

Tasa de Absorción Específica de Teléfonos Móviles en el Perú-2015 y los Posibles Efectos Sobre la Salud

Specific Absorption Rate for Mobile Phones in Peru – 2015 and possible health effects

Víctor M. Cruz Ornetta¹, Bladimir I. Guevara Minaya², Almendra S. Vásquez Cainicela³

Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú

Resumen— Uno de los componentes más importantes de la evaluación de riesgo de los campos electromagnéticos (CEM) de la telefonía móvil es realizada en este estudio utilizando conceptos básicos respecto a la tasa de absorción específica (SAR), en base a los resultados de los estudios sobre efectos a la salud gestionados por el Proyecto Internacional Campos Electromagnéticos de la Organización Mundial de la Salud y a los estudios sobre las características de la exposición proveniente de los teléfonos móviles conducidos en el Perú por parte del grupo de investigación “Radiaciones No Ionizantes UNMSM” y por instituciones de mucho prestigio en otros países. En el estudio se demuestra que el riesgo de las ondas electromagnéticas de la telefonía móvil es no significativo ya que estas cumplen con los límites máximos permisibles (LMP).

Abstract— The risk assessment of electromagnetic fields (EMF) of mobile telephony is performed in this study using basic concepts regarding the specific absorption rate (SAR), based on the results of studies on health effects managed by the International EMF project of the World Health Organization and studies on the characteristics of exposure from mobile phones conducted in Peru by the research group "Non-Ionizing Radiation UNMSM" and very prestigious institutions in other countries. The study shows that the risk of electromagnetic waves of mobile phones is not significant as they comply with the maximum permissible limits (LMP).

Palabras Claves - Tasa de absorción específica, SAR, ondas electromagnéticas, teléfonos móviles.

Key Words - specific absorption rate, electro-magnetic waves, mobile phone.

I. INTRODUCCIÓN

Los inicios de las comunicaciones móviles bajo el formato celular se dan en la década de los 70s mediante sistemas analógicos en Europa y han continuado a través de sucesivas generaciones.

Los sistemas 1G de teléfonos móviles consistieron de sistemas analógicos que operaban en las bandas de 450, 800 y 900 MHz utilizando modulación de frecuencia. El sistema Advanced Mobile Phone Standard (AMPS) desarrollado en los Estados Unidos de Norteamérica en los 1970 que fue implementado en muchos países del mundo entre ellos el Perú operaba en la banda de 800 MHz, mientras el sistema Telefonía Móvil Nórdica (NMT) operaba principalmente en los países del norte de Europa. El Sistema de Comunicación de Acceso Total (TACS) en algunos países europeos y el Sistema de Telegrafía y Telefonía Japonesa (NTT) en Japón. Estos sistemas analógicos básicamente proporcionaban servicios de voz y actualmente ya no están en operación.

Los sistemas de telefonía móvil 2G son sistemas de comunicaciones móviles digitales entre ellos el Sistema Global para Telefonía Móvil (GSM) que aparece en los primeros años de los 1990. El sistema GSM utiliza las bandas de frecuencias de 800, 900, 1800 y 1900 MHz y actualmente está diseminado en Europa, las Américas y parte de Asia. La velocidad de datos es de 9.6 kbit/s. En Estados Unidos se desarrolló el estándar Acceso Múltiple por División de Código (CDMA). Estos sistemas portan voz, datos y permiten el envío de mensajes de texto.

Debido al crecimiento del Internet y al aumento de potencia de las computadoras personales se creó la necesidad de redes inalámbricas con mayores velocidades de transmisión lo que derivó en sistemas conocidos como 2.5 G tales como el Servicio General

¹ Victor Manuel Cruz Ornetta, e-mail: vcruz@gmail.com

² Bladimir Ilish Guevara Minaya, e-mail: ilishguevara@gmail.com

³ AlmendraShané Vasquez Cainicela, shanevasquezc@gmail.com

Recibido: Mayo 2015 / Aceptado: Junio 2015

de Paquetes por Radio (GPRS) que soporta una tasa de bits de hasta 140.8kbit/s, basado en la utilización de paquetes que puede ser implementado sobre redes GSM y el Sistema de Tasas Mejoradas para Evolución de GSM (EDGE) que es una mejora respecto al GPRS que puede llegar a velocidades de 236.8 kbit/s para la combinación de 4 intervalos de tiempo con un máximo teórico de 473.6 kbit/s cuando se combinan 8 intervalos de tiempo de un sistema GSM.

Aproximadamente a partir de los años 2000 se implementan los sistemas 3G como el Sistema Universal de Telefonía Móvil (UMTS) en Europa, que opera en frecuencias entre 1900 y 2200 MHz. En 3G los teléfonos no solamente son utilizados para comunicaciones de voz sino para aplicaciones multimedia con tasas de bits desde 384 kbits/s hasta 2 Mbits/s en interiores. El estándar global para comunicaciones inalámbricas 3G, IMT-2000, es una familia de estándares 3G adoptados por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), que incluye al W-CDMA (UMTS), cuya característica dominante común es la utilización del espectro expandido como esquema de acceso para los usuarios, utilizando un par de canales de 5 MHz en la banda de 1900 MHz y en la banda de 2100 MHz para el enlace de subida (usuario a estación base) y el enlace de bajada (estación base a usuario) respectivamente.

CDMA-2000 es la versión norteamericana de los sistemas 3G. Se diferencia de los sistemas UMTS principalmente en su arquitectura de red utilizando canales de 1.25 MHz tanto para el canal de subida como el de bajada. Las bandas de frecuencia utilizadas son 1885-2025 MHz y 2110-2200 MHz, para el enlace de subida y de bajada respectivamente.

Por lo tanto UMTS requiere un mayor ancho de banda permitiendo hasta 2 Mbit/s de velocidad aunque esta tasa puede caer marcadamente cuando se está en un sitio altamente cargado.

La generación 4G de acuerdo a la UIT debe ser capaz de manejar velocidades de 100 Mbits/s para ambientes generales y 1 Gbits/s para ambientes interiores. El protocolo IEEE 802.16 ha estado involucrado en el desarrollo de la interfase para el acceso inalámbrico combinado fijo y móvil de banda ancha para soportar plataformas que se mueven a la velocidad vehicular, especificándose las frecuencias en bandas licenciadas de 2 y 6 GHz que son adecuadas para la movilidad deseada.

Esta evolución ha permitido que el teléfono móvil sea un dispositivo cada vez más compacto y con mayores prestaciones. En la actualidad se ha convertido en un equipo multipropósito permitiendo realizar la telefonía móvil, el acceso a Internet, el

acceso a redes de radio y de televisión incluyendo la TV digital entre otros.

Por eso la utilización de los teléfonos móviles ha experimentado un rápido crecimiento que a la fecha en muchos países excede una penetración del 100 %. En el Perú de acuerdo al Organismo Supervisor de la Inversión Privada en Telecomunicaciones [1] la penetración de la telefonía móvil a diciembre de 2014 era 107.4% con un total aproximado de 32 millones de abonados, mientras en el mundo la Unión Internacional de Telecomunicaciones [2] estimaba que a fines del 2014 el número de abonados sería de unos 7000 millones, casi igual al número de habitantes de nuestro planeta.

Sin embargo este crecimiento también ha implicado la generación de una preocupación constante en la población que crece de manera paralela a las redes y que es recurrente y es por ello que en los últimos años se han desarrollado muchos estudios y revisiones sobre los efectos de las ondas electromagnéticas de la telefonía móvil sobre la salud de las personas, los cuales han sido tomados en cuenta para la formulación de los límites máximos permisibles de exposición para radiaciones no ionizantes actuales, formulados por la Comisión Internacional de Protección contra la Radiación No Ionizante (ICNIRP) [3].

Generalmente los teléfonos móviles se ubican 1-2 cm de la cabeza por lo que los campos producidos son altamente no uniformes sobre el cuerpo y su intensidad disminuye rápidamente cuando se incrementa la distancia. Los campos penetran los tejidos del cuerpo llevando a la absorción de energía que es descrita por el SAR.

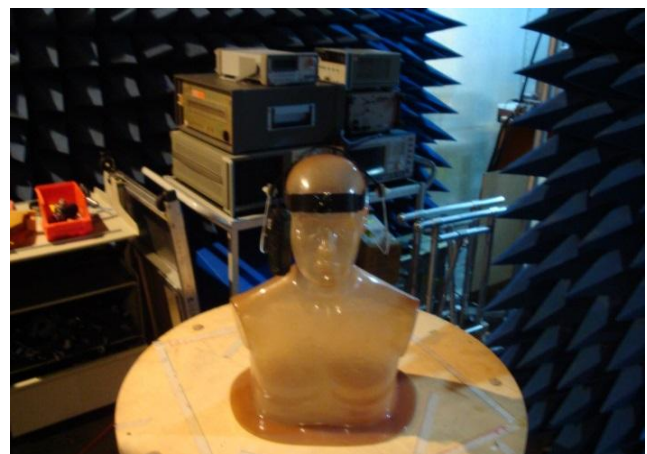


Fig.1. Set up para las pruebas de SAR de cabeza.

Es por ello que el objetivo general de este estudio fue evaluar los niveles de exposición a los campos

electromagnéticos en términos del SAR producido por los teléfonos móviles que operan en el mercado peruano y definir de acuerdo a la literatura mundial actualizada los posibles efectos sobre la salud de las personas.

II. ANTECEDENTES

El año 2005 se realizó la primera evaluación del riesgo de los CEM de la telefonía móvil en el Perú [4] en la cual se incluye la obtención de la Tasa de Absorción Específica (SAR) de 367 teléfonos móviles homologados en el Perú de los cuales se encontraron los valores de SAR para 205 y se resumieron los resultados para los 10 teléfonos móviles que producían las exposiciones más altas que estaban entre 73% a 79% del cociente de exposición con respecto a los límites ICNIRP poblacionales. Luego el año 2010 se publica la segunda evaluación de los CEM de los teléfonos móviles homologados en el Perú [5] que señalaba por un lado que el SAR de los 10 teléfonos con mayores niveles se encontraba en el rango de 1.52 a 1.6 Wkg^{-1} con un cociente de exposición entre 76 a 80 % de los límites máximos de exposición poblacional ICNIRP y por otro lado en el caso de los 10 teléfonos móviles con menores niveles la exposición estaba en el rango de 0.07 a 0.32 a Wkg^{-1} con un cociente de exposición de 3.5 a 16 %.

III. METODOLOGÍA

Para la realización del estudio se tuvieron en cuenta las siguientes fases:

- Recopilación de información de los teléfonos más utilizados en el mundo.
- Recopilación de información de los teléfonos móviles homologados al 2014 por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC).
- Análisis de la información del SAR de los teléfonos móviles homologados en el Perú para obtener los datos.
- Revisión de la literatura sobre los posibles efectos en la salud de las personas debido a la utilización del teléfono móvil.

IV. RESULTADOS

A. Recopilación de información de los teléfonos más utilizados en el mundo

La consultora Counterpoint Technology Market Research publicó el 19 de noviembre del 2014 el estudio: "Top 10 Smartphones sold Globally During Sep 2014" [6], donde señala los teléfonos móviles más utilizados en el mundo los que se muestran en la Tabla 1.

TABLA 1.

LOS 10 TELÉFONOS MÓVILES MÁS UTILIZADOS EN EL MUNDO.

Ranking	Marca	Modelo
1	APPLE	Iphone 6
2	SAMSUNG	Galaxy s5
3	APPLE	Iphone 5s
4	SAMSUNG	Note 3
5	APPLE	Iphone 6 Plus
6	XIAOMI	Mi 3
7	SAMSUNG	Galaxy s4
8	XIAOMI	Redmi Note
9	APPLE	Iphone 5c
10	MOTOROLA	Moto G

B. Recopilación de información sobre los teléfonos móviles homologados hasta el 2014 por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) del Perú

En la Web del MTC [7] el listado de equipos homologados para telecomunicaciones a diciembre de 2014 señalaba 1877 teléfonos móviles.

C. Recolección de la tasa de absorción específica (SAR) de los teléfonos móviles homologados en el Perú en las sedes web de cada fabricante y otras.

Con el listado de teléfonos móviles homologados en el Perú se procedió a buscar en la Web de los fabricantes: Alcatel, Apple, LG, Microsoft, Motorola, Samsung [8, 9, 10, 11, 12, 13] y asociaciones sin fines de lucro como, GSM Arena, Mobosdata, SAR Shield, SAR Values [14, 15, 16, 17] los valores de SAR de los teléfonos móviles pudiéndose encontrar los valores para 1014 de ellos.

D. Análisis de la información del SAR de los teléfonos móviles homologados en el Perú.

Del análisis de la información recopilada en las etapas previas se obtuvo el ranking para el SAR de los teléfonos más utilizados en el mundo, el cual se muestra en la Tabla 2, encontrándose que el valor del SAR se encuentra en el rango de 9.1 a 69.5 % del límite ICNIRP poblacional para los 10 teléfonos móviles más utilizados; pero todos los teléfonos a excepción de los teléfonos chinos XIAOMI están por debajo del 50 %.

Entre los teléfonos móviles homologados por el MTC para el mercado peruano se obtuvo los 10

teléfonos con los valores más altos del SAR (ver Tabla 3) encontrándose el rango de variación de 75.5 a 86.5 % y los 10 terminales móviles con los valores de SAR más bajos (ver Tabla 4), en el rango de 1.85 a 9.25 %.

TABLA 2
EL SAR DE LOS 10 TELÉFONOS MÓVILES MÁS UTILIZADOS EN EL MUNDO

Código	Marca	Modelo	Cabeza	
			Wkg ⁻¹ 10g	ICNIRP Poblacional
No disponible	XIAOMI	Redmi Note	1.39	69.50%
No disponible	XIAOMI	Mi 3	1.29	64.50%
TRFM29731	APPLE	A1532 (Iphone 5c)	0.99	49.50%
TRFM32377	APPLE	A1549 (Iphone 6)	0.93	46.50%
TRFM29735	APPLE	A1533 (Iphone 5s)	0.93	46.50%
TRFM32359	APPLE	A1522 (Iphone 6 plus)	0.91	45.50%
TRFM23875	MOTOROLA	XT1033 (Moto G)	0.79	39.50%
TRFM30922	SAMSUNG	SM-G900M (Galaxy S5)	0.658	32.90%
TRFM29266	SAMSUNG	SGH-I337M (Galaxy S4)	0.353	17.65%
TRFM29698	SAMSUNG	SM-G900W8 (Galaxy Note 3)	0.182	9.10%

TABLA 3

LOS 10 TELÉFONOS MÓVILES CON LOS VALORES MÁS ALTOS DE SAR CON RESPECTO A LA CABEZA

Código	Marca	Modelo	Cabeza	
			Wkg ⁻¹ 10g	ICNIRP Poblacional
TRFM14145	BLACKBERRY	7130g	1.73	86.50%
TRFM26701	SONY	ST25a	1.62	81.00%
TRFM27533	SONY	ST25i	1.62	81.00%
TRFM27601	BLACKBERRY	CURVE 9220	1.61	80.50%
TRFM27451	BLACKBERRY	REX41G W (9220)	1.61	80.50%
TRFM16004	SAMSUNG	SGH C516	1.6	80.00%
TRFM22570	SONY ERICSSON	SATIO	1.58	79.00%
TRFM23916	MOTOROLA	EX119	1.56	78.00%
TRFM31321	NOKIA	RM 977	1.51	75.50%
TRFM25049	NOKIA	NOKIA 300	1.51	75.50%

TABLA 4

LOS 10 TELÉFONOS MÓVILES CON LOS VALORES MÁS BAJOS DE SAR CON RESPECTO A LA CABEZA

Código	Marca	Modelo	Cabeza	
			Wkg ⁻¹ 10g	ICNIRP Poblacional
TRFM16136	SAMSUNG	SGH E746	0.037	1.85%
TRFM22016	SAMSUNG	SGH D807	0.07	3.50%
TRFM15736	SAMSUNG	SGH X836	0.123	6.15%
TRFM15998	SAMSUNG	SGH U106	0.141	7.05%
TRFM29259	SAMSUNG	SM C101	0.144	7.20%
TRFM15437	SAMSUNG	SGH E496	0.153	7.65%
TRFM17349	LG	KF510d	0.153	7.65%
TRFM15606	LG	MG280d	0.173	8.65%
TRFM25579	MOTOROLA	XT611	0.184	9.20%
TRFM15997	LG	ME770d	0.185	9.25%

E. Revisión de la literatura sobre los posibles efectos en la salud de las personas debido a la utilización del teléfono móvil.

En los últimos años se han desarrollado muchos estudios y revisiones sobre los efectos de las ondas electromagnéticas de la telefonía móvil sobre la salud de las personas, los cuales han sido tomados en cuenta para la formulación de los límites máximos permisibles de exposición para radiaciones no ionizantes actuales, formulados por la Comisión Internacional de Protección contra la Radiación No Ionizante (ICNIRP) [3]. Entre los más importantes documentos publicados inicialmente se encuentran el Mobile Phones and Health, más conocido como Reporte Stewart del Independent Expert Group on Mobile Phones de Gran Bretaña [18], en el cual se hace un análisis muy completo de dichos efectos y Les Telephones Mobiles, Leurs Stations de Base et la Santé conocido como el Reporte Zmirou [19] de la Dirección General de Salud de Francia que también hace un análisis detallado de los efectos encontrados en diversos estudios. Las revisiones más importantes realizadas en los últimos 5 años suman aproximadamente 30 entre los cuales los más importantes son los realizados por la Comisión Internacional de Protección contra Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP) [20], el Comité Científico sobre Tecnologías Emergentes y Riesgos sobre la Salud Recientemente Identificados (Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks) (SCENIHR) de la Unión Europea [21], la Agencia Francesa de Salud y Seguridad Ambiental (Agence Française de Santé et Sécurité Environnementale et du

Travail (AFSSET) [22], el Grupo Consultivo sobre Radiación No Ionizante de (Advisory Group on Non Ionising Radiation) (AGNIR) – Gran Bretaña [23], el Consejo de Salud de los Países Bajos (Health Council of the Netherlands) [24], la Agencia Nacional de Seguridad, Alimentación, Ambiente y Trabajo de Francia (Agence Nationale de Sécurité, Alimentation, Environnement, Travail) (ANSES) [25] y la Agencia Internacional de Investigación del Cáncer (IARC) [26]. Dichos estudios incluyen diversos aspectos de la evaluación de riesgo de la exposición a los campos electromagnéticos.

Como Resultado de todos estos estudios se puede señalar:

- Los mecanismos por los cuales la exposición a la RF produce calor en los tejidos biológicos son muy bien comprendidos y el más importante y consistente efecto de la exposición a la RF es el calentamiento que resulta en un conjunto respuestas fisiológicas y patológicas relacionadas con la salud en seres humanos y en animales de laboratorio que van desde efectos comportamentales, cataratas, hasta quemaduras. Si bien el calentamiento del tejido humano es reconocido como el único efecto establecido debido a la exposición a la RF, también podría ser un factor de confusión en los estudios in vitro y sería la causa de algunos efectos positivos reportados
- La preocupación reciente se ha relacionado más con la exposición crónica a niveles más bajos de radiación de RF característico de la utilización del teléfono móvil., mostrando que es imposible descartar la posible existencia de interacciones no térmicas; pero la plausibilidad de los varios mecanismos no térmicos que han sido propuestos es muy baja
- En relación a los efectos relacionados al cáncer algunos estudios epidemiológicos como el estudio Interphone muestran un ligero incremento del riesgo de tumores tipo glioma y neurinoma acústico para usuarios con más de 10 años de exposición, los estudios recientes in vitro e in vivo sobre genotoxicidad y carcinogenicidad globalmente no son consistentes e indican que tales efectos son improbables para niveles de SAR por debajo de 4W kg^{-1} y en relación a los estudios in vitro para RF, los efectos de tipo no genotóxico tales como señalización celular y la expresión de genes y proteínas son más ambiguos pero las magnitudes de los cambios inducidos por la radiación de RF son muy pequeños y con consecuencias limitadas sobre la funcionalidad y los resultados sobre

proliferación y diferenciación celular, apoptosis y transformación celular mayormente son negativos

- Hay alguna evidencia de pequeños cambios en la fisiología del cerebro, notablemente en EEG espontaneo y algo más variable para el EEG durante el sueño y el flujo sanguíneo cerebral regional pero estos cambios tiene consecuencias limitadas en la funcionalidad, no se han visto cambios en las funciones cognitivas.
- Con respecto a efectos fisiológicos más generales no hay efectos consistentes de exposiciones no térmicas a la RF sobre la fisiología cardiovascular, niveles de hormonas circulantes o en las funciones auditivas o vestibulares excepto la percepción auditiva de pulsos RF tales como los pulsos de radar
- La evidencia de estudios de provocación doble-ciego sugiere que los síntomas subjetivos, tales como dolores de cabeza que han sido asociados por algunos individuos con la exposición a RF, son reales pero no están relacionados a los CEM. El peso de la evidencia científica no sugiere que los niños sean más susceptibles a los CEM pero los estudios realizados son pocos.
- Los estudios de sobre los efectos de las diferentes modalidades de RF tales como pulsos con altas potencias pico han sido algo diversos y esporádicos. No se ha encontrado efectos diferentes a los asociados con el calentamiento y con la percepción acústica.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El máximo nivel de exposición de los teléfonos móviles homologados en el Perú es 86.5 % mientras los más utilizados a nivel mundial a excepción de dos teléfonos chinos producen niveles de exposición menores al 50 %.

Sobre el uso de los teléfonos móviles:

- Las estimaciones del SAR en la cabeza de de individuos expuestos a radiación RF durante la utilización de teléfonos móviles que operaban con potencias de 0.25 W indican que la energía emitida causaba un incremento de la temperatura del cerebro de aproximadamente $0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ (IARC,2013).
- Los teléfonos móviles cerca del cuerpo ($d < 10\text{ cm}$) son la fuente dominante de la exposición, especialmente en el caso del cerebro, cuando el teléfono es utilizado muy cerca de la oreja, comparado con la exposición de una estación base usualmente a distancias mayores a 10 m.

- La exposición de un teléfono móvil operado por un usuario ($d < 1$ m) puede exceder la exposición producida por una estación base a moderada distancia.
- La absorción de la energía por diferentes tejidos es fuertemente dependiente del diseño del teléfono y puede variar más de 20 veces de acuerdo a la ubicación de la antena, la distribución de corriente con respecto al tejido entre otros factores
- El nivel de la exposición también es fuertemente dependiente de la posición del teléfono respecto de la cabeza; y puede variar hasta por un factor de 10.
- Los kits de manos libres reducen el SAR del tejido de la cabeza en 100 o más veces
- Los audífonos Bluetooth operan a una potencia máxima de 1 mW y el SAR es aproximadamente 100 veces menor que el producido por un teléfono móvil operando cerca de la cabeza

- Los patrones de la utilización del teléfono móvil han estado cambiando conforme ha evolucionado la tecnología y esto ha tenido implicancias para la intensidad del campo de RF experimentado por los usuarios. Por ej. la utilización de los mensajes de texto cortos (SMS) se ha incrementado rápidamente reemplazando en muchos casos la utilización de las llamadas telefónicas, lo que conlleva dos mejoras en las condiciones de exposición: el móvil se usa a una distancia aproximada de 30 cm y la duración de la transmisión es menor (en el orden de 11 s).

Sobre el uso de los teléfonos móviles por parte de los niños :

El Proyecto Internacional CEM, en la Hoja Informativa 193 revisada en junio del año 2000, recomienda medidas de precaución que podrían ser aplicadas a niños y adolescentes para limitar su exposición a los CEM, entre las cuales se puede considerar la reducción del tiempo de uso de los teléfonos móviles y el incremento de la distancia entre el usuario y la fuente de radiación de RF.

En 2000, el Reporte Stewart, del Grupo Experto Independiente en Teléfonos Móviles del Reino Unido, recomendó limitar el uso de los teléfonos móviles por parte de niños menores de 16 años como una medida precautoria.

El Reporte Stewart del Reino Unido, entre otras conclusiones, señala: Si hubiera realmente efectos adversos a la salud no conocidos, producidos por el uso de teléfonos móviles, los niños podrían ser más vulnerables debido a su sistema nervioso en desarrollo, la gran absorción de energía en los tejidos de la cabeza y un mayor tiempo de vida de exposición. De acuerdo

con nuestro alcance precautorio, creemos que el amplio uso de los teléfonos móviles por niños para llamadas no esenciales debe ser disminuido. También recomendamos que la industria de teléfonos móviles debiera frenar la promoción del uso de teléfonos móviles por parte de los niños.

Estas conclusiones fueron endosadas por el Reporte Zmirou, de la Dirección General de Salud de Francia.

Estas mismas conclusiones fueron ratificadas en el Informe del Consejo Nacional de Radioprotección del Reino Unido (NRPB) de 2004.

En el Taller de la OMS «Sensibilidad de los Niños a la Exposición a los CEM», llevado a cabo en junio e 2004 en Estambul, Turquía, algunas conclusiones de los trabajos presentados señalan:

- El uso de los teléfonos móviles entre los adolescentes y jóvenes es muy alto, incluyendo los sectores sociales menos favorecidos y la tendencia es que se siga incrementando.
- Los teléfonos móviles son la fuente más importante de exposición a campos electromagnéticos de radiofrecuencia y son una fuente relevante de exposición a campos electromagnéticos de muy baja frecuencia.
- Hay pocos estudios sobre los efectos en la salud de los sistemas de telefonía móvil en los niños, y ninguno de ellos señala efectos dañinos; por lo tanto, es necesario incrementar la investigación en esta área y mientras tanto se debe tomar en cuenta el principio de precaución.
- La Consultoría «Radiofrecuencia y Salud» (2013), de la Agencia Nacional de Seguridad Sanitaria, del Ambiente y del Trabajo (ANSES) de Francia señala que es conveniente reducir la exposición de los niños promoviendo el uso moderado del teléfono móvil, la utilización de los kits de manos libres y la elección de teléfonos con los menores niveles de SAR y, en el caso de los adultos usuarios intensivos, la utilización de los kits de manos libres y la elección de teléfonos con los menores niveles de SAR.
- De acuerdo con la Agencia Internacional de Investigación del Cáncer (IARC)-Monografías IARC-Radiación no ionizante, Parte 2: Campos electromagnéticos de radiofrecuencia (2013):
- La exposición de las regiones dentro del cerebro de niños pequeños (por ejemplo hipocampo, hipotálamo, etcétera) puede ser 1.6 veces mayor que en adultos, en el caso de la médula ósea del cráneo puede exceder la exposición de adultos en 10 veces debido a la alta conductividad eléctrica de este tejido en el caso de los niños.

- La exposición de los ojos de los niños es más alta que en los adultos; sin embargo, no significa un problema pues la exposición de los ojos a los teléfonos móviles es muy baja (menor del 10% del SAR pico espacial).
- El cerebelo de los niños puede estar expuesto a un SAR mayor a 2.5 veces que el SAR para adultos.
- En términos generales la exposición de los niños es más alta aproximadamente por un factor de 2 que en el caso de los adultos debido a la forma diferente de la cabeza de los niños que hace que el teléfono se ubique más cerca del cerebro en los niños.

REFERENCIAS

- [1] OSIPTEL [sede Web]*. Lima: OSIPTEL; 2014[acceso 18 de junio de 2015]. Líneas en servicio por empresa. Disponible en: <https://www.osiptel.gob.pe/articulo/24-lineas-en-servicio-por-empresa>.
- [2] ITU [sede Web]*. Ginebra: UIT; 2015[acceso 18 de junio 2015]. La UIT publica las cifras de TIC de 2014. Disponible en: http://www.itu.int/net/pressoffice/press_releases/2014/23-es.aspx#.VYL6bPI_Oko.
- [3] [International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields \(up to 300 GHz\). Health Physics. 1998; 74 \(4\): 494-522.](#)
- [4] Cruz Ornetta V. Evaluación del riesgo de los campos electromagnéticos de la telefonía móvil. ECIPERU [revista en internet]*2005 [acceso 18 de junio de 2015];2(1). 42-46. Disponible en: <http://www.revistadeciencias.com/Vol2N1.swf>
- [5] Cruz Ornetta V. Evaluación de los teléfonos móviles y terminales portátiles en uso en el Perú – 2010. Paradigmas. 2010; 2 (1): 85-92.
- [6] Counterpoint Technology Market Research [sede Web]*. Hong Kong: Counterpoint Technology Market Research; 2015 [acceso 12 de junio de 2015]. Top 10 Smartphones sold globally during sep. 2014. Disponible en: <http://www.counterpointresearch.com/top10sep2014>.
- [7] MTC [sede Web]*. Lima: MTC; 2015[acceso 12 de junio de 2015]. Control y Supervisión / Homologación de equipos. Disponible en: http://www.mtc.gob.pe/comunicaciones/control_supervision/homologacion_equipos/homologacion_equipos.html.
- [8] Alcatel one touch [sede Web]*. Hong Kong: Alcatel company; 2015[acceso 12 de junio de 2015]. Smart Phones. Disponible en <http://www.alcatelonetouch.com/global-en/> .
- [9] Apple [sede Web]*. Apple Inc; 2015[acceso 12 de junio de 2015]. RF exposure. Disponible en: <http://www.apple.com/legal/rfexposure/>.
- [10] LG [sede Web]*. LG electronics; 2015 [acceso 12 de junio de 2015]. SAR Information. Disponible en: <http://www.lg.com/global/support/sar/sar>.
- [11] Microsoft [sede Web]*. Microsoft;2015 acceso 2 de junio de 2015]. SAR information Disponible en: <http://www.microsoft.com/en/mobile/about-us/people-and-planet/emf-health/sar/sar-information/>.
- [12] Motorola [sede Web]*. Motorola company; 2015 [acceso 12 de junio de 2015]. Search global RF exposure/specific absorption rate (SAR) information. Disponible en: <http://rfhealth-sar.motorola.com/SAR/sar.html>.
- [13] Samsung [sede Web]*. Samsung; 2015 [acceso 12 de junio de 2015]. Check the SAR value. Disponible en: <http://www.samsung.com/sar/sarMain>.
- [14] GSMarena.com [sede Web]*. GSMarena; 2015 [acceso 12 de junio de 2015]. Disponible en: <http://www.gsmarena.com/>.
- [15] MOBOSdata [sede Web]*. MOBOSdata; 2015 [acceso 12 de junio de 2015]. Largest mobile device specs database. Disponible en: <http://www.mobosdata.com/>.
- [16] SAR Shield [sede Web]*. SAR Shield Web Store; 2015[acceso 16 de junio de 2015]. Radiation Chart. Disponible en: <http://sarshield.com/radiation-chart/>.
- [17] SAR Values [sede Web]*.SAR Values;2015 [acceso 12 de junio de 2015].The complete SAR list for all phones (Europe).Disponible en:<http://sarvalues.com/the-complete-sar-list-for-all-phones-europe/> .
- [18] Independent Expert Group on Mobile Phones. Mobile Phones and Health. Oxon: NRPB; 2000. Disponible en: <http://web.archive.nationalarchives.gov.uk/20101011032547/http://www.iegmp.org.uk/report/index.htm>.
- [19] Zmirou D. Les téléphones mobiles, leurs stations de base et la santé. Paris: Direction Général de la Santé; 2001. Disponible en: http://www.sante.gouv.fr/IMG/pdf/Rapport_Zmirou_-_2001.pdf.
- [20] [International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection.](#) Exposure to high frequency electromagnetic fields, biological effects and health consequences (100 kHz-300 GHz) - Review of the Scientific Evidence and Health Consequences. Munich: ICNIRP; 2009.
- [21] Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks. Health Effects of Exposure to EMF. Bruselas: European Commission; 2009. Disponible en: http://ec.europa.eu/health/ph_risk/committees/04_scenihr/docs/scenihr_o_022.pdf.
- [22] Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'environnement et du Travail. Les radiofréquences: Mise à jour de l'expertise relative aux radiofréquences. Paris: AFFSET;2009. Disponible en : <https://www.anses.fr/sites/default/files/documents/AP2007et0007Ra.pdf>.
- [23] Advisory Group on Non-ionising Radiation. Health Effects from Radiofrequency Electromagnetic Fields

Documents of the HPA: RCE series. Chilton: Health Protection Agency; 2012. Disponible en:

https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/333080/RCE-20

Health_Effects_RF_Electromagnetic_fields.pdf.

[24] Health Council of the Netherlands. Mobile phones and cáncer. La Haya: Health Council of the Netherlands; 2013. Disponible en:

http://www.gezondheidsraad.nl/sites/default/files/2013/1/Mobile_Phones_Cancer_Part1.pdf.

[25] Agence Nationale de Securite Sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du Travail Radiofréquences et Santé. Paris: ANSES; 2013. Disponible en:

<https://www.anses.fr/fr/documents/AP2011sa0150Ra.pdf>.

International Agency for Research on Cancer (IARC). IARC Monographs-Non-Ionizing Radiation Part 2: Radiofrequency Electromagnetic Fields (2013). Lyon: IARC; 2013. Disponible en: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol102/mo102.pdf>.