

	<b>MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA</b>		PÁG. 1 DE 12
	DIRECCIÓN NACIONAL DE AMBIENTE Y SALUD	FECHA DE ELABORACIÓN:	24/07/2018
		FECHA DE REVISIÓN:	24/07/2018
EFECTOS A LA SALUD PRODUCIDAS POR RADIACIONES NO IONIZANTES			

## INFORME SOBRE EFECTOS A LA SALUD PRODUCIDA POR RADIACIONES NO IONIZANTES

### 1. INTRODUCCIÓN

Las telecomunicaciones vienen experimentando en los últimos años un gran desarrollo en el mundo, siendo la telefonía móvil junto con el internet los servicios de mayor crecimiento. La telefonía móvil es un servicio de telecomunicación que tiene como objetivo proporcionar un canal de comunicación entre los distintos usuarios, cualquiera que sea su situación, y de poder mantener una comunicación establecida aunque uno o los dos comunicantes se estén desplazando, dentro de un área definida.

Desde la introducción de los teléfonos móviles en los años 80 el crecimiento de las Estaciones Base Celular (EBC) ha sido continuo, el crecimiento exponencial, que ha tenido en los últimos 10 años la emisión de radiaciones no ionizantes (principalmente promovido por el auge de la telefonía celular móvil), ha significado un nuevo e importante desafío para la disciplina que estudia las Radiaciones No Ionizantes (RNI), así también en la población ha crecido la preocupación por el posible impacto que tengan en la salud, los campos electromagnéticos irradiados por las diferentes antenas, que se multiplican, fundamentalmente en las principales ciudades.

El presente documento busca mostrar la existencia o no de efectos adversos en la salud por la exposición de las RNI, basándose en resultados de las revisiones más importantes desarrolladas con respecto a los efectos en la salud, especialmente las que han sido desarrollados dentro del marco propuesto por el Proyecto Internacional Campos Electromagnéticos de la Organización Mundial de la Salud, por otro lado, se pretende evaluar los niveles de exposición permisibles a las RNI de las estaciones transmisoras de los servicios de telecomunicaciones.

### 2. OBSERVACIONES

#### 2.1 Información general

**2.1.1 Radiación:** Se entiende por radiación a la energía que es capaz de irradiarse o propagarse a través del espacio. La energía emitida por la materia o radiación, proviene de diferentes sustancias. El fenómeno de emisión de energía o radiación, se refiere a la radioactividad de la materia, que es directamente proporcional a la masa de la misma y por tanto es una propiedad atómica de la materia originada en el núcleo atómico (Dirección Nacional de Inteligencia de la Salud - MSP, 2015).

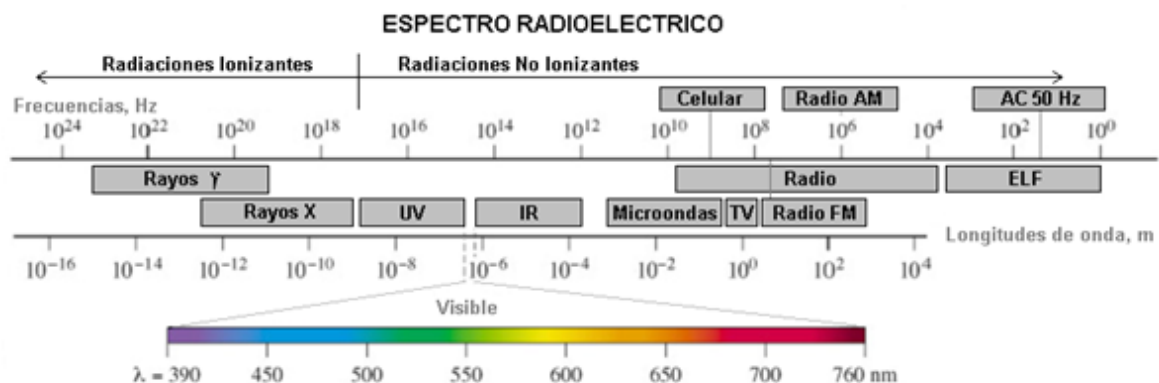
**2.1.2 Tipos de radiaciones:** La radiación puede ser clasificada de acuerdo a su naturaleza como se ha expuesto anteriormente; sin embargo, la radiación es comúnmente clasificada de acuerdo al tipo de energía emitido. La cantidad de energía emitida por las sustancias radioactivas puede ser capaz de introducir más carga energética a las sustancias expuestas a radiación y por tanto, también es capaz de romper los enlaces atómicos. Este efecto es conocido como ionización atómica. Así pues, la radiación puede ser clasificada en dos grandes grupos, radiaciones ionizantes y radiaciones no ionizantes.

La radiación ionizante consiste en partículas, incluidos los fotones, que causan la separación de electrones de átomos y moléculas. (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 1998). Las radiaciones ionizantes, entran en interacción con la materia, colisionando con los átomos que la constituyen, al atravesar su ambiente atómico, transfiriendo su energía a las moléculas que

	<b>MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA</b>		PÁG. 2 DE 12
	DIRECCIÓN NACIONAL DE AMBIENTE Y SALUD	FECHA DE ELABORACIÓN:	24/07/2018
		FECHA DE REVISIÓN:	24/07/2018
EFECTOS A LA SALUD PRODUCIDAS POR RADIACIONES NO IONIZANTES			


constituyen el cuerpo humano, lo cual puede traducirse en un daño significativo si la interacción es con las moléculas de ADN. Los daños pueden ser agudos e inmediatos como quemaduras, hemorragias, diarreas, infecciones o hasta la muerte; también existen efectos tardíos como el cáncer o efectos hereditarios (Instituto de Salud Pública de Chile, 2012).

Las radiaciones no ionizantes constituyen, en general, la parte del espectro electromagnético cuya energía fotónica es demasiado débil para romper enlaces atómicos. Entre ellas cabe citar la radiación ultravioleta, la luz visible, la radiación infrarroja, los campos de radiofrecuencias y microondas, los campos de frecuencias extremadamente bajas y los campos eléctricos y magnéticos estáticos (Fundación Vásquez, 2007). Aunque la radiación no ionizante no es capaz de ionizar la materia, es una forma de energía que de igual forma puede interactuar con los sistemas biológicos. En este sentido la radiación por radiofrecuencia (RF) es un tipo de radiación no ionizante que se encuentra por debajo de las frecuencias del espectro electromagnético de la luz visible. El uso más importante de la energía de RF es en el campo de la telecomunicación. Los servicios de comunicación de radio, televisión y telefonía móvil utilizan el espectro electromagnético para la transmisión de datos (Dirección Nacional de Inteligencia de la Salud - MSP, 2015).



**Campos electromagnéticos:** La radiación electromagnética consiste de ondas de energía eléctrica y magnética moviéndose juntas a través del espacio a la velocidad de la luz. El término “campo electromagnético” (CEM) se usa para indicar la presencia de radiación electromagnética.

Las diferentes formas de radiación electromagnética son clasificadas por sus frecuencias. Los CEM incluyen los campos eléctricos y magnéticos de las redes de energía (60 Hz en el Perú), la radio, la televisión, los teléfonos móviles y sus estaciones base, radar y comunicaciones vía satélite. Muchos aparatos domésticos también transmiten CEM, tal como los teléfonos inalámbricos y los juguetes a control remoto. Los parámetros más importantes de una onda son su amplitud y su frecuencia. La amplitud define la potencia de la onda y la frecuencia define el número de ciclos por segundo (Cruz, 2009).

	<b>MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA</b>		PÁG. 3 DE 12
	DIRECCIÓN NACIONAL DE AMBIENTE Y SALUD	FECHA DE ELABORACIÓN:	24/07/2018
		FECHA DE REVISIÓN:	24/07/2018
EFECTOS A LA SALUD PRODUCIDAS POR RADIACIONES NO IONIZANTES			

**2.1.3 Propagación de las ondas electromagnéticas:** Las ondas electromagnéticas (OEM) se propagan mediante una oscilación de campos eléctricos y magnéticos. Las OEM son también soporte de las telecomunicaciones y el funcionamiento complejo del mundo actual, es decir todas las ondas electromagnéticas, al igual que la luz, viajan en línea recta y cuando colisionan con un objeto pueden darse tres efectos. Pueden transmitirse a través del objeto, pueden ser reflejadas o pueden ser absorbidas, su energía se atenúan conforme se mueven alejándose de las fuentes donde son producidas (Cruz, 2009).

**2.1.4 Radiofrecuencias (RF):** Las señales de radio son una clase de onda electromagnética que se aplica en las telecomunicaciones y que permite interconectar dos puntos distantes tan lejos como algunos metros (teléfonos inalámbricos) o miles de kilómetros como el caso de los enlaces satelitales. Las radiofrecuencias oscilan entre 10 kHz (longitud de onda de 3 km) y 300 GHz (longitud de onda de 1 mm). Las microondas están incluidas dentro de la banda de radiofrecuencia (CONICET, 2015). Las radiofrecuencias (RF) incluyen las ondas electromagnéticas emitidas por los transmisores de radio, televisión, telefonía móvil, microondas, comunicaciones satelitales y los radares.

**2.1.5 Sistema de telefonía móvil:** La telefonía móvil es un servicio de telecomunicación que se presta a un usuario de localización no determinada (móvil), situado dentro de un área definida. El objeto es ofrecer un acceso vía radio a los abonados de telefonía, de forma que puedan realizar y recibir llamadas dentro del área de cobertura del sistema (COIT, 2015). La telefonía móvil opera bajo el principio de la red celular, la cual en vez de utilizar un transmisor de gran potencia y gran cobertura subdivide su cobertura en áreas más pequeñas llamadas células que tiene como elemento central a las estaciones bases. Estas estaciones bases son instalaciones fijas que se interconectan con los teléfonos móviles mediante ondas electromagnéticas de radiofrecuencia. También es necesario que las estaciones bases se comuniquen con las centrales de sus propias redes para comunicarse con otros abonados móviles y con las centrales de telefonía fija para interconectar a los abonados móviles con los abonados de telefonía fija, lo cual también se realiza utilizando campos electromagnéticos; por lo tanto las personas en las cercanías tanto del teléfono como de la estación base son sometidas a exposición por radiaciones electromagnéticas (Cruz, 2009).

De acuerdo a lo expuesto por el Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación, una red de telefonía está formada por los siguientes elementos:

- ✓ Terminales Móviles (MS, Mobile Stations). Son los equipos que suministran el servicio demandado a los usuarios en el lugar, instante y formato (voz, datos y vídeo) adecuados.
- ✓ Estaciones Base (BTS, Base Stations). Son las encargadas de mantener el enlace vía radio con los terminales móviles, es decir, son el punto de conexión del terminal móvil con la red celular. Las estaciones base se clasifican en macrocélulas, microcélulas y picocélulas en función del tamaño de la zona de cobertura y de la potencia transmitida.
- ✓ Controlador de Estaciones Base (BSC, Base Station Controller). Gestiona un grupo de estaciones base que están a su cargo. Por ejemplo, una de las funciones que realiza es gestionar el cambio del canal ocupado por un terminal móvil cuando éste pasa a la zona de cobertura de otra estación base.
- ✓ Centros de Conmutación (MSC, Mobile Switching Centres). Son los centros que permiten la conexión con las redes públicas y privadas y la interconexión de usuarios situados en distintos puntos geográficos.

	<b>MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA</b>		PÁG. 4 DE 12
	DIRECCIÓN NACIONAL DE AMBIENTE Y SALUD	FECHA DE ELABORACIÓN:	24/07/2018
		FECHA DE REVISIÓN:	24/07/2018
EFECTOS A LA SALUD PRODUCIDAS POR RADIACIONES NO IONIZANTES			

**2.1.6 Estaciones Base Celular y características tiene su radiación:** Las estaciones base de telefonía móvil, necesitan estar a cierta altura para poder tener una cobertura más amplia, estas son instalaciones fijas que se interconectan con los teléfonos móviles mediante ondas electromagnéticas de radiofrecuencia. Tanto los teléfonos y las estaciones base tienen transmisores de baja potencia (corto alcance) por lo cual los niveles de exposición a RNI (Radio Frecuencia, RF) generalmente es muy baja (Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de Colombia, 2015).

**2.1.7 Teléfonos móviles y su radiación:** Los teléfonos celulares emiten energía de radiofrecuencia (ondas de radio), una forma de radiación no ionizante, la exposición a la radiofrecuencia emitida al usar un teléfono celular causa calentamiento; sin embargo, no es suficiente para aumentar la temperatura del cuerpo en forma que se pueda medir (Instituto Nacional del Cáncer, 2015). El teléfono móvil es comandado desde la central móvil a través de las estaciones bases, transmiten radiofrecuencias de baja potencia, pues funcionan en un intervalo de entre 450 y 2700 MHz y tienen un pico de potencia que va de 0,1 a 2 vatios.

## 2.2 Riesgos para la salud

Existe poca evidencia disponible con respecto a los efectos que la radiación por RF puede producir en el ser humano. Los hallazgos no son concluyentes y los efectos dañinos sobre la salud son más teóricos que comprobados científicamente; por otro lado, la valoración clínica de los efectos que la RF puede producir en un individuo son difíciles de estimar en vista que la observación de algún efecto teóricamente aparecería a muy largo plazo y de acuerdo al nivel de exposición de la fuente (Dirección Nacional de Inteligencia de la Salud - MSP, 2015).


**2.2.1 Niveles de exposición:** Los niveles de exposición a radiación por RF varían de acuerdo a la fuente de emisión. La exposición a energía de RF es típicamente cuantificada como el flujo de energía de RF a través un metro cuadrado de superficie, se expresa en ondas sobre metro cuadrado (W/m<sup>2</sup>). El flujo de energía puede ser comparado con fuentes de emisión de energía que no son de RF o por el contrario entre ondas de RF. De acuerdo a esta referencia las ondas o energía de RF que emiten las fuentes de telecomunicaciones (antenas de telefonía) son mucho menores que la energía emitida por otras fuentes de uso común.

Tabla 1: Valores de exposición a energía de radiofrecuencia de diferentes fuentes de emisión

Fuente	Flujo de energía (w/m <sup>2</sup> )
Antenas base celular	0.05
Luz solar al atardecer	1370
A un metro de un calefactor eléctrico	480
Uso de horno microonda	50
A un metro de bombillo de 100 wats	8


Fuente: Dirección Nacional de Inteligencia de la Salud - MSP, 2015

Varios países han adoptado medidas de seguridad con respecto a los niveles de exposición de energía de RF en ambientes públicos. Varias guías han establecido valores de exposición de

 Ministerio de Salud Pública	<b>MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA</b>		PÁG. 5 DE 12
	DIRECCIÓN NACIONAL DE AMBIENTE Y SALUD	FECHA DE ELABORACIÓN:	24/07/2018
		FECHA DE REVISIÓN:	24/07/2018
EFECTOS A LA SALUD PRODUCIDAS POR RADIACIONES NO IONIZANTES			

energía de RF que van desde 4 a 6 W/m<sup>2</sup> para ambiente no laborales o valores no relacionados a exposición laboral. Países como Rusia, China, Austria, Polonia e Italia incluso han establecido límites de exposición de energía de RF de hasta 0,1 W/m<sup>2</sup> en vista de la preocupación de la población acerca de los límites de exposición. En el caso directo de antenas base celular, los valores de exposición llegan a los 1 uW/m<sup>2</sup>. Otro estudio que involucró 47 estaciones base de telefonía mostró también que la exposición a energía de RF es mucho más baja que los límites recomendados. Una encuesta sobre los niveles de exposición a RF en antenas base en Australia, demostró que el nivel más a lo registrado de exposición de 7.8 x 10<sup>-3</sup> W/m<sup>2</sup>. **Estos datos muestran que la exposición de energía de RF por fuentes de antenas base celular son más de cien veces menores que las permitidas o recomendadas a nivel internacional; incluso comparado con niveles más estrictos, la exposición medida de fuentes de RF tipo antenas sigue siendo la mitad de la máxima recomendada (Dirección Nacional de Inteligencia de la Salud - MSP, 2015).**


- a) Efectos de la exposición a RNI: **Como resultado de estos estudios, basados en la revisión exhaustiva de documentos internacionales se afirma que la exposición a los campos electromagnéticos de las telecomunicaciones puede causar un incremento de temperatura en algunos órganos del cuerpo humano; sin embargo, mientras el incremento de temperatura sea menor a 1°C no habrá efectos sobre la salud de las personas. Los incrementos de temperatura mayores a 1°C pueden provocar cambios de comportamiento, reduciendo la resistencia debido al calor, los órganos más sensibles al calor son los que tienen menos irrigación, es decir, los ojos y aparato reproductor (Cabal, 2005).**
- b) Efectos térmicos: Ocurren cuando la temperatura del campo de un organismo o una determinada parte de un organismo expuesta a la radiofrecuencia aumenta perceptiblemente. En los estudios en animales, las respuestas observadas en la exposición de radiofrecuencias, han sido variadas e incluyen:
- c) Efectos biológicos: Los efectos biológicos son respuestas medibles a un estímulo, mientras que un efecto sobre la salud es aquel que ocasiona una disfunción detectable de la salud de la persona expuesta o de la de sus descendientes. En tal sentido es importante destacar que no todos los efectos biológicos son generadores de un efecto perjudicial sobre la salud, es decir nocivos para la salud (Cabal, 2005). De los estudios realizados se ha demostrado que los efectos en la salud se dan como consecuencia del efecto térmico de las radiaciones no ionizantes que se producen cuando la tasa de absorción específica (SAR) es mayor a 4W/kg produciendo un incremento de temperatura mayor a 1°C. El indicador más sensible que puede ser definido como efecto nocivo para la salud durante la exposición a campos electromagnéticos es el comportamiento que puede ser alterado mucho antes que aparezcan lesiones anatómicas debido a exposiciones fuertes (Cruz V. , 2009).

 Ministerio de Salud Pública	<b>MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA</b>		PÁG. 6 DE 12
	DIRECCIÓN NACIONAL DE AMBIENTE Y SALUD	FECHA DE ELABORACIÓN:	24/07/2018
		FECHA DE REVISIÓN:	24/07/2018
EFECTOS A LA SALUD PRODUCIDAS POR RADIACIONES NO IONIZANTES			

- d) **Efectos en el sistema nervioso: De los estudios de efectos en seres humanos sobre la función cognitiva y memoria, electroencefalogramas, disturbios del sueño y potenciales relacionados con eventos, dolor de cabeza y fatiga, hipersensibilidad, efectos en la presión sanguínea y el ritmo cardíaco, se observa que la evidencia de efectos adversos para exposición de bajo nivel es no convincente e inconsistente.** Los estudios del Programa de Investigación Alemán sobre Telecomunicaciones Móviles han fracasado en confirmar reportes previos de impactos relevantes a la salud sobre la calidad del sueño, la afectación de las habilidades cognitivas, o cambios en el EEG como resultado de los campos de teléfonos móviles (Cruz V, 2009).


Cruz (2009), menciona los principales efectos de la exposición a radiofrecuencias, tal como se menciona a continuación:

- ✓ **Membrana celular.-** Varios estudios han demostrado que la exposición a radiofrecuencias puede afectar el transporte de los iones de calcio, sodio y potasio a través de la membrana celular pero es extremadamente probable que sea un efecto térmico. Hay evidencia de que los campos de radiofrecuencia pueden afectar las proteínas de las membranas y cambiar el movimiento de iones a través de dichas membranas, algunos de estos efectos solamente pueden ocurrir para temperaturas muy por debajo de la temperatura normal del cuerpo o con intensidades de campo que causan calentamiento significativo. En el caso de los teléfonos móviles hay algunas evidencias que sugieren cierta influencia sobre los canales de iones y otras proteínas de la membrana de neuronas en el cerebro bajo condiciones normales, lo cual puede causar cambios sutiles en la función celular, pero se desconoce la significancia de tales efectos para la salud humana.
- ✓ **Flujo de calcio.-** Aunque el peso de la evidencia sugiere que hay efectos en la liberación de calcio del tejido cerebral para niveles no térmicos los resultados son contradictorios y algunos investigadores sugieren que esos efectos se deben a los campos modulantes de frecuencias extremadamente bajas (ELF) de alrededor de 16 Hz. Los estudios con teléfonos móviles de tecnología GSM señalan que no hay clara indicación de que haya efectos sobre los niveles o la señalización del calcio en los linfocitos.
- ✓ **Excitabilidad neuronal.-** Hay una buena evidencia que la exposición a campos de radiofrecuencia de alta intensidad, suficiente para causar un incremento significativo en la temperatura del tejido, reduce la excitabilidad de las neuronas; mientras que la exposición a campos de radiofrecuencia de baja intensidad no produce efectos en la excitabilidad neuronal.
- ✓ **Sistemas neurotransmisores.-** La mayoría de los estudios sobre sistemas neurotransmisores se han realizado para niveles de exposición térmica, encontrándose que las respuestas son de tipo termorregulatorio u otras respuestas al cambio de temperatura.
- ✓ **Electroencefalograma (EEG).-** Los estudios de EEG en animales generalmente no han empleado condiciones que son directamente relevantes a la tecnología de teléfonos móviles y los resultados han sido mezclados; pero algunos experimentos en animales han producido efectos en la actividad cerebral a niveles no térmicos de radiofrecuencia. En el caso de estudios en seres humanos hay resultados que sugieren que la exposición aguda a campos de los teléfonos móviles a niveles inferiores de los valores límites recomendados modifican ciertas funciones cerebrales

 Ministerio de Salud Pública	<b>MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA</b>		PÁG. 7 DE 12
	DIRECCIÓN NACIONAL DE AMBIENTE Y SALUD	FECHA DE ELABORACIÓN:	24/07/2018
		FECHA DE REVISIÓN:	24/07/2018
EFECTOS A LA SALUD PRODUCIDAS POR RADIACIONES NO IONIZANTES			

y producen efectos de amplitud suficiente para modificar el comportamiento. Los experimentos realizados sobre EEG en seres humanos durante el sueño han reportado cambios que se encuentran dentro del rango de variación normal diario o entre individuos.

- ✓ Percepción auditiva.- La percepción auditiva de campos pulsantes de radiofrecuencia intensos puede dar lugar a respuestas comportamentales. Este fenómeno no ha sido explorado usando condiciones que sean directamente relevantes a la tecnología móvil, pero es improbable que ocurran a las intensidades pico de los campos pulsantes asociados con los teléfonos móviles. Por debajo de las restricciones básicas la actividad de las neuronas en el sistema aural de roedores no es afectada por los campos de teléfonos móviles.
- ✓ Tiempos de reacción, memoria, rendimiento en tareas aprendidas.- El incremento de temperatura de 1°C o más, ciertamente conduce a cambios en el rendimiento de tareas bien aprendidas y otros comportamientos simples. El aprendizaje, la memoria de roedores y la reducción del rendimiento de tareas aprendidas en primates y ratas pueden ser afectados para un SAR de cuerpo entero de 2,5 a 8 W/kg, en el origen de un calentamiento de 1°C. No hay evidencia experimental consistente que la exposición a campos de bajo nivel afecte el aprendizaje y la memoria en animales. Se ha observado efectos de corto plazo en los tiempos de reacción, la memoria y la atención en seres humanos. Basados en los datos presentes la ocurrencia de problemas de salud sobre la memoria, tiempos de reacción y atención asociados con los teléfonos móviles es improbable y es virtualmente imposible que los bajos niveles en la vecindad de estaciones base den lugar a cambios en las funciones cognitivas.
- ✓ Barrera hematoencefálica (BHE).- Los resultados de diversas investigaciones han mostrado que se requiere campos de radiofrecuencia de alta intensidad para alterar la permeabilidad de la BHE, La evidencia disponible de un efecto de la exposición de radiofrecuencia sobre la BHE es inconsistente y contradictoria. Las investigaciones realizadas han fracasado en soportar un efecto repetitivo para exposición de bajo nivel y no es evidente ninguna relación exposición-respuesta o dosis-respuesta.
- ✓ Melatonina- Hay algunos estudios que sugieren que la exposición a campos de teléfonos móviles mayor a 25 minutos por día puede ser asociado con una baja en el nivel de melatonina, pero hay pocos estudios realizados que en conjunto no sugieren que los campos de radiofrecuencia afecten la función de la glándula pineal o la secreción de melatonina.
- ✓ Efectos en los ojos.- Los efectos adversos en este órgano del sentido (p. ej. Cataratas) para la exposición a la radiofrecuencia solamente se han asociado con incrementos de temperatura significativos. Las intensidades de los campos pulsantes de radiofrecuencia utilizadas en los estudios sobre los ojos estuvieron muy por encima del SAR y el SA proveniente del uso de los actuales teléfonos móviles. No hay evidencia de efectos oculares significativos (incluyendo cáncer) para valores debajo de 4W/kg. Todos los efectos observados cayeron dentro del rango fisiológico normal.
- ✓ Efectos en el sueño.- Los resultados de varios estudios señalan que la exposición a intensidades de campos relativamente altas de los teléfonos móviles puede afectar la actividad del cerebro durante el ciclo del sueño, pero no hay razón para suponer que ello implique un peligro a la salud.
- ✓ Efectos a la salud de los trabajadores por consecuencia de los campos electromagnéticos. Los niveles de exposición profesional varían considerablemente y dependen en gran medida del tipo de aplicación. Los Campos magnéticos de

 Ministerio de Salud Pública	<b>MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA</b>		PÁG. 8 DE 12
	DIRECCIÓN NACIONAL DE AMBIENTE Y SALUD	FECHA DE ELABORACIÓN:	24/07/2018
		FECHA DE REVISIÓN:	24/07/2018
EFECTOS A LA SALUD PRODUCIDAS POR RADIACIONES NO IONIZANTES			

frecuencia inferior a 100 kHz, pueden inducir cargas o corrientes eléctricas en los tejidos expuestos. Si se trata de tejidos eléctricamente excitables como el nervioso o el muscular y de campos muy intensos, estas corrientes pueden entrañar perturbaciones ocasionales en el sistema nervioso. Los Campos electromagnéticos de frecuencia entre 100 kHz y 10 GHz, pueden inducir la absorción de la energía irradiada y provocar un aumento de la temperatura corporal. La profundidad de penetración de estos campos en los tejidos es mayor cuanto menor sea su frecuencia. Para Campos de frecuencias superiores a 10 GHz, la profundidad a la que penetran es muy pequeña, por lo que resultan absorbidos en gran medida por la superficie corporal y la energía depositada en los tejidos subyacentes es mínima. No se ha demostrado que la exposición a los niveles típicos de campos del medio aumente el riesgo de desenlaces adversos como abortos espontáneos, malformaciones, peso reducido al nacer y enfermedades congénitas. Se ha informado de casos de irritación ocular general y cataratas en trabajadores expuestos a niveles altos de radiación de radiofrecuencia y microondas, pero estudios realizados con animales no confirman la idea de que estos trastornos oculares se puedan producir a niveles que no son peligrosos por su efecto térmico.

### 2.3 Estudios internacionales

La Oficina Internacional de Investigación de Cáncer: la Oficina Internacional de Investigación de Cáncer (International Agency for Research on Cancer, IARC), componente de la Organización Mundial de la Salud, ha clasificado recientemente los campos de radiofrecuencia como “posibles carcinógenos para los seres humanos”, basándose en la evidencia limitada de estudios de la energía de radiofrecuencia y cáncer en roedores y en la escasa evidencia mecanicista (de estudios de genotoxicidad, de efectos sobre la función del sistema inmunitario, expresión de genes y de proteínas, de la señalización celular, del estrés oxidativo y de la apoptosis, junto con estudios de los posibles efectos de la energía de radiofrecuencia en la barrera hematoencefálica).


La Sociedad Americana Contra El Cáncer (American Cancer Society, ACS) afirma que la clasificación de la IARC significa que podría haber cierto riesgo asociado con el cáncer, pero que la evidencia no es lo suficientemente sólida como para ser considerada como causal y necesita investigarse posteriormente (Instituto Nacional del Cáncer, 2015).

### 2.4 Evidencia país

En concordancia con lo estipulado en la Ley Orgánica de Salud en el “Art. 109.- Ninguna persona será sometida o expuesta a radiaciones ionizantes y no ionizantes más allá de las dosis o límites permisibles, conforme a las normas pertinentes (...)”

Límites máximos de exposición por estación radioeléctrica fija



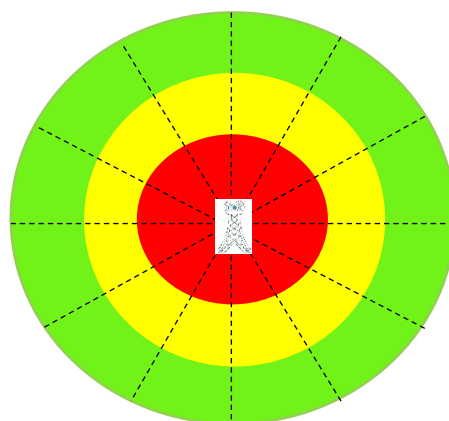
	<b>MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA</b>		PÁG. 9 DE 12
	DIRECCIÓN NACIONAL DE AMBIENTE Y SALUD	FECHA DE ELABORACIÓN:	24/07/2018
		FECHA DE REVISIÓN:	24/07/2018
EFECTOS A LA SALUD PRODUCIDAS POR RADIACIONES NO IONIZANTES			

Tipo de exposición	Rango de frecuencia	Intensidad de campo eléctrico, E (V/m)	Intensidad de campo magnético, H (A/m)	Densidad de potencia de onda plana equivalente, S (W/m <sup>2</sup> )
Ocupacional	3 - 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 <sup>1/2</sup>	0.008 f <sup>1/2</sup>	f/40
	2 - 300 GHz	137	0.36	50

**Fuente:** Reglamento de protección de emisiones de radiación no ionizante generadas por uso de frecuencias del espectro radioeléctrico. Resolución 01-01-CONATEL-2005.

Dónde:

- Los valores límites señalados en esta tabla corresponden a valores eficaces (RMS) sin perturbaciones.
- f es la magnitud de la frecuencia indicada en la columna rango de frecuencias; se deben omitir las unidades al momento de hacer el cálculo del límite respectivo.
- Para las frecuencias entre 100 kHz y 10 GHz, el período de tiempo en el que se debe realizar la medición será de 6 minutos.
- Para las frecuencias superiores a 10 GHz; el período de tiempo en el que se debe




Líneas de 30°

Zona de rebasamiento

Zona ocupacional

Zona poblacional



	<b>MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA</b>		PÁG. 10 DE 12
	DIRECCIÓN NACIONAL DE AMBIENTE Y SALUD	FECHA DE ELABORACIÓN:	24/07/2018
		FECHA DE REVISIÓN:	24/07/2018
EFECTOS A LA SALUD PRODUCIDAS POR RADIACIONES NO IONIZANTES			

Se ha revisado los monitoreo de radiaciones no ionizantes publicados por la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones (ARCOTEL) verificando que en lo concerniente a Pichincha se encuentran por debajo del límite permisible, esto se ha ejecutado con el fin de verificar que exista protección de la salud de la población.

Tabla 1: Resultados de las mediciones de RNI efectuadas por las Coordinaciones Zonales hasta el segundo trimestre de 2016


COORD. ZONAL	PROVINCIA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	TOTAL RBS Medidas	LIMITE PERMISIBLE (V/m)	CAMPO ELÉCTRICO (V/m) Promedio
CNT	Pichincha	4			3			8	40	5.015717866
CONECCEL S.A.	Pichincha	22					1	23	40	1.155667835
OTECCEL S.A.	Pichincha	10			1			11	40	1.104764483

En los últimos 15 años, se han publicado estudios en los que se examinaba la posible relación entre los transmisores de radio frecuencia y el cáncer. En esos estudios no se han encontrado pruebas de que la exposición a radio frecuencia de los transmisores aumente el riesgo de cáncer. Del mismo modo, los estudios a largo plazo en animales tampoco han detectado un aumento del riesgo de cáncer por exposición a campos de radio frecuencia, incluso en niveles muy superiores a los que producen las estaciones de base y las redes inalámbricas. La Organización Mundial de la Salud (OMS) en 1996, en respuesta a la inquietud manifestada por el público y los gobiernos, instituyó el Proyecto Internacional de Campos Electromagnéticos (CEM) para evaluar los datos científicos existentes sobre los posibles efectos de esos campos en la salud. En el 2016, la OMS realizará una evaluación formal de los riesgos a partir de todos los resultados de salud estudiados en relación con campos de radiofrecuencias (Organización Mundial de la Salud, 2014).

**2.4.1** En el Ecuador de acuerdo a la información proporcionada por Hospital Oncológico Solca Núcleo de Quito - SOLCA QUITO no se ha ejecutado investigaciones sobre afectaciones a la salud por Radiaciones No Ionizantes sin embargo sobre los casos de afectación a la salud humana no se tiene registros de pacientes que hayan tenido como causa esencial de cáncer, lesiones pre-malignas o malignas atribuidas a las RNI, por tal razón no existe evidencia que relacione a las RNI como factor causal de cáncer.

### 3. CONCLUSIÓN

Los estudios relacionados a los efectos sobre la salud por la exposición de radiación no ionizante por energía de radiofrecuencia, son muy limitados y de calidad baja, por lo que una estimación del efecto no puede realizarse con certeza. A pesar de estas limitaciones, se pudo identificar que la exposición de energía de radiofrecuencia producida por antenas bases de telefonía es muy baja, incluso más baja que los límites establecidos en guías internacionales. Aunque los datos de

	<b>MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA</b>		PÁG. 11 DE 12
	DIRECCIÓN NACIONAL DE AMBIENTE Y SALUD	FECHA DE ELABORACIÓN:	24/07/2018
		FECHA DE REVISIÓN:	24/07/2018
EFECTOS A LA SALUD PRODUCIDAS POR RADIACIONES NO IONIZANTES			

estudios epidemiológicos no son concluyentes, debido a que los estudios presentan importantes sesgos metodológicos, la evidencia disponible sugiere que no existe un riesgo incrementado de cáncer, trastornos reproductivos o anomalías congénitas por tanto es necesario que se realicen más estudios para determinar los efectos de la exposición a largo plazo de energía de radiofrecuencia en la salud de los seres humanos.

#### 4. BIBLIOGRAFÍA

- ✓ Cabal, C. O. (01 de 06 de 2005). Obtenido de Campos electromagnéticos y la salud humana: <http://iie.fing.edu.uy/relacionamiento/comunidad/rfsalud/emfsalud%20humana.pdf>.
- ✓ Centro Científico Tecnológico Mendoza, CONICET. (17 de 08 de 2015). Obtenido de Radiofrecuencias y Microondas: <http://www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/terminos/RadioyMicro.htm>
- ✓ Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación, COIT. (18 de 08 de 2015). Obtenido de Informe sobre Emisiones Electromagnéticas de los Sistemas de Telefonía Móvil y Acceso Fijo Inalámbrico: <https://www.coit.es/web/servicios/tecnologia/emision/sistemas.html>
- ✓ Cruz, V. (2009). *La Telefonía Móvil y su Salud*. Lima: S/N.
- ✓ Dirección Nacional de Inteligencia de la Salud - MSP. (2015). *Radiación no ionizante y efectos sobre la salud, Informe 2015-026*. Quito: S/N.
- ✓ Fundación Vásquez. (17 de julio de 2007). Obtenido de Radiaciones no ionizantes, ¿son peligrosas para la salud?.: <https://fundacionnavazquez.wordpress.com/2007/07/17/radiaciones-no-ionizantes-%C2%BFson-peligrosas-para-la-salud/>
- ✓ Instituto de Salud Pública de Chile. (28 de 05 de 2012). Obtenido de Radiaciones Ionizantes y No Ionizantes: [http://www.ispch.cl/saludocupacional/subdepto\\_ambientes\\_laborales/secciones/radiaciones](http://www.ispch.cl/saludocupacional/subdepto_ambientes_laborales/secciones/radiaciones)
- ✓ Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (1998). *Radiaciones Ionizantes*. Ginebra: Chantal Dufresne, BA.
- ✓ Instituto Nacional del Cáncer. (25 de 08 de 2015). Obtenido de Teléfonos celulares y el riesgo de cáncer: <http://www.cancer.gov/espanol/cancer/causas-prevencion/riesgo/radiacion/hoja-informativa-telefonos-celulares>
- ✓ Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de Colombia. (20 de 08 de 2015). Obtenido de Campos Electromagnéticos y Salud: <http://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-article-5360.html>
- ✓ Organización Mundial de la Salud. (01 de 10 de 2014). Obtenido de Campos electromagnéticos y salud pública: teléfonos móviles: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs193/es/>

	<b>MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA</b>		PÁG. 12 DE 12
	DIRECCIÓN NACIONAL DE AMBIENTE Y SALUD	FECHA DE ELABORACIÓN:	24/07/2018
		FECHA DE REVISIÓN:	24/07/2018
EFECTOS A LA SALUD PRODUCIDAS POR RADIACIONES NO IONIZANTES			

## 5. BIBLIOGRAFÍA

	<b>Nombre</b>	<b>Cargo</b>	<b>Firma</b>
<b>Elaborado por:</b>	Ing. Doris Caiza	Especialista de Salud Ocupacional 1	
	Ing. Gabriel Alomoto	Analista de Salud Ocupacional 1	
<b>Revisado por:</b>	Md. Yessenia Galván	Coordinadora Gestión Interna de Salud Ocupacional	
<b>Aprobado por:</b>	Dr. Carlos Carvajal	Director Nacional de Ambiente y Salud	