

## **Estudio de las Radiaciones Electromagnéticas No Ionizantes en México y su valoración como una RSC**

LEONARDO SOTO SUMUANO<sup>1</sup>  
IÑIGO CUIÑAS GÓMEZ<sup>2</sup>  
MARGARITA CASTRO BERNÁRDEZ<sup>3</sup>

### **Resumen**

Este artículo presenta los avances que se han realizado en México en relación a la exposición a campos electromagnéticos (CEM). Las Mediciones fueron realizadas en la ZMG en ambientes hospitalarios y escuelas (Proyecto COECYTJAL 5-2010-1-772). La motivación de este proyecto obedece a la inexistencia de información sobre los niveles de radiación emitida actualmente por las antenas instaladas además de la falta de normas nacionales sobre la máxima radiación permitida para una o varias antenas especialmente en zonas de alto riesgo. Adicionalmente se describe los efectos de salud que pueden ser ocasionados por el uso intensivo de equipo tecnológico inalámbrico y que han sido confirmados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) creando una nueva área de Responsabilidad Social y Civil a nivel mundial.

**Palabras Clave:** Radiación Electromagnética No Ionizante, Campo Eléctrico, Campo Magnético, Frecuencia, OMS, ICNIRP, RNI

### **Abstract**

This paper presents the advances that have been made in Mexico in relation to exposure to electromagnetic fields (EMF). Measurements are presented in the GMA on Assessing Levels of Pollution from non-ionizing radiation in hospital settings and schools (COECYTJAL 5-2010-1-772 Project). The motivation for this project is due to the lack of information about the radiation levels emitted by antennas already installed and the absence of national standards to prevent dangerous radiation levels to be reached by one or more antennas, particularly in high-risk areas. Additionally, anomalous health effects are described that may be caused by the intensive use of wireless technology equipment which have been confirmed by the World Health Organization (WHO), creating a new area of Social and Civic Responsibility worldwide.

**Keywords:** Non-Ionizing Electromagnetic Radiation, Electric Field, Magnetic Field, Frequency, WHO, ICNIRP

---

<sup>1</sup> Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Económico y Administrativas.

<sup>2</sup> Universidad de Vigo, España.

<sup>3</sup> Dirección Xeral de Innovación e Xestión de Saúde Pública Consellería de Sanidade, Xunta de Galicia, España

## **Antecedentes**

La exposición a campos electromagnéticos (CEM) no es un fenómeno nuevo, es ubicua y convivimos con ella desde que nacemos. Más aún si hablamos de CEM generados por el hombre, ya que conforme la tecnología avanza, enriqueciéndonos y facilitándonos la vida, es continuo el aumento del número de fuentes artificiales que generan CEM. Todos estamos sometidos a diferentes fuentes productoras de CEM en la comunidad, en el trabajo y/o en el hogar.

Paralelamente al avance tecnológico, la preocupación sobre las posibles consecuencias para la salud derivadas de la exposición a CEM resulta ser inevitable. Uno de los temas de especial interés es la exposición a ondas radioeléctricas, y en concreto a campos generados por la telefonía celular (terminales y estaciones base).

La proliferación de estos sistemas de comunicación, ha traído consigo dos grandes fuentes de preocupación. Existe, por un lado, preocupación social, en la opinión pública: los posibles efectos sobre la salud de los ciudadanos, considerando las radiaciones electromagnéticas como una forma más de contaminación ambiental. La Organización Mundial de la Salud (OMS) ya se ha pronunciado al respecto, apoyando las recomendaciones de la Comisión Internacional para la Protección frente a Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP, en su acrónimo en inglés). El inconveniente es que en México no existen Normas que permitan que las compañías que ofrecen estos servicios irradien teniendo la seguridad de respetar dichas normas adicionalmente la inexistencia de un organismo que permita certificar dicha radiación, por lo que en México es un asunto abierto.

Por otro lado, existe preocupación profesional, en los proveedores de servicios y en los gestores de redes: la saturación del espectro radioeléctrico, entendiendo las ondas ajenas al propio servicio como contaminación del espectro que el propio sistema precisa para su correcto funcionamiento. Para analizar estos temas se propuso comenzar en México midiendo en zonas consideradas de alto riesgo como los hospitales y las escuelas la radiación electromagnética no ionizante para tener una certeza de la radiación emitida y en su caso proponer a los legisladores la necesidad de contar con un principio de precaución de manera científicamente argumentada. El Legislador, debe ser sensible a las preocupaciones de la sociedad a la que sirve, se debe ocupar de estos temas, buscando proteger la salud pública, pero también garantizar el correcto funcionamiento de los sistemas de comunicaciones cuando la salud pública no sufre riesgos.

En este artículo se exponen las distintas normas que regulan la situación, junto con los fundamentos científicos que las sustentan.

## Marco Teórico

La radiación Electromagnética es la propagación de ondas de energía eléctrica y magnética, moviéndose juntas a través del espacio a la velocidad de la luz. Todos estamos expuestos desde que nacemos a diferentes radiaciones electromagnéticas, algunas provenientes de fuentes naturales como el sol que es la fuente más importante de radiación electromagnética en la tierra, las estrellas y otras provenientes de fuentes artificiales como las provenientes de la telefonía celular, electrodomésticos, computadoras y redes de energía eléctrica entre otras.

Existen dos grandes grupos:

- Las radiaciones ionizantes y
- Las radiaciones no ionizantes.

Las radiaciones ionizantes son las que contienen suficiente energía para causar ionización, separando electrones de los átomos o moléculas. Su interacción con la materia puede cambiar las reacciones químicas del cuerpo lo que puede dañar los tejidos biológicos incluyendo efectos sobre el ADN. Los rayos gamma y los rayos X son formas de radiación ionizante.

Las radiaciones no ionizantes (RNI) son las ondas electromagnéticas cuyas frecuencias se extienden desde 0 Hz hasta aproximadamente  $3 \times 10^{15}$  Hz, frecuencia en la cual la energía del fotón iguala a  $2 \times 10^{-18}$  J o 12.4 eV y se hace comparable a la energía de enlace de los electrones con los átomos, por lo que antes de esa frecuencia, las ondas electromagnéticas no tienen la suficiente energía como para romper los enlaces atómicos.

Entonces surgen muchas preguntas relacionadas con la inquietud de que científicos a nivel mundial propongan el estudiar radiaciones que aparentemente no hacen daño. La respuesta sencilla es que hay dudas (y con argumentos científicos) sobre el impacto de estas ondas en la salud y de ahí surge la necesidad de comprobar, estudiar y evaluar estas frecuencias para poder proponer recomendaciones y estándares que den seguridad al ser humano. Históricamente desde hace más de 60 años se comenzó a estudiar este tipo de radiación con el uso masivo del Radar en las guerras y de acuerdo a registros médicos se pudieron establecer muchos efectos dañinos. Con el desarrollo de las telecomunicaciones inalámbricas y el uso masivo de Internet se creó un escenario propicio para el desarrollo exponencial de servicios de acceso inalámbrico y poniendo en alerta a la sociedad sobre el posible efecto en la salud de las siguientes generaciones, sobre todo si se piensa que el efecto es a largo plazo.

Son varios los organismos internacionales que han dado sus recomendaciones sobre la medición de niveles de RNI, como los mostrados en la **Tabla 1** especialmente sobre microondas.

En México se cuenta con la Norma oficial Mexicana **NOM-013-STPS-1993** que es **Relativa a las Condiciones de Seguridad e Higiene en los Centros de Trabajo donde se generen radiaciones RNI**. Donde se especifica para un tiempo de exposición de 8 horas en el rango de la longitud de onda de  $10^{-1}$  a la  $10^{-8}$  cms, el nivel máximo de radiación permitida sería de  $10 \text{ mW/cm}^2$ . Que es muy por encima de los valores propuestos por los organismos de la tabla 1 y en la cual conviene actualizar.

**Tabla 1.** Niveles RNI en Celulares, dados por diversos Organismos Internacionales

<b>ICNIRP (International Commission on Non –Ionizing Radiation Protection)</b>
S= $0.40 \text{ mW/cm}^2$ para frecuencias teléfonos celulares [SRMC]-800 MHz S= $0.90 \text{ mW/cm}^2$ para frecuencias telefonía móvil [SMT]- 1900 MHz
<b>NCRP (National Council on Radiation and Measurements) USA 1986</b>
S= $0.57 \text{ mW/cm}^2$ para frecuencias teléfonos celulares [SRMC]-800 MHz S= $1.00 \text{ mW/cm}^2$ para frecuencias telefonía móvil [SMT]- 1900 MHz
<b>FCC (Federal Communications Commission) Guidelines FCC96-326</b>
S= $0.57 \text{ mW/cm}^2$ para frecuencias teléfonos celulares [SRMC]-800 MHz S= $1.00 \text{ mW/cm}^2$ para frecuencias telefonía móvil [SMT]- 1900 MHz
<b>ANSI (American National Standards Institute) – C95.1 - USA</b>
S= $0.57 \text{ mW/cm}^2$ para frecuencias teléfonos celulares [SRMC]-800 MHz S= $1.00 \text{ mW/cm}^2$ para frecuencias telefonía móvil [SMT]- 1900 MHz
<b>IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers) – C95.1 -USA</b>
S= $0.57 \text{ mW/cm}^2$ para frecuencias teléfonos celulares [SRMC]-800 MHz S= $1.00 \text{ mW/cm}^2$ para frecuencias telefonía móvil [SMT]- 1900 MHz
<b>NRPB (National Radiation Protection Board) – 4:1 -69, UK, 1993</b>
S= $0.57 \text{ mW/cm}^2$ para frecuencias teléfonos celulares [SRMC]-800 MHz S= $1.00 \text{ mW/cm}^2$ para frecuencias telefonía móvil [SMT]- 1900 MHz
<b>SAA (Standards Association Australia – Nueva Zelanda) AS/NZ5 2772.1- 1998</b>
S= $0.20 \text{ mW/cm}^2$ para frecuencias teléfonos celulares [SRMC]-800 MHz S= $1.00 \text{ mW/cm}^2$ para frecuencias telefonía móvil [SMT]- 1900 MHz
<b>IRPA (International Radiation Protection Association) - 1998</b>
S= $0.47 \text{ mW/cm}^2$ para frecuencias teléfonos celulares [SRMC]-800 MHz
<b>CEI (Comitato Elettronico Italiano) - 2003</b>

S= 0.01 mW/cm <sup>2</sup> para frecuencias teléfonos celulares [SRMC]-800 MHz
<b>CENELEC (Comisión Europea Normas Electrónicas Europa) -1995</b>
S= 0.57 mW/cm <sup>2</sup> para frecuencias teléfonos celulares [SRMC]-800 MHz

Fuente: Balacco et al. (2004), tomado el 21-Feb-2010 de

<http://www.proyectoleonardo.net/files/jbalaccoPredicciones%20de%20Riesgo.pdf>

Como se aprecia, no existe un nivel de referencia único quedando a cargo de cada país la adopción del más conveniente, como lo mostrado en la **Tabla 2**.

**Tabla 2.-Diferentes Índices de Seguridad de RNI**

Frecuencia (MHz)	mW/cm <sup>2</sup>			
	ICNIRP	EUA	Italia	Rusia
800	0.4	0.53	0.01	0.01
1900	0.95	1.0	0.01	0.01

Fuente: Aguirre et al. 23-Feb-2010

[http://www.citefa.gov.ar/soluciones\\_tecno/Antenas/Informe\\_sobre\\_Radiacion\\_de\\_Telefonia\\_Movil\\_Celular.pdf](http://www.citefa.gov.ar/soluciones_tecno/Antenas/Informe_sobre_Radiacion_de_Telefonia_Movil_Celular.pdf)

### **Planteamiento de la propuesta y Justificación**

Se propuso realizar mediante el apoyo de especialistas de la universidad de Vigo en España, una red de colaboración internacional que ayude a la formación de especialistas en México en el área de la contaminación electromagnética no ionizante. La característica de este tipo de contaminación es que es inodora, insabor, invisible, imperceptible y la cuál ha ido exponencialmente creciendo debido principalmente al desarrollo de la tecnología inalámbrica. El tema en México ha sido solicitado por legisladores de la sala de la comisión permanente con fecha 15 de agosto del 2006 mediante un

dictamen que reúne por petición ciudadana las demandas de información y de estudio en los estados de Nuevo León, Querétaro, Tlaxcala, San Luis Potosí, y Baja California Sur, a esta inquietud se suma el estado de Jalisco. La propuesta de crear la red de colaboración entre universidades permitirá informar de manera neutral (no siendo gobierno ni empresa) a la población y a los organismos de gobierno, como ejemplo a las secretarías del medio ambiente y de comunicaciones, sobre los resultados e interpretación de las mediciones. El enfoque es ofrecer resultados científicamente comprobables sobre el cumplimiento de estándares internacionales, minimizando la desinformación sobre el tema, además, la constitución de la red facilitará la formación y actualización de técnicos y docentes en una línea científica de plena actualidad y evolución.

### **Objetivos.**

Realizar estudios que permitan mediante base científica crear una red de monitoreo de la contaminación producida por radiaciones electromagnéticas no ionizantes en el ambiente. Mediante la ejecución de diferentes fases. (Fase 1: Hospitales y Escuelas)

Formar en México especialistas en el estudio de las radiación electromagnética no ionizantes mediante la creación de un laboratorio de medición.

Obtener un catálogo de la base instalada de antenas así como la radiación generada en el ambiente.

Responder a una petición ciudadana avalada en la tercera comisión de trabajo de la comisión permanente correspondiente al segundo receso del tercer año de ejercicio constitucional de la LIX legislatura.

Apoyar a organismos gubernamentales, principalmente el sector salud, con resultados que permitan argumentar si la radiación en el ambiente se encuentra dentro de los límites tolerables para la salud humana.

Crear una iniciativa que permita el uso masivo de la nueva tecnología inalámbrica regulada por estándares que permitan una máxima seguridad sobre la radiación en el medio.

Formar recursos humanos en la teoría y práctica de mediciones electromagnéticas no ionizantes.

Aportar con resultados la propuesta de una asociación nacional de investigación y divulgación de la información en la contaminación producida por radiación electromagnética no ionizante.

### **Metodología.**

Planteamiento del Problema. No existe información sobre la radiación emitida actualmente por las antenas instaladas. No existen estándares nacionales sobre la radiación a emitir por una o varias antenas en una misma zona o punto específico. Existe una demanda ciudadana por conocer si existe

o no peligro sobre su salud debido a la radiación emitida. Existe una demanda legislativa por establecer una ley que permita regular las emisiones, argumentada con bases científicas.

Generación de Hipótesis. Se espera que el resultado de las mediciones permita detectar zonas de alta radiación que no cumplan con los indicadores internacionales. Se obtendrá información suficiente para sugerir la creación de una norma nacional para la regulación de la radiación emitida por las antenas de telecomunicaciones. Se espera dar una guía para la instalación de una red de monitoreo similar a la de otros países. Se espera crear una red de colaboración entre dependencias de gobierno, sociedad y academia para observar el buen cumplimiento de reglas sobre radiación que den certeza y seguridad a la población.

Investigación Bibliográfica. Recopilación de información sobre estándares internacionales y pronunciamientos oficiales. Recopilación de información técnica. Recopilación de manuales de equipos.

Capacitación con personal internacional especializado en los aspectos teóricos y prácticos. Se tendrá el apoyo de personal especializado que impartirá cursos y talleres sobre los aspectos teóricos y prácticos de la teoría electromagnética que permitirá comprender la metodología de las mediciones y su interpretación.

Pruebas de Campo. Levantar las mediciones para cada zona mediante una metodología previamente establecida.

Análisis de Resultados. Clasificar los valores de los indicadores obtenidos. Hacer un análisis de los resultados obtenidos y compararlas con las normas internacionales.

Difusión de Resultados. Generar manual de escenarios o programa de comunicación de radiación de las zonas medidas mediante mapas comprensibles y accesibles para todo público. Generación de informes hacia las diferentes dependencias involucradas en el conocimiento de esta problemática.

## **Marco Práctico**

### **LOCALIZACIÓN DE LOS LUGARES ELEGIDOS A MEDIR EN LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA: FASE 1**

#### **HOSPITALES**

1.- Hospital Centro Médico de Occidente: Belisario Domínguez No. 815 Col. Sector Libertad  
C.P. 44340, Guadalajara, Jalisco DR. CARLOS DIAZ 36188936. UMF 3



2.- Hospital general IMSS 89: Av. Circunvalación Agustín Yáñez 1988 Sector Juárez, C.P. 44190 Guadalajara, Jalisco 01 33 3812 5449.



3.- Hospital Unidad Médica Familiar 48 (UMF48): Circunvalación Oblatos No. 2208 Col. Felipe Ángeles C.P. 44720, Guadalajara, Jalisco tel. 36439375



4.-Unidad Médica Familiar 1: Calz. Del Campesino Y 16 De Septiembre Col. Sector Juárez C.P. 44100, Guadalajara, Jalisco 36194982 UMF 1

5.- Unidad Médica Familiar 2: Jesús García No. 1480 Col. Sector Hidalgo C.P. 44600, Guadalajara, Jalisco 38265932 UMF 2

6.-Unidad Médica Familiar 78: Av. San Jacinto No. 588 Col. Sector Reforma Colonia San Rafael C.P. 44810, Guadalajara, Jalisco 36572854 UMF 78

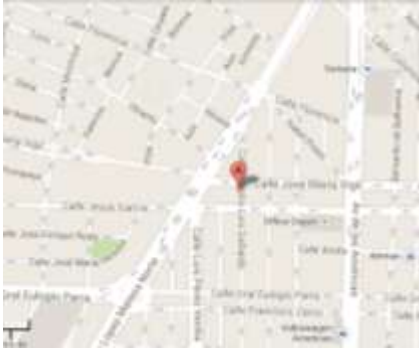
7.- Unidad Médica Familiar 34 : Av. Colón Y López De Legazpi Col. S. J. Fraccionamiento 18 De Marzo C.P. 44950, Guadalajara, Jalisco 36457843 UMF 34



- 8.- Unidad Médica Familiar 88: Isla Zanzibar Y Torres Bodet Col. El Sauz, Sector Juárez  
36457295 UMF 88
- 9.- Unidad Médica Familiar 49: Cuitláhuac No. 769 Col. Sector Reforma C.P. 44450, Guadalajara,  
Jalisco 36192935 UMF 49
- 10.- Américas Hospital: Av. Américas No.932, Guadalajara, Jal. Tel. 3817-3141  
[www.americashospital.com](http://www.americashospital.com)
- 11.-Hospital Ángel Leño: Av. Dr. Ángel Leño No.500, Col. Los Robles Tel. 3648-8425  
[www.hal.uag.mx](http://www.hal.uag.mx)
- 12.-Hospital Bernardette: Av. Hidalgo No.930, Col. Centro  
Tel. 3825-4365 [www.hospitalbernardette.com.mx](http://www.hospitalbernardette.com.mx)
- 13.-Hospital Central Quirúrgica de GDL: Av. España No.1661  
Col. Moderna Tel. 3810-6342
- 14.-HOSPITAL DEL COUNTRY 2000: Av. Jorge Álvarez del Castillo No.1542 Col. Chapultepec  
Country Tel. 3854-4500 [www.hcountry.com.mx](http://www.hcountry.com.mx)
- 15.- HOSPITAL DE LA CRUZ DE GUADALAJARA, Calle Isla Margarita No.2890 Col. Jardines  
de la Cruz Tel. 3810-2290
- 16.- HOSPITAL ANGELES DEL CARMEN: Tarascos No.3435 Col. Fracc. Monraz Tel. 3813-  
0042 [www.hospitalangelesdelcarmen.com](http://www.hospitalangelesdelcarmen.com)
- 17.- HOSPITAL LOMAS PROVIDENCIA: Victoria No. 1515 Col. Providencia Tel. 3642-1602  
[www.lomasprovidencia.com](http://www.lomasprovidencia.com)
- 18.-HOSPITAL LASER OFTALMICO: Av. Terranova No. 992 Col. Providencia Tel. 3642-6616
- 19.- HOSPITAL HISPANO: Pedro Moreno No. 934 Col. Centro Tel. 3344-6501  
[www.hospitalhispano.com](http://www.hospitalhispano.com)

## ESCUELAS

1.- Escuela Normal Occidental: Aurello L. Gallardo 743, Ladrón de Guevara, 44600 Guadalajara, Jalisco 01 33 3641 3212



2.- Escuela Francisco Javier Clavijero: Del Parque 155, San Andrés, 44810 Guadalajara, Jalisco 01 33 3843 2353



3.- Felicitas De La Cruz, A.C. :Esteban Alatorre 732, San Juan de Dios, 44360 Guadalajara, Jalisco 01 33 3617 8906



4.- Esc Martin De Coruña

Fontaneros 48, 44840 Guadalajara, Jalisco

01 33 3659 6102

5.- Calasanz De Guadalajara A.C.

Dionisio Rodríguez 970, 44380 Guadalajara, Jalisco

01 33 3678 9757

6.- Escuela José María De Yermo Y Parres, A.C.

José María de Yermo y Parres, Zoquipan, 45170 Zapopán, Jalisco

01 33 3833 3653

7.- Centro Escolar Juan A. Mateos

Fresnos

Ciudad Granja, 45010 Zapopán, Jalisco

01 33 3627 1818



8.- Escuela Normal Esperanza

Federación 215, La Perla, 44360 Guadalajara, Jalisco

01 33 3618 4655

9.-Centro Educativo Tlaquepaque, A.C.

Progreso 127, San Pedro Tlaquepaque, Jalisco

01 33 3635 0629

10.- [ASOCIACIÓN DEL COLEGIO ANAHUAC REVOLUCIÓN, A.C.](#),

Dirección, AV. REVOLUCIÓN # 1111 Código Postal 44400

Municipio GUADALAJARA Estado JALISCO.

11.- [COLEGIO VICTORIA DE OCCIDENTE, A.C.](#)

Dirección AV. CAMACHO # 325 Colonia SEATLE.  
Municipio Zapopan, Estado Jalisco, 3633 1717  
3633 0770

12.-[COLEGIO VASCO DE QUIROGA, A.C.](#)

Dirección HACIENDA SANTIAGO # 2311. Colonia OBLATOS, Código Postal 44700,  
Municipio GUADALAJARA, Estado Jalisco  
Tel. 3638 0241

13.-[COLEGIO REPUBLICA MEXICANA, A.C.](#)

Dirección CALZ. INDEPENDENCIA NTE. # 1743  
Colonia INDEPENDENCIA, Código Postal ,  
Municipio GUADALAJARA, Estado Jalisco, 3637 0195, 3637 2605,

14.-[COLEGIO REFORMA, A.C.](#)

Dirección JOSÉ GPE. MONTENEGRO # 2061  
Colonia: OBRERA, Código Postal: 44150, Municipio: GUADALAJARA, Estado: Jalisco, Tel 3615  
9431,

15.-[COLEGIO REFORMA SECUNDARIA Y PREPARATORIA, A.C.](#)

Dirección PEDRO LOZA # 925, Colonia: S.H. CENTRO  
Código Postal: 44280, Municipio: GUADALAJARA, Estado: Jalisco Tel 3613- 5340

16.-Colegio Jovior S.C.

Adolfo López Mateos 5150, Ladrón de Guevara, 44600 Guadalajara, Jalisco  
01 33 3616 6368

17.-Colegio La Paz

Florencia 2849, Providencia, 44620 Guadalajara, Jalisco  
01 33 3641 5611

18.- [COLEGIO JARDINES ALCALDE, A.C.](#)

AMADO AGUIRRE # 480, Colonia: JARDS. ALCALDE  
Código Postal: 44290, Municipio: GUADALAJARA  
Estado: JALISCO. Tel 3824 0668

19.-[COLEGIO RAFAEL GUIZAR, A.C.](#)

Dirección SIERRA NEVADA # 1610, Colonia: INDEPENDENCIA

Código Postal: 44340, Municipio: GUADALAJARA, Estado: Jalisco Tel 36-37-93-49 3637 0600

20.-[COLEGIO REFORMA SECUNDARIA Y PREPARATORIA, A.C.](#)

Dirección PEDRO LOZA # 925, Colonia: S.H. CENTRO

Código Postal: 44280, Municipio: GUADALAJARA, Estado: Jalisco Tel 3613- 5340

**INFORME DE MEDIDAS**

Datos de las Medidas							
Fecha de la Realización Marzo-Mayo del 2013							
Técnico Responsable: Leonardo Soto Sumuano y Asistente: Luis Ochoa							
Mediciones a alta Frecuencia: Banda de 100 Khz a 5 Ghz							
Equipo: ETS-Lingren modelo E-100 tipo isotropic Probe > 1 Ghz							
Punto de Medida	Distancia Media en Mts.	Nivel de Referencia S (W/m <sup>2</sup> )	Nivel de Referencia E (V/m)	Nivel de Decisión S(W/m <sup>2</sup> )	Valor Campo Eléctrico E (V/m)	Cumple Con Norma Intl.	Valor Campo Magnético S (W/m <sup>2</sup> )
<b>HOSPITALES</b>							
1	30	4.5	41.25	1.13	0.643	si	0.001
2	35	4.5	41.25	1.13	0.526	si	0.09
3	30	4.5	41.25	1.13	0.914	Si	0.01
4	40	4.5	41.25	1.13	0.719	Si	0.001
5	30	4.5	41.25	1.13	0.623	Si	0.002
6	32	4.5	41.25	1.13	0.681	Si	0.085
7	35	4.5	41.25	1.13	0.506	Si	0.001
8	40	4.5	41.25	1.13	1.014	si	0.01
9	40	4.5	41.25	1.13	1.007	si	0.099
10	40	4.5	41.25	1.13	1.00	Si	0.078
11	40	4.5	41.25	1.13	0.551	Si	0.019
12	40	4.5	41.25	1.13	0.724	Si	0.077
13	40	4.5	41.25	1.13	0.629	Si	0.065
14	30	4.5	41.25	1.13	0.844	Si	0.01
15	30	4.5	41.25	1.13	0.643	si	0.008

16	30	4.5	41.25	1.13	0.526	si	0.032
17	30	4.5	41.25	1.13	0.914	Si	0.01
18	30	4.5	41.25	1.13	0.681	Si	0.072
19	30	4.5	41.25	1.13	0.506	Si	0.022
ESCUELAS							
1	18	4.5	41.25	1.13	1.334	si	0.0345
2	20	4.5	41.25	1.13	1.221	si	0.001
3	25	4.5	41.25	1.13	0.876	Si	0.0034
4	25	4.5	41.25	1.13	0.765	Si	0.002
5	25	4.5	41.25	1.13	0.234	Si	0.0001
6	30	4.5	41.25	1.13	1.112	Si	0.01
7	25	4.5	41.25	1.13	1.892	Si	0.002
8	30	4.5	41.25	1.13	0.724	si	0.005
9	30	4.5	41.25	1.13	0.629	si	0.001
10	30	4.5	41.25	1.13	0.844	Si	0.002
11	30	4.5	41.25	1.13	0.526	Si	0.002
12	30	4.5	41.25	1.13	0.914	Si	0.021
13	30	4.5	41.25	1.13	0.719	Si	0.0032
14	30	4.5	41.25	1.13	0.623	Si	0.0195
15	30	4.5	41.25	1.13	1.543	si	0.0221
16	30	4.5	41.25	1.13	1.654	si	0.0132
17	30	4.5	41.25	1.13	1.002	Si	0.0295
18	30	4.5	41.25	1.13	0.987	Si	0.0221
19	28	4.5	41.25	1.13	0.213	Si	0.0105
20	30	4.5	41.25	1.13	0.295	Si	0.0124

### **Análisis de Resultados**

Los resultados expresados en la tabla muestran que cumplen con los niveles internacionales de radiación. Hay que añadir no obstante que en el rango de 100 KHz a 10 GHz se manifiesta calentamiento térmico o fatiga térmica de los organismos, que se relacionan con la tasa de absorción específica SAR (vatios absorbidos por Kg de tejido), y del rango de 10 GHz a 300 GHz hay calentamiento superficial debido a la densidad de potencia incidente ( $W/m^2$ ).

Las guías de la ICNIRP (Comisión Internacional para la Protección contra las Radiaciones No Ionizantes) han sido adoptadas en la mayor parte de las legislaciones internacionales y nacionales occidentales (excepción México por la inexistencia de normas nacionales) como referencia para el establecimiento de límites de exposición a radiaciones electromagnéticas, tanto para público en general como para trabajadores.

La ICNIRP, en un primer momento, evaluó todos los posibles efectos biológicos detectados como consecuencia de la exposición a campos electromagnéticos y su posible nocividad. Se considera efecto biológico cualquier respuesta detectable frente a un estímulo o cambio en el medio: en este caso el estímulo es la radiación. Un efecto biológico no es necesariamente perjudicial, ya que el organismo posee mecanismos para adaptarse a la nueva situación y compensar el efecto. El problema surge cuando estos mecanismos no son suficientes para responder al estímulo, y el efecto se manifiesta sin control.

Por ello el interés está en determinar los efectos biológicos que se manifiestan por encima de determinados umbrales de campo electromagnético (efecto detectable), y a partir de qué umbral el efecto puede considerarse perjudicial (efecto nocivo). Inicialmente se definen dos tipos de efectos: los directos y los indirectos. Para los directos se determinan las restricciones básicas y para los indirectos los niveles de referencia.

La OMS asume los límites de exposición propuestos por la ICNIRP y recomienda que se incorporen en la legislación sin ningún tipo de restricción adicional.

Es interesante mencionar que los límites rusos y chinos se fijaron teniendo en cuenta otros efectos para la salud detectados por investigadores de estos ámbitos y no están diseñados para proteger frente a efectos térmicos sino que tienen en cuenta el concepto de dosimetría: parten de la convicción de que exposición largas a niveles inferiores a los límites occidentales pueden dar como resultado efectos adversos para la salud.

Estos posibles efectos incluyen problemas no específicos como dolores de cabeza, fatiga, irritabilidad, desórdenes de sueño y vértigo en trabajadores expuestos a energía radioeléctrica de niveles indeterminados. La literatura científica china contiene informes parecidos. Las publicaciones rusas hablan de una “enfermedad de microondas”, caracterizada por astenia y síndromes hipotalámicos, que no es reconocida por la medicina occidental (esto es, en la práctica médica de Occidente no existe tal enfermedad) y cuyos criterios de diagnóstico podrían ser calificados por los facultativos occidentales como vagos y no fiables. Además, diversos médicos del Este coinciden en que los criterios son poco específicos.

En algunos casos, como la normativa propuesta en Suiza, se trata de fijar los niveles más bajos que permitan el funcionamiento tanto técnico como económico de los sistemas de

comunicaciones radiados. La aplicación de estos límites permitiría la instalación de las estaciones base típica, instalada en torres a alturas convencionales, pero no las de baja altura o edificios, lo que da una idea de los criterios empleados para su redacción.

En lo referente a la Comunidad Europea la exposición a campos electromagnéticos, en julio de 1999 se publicó la Recomendación del Consejo de la Unión Europea (1999/519/EC) relativa a la limitación de la exposición del público en general a campos electromagnéticos (0 Hz a 300 GHz). Esta recomendación adopta los límites establecidos por la ICNIRP e insta a las administraciones europeas a legislar sobre la materia siguiendo estos límites u otros debidamente razonados. Esto es, la recomendación no impone el seguimiento en toda la Unión Europea de las guías de la ICNIRP, pero advierte de la necesidad de legislar y controlar la exposición a campos electromagnéticos y del uso de límites razonados, sean los propuestos por la ICNIRP u otros siempre que tengan una base científica. Además, la recomendación insta a los países de la Unión a promocionar programas de investigación sobre la materia, recordando que la validez de los límites ICNIRP está en el conocimiento científico actual, que puede ser mejorado o ampliado y, en función de las conclusiones que alcance puede llevar a modificaciones en las guías y en las legislaciones basadas en ellas.

### **Conclusiones**

Es una realidad que cada país deberá tomar decisiones sobre la cantidad de radiación máxima que se permitirá sobre la población, la conveniencia de realizar este tipo de investigación se hace imperativa si queremos contar con argumentos científicos que ofrezcan elemento para dar seguridad a la población y permitan establecer un orden en el crecimiento exponencial que se visualiza en el futuro próximo para este tipo de tecnologías.

A partir del año 2000 han surgido en el mundo un gran número estudios relacionados con este tipo de contaminación, sin embargo en México no se habían presentado proyectos que muestren resultados respecto al nivel de contaminación por radiación, hasta la propuesta de este proyecto, que nos ha permitido por un lado verificar mediante mediciones reales los valores a los cuales estamos expuestos en la ZMG y por otro lado nos ha permitido divulgar mediante conferencias lo que significa el no contar con normas y reglas que ayuden a tener precaución en los niveles de radiación.

Adicionalmente la generación y gran demanda de servicios que se espera en futuro cercano ocasionará como consecuencia un crecimiento exponencial de las emisiones electromagnéticas. Hay que añadir que a pesar de que en México contamos con empresas de telecomunicaciones de renombre internacional, ninguna de ellas ha manifestado un interés por difundir información sobre



los niveles de radiación emitidos por sus antenas, esta información tampoco es ofrecida por la Comisión Federal de Telecomunicaciones (COFETEL), misma que representa al gobierno mexicano en cuestión de normas y estándares de telecomunicación.

Así en todo el mundo ha habido un movimiento creciente para adoptar “enfoques de precaución” para controlar los riesgos de salud frente a las incertidumbres científicas. La OMS normalmente no aconseja a las autoridades nacionales fijar políticas que van más allá del conocimiento establecido. Sin embargo, dentro de la declaración firmada en la Tercera Conferencia Ministerial sobre el Ambiente y la Salud en 1999, la OMS fue animada a tomar en cuenta “la necesidad de aplicar rigurosamente el Principio de Precaución para evaluar los riesgos y para adoptar un enfoque más preventivo y proactivo hacia los peligros”. Entre las numerosas políticas que promueven la precaución se incluyen:

- a) El Principio de Precaución (PP) es una política de administración del riesgo que se aplica en circunstancias de un alto grado de incertidumbre científica, y que refleja la necesidad de actuar ante un serio riesgo potencial sin esperar los resultados de la investigación científica.

A principios de 2000, muchos países (lamentablemente México no) aprobaron una importante comunicación sobre el PP proporcionando recomendaciones para la aplicación del mismo, con una “orientación al riesgo”, y una evaluación de investigación del riesgo que incluya consideraciones costo-beneficio. Está claramente destinado para formular respuestas provisionales a amenazas contra la salud potencialmente serias, hasta que se disponga de información adecuada para dar respuestas con mayor base científica.

- b) El Evitamiento Prudente (EP) fue inicialmente desarrollado como una estrategia de gestión de riesgo para CEM de energía (red eléctrica), y “prudencia” fue definida como “llevar cabo actividades de evitamiento que acarrear costos modestos”. Desde entonces ha evolucionado hasta significar que se toman medidas, simples, fácilmente realizables, de bajo costo para reducir la exposición a los CEM, incluso en la ausencia de un riesgo demostrable.

Generalmente, los organismos gubernamentales han aplicado esta política solo para las nuevas instalaciones, en las que modificaciones menores en diseño pueden reducir los niveles de exposición pública. No ha sido aplicado para requerir la modificación de instalaciones existentes, lo cual generalmente es bastante caro.

- c) ALARA (As Low As Reasonably Achievable / tan bajo como razonablemente sea posible) es una política usada para minimizar los riesgos conocidos, manteniendo las exposiciones tan bajas como sean razonablemente posibles, teniendo en consideración los costos, la tecnología, los beneficios para la salud pública y la seguridad y otras

preocupaciones sociales y económicas. Hoy en día, ALARA es principalmente utilizada en el contexto de la protección contra la radiación ionizante.

En resumen aunque las radiaciones no ionizantes no pueden causar ionización de un sistema biológico, si pueden interactuar con la materia de otro modo. Entre sus efectos biológicos se encuentran el calentamiento, alteraciones de las reacciones químicas o inducción de corrientes eléctricas en los tejidos y las células. Los efectos biológicos pueden ser inocuos, beneficiosos o perjudiciales, por ejemplo el calentamiento del sol en un día de invierno o la función solar en la producción de vitamina D por el organismo como efecto beneficioso y la quemadura solar como efecto perjudicial.

Para que se produzcan efectos perjudiciales para la salud en las personas expuestas a campos situados en este intervalo de frecuencia, se necesita una SAR 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.

La mayor parte de los efectos perjudiciales para la salud que pueden producirse por la exposición a campos de RF de 1 MHz a 10 GHz se asocian a procesos de calentamiento inducido, cuyo resultado son aumentos de la temperatura tisular o corporal superiores a 1°C.

El calentamiento inducido en los tejidos corporales puede provocar diversas respuestas fisiológicas y procesos termorreguladores, en particular una menor capacidad para desempeñar tareas mentales o físicas a medida que aumenta la temperatura corporal. Efectos similares se han constatado en personas sometidas a estrés calórico, por ejemplo las que trabajan en condiciones de calor excesivo o padecen estados febriles prolongados. El calentamiento inducido puede afectar al desarrollo del feto. Para que se produzcan anomalías congénitas es necesario que la temperatura del feto aumente de 2°C a 3°C durante horas. El calentamiento inducido puede afectar también a la fecundidad masculina y favorecer la aparición de opacidades oculares (catarata).

El principal efecto biológico identificado hasta el momento derivado de la exposición a RF a frecuencias elevadas, superiores a 1MHz aproximadamente, es el calentamiento de los tejidos orgánicos. Hasta determinados valores este calentamiento es compensado por los procesos termorreguladores normales del cuerpo humano, sin que el individuo llegue apenas a notar dicho aumento de temperatura. Es necesario señalar que la sensibilidad de los tejidos al incremento local y corporal total de la temperatura es diferente, y son particularmente sensibles el ojo y el testículo. Del mismo modo podría preocupar el efecto del incremento de la temperatura corporal en determinados grupos, con sensibilidad térmica potencialmente más alta,

como pueden ser ancianos, niños, fetos, y personas tomando ciertos fármacos que comprometen su tolerancia térmica.

Los niveles a los que normalmente está expuesta la población son mucho menores que los necesarios para producir un calentamiento significativo. Hasta la fecha, en las exposiciones de corta duración a los niveles presentes en el medio ambiente o en el hogar, no se han observado efectos perjudiciales manifiestos.

La controversia radica en si pudieran existir efectos perjudiciales a largo plazo debidos a la exposición a niveles inferiores al umbral para el calentamiento del organismo. Esto se debe a las lagunas de conocimiento sobre los efectos biológicos debidos a la exposición de larga duración a CEM de baja intensidad; con la particularidad añadida de ser una exposición a un tipo de campos que está en continuo desarrollo y crecimiento. Por lo tanto hablamos de una investigación compleja, a largo plazo y que además se ve afectada por la introducción de nuevas tecnologías. Una complejidad que se agrava aún más, porque los efectos pueden ser acumulativos.

**Las aportaciones de este proyecto en esta primera fase para México son:**

- La propuesta de revisión y actualización de la Norma Oficial Mexicana NOM-013-STPS-1993
- La propuesta de una Norma Oficial Mexicana que se relativa a las condiciones de seguridad e higiene del público general.
- Un Manual para el diseño e implantación de una red de monitoreo ambiental de la contaminación producida por radiación electromagnética no ionizante.
- Un Catálogo con acceso por internet de la medición on-line de la radiación producida. Información relevante sobre los niveles actuales y su tendencia en el futuro de la radiación producida en zonas de alta densidad poblacional.
- La Formación de especialistas mediante la generación de tesis y trabajos de investigación derivativos. Documento institucional sobre el estado del arte en contaminación electromagnética.
- Una Propuesta de soluciones a favor de la protección de la población mediante la aplicación y observancia de estándares internacionales.
- Un punto de apoyo para la promulgación de leyes que ayuden a normar la emisión de radiación el ambiente sin control en lugares altamente poblados.
- Recomendaciones sobre buenas prácticas en el uso de instrumentos que reciben y emiten radiación electromagnética no ionizante.
- El Disponer de información accesible a la población civil de forma veraz, científicamente solvente y por ello creíble.

## Referencias

- Centro Nacional de Epidemiología. (s.f.). *ISCII*. Obtenido de [www.isciii.es/htdocs/centros/epidemiologia/epi\\_caner.jsp](http://www.isciii.es/htdocs/centros/epidemiologia/epi_caner.jsp);
- Department of Communications, Marine and Natural Resources. (2005). *Health Effects Of Electromagnetic Fields*. Dublin, Irlanda: Department of Communications, Marine and Natural Resources.
- Dos Santos, S. (1999). *Epidemiología del Cáncer. Principios y Métodos*. Lyon: Organización Mundial de la Salud.
- Health Council of the Netherlands. (2008). *The Netherlands Annual Upadate*. Rijswijk, Holanda: Health Council of the Netherlands.
- Health Protection Agency. (s.f.). *Public Health England*. Recuperado el 15 de Febrero de 2013, de <http://www.hpa.org.uk/default.htm>
- Innovación e Xestión da Saúde Pública. (s.f.). *Xunta de Galicia: Consellería de Sanidade*. Recuperado el 23 de Noviembre de 2010, de [http://www.sergas.es/MostrarContidos\\_Portais.aspx?IdPaxina=50100](http://www.sergas.es/MostrarContidos_Portais.aspx?IdPaxina=50100)
- International Agency for Research on Cancer. (s.f.). *IARC*. Recuperado el 10 de Mayo de 2010, de [www.iarc.fr/en//content/download/8384/61101/file/Interphone8oct08.pdf](http://www.iarc.fr/en//content/download/8384/61101/file/Interphone8oct08.pdf)
- International Commision on Non-Ionizing Radiaton Protection. (s.f.). *ICNIRP*. Recuperado el 14 de Febrero de 2013, de [www.icnirp.org](http://www.icnirp.org)
- Ministerio de Sanidad y Consumo. (s.f.). *MSC*. Recuperado el 30 de Abril de 2013, de [www.msc.es](http://www.msc.es)
- MTHR. (2007). *Mobile Telecommunications and Health Research Programme*. Londres: Health Protection Agency.
- National Cancer Institue. (2010). *National Cancer Institute*. Recuperado el 20 de Marzo de 2013, de <http://www.cancer.gov/cancertopics/factsheet/Risk/cellphones>
- Secretaría de Trabajo y Previsión Social. (1993). *Norma Oficial Mexicana NOM-013-STPS-1993*. México: Diario Oficial de la Federación.
- Soto, L., & Cuiñas, I. (2010). *La Contaminación Electromagnética Reto para la Sociedad del Siglo XXI* (1a ed.). Guadalajara: Trauco.

Strål Säkerhets Myndigheten. (2009). *Recent Research on EMF and Health Risks*. Solna, Suecia.: Strål Säkerhets Myndigheten.

World Health Organization. (s.f.). *World Health Organization*. Recuperado el 4 de Julio de 2013, de [www.who.int/peh-emf/en/](http://www.who.int/peh-emf/en/)