

Unión Internacional de Telecomunicaciones

**UIT-T**

SECTOR DE NORMALIZACIÓN  
DE LAS TELECOMUNICACIONES  
DE LA UIT

**Serie K**  
**Suplemento 1**  
(05/2020)

SERIE K: PROTECCIÓN CONTRA LAS  
INTERFERENCIAS

---

**UIT-T K.91 – Guía sobre campos  
electromagnéticos y salud**

Recomendaciones UIT-T de la serie K – Suplemento 1

UIT-T





## Suplemento 1 a las Recomendaciones UIT-T de la serie K

### UIT-T K.91 – Guía sobre campos electromagnéticos y salud

#### Resumen

El objetivo del Suplemento 1 de la Serie K de Recomendaciones del UIT-T es dar respuesta a preguntas habituales del público sobre el fenómeno de los campos electromagnéticos (CEM) y abordar inquietudes conexas.

La presente *Guía sobre campos electromagnéticos y salud* tiene por objeto:

- Proporcionar información y recursos didácticos adecuados sobre campos electromagnéticos (CEM) para todas las comunidades, las partes interesadas y los gobiernos.
- Facilitar información científica de la Organización Mundial de la Salud (OMS), entre otras partes interesadas (véase la NOTA), particularmente útil frente a incertidumbres en el plano científico, por ejemplo, en las esferas de las tecnologías de radiofrecuencias (RF), la implantación y utilización de infraestructuras y la exposición a CEM.

NOTA – La Organización Mundial de la Salud (OMS) es la principal organización de referencia sobre CEM y salud. La Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) y la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI) son las principales organizaciones de referencia sobre métodos de evaluación de los CEM.

#### Historia

Edición	Recomendación	Aprobación	Comisión de Estudio	ID único*
1.0	UIT-T K Supl. 1	29-07-2014	5	<a href="http://handle.itu.int/11.1002/1000/12304">11.1002/1000/12304</a>
2.0	UIT-T K Supl. 1	20-05-2020	5	<a href="http://handle.itu.int/11.1002/1000/14316">11.1002/1000/14316</a>

#### Palabras clave

5G, estación base, CEM, exposición a CEM, salud, telefonía móvil, radiofrecuencia.

---

\* Para acceder a la Recomendación, sírvase digitar el URL <http://handle.itu.int/> en el campo de dirección del navegador, seguido por el identificador único de la Recomendación. Por ejemplo, <http://handle.itu.int/11.1002/1000/11830-en>.

## PREFACIO

La Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) es el organismo especializado de las Naciones Unidas en el campo de las telecomunicaciones y de las tecnologías de la información y la comunicación. El Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT (UIT-T) es un órgano permanente de la UIT. Este órgano estudia los aspectos técnicos, de explotación y tarifarios y publica Recomendaciones sobre los mismos, con miras a la normalización de las telecomunicaciones en el plano mundial.

La Asamblea Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones (AMNT), que se celebra cada cuatro años, establece los temas que han de estudiar las Comisiones de Estudio del UIT-T, que a su vez producen Recomendaciones sobre dichos temas.

La aprobación de Recomendaciones por los Miembros del UIT-T es el objeto del procedimiento establecido en la Resolución 1 de la AMNT.

En ciertos sectores de la tecnología de la información que corresponden a la esfera de competencia del UIT-T, se preparan las normas necesarias en colaboración con la ISO y la CEI.

## NOTA

Esta publicación del UIT-T es de carácter informativo. Disposiciones obligatorias tales como las que se encuentran en las Recomendaciones UIT-T quedan fuera del alcance de esta publicación. La presente publicación sólo debe referenciarse bibliográficamente en las Recomendación del UIT-T.

## PROPIEDAD INTELECTUAL

La UIT señala a la atención la posibilidad de que la utilización o aplicación de la presente publicación suponga el empleo de un derecho de propiedad intelectual reivindicado. La UIT no adopta ninguna posición en cuanto a la demostración, validez o aplicabilidad de los derechos de propiedad intelectual reivindicados, ya sea por los miembros de la UIT o por terceros ajenos al proceso de elaboración de publicaciones.

En la fecha de aprobación de la presente publicación, la UIT no ha recibido notificación de propiedad intelectual, protegida por patente, que puede ser necesaria para aplicar esta publicación. Sin embargo, debe señalarse a los usuarios que puede que esta información no se encuentre totalmente actualizada al respecto, por lo que se les insta encarecidamente a consultar la base de datos sobre patentes de la TSB en la dirección <http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>.

© UIT 2021

Reservados todos los derechos. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse por ningún procedimiento sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
1	Introducción a los CEM..... 1
1.1	El espectro electromagnético..... 1
1.2	¿Qué es un campo electromagnético (CEM)?..... 1
1.3	¿Qué es un campo electromagnético de radiofrecuencia (RF)? ..... 1
1.4	¿Qué es la radiación ionizante? ..... 2
1.5	¿Qué es la radiación no ionizante? ..... 2
2	Visión general de los CEM y la salud ..... 2
2.1	Proyecto Internacional de la OMS sobre CEM ..... 2
2.2	Información sobre telefonía móvil y salud ..... 3
2.3	Información sobre las estaciones base y la salud ..... 3
2.4	Información sobre las redes 5G y la salud..... 4
2.5	Información relativa a las directrices sobre exposición humana..... 4
2.6	Estudios sobre CEM y salud..... 5
2.7	Efectos de los CEM ..... 6
2.8	Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer (CIIC) ..... 6
3	Teléfonos móviles y estaciones base ..... 8
3.1	Funcionamiento de los teléfonos móviles y los dispositivos inalámbricos.... 8
3.2	Generaciones tecnológicas de las comunicaciones móviles..... 9
3.3	Torres y antenas..... 10
3.4	¿Varía la potencia de las estaciones base? ..... 11
3.5	Transmisores de potencia de los teléfonos móviles ..... 11
4	Teléfonos móviles, SAR y densidad de potencia ..... 15
4.1	¿Qué es el SAR?..... 15
4.2	¿Qué es la "densidad de potencia"? ..... 15
4.3	Factores que afectan a la exposición a CEM-RF de los dispositivos móviles 16
4.4	¿Qué importancia reviste el valor de SAR? ..... 17
4.5	Medición del valor de SAR de dispositivos ..... 17
4.6	¿Varía el SAR en función del teléfono de que se trate? ..... 18
4.7	¿Son más seguros los teléfonos móviles de bajo SAR? ..... 18
4.8	Información sobre conformidad de los teléfonos móviles ..... 18
5	Directrices y normas pertinentes sobre CEM ..... 18
5.1	Directrices sobre exposición humana a los CEM..... 18
5.2	Factores de seguridad ..... 19
5.3	Normas y directrices de la UIT ..... 19
5.4	Normas CEI..... 21
5.5	Normas IEEE..... 21

6	Teléfonos móviles y preguntas frecuentes sobre los CEM.....	22
6.1	¿Qué riesgos plantean para la salud asociados los teléfonos móviles y las estaciones base?.....	22
6.2	¿Emiten radiación los teléfonos móviles? .....	25
6.3	¿Qué cantidad de energía emite un teléfono móvil?.....	25
6.4	¿Cómo funciona el control de potencia adaptativo?.....	25
6.5	¿Varía el CEM generado por mi teléfono móvil? .....	25
6.6	¿Qué niveles de exposición cabe considerar con respecto a los teléfonos móviles?.....	25
6.7	¿Cuál es la potencia de emisión habitual de un teléfono móvil?.....	26
6.8	¿Cómo se puede reducir la exposición a un teléfono móvil? .....	26
6.9	¿El apantallamiento de los teléfonos móviles reduce la exposición a los mismos?.....	27
6.10	¿Emiten los móviles menos CEM al estar cerca de una estación base?.....	27
6.11	¿Emiten menos CEM los teléfonos móviles cuando la señal de cobertura de su pantalla muestra barras completas? .....	27
6.12	¿El grado de exposición al enviar mensajes de texto es menor que al realizar una llamada telefónica? .....	27
6.13	¿Se corre el riesgo de una elevada exposición a los CEM al utilizar teléfonos móviles en medios de transporte de alta velocidad?.....	27
6.14	¿Es más seguro utilizar el teléfono móvil en el automóvil o en el hogar porque estos lugares constituyen una barrera frente a la radiación? .....	28
6.15	¿Son los niños más vulnerables a los CEM de los teléfonos móviles que los adultos?.....	28
7	Estaciones base y preguntas frecuentes sobre los CEM .....	29
7.1	¿Cuál es la intensidad de los CEM en torno a las estaciones base? .....	29
7.2	¿Es seguro vivir cerca de una estación base o desplegar estaciones base cerca de las escuelas? .....	29
7.3	¿El aumento de la cantidad de estaciones base contribuye a reducir los CEM?.....	30
7.4	¿Es seguro desplegar estaciones base en hospitales? .....	30
7.5	¿Existen zonas restringidas delante de las antenas de estaciones base?.....	30
8	Preguntas habituales sobre límites de exposición a los CEM.....	30
8.1	¿Quién establece los límites y las normas de exposición humana a los CEM?.....	30
8.2	¿Existe un margen de seguridad relativo a los límites de exposición humana?.....	30
8.3	¿Están protegidos los niños y las mujeres embarazadas al amparo de la norma de seguridad?.....	31
8.4	¿Están protegidas las personas con implantes electrónicos mediante la norma de seguridad?.....	32

	<b>Página</b>
9 Preguntas sobre mitos relativos a los CEM .....	32
9.1 ¿Es posible cocinar un huevo o granos de maíz con un teléfono móvil? .....	32
9.2 ¿Es suficiente la potencia de un teléfono móvil para hacer hervir el cerebro? .....	32
9.3 ¿Puede atraer los rayos la utilización de un teléfono móvil? .....	32
9.4 ¿Puede provocar un teléfono móvil un incendio en una gasolinera? .....	33
10 Recursos de la UIT sobre CEM .....	33
11 Recursos suplementarios sobre CEM .....	33
11.1 Recursos de la OMS .....	33
11.2 Recursos de la ICNIRP .....	33
11.3 Recursos gubernamentales a escala nacional .....	33
11.4 Organizaciones no gubernamentales .....	34
11.5 Recursos generales .....	34
12 Acerca de la presente Guía sobre campos electromagnéticos y salud .....	34



## Suplemento 1 a las Recomendaciones UIT-T de la serie K

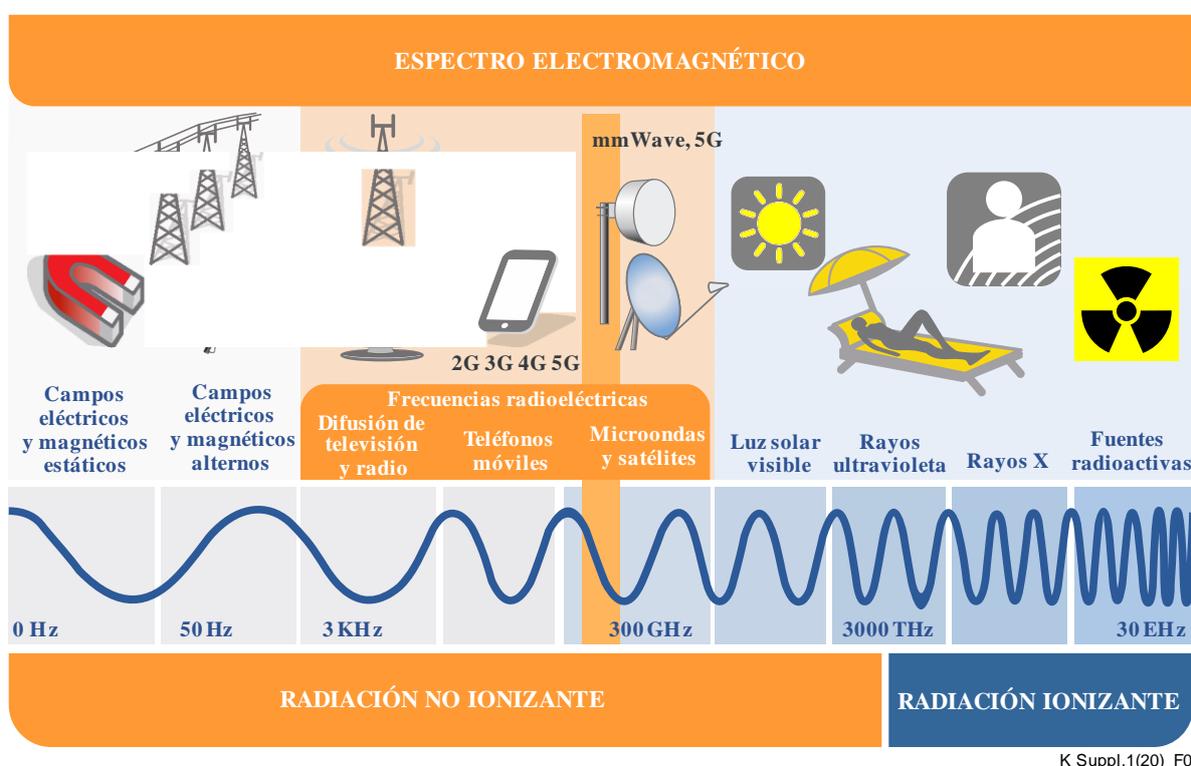
### UIT-T K.91 – Guía sobre campos electromagnéticos y salud

#### 1 Introducción a los CEM

##### 1.1 El espectro electromagnético

Los campos electromagnéticos (CEM) han existido de formas diferentes desde el origen del universo. Dichos campos varían en función de su frecuencia, y la luz visible es su forma más conocida.

Los campos eléctricos y magnéticos forman parte del espectro electromagnético que abarca los campos eléctricos y magnéticos estáticos, las señales de radiofrecuencia (RF), la radiación infrarroja y la luz visible, así como los rayos X o rayos gamma, como se muestra en la Figura 1.1.



K Suppl.1(20)\_F01

Figura 1 – El espectro electromagnético

##### 1.2 ¿Qué es un campo electromagnético (CEM)?

Un campo electromagnético está formado por ondas de energía eléctrica y magnética que se propagan unidas a través del espacio. Con frecuencia se utiliza el término "campo electromagnético", o CEM, para indicar la presencia de radiación electromagnética.

##### 1.3 ¿Qué es un campo electromagnético de radiofrecuencia (RF)?

Por radiofrecuencia (RF) se entiende la parte del espectro electromagnético que abarca las frecuencias comprendidas entre 3 kHz y 3 000 GHz. Los transmisores de televisión y de radiocomunicaciones (incluidas las estaciones base), así como las microondas, los teléfonos móviles y los radares, producen campos de radiofrecuencia. Dichos campos se utilizan para transmitir

información y constituyen el fundamento de las telecomunicaciones y de las emisiones de radiocomunicaciones y televisión en todo el mundo. Muchos dispositivos domésticos, en particular, los teléfonos inalámbricos, los supervisores de bebés y los juguetes controlados mediante radiofrecuencia, las redes Wi-Fi, las tabletas y los relojes inteligentes, entre otros dispositivos inalámbricos, también transmiten CEM basados en radiofrecuencias.

#### 1.4 ¿Qué es la radiación ionizante?

La radiación electromagnética de frecuencias superiores a las de la banda UV se considera "radiación ionizante" porque tiene energía suficiente para modificar los átomos y liberar electrones (ionización), y, en consecuencia, alterar sus enlaces químicos. Los rayos X y los rayos gamma son ejemplos de radiación ionizante.

La radiación ionizante tiene lugar a frecuencias superiores a 2 900 THz ( $2\,900 \times 10^{12}$  Hz). Ello corresponde a una longitud de onda de alrededor de 103,4 nm, valor cercano al extremo inferior de longitud de onda del espectro ultravioleta (UV).

#### 1.5 ¿Qué es la radiación no ionizante?

La radiación electromagnética de frecuencias inferiores a las de la banda UV se considera "radiación no ionizante" porque carece de la energía necesaria para liberar electrones, es decir, para ionizar o modificar la estructura atómica. Los campos de radiofrecuencia provocan radiación no ionizante.

## 2 Visión general de los CEM y la salud

### 2.1 Proyecto Internacional de la OMS sobre CEM

Como se muestra en la Figura 2, las tecnologías de comunicación inalámbrica han pasado a ser indispensables en la sociedad moderna. Los teléfonos móviles, las tabletas y los dispositivos inalámbricos son actualmente herramientas de comunicación fundamentales en la vida cotidiana de millones de personas en todo el mundo y son asimismo muy frecuentes en las aplicaciones médicas. Cada vez se despliegan más estaciones de base y torres de telecomunicaciones para prestar servicios de comunicaciones inalámbricas de calidad.

La implantación de tecnologías de comunicaciones inalámbricas ha traído consigo un cierto grado de inquietud pública debido a los posibles riesgos para la salud asociados a dicho tipo de comunicaciones, en particular la utilización de teléfonos móviles o la residencia cerca de estaciones base.



K Suppl.1(20)\_F02

Figura 2 – Dispositivos inalámbricos de uso cotidiano

Los efectos de los campos electromagnéticos (CEM) de todas las frecuencias en el medio ambiente son cada vez mayores y más frecuentes. En el marco de su mandato de proteger la salud pública, y habida cuenta de la inquietud del público, la OMS puso en marcha en 1996 el Proyecto Internacional CEM. Dicho proyecto tiene por objeto evaluar pruebas científicas relativas a los posibles efectos en la salud de los CEM en la gama de frecuencias de 0 a 300 GHz.

En el sitio web [www.who.int/peh-emf/about/en/](http://www.who.int/peh-emf/about/en/) se amplía información sobre el Proyecto Internacional CEM de la OMS.

Con respecto a los CEM y la salud, la OMS señala lo siguiente:

*"Todos los estudios realizados hasta la fecha indican que una exposición inferior a los límites recomendados en las directrices CEM de 1998 de la Comisión internacional sobre protección contra la radiación no ionizante (ICNIRP), que cubre toda la gama de frecuencias de 0 a 300 GHz, no produce ningún perjuicio conocido a la salud. Ahora bien, todavía es necesario conocer más al respecto para poder formular una evaluación de riesgo sanitario más precisa."*

Fuente: Estudios de la OMS sobre CEM – <http://www.who.int/peh-emf/research/en/> y Resumen de la OMS sobre efectos en la salud [www.who.int/peh-emf/about/WhatisEMF/en/index1.html](http://www.who.int/peh-emf/about/WhatisEMF/en/index1.html).

## **2.2 Información sobre telefonía móvil y salud**

La OMS señala asimismo lo siguiente:

*"En los dos últimos decenios se ha realizado un gran número de estudios para determinar si los teléfonos móviles pueden plantear riesgos para la salud. Hasta la fecha no se ha confirmado que el uso del teléfono móvil tenga efectos perjudiciales para la salud."*

*Si bien los datos obtenidos en el estudio INTERPHONE no indican un aumento del riesgo de sufrir tumores cerebrales, el uso cada vez mayor del teléfono móvil y la falta de datos referentes a su utilización por periodos de más de 15 años hacen evidente la necesidad de seguir investigando la relación del uso de este aparato con el riesgo de contraer cáncer cerebral. En concreto, dada la reciente popularidad de los teléfonos móviles entre los jóvenes y, por consiguiente, la posibilidad de una exposición más prolongada a lo largo de la vida, la OMS ha impulsado que se ahonden las investigaciones en este grupo de población. En estos momentos, se están llevando a cabo diversos estudios que investigan los posibles efectos sobre la salud de niños y adolescentes.*

Fuente: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/electromagnetic-fields-and-public-health-mobile-phones>.

## **2.3 Información sobre las estaciones base y la salud**

La OMS señala lo siguiente:

*"Habida cuenta de los bajísimos niveles de exposición y los resultados de las investigaciones de que se tiene constancia hasta la fecha, no hay pruebas científicas convincentes de que las débiles señales de radiofrecuencia de las estaciones base y las redes inalámbricas causen efectos nocivos para la salud."*

*"Los estudios realizados hasta la fecha no indican que la exposición ambiental a campos de radiofrecuencia, en particular los producidos por estaciones base, aumente el riesgo de padecer cáncer o cualquier otra enfermedad."*

Fuentes: [www.who.int/peh-emf/publications/facts/fs304/en/](http://www.who.int/peh-emf/publications/facts/fs304/en/), <http://www.who.int/features/qa/30/en/>.

## 2.4 Información sobre las redes 5G y la salud

La ICNIRP señala lo siguiente:

*La Comisión internacional sobre protección contra la radiación no ionizante (ICNIRP) ha publicado nuevas directrices sobre protección de los seres humanos expuestos a campos electromagnéticos de radiofrecuencia. Dichas directrices abarcan las próximas tecnologías 5G, así como las radiocomunicaciones AM y DAB, las redes WiFi, Bluetooth y las tecnologías de telefonía móvil 3G/4G que se utilizan actualmente.*

*El presidente de la ICNIRP, Dr. Eric van Rongen, manifestó que las nuevas directrices sobre campos electromagnéticos han requerido siete años de desarrollo y que son más adecuadas que las de 1998, habida cuenta de las frecuencias más elevadas que se utilizarán para las redes 5G en el futuro.*

*... "La elaboración de las directrices se apoya en una exhaustiva revisión de las publicaciones científicas pertinentes, la organización de talleres científicos y un amplio proceso de consultas al público. Tratan sobre la protección frente a todos los efectos adversos para la salud, científicamente probados, como consecuencia de la exposición a CEM en la gama de 100 kHz a 300 GHz."*

*... Las principales modificaciones que figuran en las directrices de 2020 en relación con la exposición a redes 5G atañen a las frecuencias por encima de 6 GHz. Cabe destacar las siguientes:*

- *la adición de una restricción sobre exposición corporal íntegra;*
- *la adición de una restricción sobre exposiciones breves (de duración inferior a 6 minutos) de pequeñas partes del cuerpo; y*
- *la reducción del nivel máximo de exposición autorizada de pequeñas partes del cuerpo.*

*"Al revisar las directrices, examinamos la idoneidad de las que se publicaron en 1998. Constatamos que estas eran adecuadas en la mayoría de los casos, y que seguían facilitando protección adecuada con respecto a las tecnologías actuales."*

*El Dr. Van Rongen añade: "No obstante, las nuevas directrices proporcionan información más adecuada y pormenorizada sobre exposición a gamas de frecuencias más elevadas, por encima de 6 GHz, de particular importancia para las redes 5G y las tecnologías futuras que utilizarán dichas frecuencias. Cabe destacar que las tecnologías 5G no provocan daño alguno si se observan esas nuevas directrices."*

Fuente: [https://www.icnirp.org/cms/upload/presentations/ICNIRP\\_Media\\_Release\\_110320.pdf](https://www.icnirp.org/cms/upload/presentations/ICNIRP_Media_Release_110320.pdf).

## 2.5 Información relativa a las directrices sobre exposición humana

La OMS señala lo siguiente:

*Dos organismos internacionales elaboran directrices sobre exposición a los campos electromagnéticos. Muchos países se han adherido a lo dispuesto en dichas directrices, recomendadas por:*

- *la Comisión internacional sobre protección contra la radiación no ionizante (ICNIRP); y*
- *el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos, a través del Comité internacional sobre seguridad electromagnética.*

*Dichas directrices son independientes de la tecnología de que se trate. Abarcan radiofrecuencias hasta 300 GHz, incluidas las frecuencias que son objeto de debate en relación con las tecnologías 5G.*

Fuente: OMS – ¿Qué son las directrices internacionales sobre exposición? – <https://www.who.int/news-room/q-a-detail/5g-mobile-networks-and-health>.

La ICNIRP señala lo siguiente:

*Las Directrices de la ICNIRP sobre limitación de la exposición a los campos electromagnéticos tienen por objeto garantizar la protección de las personas expuestas a campos electromagnéticos de radiofrecuencias (RF) en la gama de 100 kHz a 300 GHz. Las directrices abarcan muchas aplicaciones, en particular las tecnologías 5G, las redes WiFi, Bluetooth, la telefonía móvil y las emisiones de estaciones base.*

*Las directrices de 2020 reemplazan la parte de las directrices de la ICNIRP (1998) sobre radiofrecuencias para la gama de 100 kHz a 300 GHz, así como la parte de dichas directrices de la ICNIRP (2010) para bajas frecuencias en la gama de 100 kHz a 10 MHz.*

*La elaboración de las directrices se apoya en una exhaustiva revisión de las publicaciones científicas pertinentes, la organización de talleres científicos y un amplio proceso de consultas al público. Tratan sobre la protección frente a todos los efectos adversos para la salud científicamente probados, como consecuencia de la exposición a CEM en la gama de 100 kHz a 300 GHz.*

Por otra parte, el IEEE señala lo siguiente:

*En esta norma figuran los límites de seguridad para garantizar la protección frente a los efectos perjudiciales en la salud de personas expuestas a campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos en la gama de frecuencias comprendida entre 0 Hz y 300 GHz.*

*Dichos límites de exposición son aplicables, de forma general, a todas las personas autorizadas en entornos restringidos y al público en general en entornos no restringidos.*

*Los límites no son aplicables a pacientes expuestos por médicos y profesionales de la medicina, o bajo la dirección de los mismos, ni con respecto a la exposición de voluntarios participantes en estudios médicos o científicos, y no garantizan protección al utilizar dispositivos o implantes médicos.*

Fuente: [https://standards.ieee.org/standard/C95\\_1-2019.html](https://standards.ieee.org/standard/C95_1-2019.html).

## **2.6 Estudios sobre CEM y salud**

Existen numerosos estudios sobre los posibles efectos en la salud de la exposición a una gran cantidad de gamas de frecuencias del espectro electromagnético.

Como señala la OMS, en relación con los efectos biológicos y las aplicaciones médicas de la radiación no ionizante se han publicado aproximadamente 25 000 artículos en los últimos 30 años. Pese a que determinadas personas consideran que es necesario llevar a cabo nuevos estudios, los conocimientos científicos al respecto son hoy más amplios que los que se posee con respecto a la mayor parte de las sustancias químicas.

La OMS también alude al portal sobre CEM ([www.emf-portal.org](http://www.emf-portal.org)), una base de datos de artículos científicos sobre los efectos de los campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos en la salud humana y los sistemas biológicos. Este sitio web de libre acceso lo gestiona el Centro de Investigación para la Interacción Bioelectromagnética (femu), que forma parte del Instituto de Medicina del Trabajo de la Universidad RWTH de Aquisgrán (Alemania).

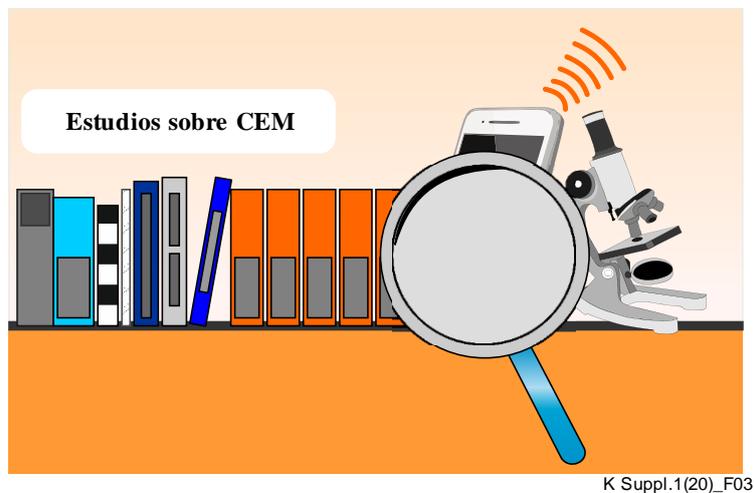
El portal sobre CEM es la base de datos de artículos científicos más exhaustiva a escala mundial, a la que puede accederse sin restricción alguna, sobre los efectos biológicos, o los relacionados con la salud, de la radiación electromagnética no ionizante (gama de frecuencias 0-300 GHz).

El elemento central de dicho portal es una amplia base de datos de artículos que abarca 31 031 publicaciones y 6 716 resúmenes de estudios científicos específicos sobre los efectos de los campos electromagnéticos (véase la Figura 3).

Fuentes:

OMS <https://www.who.int/peh-emf/research/database/en/>;

Portal sobre CEM <https://www.emf-portal.org/en>



**Figura 3 – Estudios sobre CEM y salud**

## **2.7 Efectos de los CEM**

### **Efectos biológicos y efectos adversos para la salud**

Los efectos biológicos se producen en los casos en los que la exposición a campos electromagnéticos provoca algún cambio fisiológico perceptible o detectable, no necesariamente peligroso, en un sistema biológico. Los efectos adversos para la salud se producen en los casos en los que los efectos biológicos superan los niveles habituales que puede compensar el organismo y que son perjudiciales para la salud o el bienestar humanos.

### **¿Qué son los efectos de los CEM de radiofrecuencia?**

La exposición a intensos CEM de radiofrecuencias (RF) puede provocar el calentamiento de los tejidos, que da lugar a su vez a un aumento de la temperatura corporal. Esto se conoce como efecto térmico. Pese a que el cuerpo humano puede regular su temperatura de forma eficaz, podría ser incapaz de superar exposiciones a RF demasiado intensas.

A frecuencias superiores a 10 MHz, el primer efecto que se produce, probado a nivel científico, es el calentamiento. A frecuencias inferiores a 10 MHz, el primer efecto que se produce es la estimulación nerviosa no térmica (sensación de hormigueo).

## **2.8 Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer (CIIC)**

### **Clasificación del CIIC de los CEM de radiofrecuencias**

En mayo de 2011, la OMS y el Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer (CIIC) consideraron los campos electromagnéticos de radiofrecuencias potencialmente cancerígenos para los seres humanos (Grupo 2B), sobre la base de un mayor riesgo de glioma, un tipo de cáncer cerebral maligno asociado al uso de teléfonos inalámbricos.

En el [sitio web del CIIC](#) se enumeran 314 agentes pertenecientes al Grupo 2B, entre los que se encuentran los campos de radiofrecuencias, los gases de escape de los motores de gasolina, verduras escabechadas, productos de limpieza en seco (exposiciones en el ámbito profesional) y los campos magnéticos de ondas decamiriamétricas (ELF).

El CIIC resume esa clasificación de la siguiente manera:

*"Los datos se analizaron pormenorizadamente, y se consideraron en conjunto limitados con respecto a los usuarios de teléfonos inalámbricos en materia de gliomas y neuromas acústicos, e insuficientes a efectos concluyentes en relación con otros tipos de cáncer. Los datos relativos a las exposiciones en entornos profesionales o medioambientales anteriormente mencionadas también se consideraron insuficientes."*

*"Indicios de carcinogenicidad limitados: se ha constatado un nexo positivo entre exposición al agente analizado y el cáncer, para el que el Grupo de Trabajo considera factible una interpretación causal, si bien el azar o los factores de sesgo o confusión no pudieron excluirse de forma razonable."*

*"Indicios de carcinogenicidad insuficientes: los estudios disponibles son de calidad, coherencia o solidez estadística insuficientes para extraer conclusiones sobre la existencia de una relación causal entre exposición y cáncer, o no se dispone de datos sobre cáncer en seres humanos."*

*"Habida cuenta de las posibles consecuencias para la salud pública de la clasificación y las conclusiones anteriormente mencionadas, conviene llevar a cabo estudios suplementarios sobre utilización muy frecuente a largo plazo de los teléfonos móviles. Hasta que se disponga de esa información, es importante adoptar medidas de índole práctica para disminuir la exposición, por ejemplo, la utilización de dispositivos de manos libres o el envío de mensajes de texto."*

Fuente: Comunicado de prensa del CIIC del 31 de mayo de 2011 –

[http://www.iarc.fr/en/mdia-centre/pr/2011/pdfs/pr208\\_E.pdf](http://www.iarc.fr/en/mdia-centre/pr/2011/pdfs/pr208_E.pdf).

### **Resumen de la clasificación del CCIC de los CEM de radiofrecuencias**

La OMS ha resumido la clasificación del CCIC de los campos electromagnéticos de radiofrecuencias de la manera siguiente:

*"El CIIC ha considerado los campos electromagnéticos de radiofrecuencias potencialmente carcinógenos para los seres humanos (Grupo 2B), con arreglo a una categoría que corresponde al caso en el que un nexo causal es factible, si bien el azar o factores de sesgo o confusión no pueden descartarse de forma razonable."*

Fuente: Nota descriptiva de la OMS, octubre de 2014 – <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/electromagnetic-fields-and-public-health-mobile-phones>.

La OMS resume la clasificación 2B del CIIC de la manera siguiente:

*"Posiblemente carcinógeno para el ser humano corresponde a la clasificación de un agente para el que existen indicios limitados de carcinogenicidad en seres humanos, e indicios insuficientes de carcinogenicidad en animales de experimentación."*

Fuente: Manual de la OMS "[Estableciendo un diálogo sobre los riesgos de los campos electromagnéticos](#)".

### **Informe mundial del CIIC sobre el cáncer en 2020**

En 2020, el CIIC publicó el informe más reciente a escala mundial sobre el cáncer, en el que se señala lo siguiente con respecto a la causalidad del cáncer:

"Puesto que los CEM-RF corresponden a la parte no ionizante del espectro electromagnético, la energía de los fotones es insuficiente para ionizar las moléculas y, en consecuencia, ocasionar daños directos en el ADN. La absorción de CEM-RF provoca un calentamiento del tejido biológico, si bien no cabe esperar que un aumento de la temperatura mínima por debajo de los límites reglamentarios provoque un mayor riesgo de cáncer. Pese a los notables esfuerzos de investigación desplegados hasta la fecha, no se ha identificado ningún mecanismo pertinente en relación con la carcinogénesis."

Fuente: "<http://publications.iarc.fr/Non-Series-Publications/World-Cancer-Reports/World-Cancer-Report-Cancer-Research-For-Cancer-Prevention-2020>".

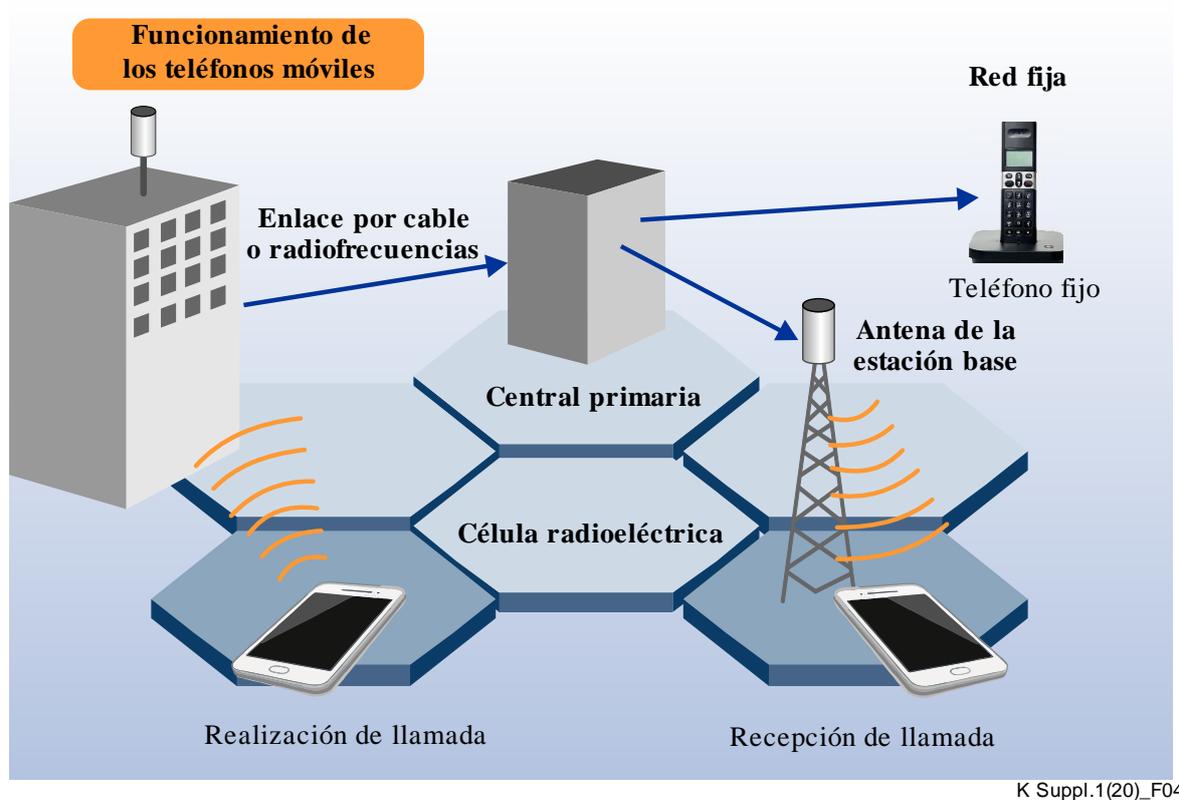
### 3 Teléfonos móviles y estaciones base

#### 3.1 Funcionamiento de los teléfonos móviles y los dispositivos inalámbricos

Los teléfonos móviles y los dispositivos inalámbricos son equipos de radiocomunicaciones bidireccionales de baja potencia. Contienen un transmisor y un receptor y utilizan campos de radiofrecuencia para realizar y recibir llamadas, acceder a Internet y transmitir mensajes y datos.

Al efectuar una llamada con un teléfono móvil, o al enviar o recibir mensajes de texto o datos, se establece una conexión con una estación base cercana mediante una señal de radiofrecuencia. La estación base se comunica ulteriormente con la red troncal por medio de una central para determinar el destino de la llamada, tras lo cual la llamada se desvía mediante la red de telefonía fija a un teléfono fijo específico, o si la llamada se cursa a otro teléfono móvil, se desviará a otra estación base y, en última instancia, al teléfono móvil al que se dirige la llamada.

Al establecer una conexión de datos a través de un dispositivo móvil, la central telefónica se conecta con Internet (véase la Figura 4).



K Suppl.1(20)\_F04

Figura 4 – Funcionamiento de los dispositivos móviles y de las estaciones base

Las estaciones base son instalaciones de radiocomunicaciones bidireccionales multicanal de baja potencia situadas en el interior de una pequeña edificación o cabina para equipos. Las antenas de una estación base permiten transmitir y recibir las señales de radiocomunicaciones y pueden montarse en torres de transmisión, postes y estructuras fijadas a techos, o pueden formar pequeñas células que proporcionan cobertura específica. Los radiotransmisores de una estación base suelen tener una potencia de 2 a 50 vatios. En las zonas rurales, las estaciones base pueden utilizar amplificadores de potencia adicionales en el transmisor y el receptor con el fin de ampliar su cobertura.

La ubicación y la posición de las antenas de una estación base deben escogerse adecuadamente, con objeto de prestar servicio en la zona de cobertura requerida. Las pequeñas antenas de las estaciones base suelen situarse en el interior de edificios, a fin de proporcionar cobertura exclusivamente en entornos interiores.

### 3.2 Generaciones tecnológicas de las comunicaciones móviles

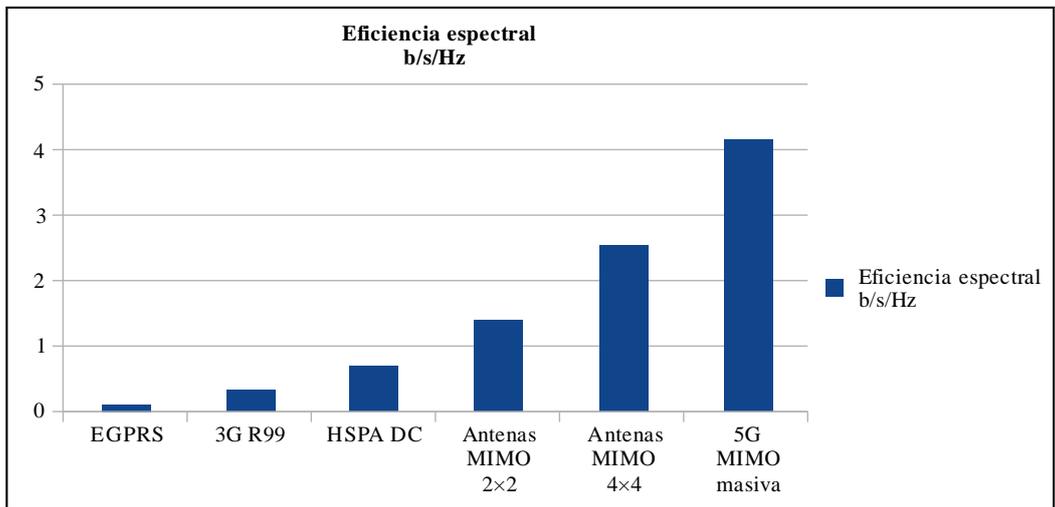
La tecnología móvil celular se implantó a comienzos del decenio de 1980 y desde entonces ha ido evolucionando a la par del desarrollo tecnológico. En la Figura 5 se muestra la evolución de las aplicaciones de cada generación tecnológica.

	1G 1980	2G 1990	3G 2003	4G 2009	5G 2020
SERVICIOS					
DISPOSITIVOS					

K Suppl.1(20)\_F05

**Figura 5 – Evolución de los sistemas móviles (fuente: Orange)**

La característica fundamental de las nuevas tecnologías es el aumento de su eficiencia espectral, que permite transmitir más información con la misma cantidad de recursos, en particular espectro, como se muestra en la Figura 6.



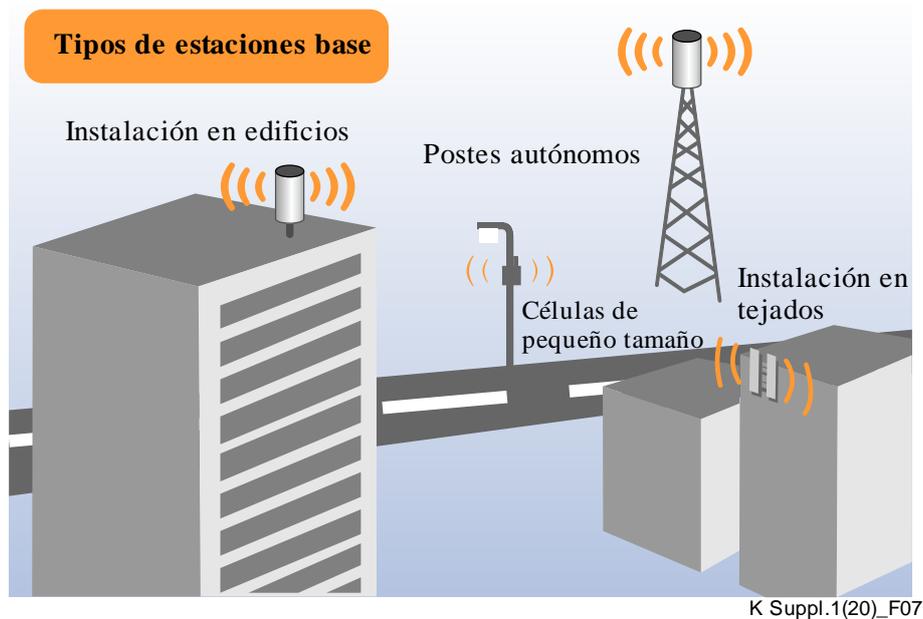
K Suppl.1(20)\_F06

**Figura 6 – Comparación de la eficacia de varios sistemas de comunicaciones móviles**

### 3.3 Torres y antenas

Es importante subrayar las diferencias entre antenas y torres. Las torres son estructuras que soportan las antenas. Al igual que una farola, cuya luminosidad depende de la distancia a la que se encuentra el foco de luz y no el poste que la soporta. Es necesario distanciarse de las antenas que transmiten la señal de radiocomunicaciones, y no de las torres que soportan las antenas.

Cabe tener en cuenta asimismo el diseño específico de las estaciones base, que varía sustancialmente en cuanto a potencia y características, lo que afecta a su capacidad para exponer a las personas a señales de radiofrecuencia. Varios estudios han demostrado que, al nivel del suelo, la intensidad de las señales de radiofrecuencia de las estaciones base suele ser inferior a una milésima parte de la intensidad de las señales de los teléfonos móviles, como se muestra en la Figura 7.



K Suppl.1(20)\_F07

**Figura 7 – Tipos de estaciones base**

### 3.4 ¿Varía la potencia de las estaciones base?

Sí. La potencia de las estaciones base varía en función de la cantidad de llamadas de telefonía móvil efectuadas y del volumen de tráfico de datos transmitidos. Además de la transmisión de datos y la realización de llamadas de telefonía móvil, se transmite continuamente una señal piloto desde las estaciones base para que los teléfonos móviles y los dispositivos inalámbricos que se encuentran en sus proximidades puedan detectar la red. Véanse las referencias que figuran en la cláusula 5.3 para ampliar información al respecto.

### 3.5 Transmisores de potencia de los teléfonos móviles

Los teléfonos móviles utilizan transmisores de baja potencia cuyo valor de cresta es inferior a dos vatios. Los teléfonos móviles están diseñados para transmitir automáticamente con la menor potencia posible, a fin de mantener la calidad de la conexión. Esa función se denomina control de potencia adaptativo.

Para ampliar información, consúltese la cláusula 6, Teléfonos móviles y preguntas frecuentes sobre los CEM.

### Redes 5G y CEM RF

#### ¿Qué es la tecnología 5G?

La tecnología 5G es la quinta generación de redes de comunicaciones móviles. Tiene por objeto satisfacer el gran aumento de la demanda de transmisión de datos y de conectividad de la sociedad moderna, la Internet de las cosas (IoT), incluidos los millones de dispositivos que permite conectar, y las innovadoras aplicaciones del futuro.

#### ¿Qué ventajas ofrece la tecnología 5G?

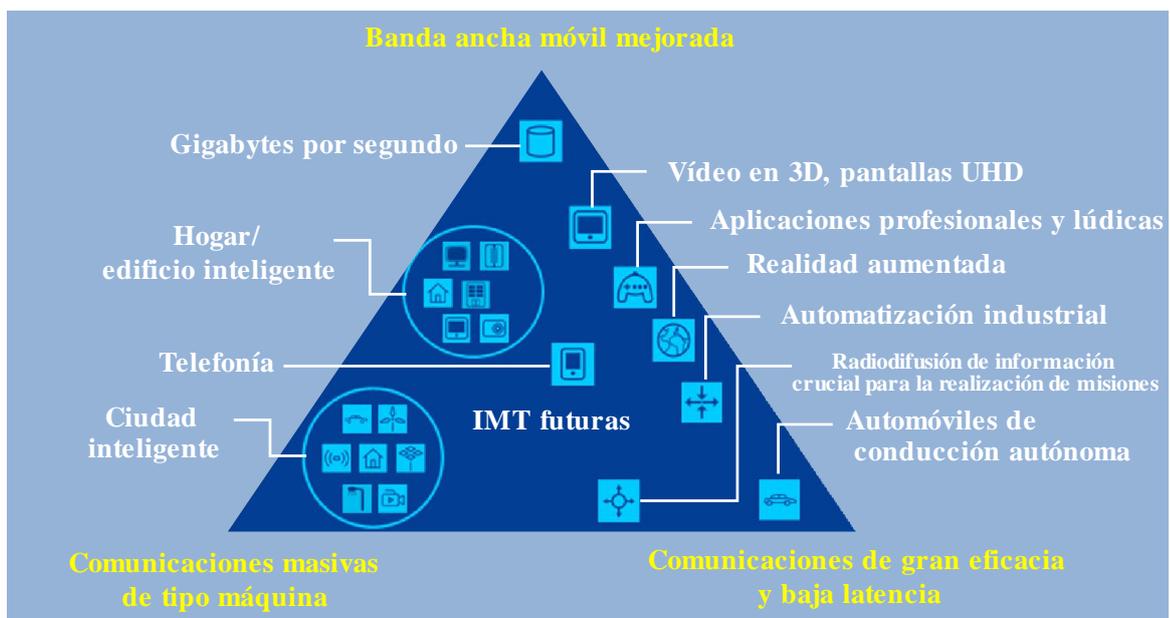
Se prevé que la tecnología 5G soporte aplicaciones como hogares, edificios y ciudades inteligentes, servicios de vídeo en 3D, aplicaciones profesionales y de ocio en la nube, servicios médicos a distancia, realidad virtual y aumentada y comunicaciones frecuentes de máquina a máquina a los efectos de automatización industrial.

A continuación, se enumeran las tres categorías principales de casos de utilización de la tecnología 5G:

**Comunicaciones de máquina a máquina**, o Internet de las cosas (IoT), que facilitan la conexión de millones de dispositivos sin intervención humana a una escala sin precedentes. Ello permitirá modernizar los procesos y las aplicaciones industriales actuales, en particular con respecto a la agricultura, los procesos de fabricación y las comunicaciones empresariales.

**Comunicaciones ultraeficaces con baja latencia**, destinadas a procesos cruciales como el control de dispositivos en tiempo real, la robótica industrial, las comunicaciones entre vehículos y los sistemas de seguridad, la conducción autónoma y la seguridad de las redes de transporte. Las comunicaciones de baja latencia también ofrecen nuevas posibilidades en materia de servicios de atención sanitaria y procedimientos y tratamientos médicos a distancia.

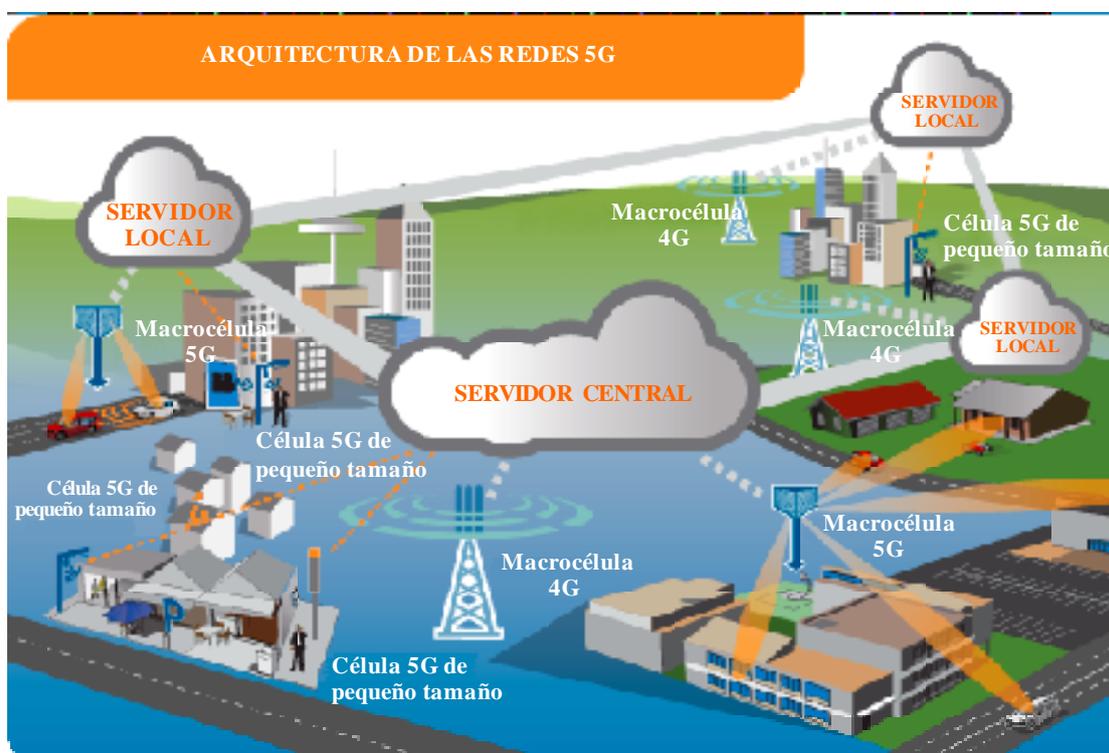
**Banda ancha móvil mejorada**, que propicia una transmisión de datos mucho más rápida y de mayor capacidad para facilitar conexiones a escala mundial. Las nuevas aplicaciones, como se muestra en la Figura 8, abarcan el acceso inalámbrico fijo a Internet en hogares, los servicios de radiodifusión en exteriores sin necesidad de vehículos de radiodifusión y el aumento de la conectividad al viajar.



K Suppl.1(20)\_F08

**Figura 8 – Futuros sistemas de las IMT (Telecomunicaciones móviles internacionales) (Fuente: UIT-R M.2083, ¿Cómo funciona la tecnología 5G?)**

La tecnología 5G se utilizará en una primera fase de forma conjunta con las actuales redes 4G, como se muestra en la Figura 9, antes de que se produzca una evolución a redes plenamente independientes y se logre mayor cobertura.



K Suppl.1(20)\_F09

**Figura 9 – Arquitectura de red 5G en la que se muestra el funcionamiento conjunto de redes 5G y 4G, con servidores centrales y locales que facilitan la transmisión de contenido de forma más rápida a los usuarios, y las aplicaciones de baja latencia**

Como se muestra en la Figura 9, una red móvil posee dos componentes principales: la red de acceso radioeléctrico (RAN) y la red troncal.

**La red de acceso radioeléctrico** incorpora varios tipos de instalaciones, en particular, células de pequeño tamaño, torres, mástiles y sistemas específicos en edificios y hogares para conectar a usuarios móviles y dispositivos inalámbricos con la red troncal primaria.

Las células de pequeño tamaño constituyen un elemento importante de las redes 5G, habida cuenta de las nuevas frecuencias de ondas milimétricas (mmWave), cuyo alcance de conexión es muy corto. A fin de proporcionar una conexión ininterrumpida, las células de pequeño tamaño se agruparán en los lugares en los que los usuarios precisen conexión, a fin de complementar la red global que proporciona una cobertura de área extensa.

Las macrocélulas 5G utilizarán antenas de entrada múltiple y salida múltiple (MIMO) con varios elementos o conexiones para enviar y recibir datos adicionales de forma simultánea. La ventaja con respecto a los usuarios es que más personas pueden acceder a la red simultáneamente al tiempo que se mantiene un elevado caudal. Si las antenas MIMO incorporan un número muy elevado de elementos de antena, suelen denominarse "MIMO masivas", si bien su tamaño es análogo al de las antenas de las estaciones base 3G y 4G actuales.

**La red troncal** es la red de intercambio de redes móviles y de transmisión de datos que gestiona todas las conexiones móviles de servicios de telefonía, datos e Internet. Con respecto a las redes 5G, la "red troncal" se está rediseñando para facilitar su integración con Internet y los servicios basados en la nube e incluye servidores distribuidos en toda la red que mejoran los tiempos de respuesta (al reducir la latencia).

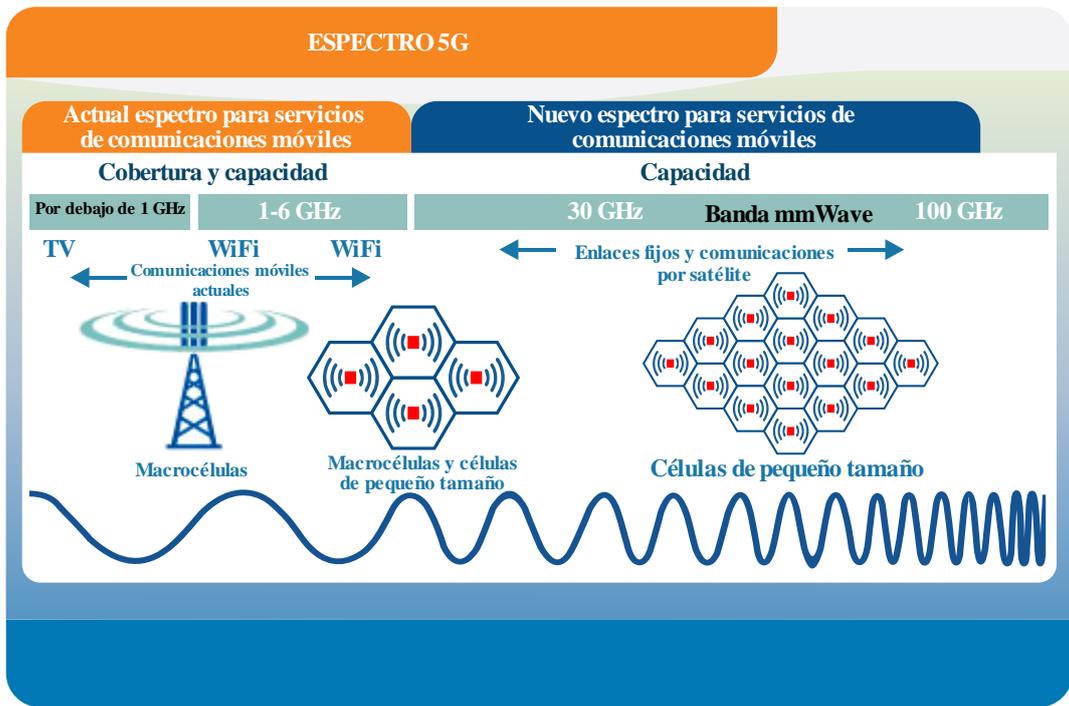
Muchas de las funciones avanzadas de las redes 5G, en particular, la virtualización de las funciones de red y la segmentación de red para varias aplicaciones y servicios, se gestionarán a través de la red troncal. La Figura 9 muestra diversos ejemplos de servidores locales de sistemas en la nube que proporcionan contenido a los usuarios a mayor velocidad (por ejemplo, para la transmisión de vídeo en línea) y aplicaciones de baja latencia para sistemas destinados a evitar colisiones de vehículos.

### **¿Qué frecuencias utilizan las redes 5G?**

En muchos países, las bandas de frecuencia iniciales para las redes 5G están por debajo de los 6 GHz (por lo general, las bandas de 3,3-3,8 GHz), en frecuencias análogas a las de las redes móviles y Wi-Fi actuales. El espectro móvil suplementario por encima de 6 GHz, incluidas las bandas de 26-28 GHz, denominadas con frecuencia bandas de ondas milimétricas (mmW), proporcionará una capacidad de transmisión muy superior a la de las tecnologías móviles actuales. El espectro suplementario y la mayor capacidad que se obtenga permitirán el acceso de una mayor cantidad de usuarios, la transmisión de un volumen de datos más elevado y el establecimiento de conexiones más rápidas. La tecnología 5G utiliza asimismo el actual espectro de banda baja de las redes 2G, 3G y 4G, a medida que dichas redes se utilizan cada vez con menor frecuencia, con objeto de soportar futuras aplicaciones. Las redes 5G constituyen la siguiente etapa evolutiva de la tecnología móvil y ya se ha comenzado a trabajar en el desarrollo de la norma 6G.

El aumento del espectro en la banda de mmWave proporcionará cobertura localizada, habida cuenta del corto alcance de la tecnología. Los futuros despliegues de las redes 5G podrían utilizar frecuencias mmW en bandas de hasta 86 GHz.

La Figura 10 muestra el espectro de las radiocomunicaciones móviles.



K Suppl.1(20)\_F10

**Figura 10 – Espectro de las radiocomunicaciones móviles**

**¿Qué es la orientación de haz MIMO?**

Como se muestra en la Figura 11, la orientación de haz es una tecnología que permite que las antenas MIMO masivas de las estaciones base orienten la señal de radiocomunicaciones a usuarios o dispositivos específicos, en lugar de hacerlo de forma omnidireccional. La tecnología de orientación de haz utiliza algoritmos avanzados de procesamiento de señal para determinar el trayecto idóneo de una señal de radiocomunicaciones hasta que la reciba el usuario. Ello aumenta la eficiencia al reducir la interferencia (señales de radiocomunicaciones no deseadas).



K Suppl.1(20)\_F11

**Figura 11 – Conformación de haz MIMO**

## ¿Cuáles son los niveles de CEM de las estaciones base de las redes 5G?

Las redes 5G están diseñadas para ser redes más eficaces y utilizar menos energía que las redes actuales para prestar servicios análogos.

La implantación de nuevas tecnologías puede dar lugar a un leve aumento del nivel general de transmisión de señales de radiocomunicaciones, debido a la actividad de nuevos transmisores. En determinados países, el despliegue de redes 5G puede tener lugar al concluir la vida útil de las redes inalámbricas que se rigen por normas anteriores.

Habida cuenta de la experiencia relativa a la transición de tecnologías inalámbricas anteriores, cabe prever que el nivel general de exposición se mantenga relativamente constante y que corresponda a una pequeña parte de las directrices internacionales sobre exposición.

Los primeros estudios sobre redes 5G ponen de manifiesto un nivel de exposición muy bajo. En las Recomendaciones de la serie K del UIT-T, Suplemento 9, se analiza la repercusión de la implantación de los sistemas móviles 5G con respecto al nivel de exposición de los campos electromagnéticos (CEM) en infraestructuras de radiocomunicaciones.

### Información de la UIT sobre la tecnología 5G

[Información de referencia de la UIT](#). La UIT proporciona información suplementaria sobre la tecnología 5G en el presente documento de referencia.

## 4 Teléfonos móviles, SAR y densidad de potencia

### 4.1 ¿Qué es el SAR?

El índice de absorción específica (SAR) permite medir la cantidad de energía de radiofrecuencia que absorben los tejidos del cuerpo humano y se expresa en vatios por kg (W/kg). Este parámetro se utiliza para determinar si un teléfono móvil cumple las normas o directrices de seguridad para frecuencias inferiores a 6 GHz, en las que la energía de radiofrecuencia es absorbida por los tejidos del cuerpo humano; véase la Figura 12.



Figura 12 – Teléfonos móviles y SAR

### 4.2 ¿Qué es la "densidad de potencia"?

Los campos electromagnéticos de frecuencias superiores a 6 GHz se absorben en el cuerpo humano de forma superficial, de ahí que la evaluación SAR sea menos pertinente. Las directrices sobre exposición humana de la ICNIRP y del IEEE permiten analizar la exposición humana en términos de densidad de potencia, que es una medida de la potencia para una zona determinada ( $W/m^2$ ).

Cuando un dispositivo móvil funciona a frecuencias por debajo y por encima de 6 GHz, es necesario evaluar sus valores de SAR y de densidad de potencia a fin de establecer el cumplimiento de las directrices sobre exposición humana. Ello es aplicable, por lo general, a los dispositivos 5G que funcionan asimismo en las bandas de frecuencias *mmWave*.

### Información suplementaria sobre la tecnología 5G

[Información de referencia de la UIT](#). La UIT proporciona información suplementaria sobre la tecnología 5G en el presente documento de referencia.

#### 4.3 Factores que afectan a la exposición a CEM-RF de los dispositivos móviles

La exposición a un teléfono móvil varía considerablemente durante su utilización debido al control adaptativo de potencia y su conexión con la red móvil. Un valor de exposición máximo medido en un laboratorio no proporciona suficiente información sobre el grado de exposición a radiofrecuencias en condiciones habituales de utilización para comparar de forma eficaz todos los modelos de teléfonos móviles. El grado de exposición viene dado por la distancia de una persona al teléfono móvil y la potencia de RF que transmite el móvil.

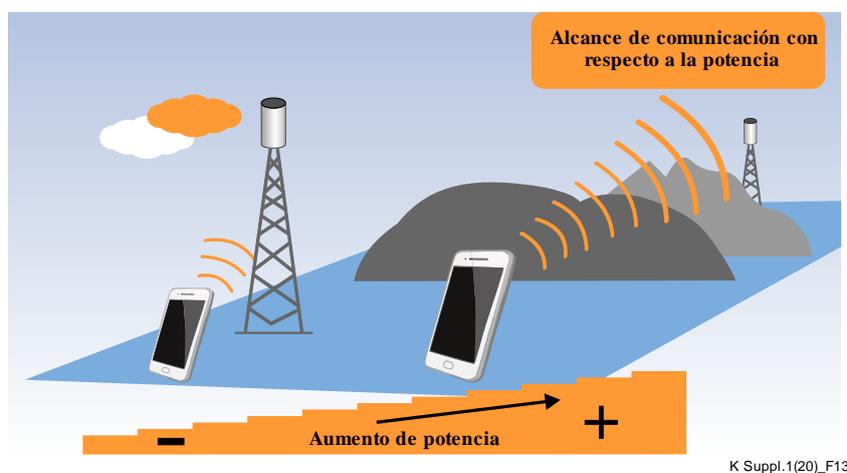
Los dispositivos móviles utilizan, por lo general, la mínima cantidad de energía posible para proporcionar una calidad de servicio adecuada y preservar la vida útil de la batería, y el grado de exposición real varía ampliamente en función de los factores enumerados a continuación:

##### Distancia entre una persona y el dispositivo móvil

Los campos de radiofrecuencia son muy débiles aun a cortas distancias de un teléfono móvil. Mantener el teléfono móvil alejado del cuerpo mediante la utilización de auriculares o un altavoz contribuye a reducir sustancialmente la exposición a las radiofrecuencias.

##### Distancia a la estación base

La potencia de los CEM de radiofrecuencia de un teléfono móvil varía en función de la proximidad de éste a una estación base, con arreglo a su control automático de potencia. Cuanto más cerca esté de una estación base, menos potencia se necesitará, y cuanto más lejos esté, más potencia se necesitará, hasta alcanzar el SAR máximo del teléfono; véase la Figura 13.



**Figura 13 – Distancia a la estación base y aumento de la potencia del teléfono (el signo + indica una mayor necesidad de potencia en el teléfono móvil)**  
(Nota: el diagrama se actualizará)

## **Obstáculos entre el usuario y una estación base**

Si hay un edificio, una pared, una colina, un árbol u otro obstáculo entre el teléfono móvil y la estación base, la señal recibida por la estación base puede debilitarse, y, en consecuencia, la intensidad del campo de RF del teléfono móvil debe aumentar para mantener la conexión establecida con la estación base.

## **Servicio utilizado**

La realización de una llamada telefónica desde un teléfono móvil puede provocar una mayor exposición a campos electromagnéticos que la transmisión o recepción de datos, o un acceso a Internet. Ello obedece al hecho de que las llamadas telefónicas se efectúan, por lo general, con el teléfono móvil muy próximo a la cabeza del usuario, si bien se mantiene alejado del cuerpo de éste al transmitir o recibir datos. La duración de las llamadas telefónicas suele ser superior a la de las sesiones de envío de datos, lo que aumenta asimismo el grado de exposición a CEM. El tiempo necesario para escribir un mensaje de texto, redactar un correo electrónico o revisar información almacenada en un teléfono móvil no conlleva un elevado grado de exposición.

El grado de exposición viene dado por las comunicaciones reales establecidas con la red, por ejemplo, al enviar un mensaje, o mientras se realiza una llamada telefónica. Ese mayor grado de exposición resultante de una llamada telefónica sigue siendo inferior al indicado en las directrices de la ICNIRP, puesto que todos los teléfonos deben cumplir las normas de seguridad internacionales. Para ampliar información, consúltese el Apartado 5, Directrices y normas pertinentes sobre CEM.

Por otro lado, los teléfonos móviles están diseñados para utilizar la menor potencia posible para conectarse a la estación base más próxima y ajustar automáticamente su potencia en función del entorno.

Consúltense las Recomendaciones UIT-T de la serie K, Suplemento 13, para ampliar información al respecto.

### **4.4 ¿Qué importancia reviste el valor de SAR?**

Los fabricantes de teléfonos móviles deben garantizar que sus productos cumplan los niveles máximos de SAR especificados en las directrices sobre exposición de los seres humanos a CEM.

Los teléfonos móviles se someten a pruebas de conformidad con respecto a su nivel de potencia más elevado posible, en el marco de ensayos rigurosos y múltiples mediciones de SAR, de ahí que los valores de SAR indicados para cada modelo de teléfono móvil sean ligeramente superiores a los niveles de exposición en una situación real, puesto que en muy pocas ocasiones emiten un nivel máximo de potencia durante su utilización cotidiana.

### **4.5 Medición del valor de SAR de dispositivos**

Cada modelo de teléfono móvil es objeto de pruebas en el marco de procedimientos de ensayo homologados a escala internacional, de conformidad con las normas pertinentes. En esos ensayos se utilizan cabezas y torsos humanos "simulados con maniqués" para realizar mediciones corporales. Los maniqués se llenan con líquidos cuyas propiedades eléctricas son análogas a las del tejido humano, y los valores de SAR se miden con arreglo al máximo nivel de potencia del teléfono que es objeto de ensayo para cada frecuencia de funcionamiento y en diversas posiciones.

Una sonda introducida en el líquido permite medir la intensidad del campo eléctrico dentro del maniquí y utilizarla para determinar el valor máximo de SAR relativo al modelo de teléfono de que se trate, para cada configuración del mismo. De ahí que las pruebas sean complejas y requieran mucho tiempo. El proceso de prueba de conformidad puede requerir varias semanas, en función del modelo de teléfono de que se trate.

En el enlace siguiente se proporciona un vídeo que muestra el procedimiento de pruebas sobre SAR: <http://www.emfexplained.info/?ID=25593>.

#### **4.6 ¿Varía el SAR en función del teléfono de que se trate?**

Sí. El nivel máximo de SAR para cada modelo de teléfono móvil puede variar porque su valor corresponde al notificado para demostrar el cumplimiento de los límites pertinentes a escalas nacional e internacional. Si bien no pueden compararse directamente, demuestran que los dispositivos se ajustan a los límites de exposición a radiofrecuencias fijados.

Las nuevas tecnologías aumentan la eficacia con respecto a las radiofrecuencias y disminuyen la emisión de potencia; en consecuencia, la exposición a los CEM mediante dispositivos que utilizan nuevas tecnologías para la realización de llamadas telefónicas o la transmisión de datos es menor.

#### **4.7 ¿Son más seguros los teléfonos móviles de bajo SAR?**

No. Las variaciones del SAR máximo notificado vienen dadas por varios parámetros técnicos, en particular la antena utilizada y su emplazamiento en el dispositivo. No obstante, esas variaciones no repercuten en el grado de seguridad.

El SAR tiene por objeto demostrar el cumplimiento de los límites pertinentes a escalas nacional e internacional. El valor máximo del SAR especificado para un teléfono móvil no refleja, por ejemplo, el hecho de que, una vez que se ha establecido una llamada, el teléfono reducirá su potencia hasta el nivel mínimo necesario para establecer una conexión con la estación base y mantener la calidad de llamada.

#### **4.8 Información sobre conformidad de los teléfonos móviles**

La información sobre conformidad de un teléfono móvil debe figurar en el sitio web del fabricante. Dicha información debe figurar asimismo en el manual de usuario del teléfono móvil, así como las instrucciones de uso pertinentes. Determinados organismos de reglamentación proporcionan información sobre conformidad de los teléfonos móviles en su sitio web.

### **5 Directrices y normas pertinentes sobre CEM**

En el presente apartado se proporciona información sobre las directrices pertinentes en materia de exposición humana a los CEM y normas de evaluación de la conformidad.

#### **5.1 Directrices sobre exposición humana a los CEM**

Varias organizaciones nacionales e internacionales han formulado directrices en virtud de las cuales se establecen límites sobre exposición a los CEM-RF a nivel profesional y del público en general hasta frecuencias de 300 GHz.

##### [Directrices de la ICNIRP](#)

Los límites de exposición a CEM fijados por la [Comisión internacional sobre protección contra la radiación no ionizante \(ICNIRP\)](#), organización no gubernamental que mantiene relaciones oficiales con la OMS, se establecieron sobre la base del análisis de todas las publicaciones científicas examinadas por expertos, incluidos en materia de efectos térmicos y no térmicos.

Las directrices se basan en la evaluación de los efectos biológicos en la salud. La principal conclusión de los análisis de la OMS es que la exposición a los CEM por debajo de los límites recomendados en las directrices internacionales de la ICNIRP no repercute en la salud.

La ICNIRP ha establecido un programa para supervisar la labor de investigación científica y garantizar que las directrices sobre exposición humana se mantengan actualizadas.

El sitio web de la ICNIRP es el siguiente: <http://www.icnirp.org/>.

### [Normas de seguridad ICES/IEEE](#)

El Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) es una asociación profesional con sede en Nueva York que tiene por objeto promover la innovación y la excelencia tecnológicas, e incluye el Comité Internacional de Seguridad Electromagnética (ICES), que hace hincapié en la elaboración y el mantenimiento de normas de seguridad sobre CEM.

[IEEE C95.1™-2019](#) – Niveles de seguridad con respecto a la exposición humana a campos electromagnéticos de radiofrecuencia en la gama de frecuencias 3 kHz-300 GHz.

NOTA – Las directrices de la ICNIRP y del IEEE son análogas, poseen un fundamento científico y se aceptan en muchos países del mundo.

## **5.2 Factores de seguridad**

Las directrices de la ICNIRP se basan en un conjunto de mecanismos que permiten garantizar que todas las personas estén protegidas frente a la exposición a CEM-RF. Uno de ellos es la utilización de factores de reducción, con el fin de velar por que las restricciones sean muy inferiores a las necesarias para provocar efectos adversos en la salud humana. Se ha utilizado un factor de reducción de 50 para el público en general, que da lugar a una exposición demasiado baja para provocar un aumento constatable de la temperatura corporal, y, en consecuencia, permite garantizar la protección de todos los grupos. El amplio margen de seguridad corresponde a un aumento despreciable de la temperatura del tejido corporal.

Con respecto a los trabajadores, los límites son cinco veces más elevados que en el caso del público en general. La razón de establecer límites más bajos para el público en general es que ese grupo de personas abarca niños, mujeres embarazadas, ancianos y personas cuyo estado de salud es variable o susceptible de ser débil. Por otro lado, cabe destacar que la exposición puede continuada (24 horas diarias) y que las personas pueden ser plenamente inconscientes de su exposición.

En la Recomendación [UIT-T K.145](#) se proporcionan orientaciones sobre la evaluación y la gestión del cumplimiento de los límites de exposición a los campos electromagnéticos de radiofrecuencia para trabajadores en emplazamientos e instalaciones de radiocomunicaciones.

## **5.3 Normas y directrices de la UIT**

La Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) es la organización de las Naciones Unidas especializada en tecnologías de la información y la comunicación. Desde hace más de 150 años, coordina a escala mundial la utilización compartida del espectro, promueve la cooperación internacional para la asignación de órbitas de satélite, mejora las infraestructuras de telecomunicaciones en los países en desarrollo, y elabora las normas mundiales que garantizan la interconexión ininterrumpida de una amplia gama de sistemas de comunicaciones. La UIT se compromete a conectar al mundo, en particular, mediante redes de banda ancha, tecnologías inalámbricas de vanguardia y sistemas de navegación aeronáutica o marítima, así como por medio de tecnologías de radioastronomía, meteorología por satélite, sistemas convergentes de telefonías fija y móvil, Internet y tecnologías de radiodifusión.

La Conferencia de Plenipotenciarios, órgano normativo supremo de la UIT, aprobó una Resolución revisada sobre exposición humana a los campos electromagnéticos y su medición (Dubái 2018).

En el Sector de Normalización de las Telecomunicaciones (UIT-T) de la UIT, la Comisión de Estudio 5 (CE 5) del UIT-T desempeña la función de Comisión de Estudio rectora sobre aspectos medioambientales de las TIC en relación con los fenómenos electromagnéticos y el cambio climático.

El Grupo de Trabajo 1 de la CE 5 estudia las cuestiones relativas a los CEM en el marco de la Cuestión 3/5: "Exposición de las personas a los campos electromagnéticos (CEM) de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC)". Las normas internacionales resultantes (Recomendaciones UIT-T) proporcionan marcos de alto nivel para la gestión de la exposición humana a los CEM que emiten los equipos de telecomunicaciones (directrices reglamentarias sobre prácticas idóneas) y directrices para la evaluación de la exposición humana sobre la base de las Recomendaciones UIT-T y las normas elaboradas por otras organizaciones de normalización (SDO).

Para alcanzar ese objetivo, la Cuestión 3/5 aborda las técnicas de medición, los procedimientos y los modelos numéricos pertinentes para evaluar los campos electromagnéticos que generan los sistemas de telecomunicaciones y los terminales de radiocomunicaciones.

La UIT ha elaborado las normas y los informes que se enumeran a continuación:

<a href="#">Recomendación UIT-T K.52</a>	Orientación sobre el cumplimiento de los límites de exposición de las personas a los campos electromagnéticos
<a href="#">Recomendación UIT-T K.61</a>	Directrices sobre la medición y la predicción numérica de los campos electromagnéticos para comprobar que las instalaciones de telecomunicaciones cumplen los límites de exposición de las personas
<a href="#">Recomendación UIT-T K.70</a>	Técnicas para limitar la exposición humana a los campos electromagnéticos en cercanías a estaciones de radiocomunicaciones
Herramienta de estimación de los CEM	El EMF Estimator es una aplicación informática que implementa la metodología descrita en la Recomendación UIT-T K.70 para calcular los niveles acumulados de exposición a frecuencias radioeléctricas en las inmediaciones de antenas transmisoras
<a href="#">Recomendación UIT-T K.83</a>	Supervisión de los niveles de intensidad del campo electromagnético
<a href="#">Recomendación UIT-T K.90</a>	Técnicas de evaluación y procedimientos de trabajo para el cumplimiento de los límites de tensión de la exposición al campo electromagnético del personal de explotación de la red
<a href="#">Recomendación UIT-T K.91</a>	Orientación para la valoración, la evaluación y el seguimiento de la exposición humana a los campos electromagnéticos de las radiofrecuencias
<a href="#">Recomendación UIT-T K.100</a>	Medición de los campos electromagnéticos de radiofrecuencia para determinar el cumplimiento de los límites de exposición de las personas cuando se pone en servicio una estación de base
<a href="#">Recomendación UIT-T K.113</a>	Trazado de mapas de campos electromagnéticos de radiofrecuencias
<a href="#">Recomendación UIT-T K.121</a>	Orientaciones en materia de gestión medioambiental para el respeto de los límites de los campos electromagnéticos de las frecuencias radioeléctricas para las estaciones base de radiocomunicaciones
<a href="#">Recomendación UIT-T K.122</a>	Niveles de exposición a proximidad inmediata de antenas de radiocomunicaciones
<a href="#">Recomendación UIT-T K.145</a>	Evaluación y gestión del cumplimiento de los límites de exposición a los campos electromagnéticos de radiofrecuencia para los trabajadores en los emplazamientos e instalaciones de radiocomunicaciones

<a href="#">Recomendación UIT-R BS.1698</a>	Evaluación de los campos procedentes de los sistemas de transmisión de radiodifusión terrenal que funcionan en cualquier banda de frecuencias para determinar la exposición a radiaciones no ionizantes
<a href="#">Informe UIT-D, Cuestión 23/1</a>	Estrategias y políticas relativas a la exposición de las personas a los campos electromagnéticos
<a href="#">Manual UIT-R</a>	Comprobación técnica del espectro
<a href="#">UIT-T K, Suplemento 4</a>	Consideraciones relativas a los campos electromagnéticos en las ciudades inteligentes y sostenibles
<a href="#">UIT-T K, Suplemento 9</a>	La tecnología 5G y la exposición de las personas a los campos electromagnéticos de radiofrecuencias
<a href="#">UIT-T K, Suplemento 13</a>	Niveles de exposición al campo electromagnético de radiofrecuencias (CEM-RF) de dispositivos móviles y portátiles en diferentes condiciones de utilización
<a href="#">UIT-T K, Suplemento 14</a>	Efectos de unos límites de exposición a CEM-RF más estrictos que los de las directrices de la ICNIRP o el IEEE sobre el despliegue de redes móviles 4G y 5G
<a href="#">UIT-T K, Suplemento 16</a>	Evaluación de la conformidad de los campos electromagnéticos para redes inalámbricas 5G
<a href="#">UIT-T K, Suplemento 19</a>	Intensidad del campo electromagnético (CEM) en el interior de trenes subterráneos

#### 5.4 Normas CEI

Las normas de la CEI las elabora la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI). La CEI es una organización no gubernamental sin ánimo de lucro fundada en 1906. Sus miembros son Comités Nacionales que designan a expertos y delegados del sector industrial, organismos gubernamentales, asociaciones e instituciones académicas para que participen en trabajos técnicos y de evaluación de la conformidad de la CEI.

El Comité Técnico 106 de la CEI (CEI TC106) se encarga de elaborar normas internacionales sobre métodos de medición y cálculo para evaluar la exposición humana a campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos.

En el sitio web del CEI TC106 se enumeran las normas CEI pertinentes:

<https://webstore.iec.ch/> y portal principal del IEC TC106:

[https://www.iec.ch/dyn/www/f?p=103:7:0::::FSP\\_ORG\\_ID,FSP\\_LANG\\_ID:1303,25](https://www.iec.ch/dyn/www/f?p=103:7:0::::FSP_ORG_ID,FSP_LANG_ID:1303,25)

NOTA – La CEI y la ICNIRP han establecido una colaboración en el plano normativo sobre los CEM. La ICNIRP se encarga de la elaboración de directrices sobre los límites de exposición a los CEM y la CEI elabora las normas sobre evaluación de la exposición a los CEM.

#### 5.5 Normas IEEE

El IEEE elabora normas sobre evaluación de conformidad en relación con los campos electromagnéticos para la gama de frecuencias 3 kHz-300 GHz. Las normas pertinentes del IEEE sobre los CEM figuran en el [sitio web del IEEE](#), en el que puede utilizarse el término "CEM" en el cuadro de búsqueda pertinente.

La CEI y el IEEE también han establecido un convenio de colaboración. En virtud de dicho convenio, plasmado mediante la utilización de los logotipos de la CEI y del IEEE, las normas sobre evaluación de conformidad en relación con los CEM que elabore en el futuro la CEI incluirán asimismo el logotipo del IEEE, y, en consecuencia, pasarán a ser normas del IEEE.

## 6 Teléfonos móviles y preguntas frecuentes sobre los CEM

### 6.1 ¿Qué riesgos plantean para la salud asociados los teléfonos móviles y las estaciones base?

¿Qué riesgos plantean para la salud asociados los teléfonos móviles y las estaciones base?

#### [Preguntas en línea](#)

20 de septiembre de 2013

**P:** ¿Qué riesgos plantean para la salud asociados los teléfonos móviles y las estaciones base?

**R:** Esa es una pregunta que reviste mucha importancia para la OMS. Habida cuenta de la gran cantidad de personas que utilizan teléfonos móviles, un leve aumento de su incidencia adversa en la salud podría tener graves consecuencias para la salud pública.

Puesto que la exposición a los campos de radiofrecuencia (RF) emitidos por los teléfonos móviles es, por lo general, más de 1 000 veces superior a la de las estaciones base, y la probabilidad de que los efectos adversos provocados por los terminales sea mayor, se han realizado estudios específicos sobre los posibles efectos de la exposición a los teléfonos móviles.

Dichos estudios han hecho hincapié en las siguientes esferas:

- cáncer;
- otros efectos para la salud;
- interferencias electromagnéticas;
- accidentes de tráfico.

#### **Cáncer**

Sobre la base de pruebas epidemiológicas de índole diversa realizadas en humanos para analizar posibles vínculos entre la exposición a la radiación de RF de los teléfonos inalámbricos y diversos tipos de cáncer de cabeza (gliomas y neuromas acústicos), el Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer considera los campos de RF potencialmente cancerígenos para los seres humanos (Grupo 2B). Los estudios realizados hasta la fecha no ponen de manifiesto que la exposición medioambiental a los campos de RF, como los generados por las estaciones base, aumente el riesgo de cáncer o de padecer alguna enfermedad.

#### **Otros efectos sobre la salud**

Los científicos han informado de otros efectos para la salud asociados a la utilización de teléfonos móviles, en particular, modificación de la actividad cerebral, de los tiempos de reacción y de las pautas de sueño. Esos efectos son leves y no parecen repercutir en la salud. Se llevan a cabo nuevos estudios para confirmar esos resultados.

#### **Interferencias electromagnéticas**

Si los teléfonos móviles se utilizan muy cerca de determinados dispositivos médicos (incluidos los marcapasos, los desfibriladores implantables y audífonos específicos) pueden provocar interferencias en su funcionamiento. El riesgo es mucho menor en el caso de los teléfonos 3G y los equipos modernos. También existe la posibilidad de que se produzcan interferencias entre las señales de los teléfonos móviles y los equipos electrónicos de los aviones. Algunos países han autorizado el uso de teléfonos móviles en los aviones durante el vuelo mediante sistemas que controlan la potencia emitida por los teléfonos.

## **Accidentes de tráfico**

Diversos estudios han demostrado que existe un mayor riesgo de padecer accidentes de tráfico, entre 3 y 4 veces mayor, al utilizar teléfonos móviles mientras se conduce, debido a la distracción que ello provoca (ya sea al sostenerse el teléfono con la mano o al utilizar un equipo "manos libres").

## **Conclusiones**

Si bien no se ha establecido un aumento del riesgo de padecer tumores cerebrales como consecuencia de la utilización de teléfonos móviles, el uso cada vez más frecuente de los mismos y la falta de datos sobre utilización de teléfonos móviles por periodos de tiempo superiores a 15 años justifican que se sigan realizando estudios sobre el uso de teléfonos móviles y el riesgo de padecer cáncer cerebral. En particular, a raíz de la utilización generalizada de teléfonos móviles por los más jóvenes, que se verán expuestos a los mismos durante mucho mayor tiempo a lo largo de su vida, la OMS ha promovido nuevos estudios relativos a ese grupo de personas y actualmente analiza la repercusión de los campos de RF en la salud con arreglo a todos los criterios de valoración pertinentes.

Fuente: <http://www.who.int/features/qa/30/en/>

## **Redes móviles 5G y salud**

### **¿Qué es la tecnología 5G?**

La tecnología 5G, o de quinta generación, es la tecnología de telefonía móvil inalámbrica más reciente, que comenzó a desplegarse por primera vez de forma generalizada en 2019. Cabe esperar que aumente la calidad de funcionamiento y que facilite el desarrollo de un amplio conjunto de nuevas aplicaciones, en particular en la esfera de la cibernidad (telemedicina y supervisión y cirugías a distancia).

### **¿Cuáles son las principales diferencias entre la tecnología 5G y las tecnologías anteriores?**

La tecnología 5G constituye una evolución de las normas de telecomunicaciones. Para aumentar el rendimiento, dicha tecnología ampliará su funcionamiento a frecuencias más elevadas, en torno a los 3,5 GHz, y hasta varias decenas de GHz. Si bien la utilización de frecuencias elevadas es novedosa en las redes de telefonía móvil, se emplean habitualmente en otras aplicaciones, como los enlaces radioeléctricos punto a punto y los escáneres corporales en controles de seguridad.

A esas frecuencias más elevadas, las redes 5G utilizarán una mayor cantidad de estaciones base y permitirán conectar más objetos. Por otro lado, utilizarán antenas con confirmación de haz para concentrar las señales de manera más eficaz con respecto al dispositivo que se utilice, a fin de evitar que la señal se propague en varias direcciones, como sucede con las antenas de las estaciones base.

### **Nivel de exposición**

Actualmente, la exposición a infraestructuras 5G en torno a 3,5 GHz es análoga a la de las estaciones base de telefonía móvil. La utilización de varios haces de antenas 5G permitiría variar el nivel de exposición en función de la ubicación de los usuarios y su utilización. Puesto que la tecnología 5G se encuentra actualmente en una fase temprana de despliegue, aún se analiza el alcance de la variación de la exposición a sus campos de radiofrecuencia.

### **¿Qué riesgos puede plantear la tecnología 5G para la salud?**

Ningún estudio realizado hasta ahora ha demostrado que la exposición a las tecnologías inalámbricas conlleve algún riesgo para la salud. Las conclusiones relacionadas con la salud se apoyan en estudios realizados para todo el espectro radioeléctrico, si bien sólo se han realizado

estudios para las frecuencias que utilizará la tecnología 5G (con respecto a algunas frecuencias específicas únicamente).

El calentamiento de los tejidos es el principal mecanismo de interacción entre los campos de radiofrecuencia y el cuerpo humano. Los niveles de exposición a las frecuencias radioeléctricas de las tecnologías actuales provocan un leve aumento de la temperatura corporal.

A frecuencias más elevadas, la penetración en los tejidos corporales es menor y la absorción energética se concentra en la superficie corporal (piel y ojos). De ahí que no se prevea ninguna repercusión en materia de salud pública, siempre y cuando la exposición global se mantenga por debajo de las directrices internacionales.

### **¿Qué son las directrices internacionales de exposición?**

Dos organismos internacionales elaboran directrices sobre exposición a los campos electromagnéticos. Muchos países se han adherido a lo dispuesto en dichas directrices, recomendadas por:

- La Comisión internacional sobre protección contra la radiación no ionizante (ICNIRP); y
- El Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos, a través del Comité internacional sobre seguridad electromagnética.

Dichas directrices son independientes de la tecnología de que se trate. Abarcan radiofrecuencias hasta 300 GHz, incluidas las frecuencias que son objeto de debate en relación con las tecnologías 5G.

### **¿Qué medidas ha adoptado la OMS?**

La OMS ha llevado a cabo una evaluación de los riesgos para la salud asociados a la exposición a toda la gama de radiofrecuencias, en particular con respecto a la tecnología 5G; se prevé que los resultados se publiquen en 2022.

Dicha Organización examinará las pruebas científicas relacionadas con los posibles riesgos para la salud de la exposición a la tecnología 5G a medida que se despliegue esa nueva tecnología y se disponga de más información sobre sus efectos en la salud pública.

La OMS puso en marcha el Proyecto Internacional sobre campos electromagnéticos (CEM) en 1996. En dicho proyecto se analizan los efectos en la salud de la exposición a campos eléctricos y magnéticos en la gama de frecuencias de 0 a 300 GHz y se asesora a autoridades a escala nacional sobre medidas de protección frente a la radiación de CEM.

Por último, la OMS aboga por que se sigan estudiando los posibles efectos de todos los aspectos de las telecomunicaciones móviles en la salud a largo plazo. La Organización identifica y promueve las correspondientes prioridades en materia de estudios. También elabora informes destinados al público y fomenta el diálogo entre científicos, gobiernos y el público para facilitar la comprensión de aspectos relativos a la salud y a las comunicaciones móviles.

### **Enlaces pertinentes**

[Tema de la OMS sobre salud y radiación](#)

[Sitio web de la OMS sobre CEM](#)

[Normativa a escala nacional sobre exposición a los CEM](#)

### **Notas descriptivas de la OMS**

[Sobre teléfonos móviles](#)

[Sobre estaciones base](#)

## **6.2 ¿Emiten radiación los teléfonos móviles?**

Sí, los teléfonos móviles emiten campos de radiofrecuencias que suelen denominarse señales de radiofrecuencia.

## **6.3 ¿Qué cantidad de energía emite un teléfono móvil?**

Los teléfonos móviles utilizan transmisores de baja potencia, cuyo valor de cresta es inferior a 2 vatios. Están diseñados para transmitir de forma automática con la menor potencia posible a fin de mantener la calidad de las conexiones. Se trata de una función conocida como control de potencia adaptativo.

## **6.4 ¿Cómo funciona el control de potencia adaptativo?**

El control de potencia adaptativo constituye un proceso de ajuste del nivel de potencia emitida por un teléfono móvil para adaptarse a la variación de la intensidad de la señal recibida de la estación base. Esa variación de intensidad de la señal puede deberse a una variación de la distancia entre el usuario del teléfono móvil y la estación base, o a cambios producidos en el entorno de dicho usuario, por ejemplo, en edificios, árboles u otro tipo de obstáculos.

El objetivo del control de potencia adaptativo es ajustar la potencia emitida por el teléfono móvil para que el valor promedio de la potencia recibida en la estación base de cada usuario sea constante. El control de potencia adaptativo es aplicable tanto al teléfono móvil como a la señal de la estación base.

El teléfono móvil analiza la intensidad de la señal de la estación base y retransmite esa información a la estación base, que emite ulteriormente un conjunto de señales de control de potencia para aumentar o disminuir continuamente el nivel de potencia que emite el teléfono móvil. El usuario del teléfono móvil no percibe ninguna variación de la calidad de servicio ni de la llamada telefónica al variarse dicho nivel de potencia.

## **6.5 ¿Varía el CEM generado por mi teléfono móvil?**

Sí. El nivel de CEM de los teléfonos móviles varía a lo largo de su utilización, ya que están diseñados para emitir la menor potencia posible y ajustarla automáticamente en función de las condiciones del entorno. Los teléfonos móviles suelen funcionar muy por debajo del umbral máximo de potencia autorizado.

## **6.6 ¿Qué niveles de exposición cabe considerar con respecto a los teléfonos móviles?**

Los niveles de exposición a las radiofrecuencias son directamente proporcionales a la potencia de emisión real de un teléfono móvil al realizar una llamada, o al transmitir o recibir datos. La potencia de emisión de un teléfono móvil durante su uso cotidiano suele ser muy inferior a su valor máximo, debido al control adaptativo de la potencia.

Existen muchos factores que pueden modificar la potencia de emisión de un teléfono móvil y el grado de exposición a la misma, en particular, la tecnología, el emplazamiento, el tránsito y la utilización del teléfono. El nivel de potencia emitida de los teléfonos móviles utilizados en zonas rurales puede ser superior al de los teléfonos utilizados en zonas urbanas debido a la mayor distancia que existe hasta la estación base más cercana. La potencia promedio en un edificio también puede ser mayor que en el exterior, ya que el edificio puede atenuar la señal recibida por el móvil. También es muy habitual actualmente la implantación de sistemas de cobertura móvil específicos dentro de edificios, en cuyo caso los teléfonos móviles emiten la menor potencia posible.

## 6.7 ¿Cuál es la potencia de emisión habitual de un teléfono móvil?

La potencia de emisión habitual de un teléfono móvil oscila entre 10 y 100 milivatios (mW), si se tiene en cuenta el control de potencia adaptativo. Cabe destacar asimismo que en las zonas rurales el nivel de potencial habitual suele ser más elevado.

Referencias:

- 1) *Output power distributions of terminals in a 3G mobile communication network*  
<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/bem.20710/abstract>.
- 2) Determinantes de la potencia de salida de los teléfonos móviles en un estudio multinacional: implicaciones para la evaluación de la exposición,  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19465409>.

## 6.8 ¿Cómo se puede reducir la exposición a un teléfono móvil?

Los teléfonos móviles están diseñados para funcionar automáticamente con la menor potencia posible a fin de reducir la exposición al mismo. Sin embargo, cabe adoptar algunas medidas suplementarias, como las señaladas por la OMS, a fin de reducir aún más dicha exposición.

La OMS señala que:

*"Además de utilizar dispositivos «manos libres», que permiten mantener el teléfono separado de la cabeza y el cuerpo durante la llamada, el nivel de exposición también se reduce si se disminuye la cantidad de llamadas y su duración. El empleo del teléfono en zonas con una buena recepción también conlleva una disminución del nivel de exposición, ya que de ese modo el aparato transmite a una potencia reducida."*

Fuente: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs193/en/>.

En la Figura 14 se representa la exposición de una persona a un dispositivo móvil. En las Recomendaciones UIT-T de la serie K, Suplemento 13, se proporciona más información.



**Figura 14 – Exposición de una persona a un dispositivo móvil**

### **6.9 ¿El apantallamiento de los teléfonos móviles reduce la exposición a los mismos?**

No. Los teléfonos móviles están diseñados para utilizar la menor potencia posible al conectarse con la estación base más cercana y ajustar automáticamente su potencia en función del entorno.

Si un teléfono móvil incorpora apantallamiento, u otro tipo de dispositivo, para reducir la exposición al mismo, dicho apantallamiento bloqueará parcialmente la señal radioeléctrica (o su recepción) y el teléfono ajustará automáticamente su potencia para compensar toda pérdida de señal.

La OMS señala que:

*"La eficacia de ciertos dispositivos comerciales ideados para reducir la exposición a los campos electromagnéticos no está demostrada."*

Fuente: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs193/en/>.

### **6.10 ¿Emiten los móviles menos CEM al estar cerca de una estación base?**

Sí. Los teléfonos móviles utilizan la menor potencia posible al encontrarse en una zona de buena recepción o cobertura. Ello suele ocurrir cuando están cerca de una estación base móvil, ya que el teléfono sólo tiene que transmitir a lo largo de una corta distancia hasta la estación base más cercana.

En las redes móviles se ajusta automáticamente la potencia de los teléfonos móviles y la de la estación base a través de la cual se establece la conexión. Ello permite a los teléfonos móviles emitir el menor CEM al encontrarse en una zona de buena cobertura y cerca de una estación base.

### **6.11 ¿Emiten menos CEM los teléfonos móviles cuando la señal de cobertura de su pantalla muestra barras completas?**

Sí. Los teléfonos móviles funcionan con la menor potencia posible en zonas con buena recepción.

### **6.12 ¿El grado de exposición al enviar mensajes de texto es menor que al realizar una llamada telefónica?**

Sí. El envío de mensajes SMS requiere una transmisión de datos muy breve mientras el teléfono móvil se mantiene alejado de la cabeza del usuario.

Con respecto a los niveles de exposición, la OMS señala que:

*"Una persona que utiliza el teléfono móvil a una distancia de entre 30 y 40 centímetros de su cuerpo – por ejemplo, al escribir mensajes de texto, navegar por Internet o cuando se utiliza un dispositivo «manos libres» – estará mucho menos expuesta a campos de radiofrecuencia que quienes lo utilizan acercando el aparato a su cabeza."*

Fuente: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs193/en/>.

### **6.13 ¿Se corre el riesgo de una elevada exposición a los CEM al utilizar teléfonos móviles en medios de transporte de alta velocidad?**

Si el nivel de recepción en un teléfono móvil es deficiente, su emisión de CEM aumentará para poder establecer una conexión con una estación base. Algunos trenes de alta velocidad, autobuses y aviones incorporan células repetidoras de telefonía móvil que proporcionan suficiente cobertura en su interior, y el SAR de los teléfonos móviles es inferior. Si la cobertura de telefonía móvil en un medio de transporte de alta velocidad es deficiente, los niveles de potencia del teléfono y de exposición aumentarán al realizar una llamada.

#### **6.14 ¿Es más seguro utilizar el teléfono móvil en el automóvil o en el hogar porque estos lugares constituyen una barrera frente a la radiación?**

Si la recepción móvil es deficiente en el interior de un vehículo o en el hogar, el teléfono móvil puede emitir mayor potencia con objeto de mantener la calidad de la conexión. Los teléfonos móviles ajustan continuamente la potencia de su transmisor en función de la calidad de la recepción y están diseñados para funcionar con la menor potencia posible.

Los teléfonos móviles se someten a diversas pruebas de conformidad con respecto a la normativa de exposición humana a su umbral de potencia más elevado posible. La variación de potencia del transmisor no conlleva variación del nivel de seguridad.

La instalación de una antena externa en un vehículo puede contribuir a mejorar la recepción móvil y a reducir el nivel de exposición en su interior.

#### **6.15 ¿Son los niños más vulnerables a los CEM de los teléfonos móviles que los adultos?**

Esa cuestión reviste suma importancia y es objeto de estudio actualmente.

La OMS destaca que ninguno de los estudios llevados a cabo hasta ahora sobre efectos a largo plazo en la salud ha demostrado una relación causal en la salud de los niños o efectos en la misma.

Los niños de corta edad pueden absorber más CEM, en particular si se encuentran cerca de un teléfono móvil desde el que se realiza una llamada, y debido al menor tamaño relativo de su cabeza.

Para ampliar información, consulte las Recomendaciones UIT-T de la serie K, Suplemento 13.

Varios organismos sanitarios recomiendan restringir a los niños la utilización de teléfonos móviles. Los niños deberían utilizar auriculares, equipos "manos libres" o altavoces, o limitarse a enviar mensajes SMS para reducir su grado de exposición. A continuación, se numeran varios de esos organismos:

#### **Información de organismos sanitarios nacionales sobre la telefonía móvil y los niños**

##### **Sanidad Pública, Inglaterra**

[http://www.hpa.org.uk/webc/HPAwebFile/HPAweb\\_C/1317133827077](http://www.hpa.org.uk/webc/HPAwebFile/HPAweb_C/1317133827077)

##### **Comisión Europea**

[http://ec.europa.eu/health/scientific\\_committees/opinions\\_layman/en/electromagnetic-fields07/1-2/3-mobile-phones-cancer.htm](http://ec.europa.eu/health/scientific_committees/opinions_layman/en/electromagnetic-fields07/1-2/3-mobile-phones-cancer.htm)

##### **Consejo de Sanidad, Países Bajos**

<http://www.gezondheidsraad.nl/en/publications>

##### **Consejo Científico del Organismo Sueco de Seguridad Radiológica (SSM)**

<http://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/Global/Publikationer/Rapport/Stralskydd/2014/SSM-Rapport-2014-16.pdf>

##### **Administración de Alimentos y Medicamentos, Estados Unidos**

<http://www.fda.gov/radiation-emittingproducts/radiationemittingproductsandprocedures/homebusinessandentertainment/cellphones/ucm116331.htm>

##### **Real Sociedad, Canadá**

<https://rsc-src.ca/en/expert-panels/rsc-reports/review-safety-code-6-2013-health-canadas-safety-limits-for-exposure-to>

##### **Organismo Australiano de Protección contra la Radiación y de Seguridad Nuclear (ARPANSA)**

<http://www.arpansa.gov.au/pubs/technicalreports/tr164.pdf>

##### **Declaración de las autoridades nórdicas de seguridad radiológica**

<http://www.nrpa.no/dav/1ce2548717.pdf>

##### **Consejo sobre vida laboral y estudios sociales, Suecia (FAS)**

<http://www.fas.se/en/News/2012/10-years-of-research-on-the-health-risks-of-radiofrequency-fields/>

##### **Instituto de Sanidad Pública, Noruega – Folkehelseinstituttet (FHI)**

<http://www.fhi.no/dokumenter/6563fe9a33.pdf>

## **7 Estaciones base y preguntas frecuentes sobre los CEM**

### **7.1 ¿Cuál es la intensidad de los CEM en torno a las estaciones base?**

Los niveles de CEM en las comunidades cercanas a las estaciones base y en el entorno de estas suelen ser bajos y similares a los niveles de base de otras transmisiones radioeléctricas, por ejemplo, las de las emisiones de televisión o de radio. Por lo general, las antenas de las estaciones base se montan en torres, postes o edificios, entre otros tipos de estructuras.

La Organización Mundial de la Salud supervisa los estudios científicos sobre CEM, incluidos los relativos a los niveles de CEM en torno a las estaciones base.

Con respecto a los niveles de CEM alrededor de las estaciones base y en el medio ambiente, la OMS señala que:

*"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."*

*"Numerosos estudios han demostrado que la exposición a campos electromagnéticos en el entorno cotidiano es extremadamente baja."*

*"Estudios recientes han demostrado que la exposición a las radiofrecuencias de las estaciones base oscila entre el 0,002% y el 2% de los niveles que figuran en las directrices internacionales sobre exposición, y que depende de factores como la proximidad a la antena y el entorno circundante."*

Fuente: OMS – Niveles de exposición habituales en el hogar y en el entorno <http://www.who.int/peh-emf/about/WhatisEMF/en/index3.html>.

Fuente: Documento de base de la OMS, 2006 <http://www.who.int/peh-emf/publications/facts/fs304/en/>.

### **7.2 ¿Es seguro vivir cerca de una estación base o desplegar estaciones base cerca de las escuelas?**

Sí. Es seguro vivir cerca de estaciones base, ya que su potencia es baja, dan lugar a bajos niveles de exposición a CEM en zonas públicas y están diseñadas específicamente para el entorno en el que se encuentran.

La OMS señala lo siguiente:

*"Habida cuenta de los bajísimos niveles de exposición y los resultados de las investigaciones de que se tiene constancia hasta la fecha, no hay pruebas científicas convincentes de que las débiles señales de radiofrecuencia de las estaciones base y las redes inalámbricas causen efectos nocivos para la salud."*

*"Los estudios realizados hasta la fecha no indican que la exposición ambiental a campos de radiofrecuencia, en particular los producidos por estaciones base, aumente el riesgo de padecer cáncer o cualquier otra enfermedad."*

Fuente: Documento de base de la OMS, 2006 <http://www.who.int/peh-emf/publications/facts/fs304/en/>

Preguntas y respuestas en línea – OMS, septiembre 2013 <http://www.who.int/features/qa/30/en/>.

En zonas urbanas y residenciales edificadas, las antenas de las estaciones base suelen instalarse encima de los tejados de los edificios, o a una distancia adecuada de los edificios cercanos, y las células de pequeño tamaño se sitúan, por lo general, a nivel de calle a fin de proporcionar cobertura específica a menor altura. Las estaciones base de baja potencia suelen instalarse en el interior de viviendas o edificios en entornos urbanos con objeto de proporcionar cobertura móvil específica.

Las estaciones base de mayor potencia se instalan en zonas rurales o en el campo para ampliar la cobertura móvil, por lo general sobre estructuras o torres más elevadas.

Las estaciones base se diseñan y explotan de forma que el grado de exposición de la población no rebase los límites recomendados por la Comisión internacional sobre protección contra la radiación no ionizante (ICNIRP). Las mediciones de CEM efectuadas por las autoridades reguladoras de muchos países ponen de manifiesto que los niveles de exposición en espacios públicos suelen estar por debajo de las directrices de la ICNIRP.

### **7.3 ¿El aumento de la cantidad de estaciones base contribuye a reducir los CEM?**

Sí. El aumento de la cantidad de estaciones base y su proximidad a los lugares en los que la población utiliza teléfonos móviles contribuye a reducir los niveles de CEM. Ello se debe a que los teléfonos móviles sólo tienen que transmitir a lo largo de un corto trayecto hasta la estación base más cercana, utilizando menos energía; el funcionamiento de la red también es más eficaz, al tener que establecer conexión únicamente con usuarios cercanos.

Habida cuenta de ello, el despliegue de estaciones base cerca de los usuarios contribuye a reducir ampliamente los CEM.

### **7.4 ¿Es seguro desplegar estaciones base en hospitales?**

Sí. Muchos hospitales cuentan con estaciones base instaladas en su azotea y con sistemas de comunicaciones móviles específicos en su interior con objeto de proporcionar la mejor cobertura posible. Dichos sistemas permiten asimismo que los teléfonos móviles funcionen en el interior del hospital con la menor potencia posible.

### **7.5 ¿Existen zonas restringidas delante de las antenas de estaciones base?**

Sí. Por lo general, delante de las antenas de las estaciones base se establece una zona restringida en la que el nivel de los campos electromagnéticos de las frecuencias radioeléctricas supera los límites de exposición humana recomendados por la ICNIRP. Esas zonas restringidas no suelen ser accesibles al público, ya que las antenas de las estaciones base se instalan lejos de las zonas públicas.

Los operadores de redes móviles deben garantizar que las zonas restringidas en torno a las estaciones base se incorporen al diseño del emplazamiento.

## **8 Preguntas habituales sobre límites de exposición a los CEM**

### **8.1 ¿Quién establece los límites y las normas de exposición humana a los CEM?**

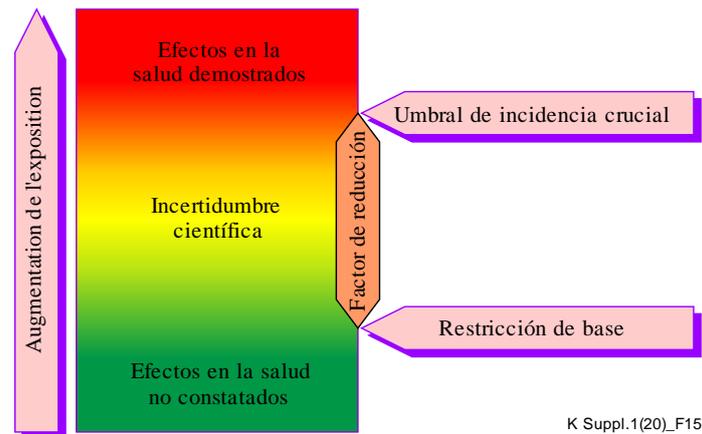
Cada país establece sus propias normas nacionales sobre exposición a los campos electromagnéticos. Sin embargo, la mayoría de estas normas nacionales se apoyan en las directrices establecidas por la Comisión internacional sobre protección contra la radiación no ionizante (ICNIRP). Esta organización no gubernamental, que colabora oficialmente con la OMS, evalúa resultados científicos obtenidos en todo el mundo.

Sobre la base de una revisión en profundidad de diversas publicaciones, la ICNIRP elabora directrices en virtud de las cuales se recomiendan límites de exposición. Esas directrices se revisan periódicamente y, en su caso, se actualizan.

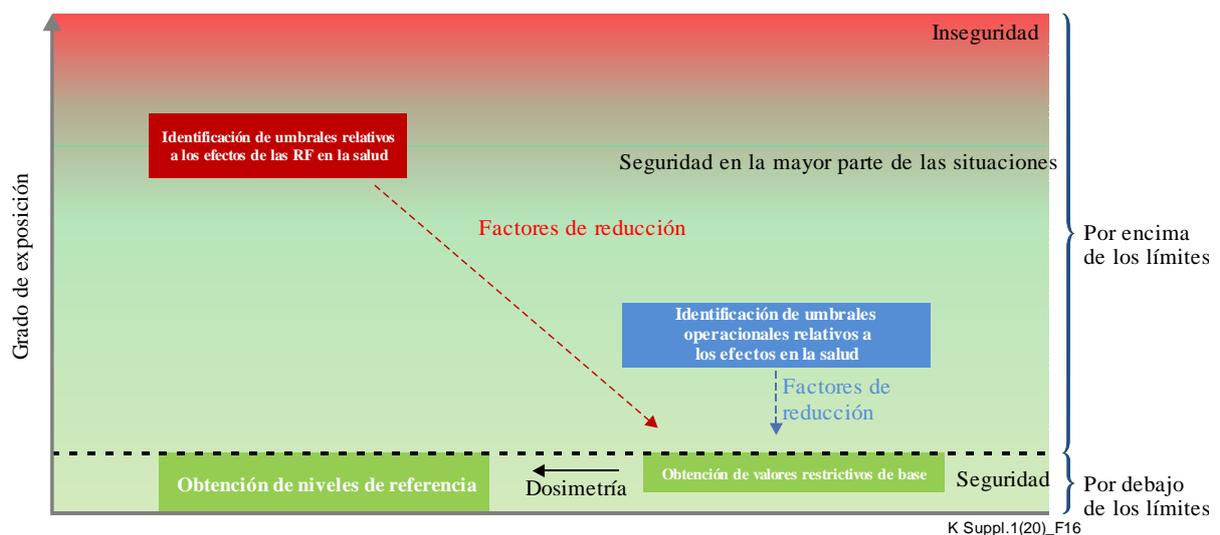
### **8.2 ¿Existe un margen de seguridad relativo a los límites de exposición humana?**

Sí. Los límites recomendados por la Comisión internacional sobre protección contra la radiación no ionizante (ICNIRP) incluyen un margen de seguridad. La ICNIRP aplica un factor de seguridad de 10 para obtener los límites de exposición a los CEM de trabajadores, y un factor de 50 para obtener el valor normativo relativo al público en general.

El factor de reducción tiene por objeto tener en cuenta posibles incertidumbres de índole científica; véanse las Figuras 15 y 16 a tal efecto.



**Figura 15 – Límites de exposición y factor de reducción de la ICNIRP (ICNIRP 1998)**



**Figura 16 – Límites de exposición y factor de reducción de la ICNIRP (ICNIRP 2020)**

Fuente – ICNIRP (1998 p. 511, Cuadros 6 y 7; véase la Sección 16.2. Niveles de referencia)

Fuente – Normas actualizadas de la OMS <http://www.who.int/peh-emf/about/WhatisEMF/en/index4.html>

Fuente – ICNIRP (2020, Cuadros 5 y 6; véase la Sección 16.2. Niveles de referencia)

### 8.3 ¿Están protegidos los niños y las mujeres embarazadas al amparo de la norma de seguridad?

Sí, las directrices de exposición a los CEM de la Comisión internacional sobre protección contra la radiación no ionizante (ICNIRP) se basan en un minucioso análisis de publicaciones científicas con objeto de ofrecer protección a personas de todas las edades, incluidos los niños y las mujeres embarazadas, frente a los efectos de los CEM en la salud, con arreglo a un amplio margen de seguridad. Según lo establecido en las directrices de la ICNIRP (2020), una trabajadora embarazada que desarrolla su labor en el sector de las tecnologías de radiofrecuencia no debe superar los límites establecidos para el público en general, a fin de garantizar la protección del feto.

#### **8.4 ¿Están protegidas las personas con implantes electrónicos mediante la norma de seguridad?**

No en todos los casos. Los implantes electrónicos suelen ir acompañados de información de seguridad sobre el riesgo de posibles interferencias de equipos eléctricos o electrónicos, en particular los teléfonos móviles y los transmisores radioeléctricos.

Se han elaborado normas específicas sobre interferencia de radiofrecuencias y aislamiento frente a las mismas con objeto de facilitar la protección de los implantes electrónicos frente a interferencias.

En caso de duda, conviene que las personas con implantes consulten con su especialista médico los posibles riesgos de interferencia. Las directrices de la ICNIRP sobre exposición humana no tienen por objeto proteger los equipos electrónicos frente a interferencias.

### **9 Preguntas sobre mitos relativos a los CEM**

#### **9.1 ¿Es posible cocinar un huevo o granos de maíz con un teléfono móvil?**

No. La exposición a los CEM que generan los teléfonos móviles es débil y no permite cocinar huevos ni granos de maíz. Los vídeos que se publican a tal efecto en Internet están elaborados por aficionados, con fines publicitarios o lúdicos, para realizar un montaje con segmentos superpuestos que alteran la realidad, o por empresas que comercializan videoclips mediante Bluetooth con fines comerciales.

Pese a que el análisis teórico de las emisiones de teléfonos móviles confirma que esas afirmaciones son falsas, varios centros de investigación internacionales realizaron experimentos, en condiciones de laboratorio, para tranquilizar a la población, desmentir rumores y evitar la ansiedad que provocan.

Durante un periodo de 65 minutos, se expuso un huevo a una fuente de potencia diez veces mayor que la de un teléfono móvil. Al abrirse el huevo, se comprobó que la energía no había tenido ningún efecto en él. Otro organismo de investigación tomó 200 teléfonos móviles y los colocó junto a un huevo, sin que éste sufriera ningún efecto.

#### **9.2 ¿Es suficiente la potencia de un teléfono móvil para hacer hervir el cerebro?**

No. La potencia máxima emitida por los teléfonos móviles es de 2 vatios y, en la mayoría de los casos, mucho menor (su valor promedio es 0,25 vatios). El efecto térmico de las ondas electromagnéticas puede provocar un leve calentamiento corporal, comparable al que se produce al realizar ejercicio físico o exponerse a rayos del sol. Pero no puede hacer hervir el cerebro.

Cabe tener en cuenta que el calor producido por un teléfono móvil no sólo se debe a la transmisión inalámbrica. Algunos tipos de dispositivos producen una cantidad muy leve de calor debido al calentamiento de la batería si se utilizan por un largo periodo de tiempo.

#### **9.3 ¿Puede atraer los rayos la utilización de un teléfono móvil?**

Es bien sabido que las nubes portadoras de carga eléctrica descargan su energía a la tierra a través del conductor más cercano al suelo, ya sea una farola, un poste eléctrico, un árbol, un edificio o una persona. La probabilidad de que una persona sea alcanzada por un rayo es muy pequeña, sobre todo en lugares donde hay edificios, postes o árboles.

Los teléfonos móviles, independientemente de que utilicen, no aumentan el grado de exposición de las personas a los rayos si llueve o se producen tormentas eléctricas. No obstante, si se produce una tormenta eléctrica, no conviene que las personas se desplacen en lugares en los que no haya estructuras elevadas que conduzcan la electricidad, por ejemplo, en campo abierto o en el desierto, ya que podrían quedar expuestas a los rayos, que suelen caer sobre las estructuras o cuerpos más cercanos al suelo.

#### **9.4 ¿Puede provocar un teléfono móvil un incendio en una gasolinera?**

No. No existe ninguna relación causal entre la exposición a los CEM generados por teléfonos móviles e incendios producidos en gasolineras. Según se desprende de la información publicada por el Instituto del Petróleo, con sede en el Reino Unido, y un informe de la Oficina de Australia para Seguridad del Transporte, no existen pruebas fehacientes de que un teléfono móvil haya provocado en alguna ocasión un incendio en una gasolinera.

#### **10 Recursos de la UIT sobre CEM**

En el marco de su mandato, la UIT lleva a cabo una serie de actividades sobre exposición humana a los campos electromagnéticos.

[Actividades del UIT-T sobre CEM](#)

[Folleto del UIT-T sobre CEM](#)

[Herramienta del UIT-T para el análisis de CEM](#)

[Recomendaciones del UIT-T sobre CEM](#)

#### **11 Recursos suplementarios sobre CEM**

##### **11.1 Recursos de la OMS**

[Página de inicio del sitio web de la OMS sobre CEM](#)

[Información de la OMS sobre la tecnología 5G](#)

[OMS. Preguntas y respuestas sobre los teléfonos móviles y las estaciones base](#)

[Nota descriptiva 193 de la OMS. Campos electromagnéticos y salud pública: teléfonos móviles](#)

[Nota descriptiva 304 de la OMS. Estaciones base y redes inalámbricas](#)

[Normas y directrices de la OMS](#)

##### **11.2 Recursos de la ICNIRP**

[Sitio web de la ICNIRP](#)

[Publicaciones de la ICNRP sobre CEM](#)

##### **11.3 Recursos gubernamentales a escala nacional**

[Organismo para la Protección Radiológica y Seguridad Nuclear de Australia \(ARPANSA\)](#)

[Ministerio del Interior de Japón – Protección en entornos con ondas radioeléctricas](#)

[Organismo Nacional de Investigación Radioeléctrica de Corea](#)

[Información del Gobierno del Reino Unido](#)

[Organismo de Sanidad Canadá – Seguridad de los teléfonos móviles y de las torres de telefonía celular](#)

[Administración de Alimentos y Medicamentos de Estados Unidos](#)

[Comisión Federal de Comunicaciones de Estados Unidos – Preguntas frecuentes sobre teléfonos inalámbricos](#)

[Departamento de Telecomunicaciones de la India](#)

## **11.4 Organizaciones no gubernamentales**

[Centro de Información sobre CEM de Japón \(JEIC\)](#)

[Portal sobre CEM](#)

## **11.5 Recursos generales**

UIT, <http://www.itu.int>

Organización Mundial de la Salud, <http://www.who.int/>

Serie informativa sobre CEM, <http://www.emfexplained.info/>

Mobile Wireless Forum <http://www.sartick.com/>

GSMA <http://www.gsma.com/emf>

Asociación Australiana sobre telecomunicaciones móviles <http://www.amta.org.au/>

## **12 Acerca de la presente Guía sobre campos electromagnéticos y salud**

La Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) es la organización de las Naciones Unidas especializada en tecnologías de la información y la comunicación (TIC).

La presente Guía ha sido elaborada por la UIT con contribuciones de sus miembros, que abarcan gobiernos, organismos del sector privado e instituciones académicas.

La Guía se actualizará periódicamente con arreglo a la nueva información o los estudios que faciliten la UIT y la OMS.

La Comisión de Estudio 5 del UIT-T ([tsbsg5@itu.int](mailto:tsbsg5@itu.int)) puede ampliar información al respecto.





## SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T

Serie A	Organización del trabajo del UIT-T
Serie D	Principios de tarificación y contabilidad y cuestiones económicas y políticas de las telecomunicaciones/TIC internacionales
Serie E	Explotación general de la red, servicio telefónico, explotación del servicio y factores humanos
Serie F	Servicios de telecomunicación no telefónicos
Serie G	Sistemas y medios de transmisión, sistemas y redes digitales
Serie H	Sistemas audiovisuales y multimedia
Serie I	Red digital de servicios integrados
Serie J	Redes de cable y transmisión de programas radiofónicos y televisivos, y de otras señales multimedia
<b>Serie K</b>	<b>Protección contra las interferencias</b>
Serie L	Medio ambiente y TIC, cambio climático, ciberdesechos, eficiencia energética, construcción, instalación y protección de los cables y demás elementos de planta exterior
Serie M	Gestión de las telecomunicaciones, incluida la RGT y el mantenimiento de redes
Serie N	Mantenimiento: circuitos internacionales para transmisiones radiofónicas y de televisión
Serie O	Especificaciones de los aparatos de medida
Serie P	Calidad de la transmisión telefónica, instalaciones telefónicas y redes de líneas locales
Serie Q	Conmutación y señalización, y mediciones y pruebas asociadas
Serie R	Transmisión telegráfica
Serie S	Equipos terminales para servicios de telegrafía
Serie T	Terminales para servicios de telemática
Serie U	Conmutación telegráfica
Serie V	Comunicación de datos por la red telefónica
Serie X	Redes de datos, comunicaciones de sistemas abiertos y seguridad
Serie Y	Infraestructura mundial de la información, aspectos del protocolo Internet, redes de próxima generación, Internet de las cosas y ciudades inteligentes
Serie Z	Lenguajes y aspectos generales de soporte lógico para sistemas de telecomunicación