

RADIACIONES NO IONIZANTES Y SUS EFECTOS EN LA SALUD



ALBERTO LACHOS DAVILA

Médico asistente del Dpto. de Radioterapia del INEN



El Espectro Electromagnético

RADIACIONES

Definición.-

Es la emisión de energía al espacio libre u otro medio (agua, aire, gas, etc.), en forma de ondas o partículas.

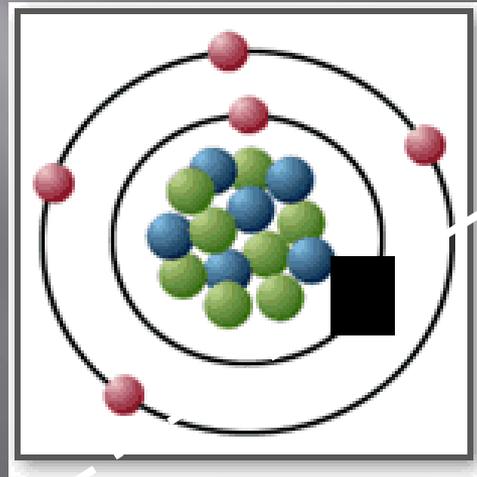


“La vida en la tierra se ha desarrollado en presencia de radiación. No es nada nuevo, inventado por el hombre, la radiación siempre ha estado aquí”
Eric J Hall. Profesor de la Universidad de Columbia. NY.

Fenómeno de Ionización



FOTON
Rx

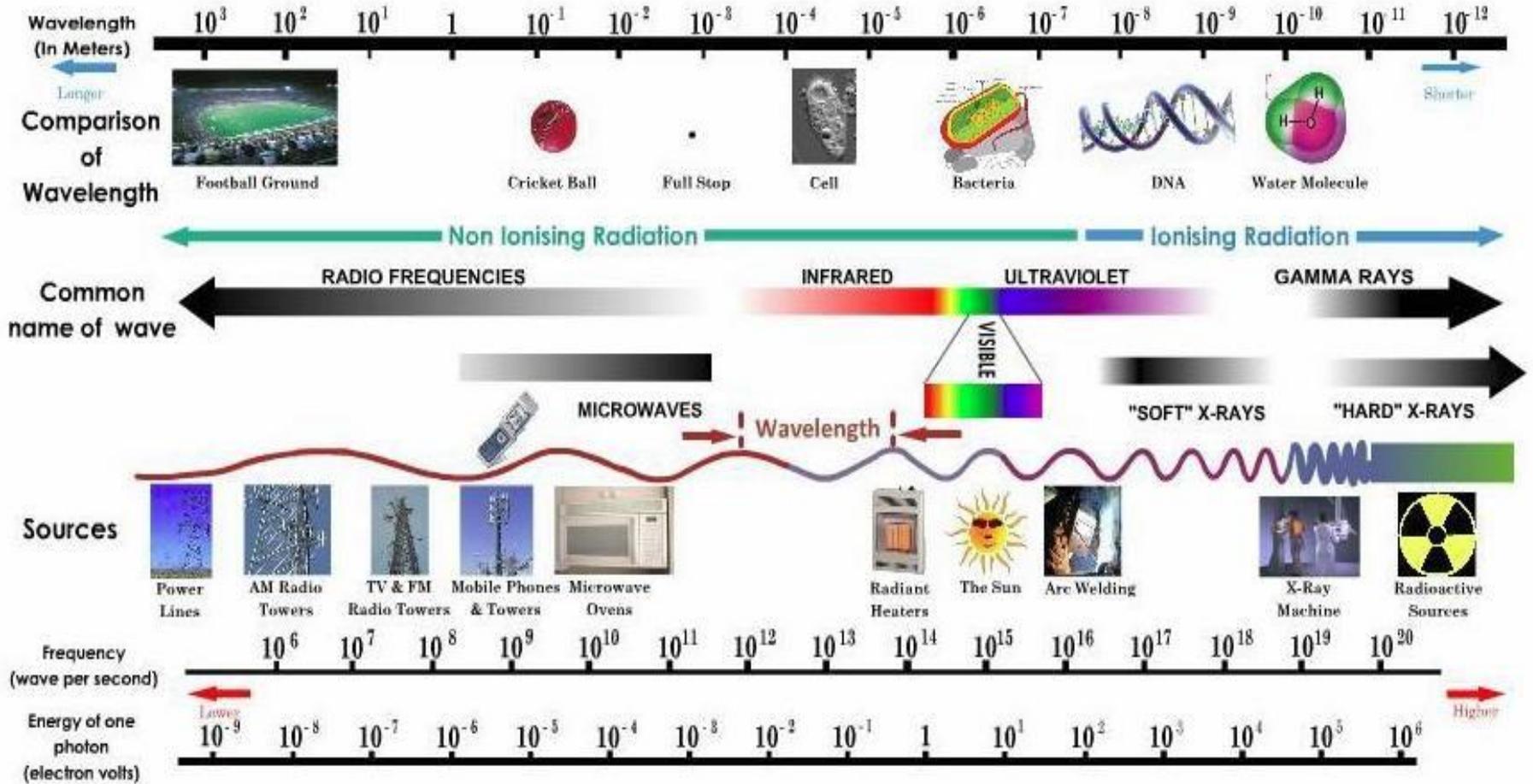


ION +

ION -
e



THE ELECTROMAGNETIC SPECTRUM



○ Espectro electromagnético

Rango de frecuencias (o longitudes de onda) de la radiación electromagnética.

Clasificación de la radiación electromagnética

(En orden de frecuencia descendente o longitud de onda creciente)

Tipo de radiación	Características
No ionizante (óptica)	Excita los electrones e induce reacciones químicas (ultravioleta cercano, visible e infrarrojo)
No ionizante (a)	Induce corrientes y da origen al calentamiento de los tejidos (microondas y radio alta frecuencia)
No ionizante (b)	Prácticamente no produce calentamiento (frecuencias industriales y radio por debajo de 1 megahertz)

(p)
No ionizante

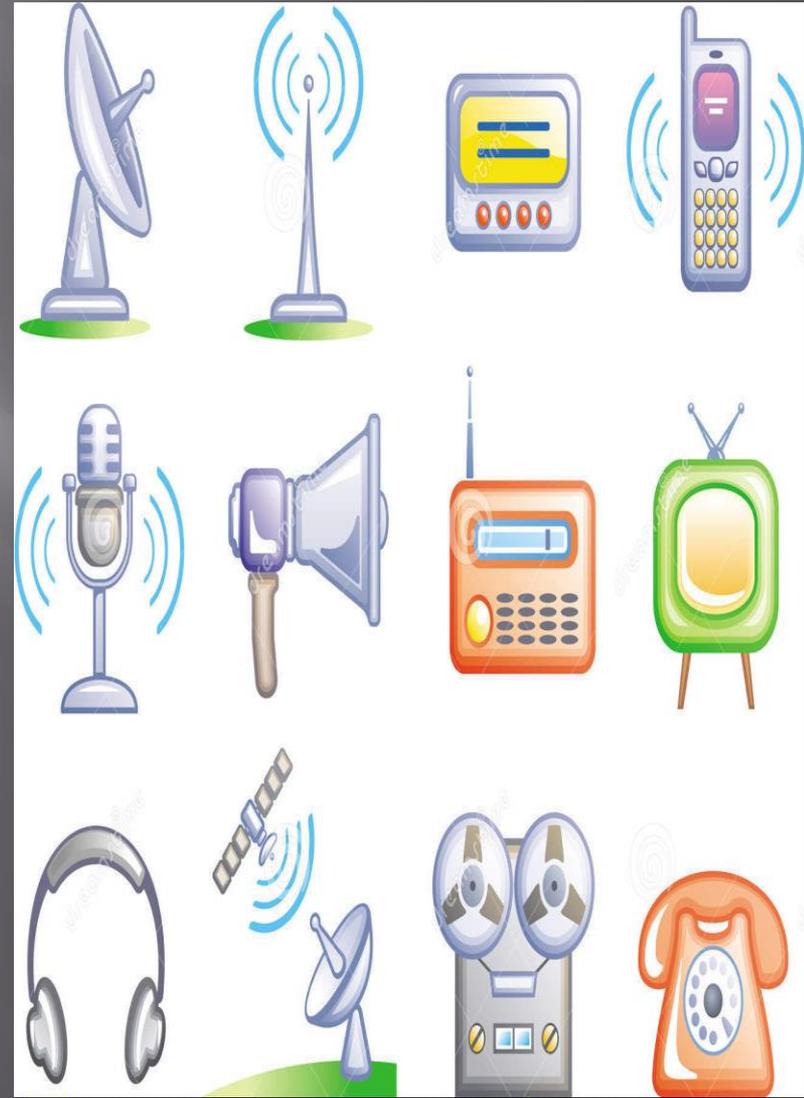
1 megahertz)
(frecuencias industriales y radio por debajo de
Prácticamente no produce calentamiento

Los humanos como todos los seres vivos generamos calor debido a los diferentes procesos metabólicos que nuestro cuerpo lleva a cabo, y el calor vital no es más que radiación infrarroja producto de nuestra combustión interna. Por tanto, nosotros también somos fuentes de campo electromagnético.

LOS SERES HUMANOS INTERACTUAMOS
CON LOS CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS
DESDE LOS ORÍGENES DE NUESTRA
EXISTENCIA.

RADIACIONES NO IONIZANTES UTILIZADAS POR EL HOMBRE

- Aspiradoras, hornos, microondas, focos , secadores de cabello, planchas, motores.
- Refrigeradoras y congeladoras , cocinas, luz eléctrica.
- Radiotransmisores AM / MW
- Televisión y radio FM
- Radio servicios de emergencia (policía, bomberos, seguridad, ambulancias)
- Radar (para control de tráfico aéreo y navegación)
- Teléfonos fijos inalámbricos
- Control remoto
- Teléfonos móviles
- Módem Wi-Fi (internet inalámbrico)



Algunas frecuencias utilizadas en sistemas de comunicaciones habituales.

Radiodifusión sonora en ondas medias:
300 KHz a 1600 KHz.

Radiodifusión y radiocomunicación en onda corta: 3 a 30 MHz.

Radiodifusión de televisión:

- ▣ VHF: 50 a 80 MHz - 170 a 330 MHz.
- ▣ UHF: 450 a 850 MHz.

Radiocomunicaciones: 150 MHz.

Telefonía móvil: 450 MHz, 850 a 950 MHz y 1800 a 2200 MHz.

...continuando...

Radioenlaces terrestres de microondas Diversas frecuencias entre 1,2 GHz y 40 GHz.

Televisión por satélite: 10 a 12 GHz.

Radar:

Desde de GHz hasta cerca de 100 GHz

Otras apps:

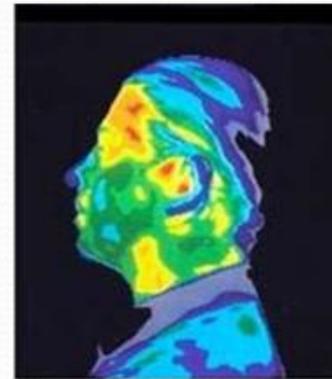
Hornos de microondas: 2,45 GHz

Controles de radio para apertura de puertas, electrodomésticos, etc: 450 MHz

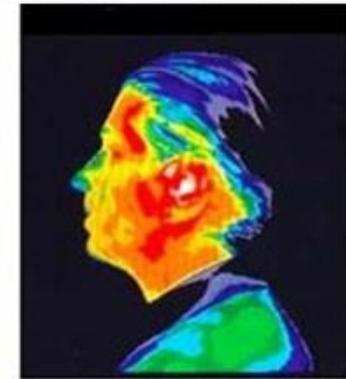
Otras aplicaciones médicas, industriales, etc.

RADIACIÓN NO IONIZANTE

- Los campos de radiofrecuencias de intensidad **superior a 1 MHz** causan sobre todo **calentamiento**.
- Los campos de radiofrecuencias de intensidad **inferior a 1 MHz** aproximadamente, inducen principalmente **cargas y corrientes eléctricas** que pueden estimular células de tejidos tales como los nervios y los músculos.
- Los campos de radiofrecuencias de más de **10 GHz** son **absorbidos** por la superficie de la piel, y es muy poca la energía que llega hasta los tejidos interiores.
- Para que la exposición a campos de más de **10 GHz** produzca **efectos perjudiciales** para la salud, tales como catarata ocular y quemaduras cutáneas, se requieren densidades de potencia superiores a **1000 W/m²**.



Thermographic Image of the head with no exposure to harmful cell phone radiation.

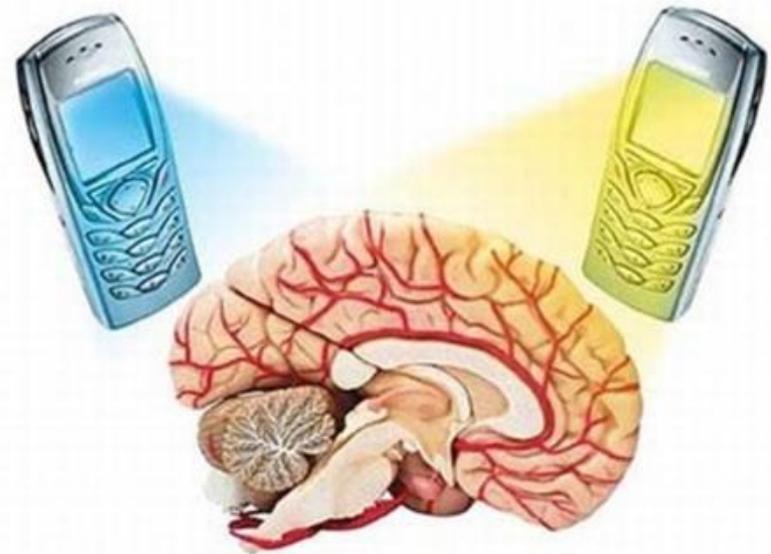


Thermographic Image of the head after a 15-minute phone call. Yellow and red areas indicate thermal (heating) effects that can cause negative health effects.

http://2.bp.blogspot.com/_oyDwNigAHXY/S7RmhraBI_I/AAAAAABXBM/3qd-X9pXnNE/s000/estres.electromagnetico3.jpg

RADIACIÓN NO IONIZANTE

- La absorción por los tejidos de energía procedente de los campos de radiofrecuencias se mide como **coeficiente de absorción específica** en una masa tisular determinada. La unidad de absorción específica es el vatio por kilogramo (**W/kg**). El coeficiente de absorción específica o tasa de absorción específica (SAR) es la cantidad dosimétrica básica para campos de radiofrecuencias de 1 MHz a 10 GHz aproximadamente.
- Para que se produzcan efectos perjudiciales para la salud en las personas expuestas a campos situados en este intervalo de frecuencia, se necesita un coeficiente de absorción específica de **4 W/kg**. Esos niveles de energía se encuentran a decenas de metros de potentes antenas de frecuencia modulada, situadas en el extremo de altas torres, es decir, en zonas inaccesibles.
- Los campos de radiofrecuencias **de menos de 1 MHz no producen calentamientos** apreciables.

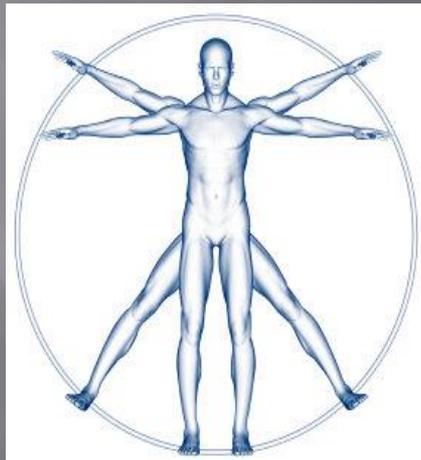


http://jovenes.es/wp-content/uploads/2008/11/radiationswewr4_1449.jpg

LÍMITE MÁXIMO PERMITIDO DE EXPOSICIÓN A RNI

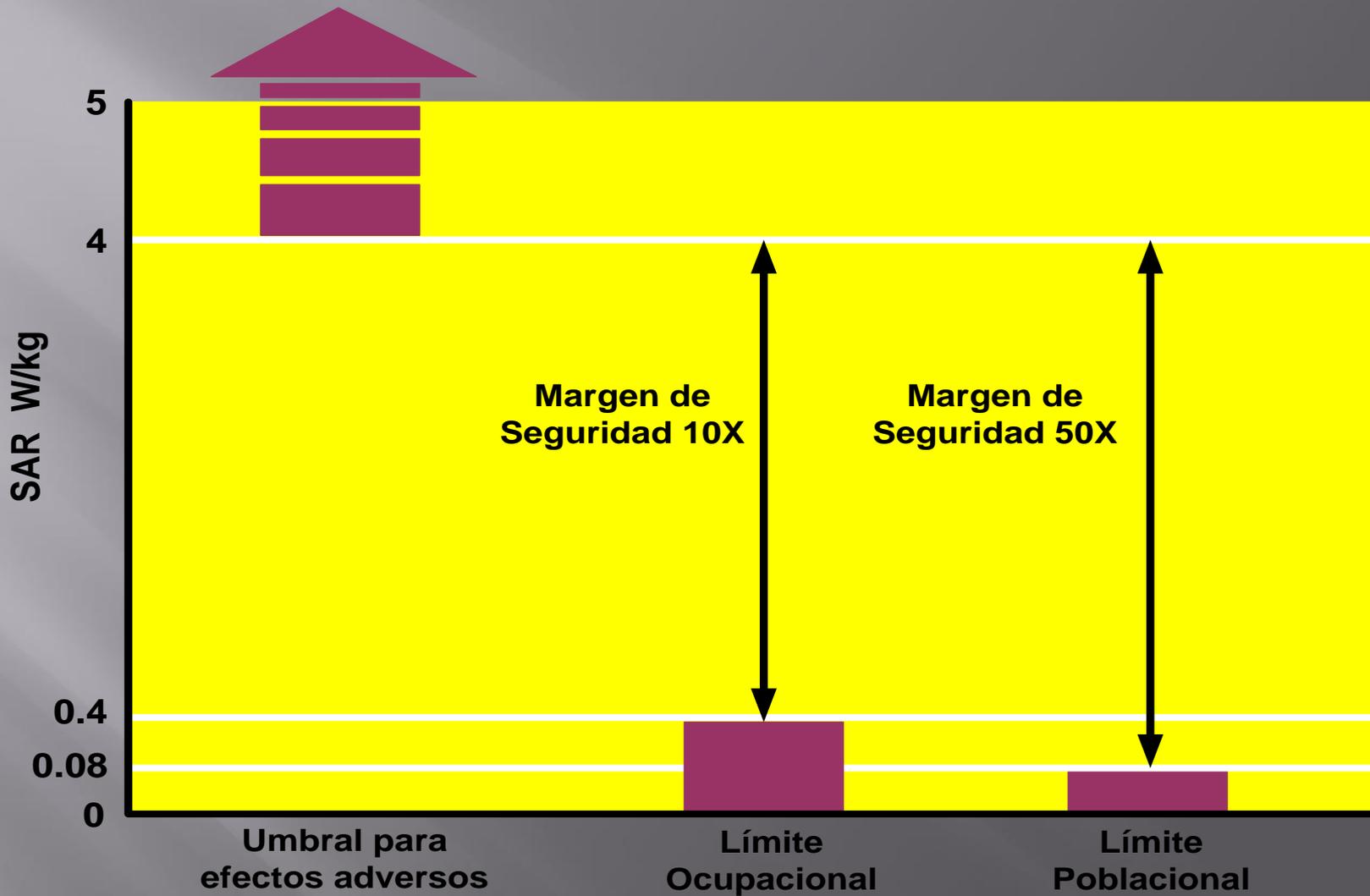
Las regulaciones están basadas en un valor de **4 W/kg**
(exposición de cuerpo entero)

Ejemplo: **4 W/kg** dividido para un peso de 50 kg = 0.08 Watts.



Tasa de absorción específica (SAR)

Modelo	Modelos que irradian menos	SAR Level (Digital)
1. Motorola StarTAC 7860		0.24
2. Qualcomm pdQ-1900		0.2634
3. Mitsubishi Trium Galaxy G-130		0.35
4. Motorola TalkAbout 2297		0.35
5a. Motorola ST7797		0.39
5b. Motorola T8097		0.39
5c. Motorola P8097		0.39
6. Motorola StarTAC 7790i		0.42
7. Motorola i1000plus		0.43
8a. Motorola G520		0.457
8b. Motorola M3682		0.457
9a. Ericsson KF-688		0.477
9b. Ericsson DF-688		0.477
10. Motorola M3097		0.53



NIVELES DE EXPOSICIÓN EN GENERAL

(D.S. N° 038-2003-MTC)

Rango de frecuencias	Intensidad de campo eléctrico	Intensidad de campo magnético	Densidad de Potencia
	(V/m)	(A/m)	(W/m ²)
9 – 65 KHz	610	24.4	-
0.065 – 1 MHz	610	1.6 / f	-
1 – 10 MHz	610 / f	1.6 / f	-
10 – 400 MHz	61	0.16	10
400 – 2000 MHz	$3 f^{0.5}$	$0.008 f^{0.5}$	f / 40
2 – 300 GHz	137	0.36	50

Rango de frecuencias	Intensidad de campo eléctrico	Intensidad de campo magnético	Densidad de Potencia
	(V/m)	(A/m)	(W/m ²)
9 – 150 KHz	87	5	-
0.15 – 1 MHz	87	0.73/f	-
1-10 MHz	$87/f^{0.5}$	0.73/f	-
10-400 MHz	28	0.073	2
400-2000 MHz	$1.375 f^{0.5}$	$0.0037 f^{0.5}$	f / 200
2 – 300 GHz	61	0.16	10

NIVEL DE EXPOSICION OCUPACIONAL

Se da como consecuencia de su ocupación y están completamente conscientes del potencial para exposición y pueden ejercer el control sobre el mismo.

NIVEL DE EXPOSICION POBLACIONAL

Cuando las personas expuestas podrían no estar conscientes del potencial de la exposición o no pueden ejercer control sobre dicha exposición.

NIVELES DE EXPOSICIÓN EN ÁREAS DE USO PÚBLICO (R.M. N° 120-2005-MTC/03)

Rango de frecuencias	Intensidad de campo eléctrico (V/m)	Densidad de Potencia (W/m ²)
9 – 150 KHz.	61,5	-
0,15 – 1 MHz.	61,5	-
1 – 10 MHz.	$61,5 / f^{0,5}$	-
10 – 400 MHz.	20	1
400 – 2000 MHz.	$0,972 f^{0,5}$	$f / 400$
2 - 300 GHz.	43,1	5

Áreas de Uso Público: Aquellos lugares en los que se considera que la población expuesta podría ser sensible a los campos electromagnéticos (se considera el factor de Precaución). Estos lugares son:

- Colegios (de Educación Inicial, Primaria y Secundaria)
- Hospitales, Centros de Salud y Clínicas

RESUMEN DE LA REGULACIÓN RADIACIONES NO IONIZANTES EN EL AMBITO MUNDIAL

PAÍS	ORGANISMO	REFERENCIA	RANGO DE FRECUENCIA DEL SERVICIO	FECHA
UNION EUROPEA	CONSEJO DE LA UNIÓN EUROPEA RECOMENDACIÓN 1999/ 519/CE, INFORME SCENIHR	ICNIRP	0 Hz – 300 GHz (público en general)	1999, 2002, 2008, 2009
	PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO (DIRECTIVA 2004/40/CE)	ICNIRP	9kHz- 300 GHz (trabajadores)	2004, 2008, 2012
	AUSTRIA (incluyendo Salzburgo)	ICNIRP	0 Hz -300 kHz (trabajadores, público en general)	2006
ESTADOS UNIDOS	COMISION FEDERAL DE COMUNICACIONES (OET BULLETIN 65)	IEEE -ANSI	300 kHz -100 GHz (trabajadores, público en general)	1997

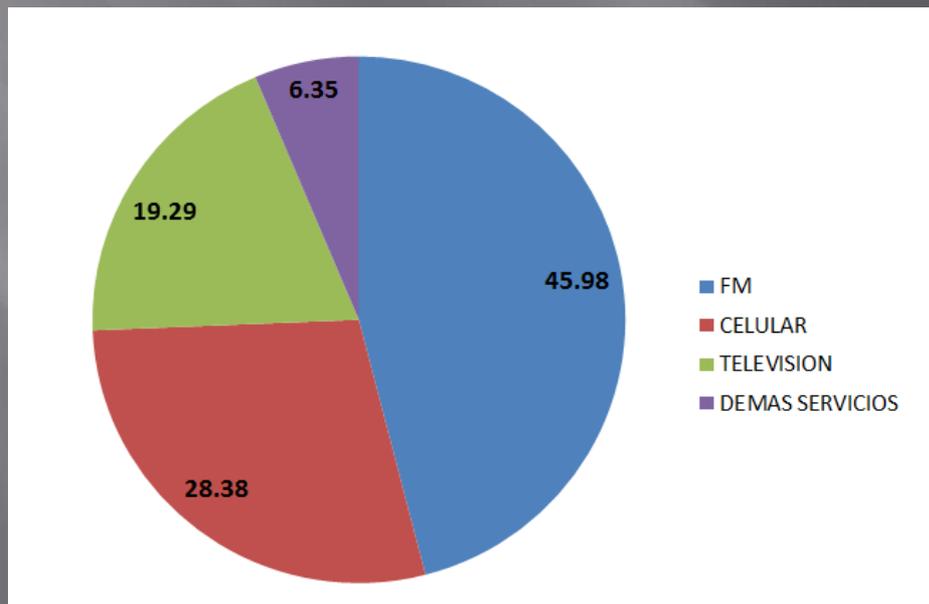
COMPARACIÓN ENTRE LOS LIMITES POBLACIONALES DE PERÚ, ESTADOS UNIDOS, UNIÓN EUROPEA

PAÍS	ORGANISMO	REFERENCIA	BANDA 800 MHZ	BANDA 900 MHZ	BANDA 1800 MHZ	BANDA 1900 MHZ
ESTADOS UNIDOS	COMISION FEDERAL DE COMUNICACIONES (OET BULLETIN 65)	IEEE -ANSI	5.72 W/m ²	6.16 W/m ²	10 W/m ²	10 W/m ²
PERÚ	MTC	ICNIRP (recomendado por OMS)	4.4 W/m ²	4.5 W/m ²	8.6 W/m ²	9.7 W/m ²
UNION EUROPEA	CONSEJO DE LA UNIÓN EUROPEA (RECOMENDACIÓN 1999/ 519/CE)	ICNIRP (recomendado por OMS)	4.4 W/m ²	4.5 W/m ²	8.6 W/m ²	9.7 W/m ²
	AUSTRIA (incluyendo Salzburgo)	ICNIRP (recomendado por OMS)	4.4 W/m ²	4.5 W/m ²	8.6 W/m ²	9.7 W/m ²
	SALZBURGO (Propuesta rechazada por el parlamento austriaco)	Sin base científica	0.01 W/m ²	0.01 W/m ²	0.01 W/m ²	0.01 W/m ²

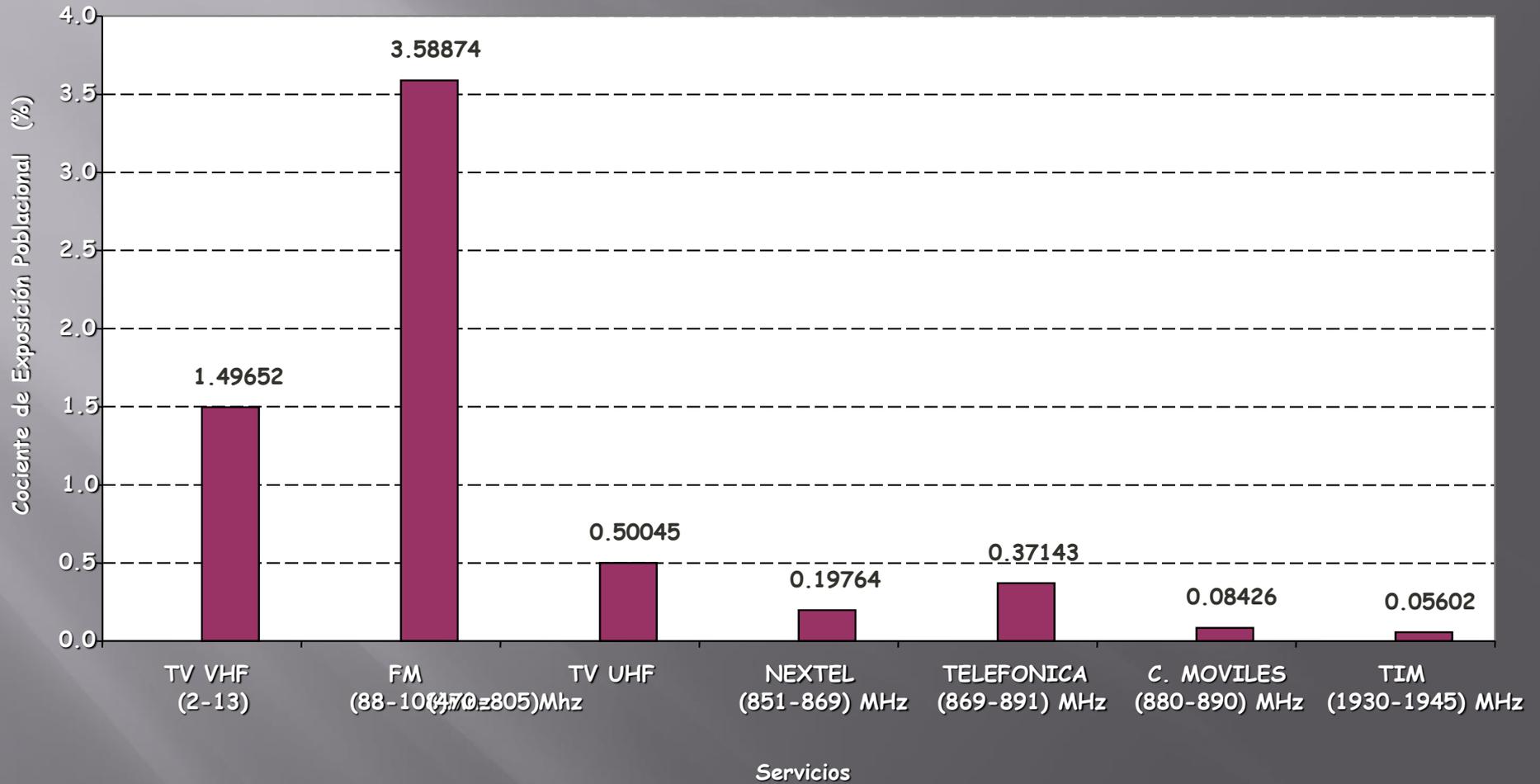
¿QUÉ SE ESTA HACIENDO?

Maximos contribuyentes en los puntos de medición

De todos los servicios de comunicaciones el máximo contribuyente de radiaciones no ionizantes lo representa el Servicio de Radiodifusión Sonora en FM (45.98% del total de las mediciones), seguido del Servicio de Telefonía Móvil (28.38% del total de las mediciones) y del Servicio de Radiodifusión por televisión (19.29% del total de las mediciones).



Cociente de Exposición Poblacional Máximo por Servicios



COMPARACIÓN DE LA EXPOSICIÓN DE LAS ESTACIONES BASES Y LOS TELEFONOS MOVILES



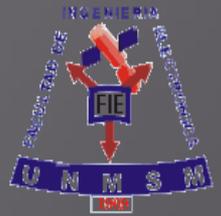
EXPOSICION POR ESTACIONES BASE	EXPOSICION POR EL TELEFONO MOVIL
De Cuerpo Entero	Localizada En La Cabeza
Involuntaria	Voluntaria
-Niveles Muy Bajos .Típicos 100 A 1000 Veces Por Debajo De Los Limites Máximos Permisibles	-Niveles No Muy Bajos Típico 30%-De Los Limites Máximos Permisibles.

24 horas de exposición de cuerpo entero a 0.06 % de los límites ICNIRP (1 V/m) debido a una Estación Base equivale aproximadamente a 3 minutos de exposición de un teléfono móvil

II. REVISIÓN EFECTOS EN LA SALUD

Los estudios sobre los efectos de los campos electromagnéticos datan de los años 1950, actualmente en la base de datos EMF-PORTAL figuran 20 109 estudios.

La base de datos del Instituto Internacional de de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos contiene actualmente cerca de 1800 sobre telefonía móvil.



Fuentes para la Revisión de los Efectos sobre la Salud

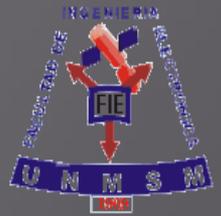
Para evaluar los efectos sobre la salud de los campos electromagnéticos (CEM) relacionados a las redes de telefonía móvil y telecomunicaciones en general.

Por un lado se ha realizado una revisión de las publicaciones de las principales organizaciones internacionales tales como:

como la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Agencia Internacional de Investigación del Cáncer (IARC), la Comisión Internacional de Protección contra las Radiaciones No ionizantes (ICNIRP) y el Instituto Internacional de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE)



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y ELÉCTRICA

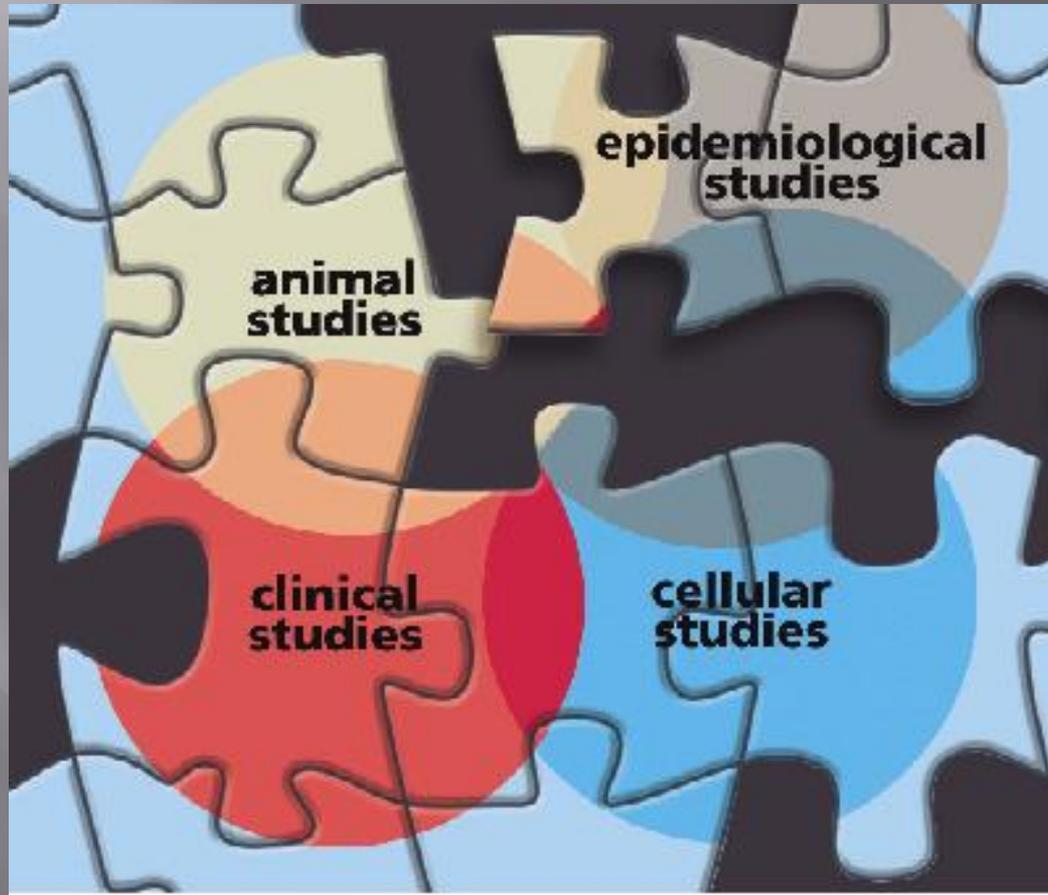


También se ha realizado una revisión de documentos publicados por entidades nacionales, entre los cuales se encuentran las siguientes:

- La Agencia Australiana de Protección contra la Radiación y Seguridad Nuclear (ARPANSA),
- La Agencia Francesa de Seguridad de la Salud Ambiental y Ocupacional (AFSSET),
- La Dirección General de Salud de Francia,
- La Comisión Europea (EC),
- El Consejo de Salud de los Países Bajos,
- El Grupo Independiente Experto en Teléfonos Móviles de Gran Bretaña (IEGMP),
- La Agencia de Protección de la Salud (HPA)del del Reino Unido,
- La Real Sociedad de Canada.

Investigación

Balance de los estudios necesarios



<http://www.niehs.nih.gov/emfrapid/booklet/emf2002.pdf>

Tabla 1. Base de Datos IEEE estudios de los posibles efectos sobre la salud de los campos electromagnéticos de la telefonía móvil (actualizada a marzo de 2014)

Tipo de Estudio/ Subtipo	En ejecución	Reportado pero no publicado	Publicado
Ingeniería y Física	24	13	373
Epidemiología	26	6	254
Seres humanos / Provocación	26	17	271
In vitro	32	27	264
In vivo	20	16	288
Revisión de literatura y otros	1	1	12
Estudios en plantas	1	3	5
Ciencias Sociales	7	1	52
Total	137	84	1519

Estudios de Laboratorio

- ▣ Estudios en células
- ▣ Genotoxicidad
- ▣ Expresión genética

- ▣ Estudios en animales
- ▣ Cáncer
- ▣ Comportamiento
- ▣ Barrera hematológica cerebral (BBB)

- ▣ Estudios en seres humanos
- ▣ Disturbios del sueño
- ▣ Electroencefalograma (EEG)
- ▣ Hormonas
- ▣ Hipersensibilidad (EHS)



Algunos temores que se atribuyen sin base científica a equipos celulares

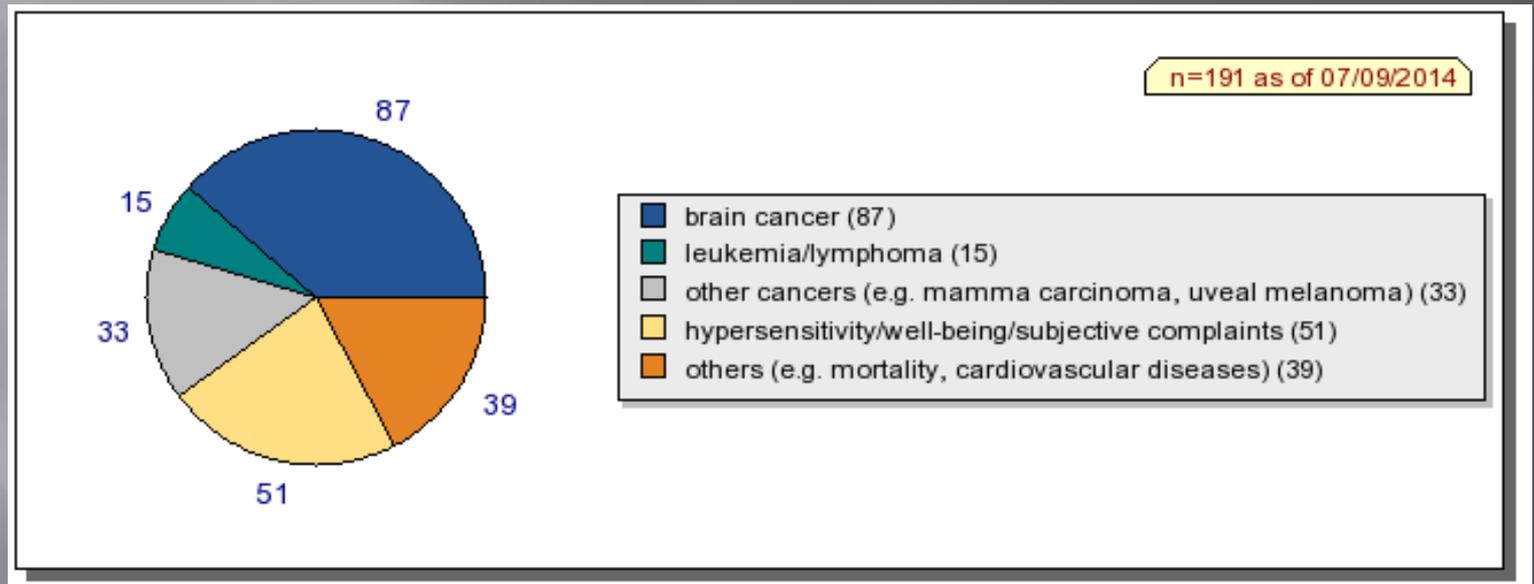
Estrés, pérdida de memoria, mente en blanco, estados de confusión, dolor de cabeza, insomnio y trastornos del sueño. Ruidos y zumbido de oídos, mareos y vértigo, ritmo cardiaco alterado, subida de la presión sanguínea.

Algunas certezas que se basan en la realidad sobre equipos celulares

El uso de equipos celulares es de alto riesgo para la vida cuando la persona realiza actividades que requieren atención y especial concentración, como por ejemplo manejar o caminar hablando o enviando mensajes de texto por el celular o en determinadas situaciones laborales.

Estudios epidemiológicos

Estudios sobre teléfonos móviles



de <http://www.emf-portal.de/>

Estudio INTERPHONE (publicado el 18 de mayo de 2010)

Published by Oxford University Press on behalf of the International Epidemiological Association
© The Author 2010; all rights reserved.

International Journal of Epidemiology 2010;1–20
doi:10.1093/ije/dyq079

Brain tumour risk in relation to mobile telephone use: results of the INTERPHONE international case–control study

The INTERPHONE Study Group*

5 Corresponding author. Elisabeth Cardis; CREAL, Doctor Aiguader 88
*List of members of this study group is available in the Appendix.

Accepted 8 March 2010

- ▣ **Cases:**
 - 2,765 gliomas
 - 2,425 meningiomas
 - 1,121 acoustic neuroma
 - 109 malignant parotid gland
- ▣ **Controls:**
 - 7,658

Mobile Phone Use and Risk of Brain Neoplasms and Other Cancers

Prospective Study

Victoria S Benson, Kirstin Pirie, Joachim Schüz, Gillian K Reeves, Valerie Beral, Jane Green

Disclosures

Int J Epidemiol. 2013;42(3):792-802.

Abstract and Introduction

Abstract

Background Results from some retrospective studies suggest a possible increased risk of glioma and acoustic neuroma in users of mobile phones.

Methods The relation between mobile phone use and incidence of intracranial central nervous system (CNS) tumours and other cancers was examined in 791 710 middle-aged women in a UK prospective cohort, the Million Women Study. Cox regression models were used to estimate adjusted relative risks (RRs) and 95% confidence intervals (CIs). Women reported mobile phone use in 1999 to 2005 and again in 2009.

Results During 7 years' follow-up, 51 680 incident invasive cancers and 1 261 incident intracranial CNS tumours occurred. Risk among ever vs never users of mobile phones was not increased for all intracranial CNS tumours (RR = 1.01, 95% CI = 0.90–1.14, $P = 0.82$), for specified CNS tumour types nor for cancer at 18 other specified sites. For long-term users compared with never users, there was no appreciable association for glioma (10+ years: RR = 0.78, 95% CI = 0.55–1.10, $P = 0.16$) or meningioma (10+ years: RR = 1.10, 95% CI = 0.66–1.84, $P = 0.71$). For acoustic neuroma, there was an increase in risk with long term use vs never use (10+ years: RR = 2.46, 95% CI = 1.07–5.64, $P = 0.03$), the risk increasing with duration of use (trend among users, $P = 0.03$).

Conclusions In this large prospective study, mobile phone use was not associated with increased incidence of glioma, meningioma or non-CNS cancers.

IARC - OMS

reconoce a las ondas electromagnéticas
como potenciales agentes cancerígenos.

CLASIFICACIÓN ESTÁNDAR DE LA IARC

Compuestos o factores físicos evaluados por la IARC (Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer) y clasificados en cuatro grupos, basándose en pruebas científicas existentes sobre carcinogénesis.

Grupo 1: "carcinógeno para el ser humano" Hay pruebas suficientes que confirman que puede causar cáncer a los humanos.

[Definición de la IARC y lista de compuestos](#)

Grupo 2A: "Probablemente carcinógeno para el ser humano" Hay pruebas suficientes de que puede causar cáncer a los humanos, pero actualmente no son concluyentes.

[Definición de la IARC y lista de compuestos](#)

Grupo 2B: "Posiblemente carcinógeno para el ser humano" Hay algunas pruebas de que puede causar cáncer a los humanos pero de momento están lejos de ser concluyentes.

[Definición de la IARC y lista de compuestos](#)

Grupo 3: "No puede ser clasificado respecto a su carcinogenicidad para el ser humano" Actualmente no hay ninguna prueba de que cause cáncer a los humanos.

[Definición de la IARC y lista de compuestos](#)

Grupo 4: "Probablemente no carcinógeno para el ser humano" Hay pruebas suficientes de que no causa cáncer a los humanos.

[Definición de la IARC y lista de compuestos](#)

Descripción de las categorías de la clasificación estándar de la IARC

- ▣ Grupo 1: Esta categoría se aplica cuando existen pruebas suficientes de carcinogenicidad en humanos. Excepcionalmente, un agente (o mezcla), puede ser incluido en esta categoría si las pruebas en humanos no son suficientes, pero sí lo son en animales de experimentación, y existen pruebas contundentes en humanos expuestos que el agente (o mezcla) actúa mediante mecanismos relevantes para la carcinogenicidad."
- ▣ Algunos ejemplos son los asbestos, el benceno y la radiación ionizante. Grupo 2 (A y B): en esta categoría están los agentes, las mezclas y las condiciones de exposición para los que se ha demostrado, en un extremo, que las pruebas sobre carcinogenicidad para los humanos son probablemente suficientes y, en el otro extremo, que no hay pruebas sobre carcinogenicidad para los humanos pero sí para los animales de laboratorio. Los agentes, las mezclas o las condiciones de exposición se clasifican en el grupo 2A (probablemente carcinógeno para el ser humano) y el 2B (posiblemente carcinógeno para el ser humano) según pruebas epidemiológicas o de laboratorio sobre carcinogenicidad y otros datos importantes.

▣ -

- ▣ **Grupo 2A:** "El agente (o mezcla) es *probablemente carcinógeno para el ser humano*. Las condiciones de la exposición conllevan exposiciones probablemente carcinógenas para el ser humano. "
- ▣ "Esta categoría se usa cuando existen pruebas limitadas de la carcinogenicidad en humanos y pruebas suficientes de la carcinogenicidad en experimentación animal. En algunos casos, un agente (o mezcla) puede ser incluido en esta categoría si existen pruebas inadecuadas de carcinogenicidad en humanos y pruebas suficientes de carcinogenicidad en animales de experimentación, existiendo una fuerte evidencia de que en la carcinogenia están implicados mecanismos que también operan en el ser humano. Excepcionalmente, un agente, mezcla o condición de exposición puede ser clasificado en esta categoría únicamente en base a pruebas limitadas de carcinogenicidad en humanos."
- ▣ Algunos ejemplos son los gases de escape de motores diesel, la formaldehida y los PCB.
- ▣ **Grupo 2B:** "El agente (o mezcla) es *posiblemente carcinógeno para el ser humano*."
- ▣ "Las condiciones de la exposición conllevan exposiciones posiblemente carcinógenas para el ser humano. Esta categoría incluye agentes, mezclas o condiciones de exposición para los que existen pruebas limitadas de carcinogenicidad en humanos y pruebas insuficientes de carcinogenicidad en experimentación animal. También puede ser utilizada cuando existan pruebas inadecuadas de carcinogenicidad en humanos pero suficientes de carcinogenicidad en experimentación animal.

RADIACIÓN NO IONIZANTE

- El principio de precaución.
- El evitamiento prudente.
- ALARA (as low as reasonably achievement) (tan bajo como sea razonablemente posible)



<http://davinci.crg.es/radioactivitat/images/warning.gif>

GRACIAS

www.dralbertolachos.com