromagnética.

Respecto a los efectos a largo plazo la OMS afirma que los efectos a largo plazo, en los estudios realizados con animales coinciden en que la exposición a largo plazo a campos de RF no aumenta el riesgo de contraer cáncer.

Estudios en proceso:

[COSMOS](#) (Cohort Study of Mobile Phone and Health)

[INTERPHONE](#) necesidad de seguir investigando la relación de uso del móvil y riesgo de contraer cáncer cerebral.

2.3.5. Academia Nacional de Medicina, Academia de Ciencias y Academia de las Tecnologías de Francia. Diciembre 2009

El título del informe ya dice mucho, "Reducir la exposición a las ondas de las antenas de telefonía no está justificado científicamente".

- No hay motivos científicos que justifiquen una reducción de los límites de exposición actuales a las ondas electromagnéticas de la telefonía móvil.
- El método más eficaz para reducir la exposición actual es aumentar el número de antenas y su cobertura.
- La exposición a CEM de RF no generan radicales libres, no son genotóxicos, ni mutagénicos, no son cancerígenos, ni provocan otros efectos no térmicos.
- No hay evidencias, actualmente, de que el uso habitual de la telefonía móvil aumente el riesgo de tumores cerebrales mediante un mecanismo de promoción.
- No se ha demostrado que la llamada hipersensibilidad electromagnética sea ocasionada por las ondas electromagnéticas.
- La exposición del público a las antenas de telefonía móvil no genera riesgos sanitarios en la población que vive cerca de estas instalaciones.

2.4. Antenas de telefonía móvil

La mayor dificultad es estimar la exposición real. Los estudios citados han estudiado pocos casos, se han dado sesgos de selección y participación (afectados de efecto nocebo), no control de otras fuentes de exposición.

Elliot en 2010 estudió si los hijos de mujeres embarazadas que viven cerca de antenas tienen un mayor riesgo de cáncer (tumores del SNC, leucemia, linfomas no Hodgkin y todos los tipos de cáncer combinados) no se encontró asociación.

Existe también un estudio japonés de exposición a corto plazo de antenas UMTS, es un caso control de provocación doble ciego. Las mujeres estudiadas no presentaron diferencias en sus respuestas a una exposición real o simulada teniendo en cuenta la evaluación de sus respuestas psicológicas, cognitivas o autónomas. No encontraron evidencia de ninguna relación causal.

En una revisión sistemática sobre [Intolerancia Ambiental Idiopática](#) (antes llamada Hipersensibilidad Electromagnética) no se ha observado una sólida evidencia que apoye esta teoría, sin embargo los estudios analizados respaldan el papel del efecto nocebo.

2.5. Declaración de las Autoridades Nórdicas

No hay evidencia científica de los efectos adversos para la salud causados por intensidades de campo de radiofrecuencia en las condiciones de vida normales en la actualidad, por lo tanto no ven la necesidad de una recomendación común que adopte nuevas medidas para reducir estos campos de radiofrecuencia. Aunque es importante señalar que por el limitado tiempo de uso de algunas de las tecnologías, es necesario seguir con una investigación activa sobre posibles efectos sanitarios.

2.6. Observaciones finales

- Con el conocimiento actual no existe evidencia de relación causal entre la exposición a las radiofrecuencias (RF) de la telefonía móvil (TM) y efectos adversos para la salud.
- Persisten los problemas en la calidad de la estimación de la exposición para realizar estudios fiables, consistentes y comparables.
- Los estudios controlados sobre personas que se declaran como hipersensibles a los CEM de RF de la TM (teléfonos y antenas) no han demostrado la existencia de una relación causal entre la sintomatología que expresan estas personas y su exposición a este tipo de RF.
- Interpretados globalmente los resultados de los estudios epidemiológicos, publicados hasta la fecha, sobre tumores cerebrales y uso de teléfono móvil no demuestran un incremento del riesgo en un período de uso de 10 años de padecer tumores cerebrales.
- En algún estudio se ha observado algún ligero aumento del riesgo de padecer tumores en el grupo de usuarios de teléfonos móviles con niveles más elevados de horas acumuladas. Los errores y sesgos detectados en estos estudios impiden establecer relaciones causales.
- Si hubiera algún efecto derivado de la masiva exposición a la TM este debería reflejarse en las tendencias de incidencia de tumores cerebrales. Estos cambios no se han observado en los estudios realizados en varios países.
- Los cortos períodos de exposición a la TM y los elevados períodos de latencia de los tumores cerebrales aconsejan continuar los estudios a largo plazo sobre los efectos de la TM.