



## **PROTOCOLO**

**INNOVACIÓN DE PROCESO: PROPUESTA DE MODELO CONCEPTUAL  
PARA DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE RIESGO POR RADIACIÓN  
NO IONIZANTE, EN LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA  
JALISCO, MÉXICO.**

**Dr. Juan Mejía Trejo**

**Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas  
Universidad de Guadalajara**

## INDICE

<b>RESUMEN</b> .....	3
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	4
<b>MARCO CONTEXTUAL</b> .....	5
<b>RNI en la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG)</b> .....	5
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	6
<b>RNI</b> .....	6
Espectro Electromagnético.....	6
<b>Contaminación</b> .....	11
<b>Medición de la RNI</b> .....	12
<b>Influencia de la RNI en el Organismo</b> .....	18
Amenaza y Riesgo por RNI.....	23
<b>Regulación sobre RNI</b> .....	25
Criterios Preventivos Básicos.....	25
<b>PROBLEMÁTICA</b> .....	27
<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> .....	28
<b>JUSTIFICACIÓN</b> .....	29
<b>LIMITACIONES</b> .....	30
<b>METODOLOGÍA</b> .....	31
Propuesta Modelo Conceptual de Análisis de Riesgo RNI.....	31
Matrices Metodológicas en el Diseño del Modelo Conceptual ex ante.....	32
Propuesta del Modelo de Determinación de Riesgo RNI.....	35
Propuesta de Mediciones de Niveles RNI en la ZMG.....	37
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	43
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	43

## RESUMEN

El desarrollo del mundo actual, tiene una base bastante extendida en la generalización del uso de la energía eléctrica, aparatos electrodomésticos y equipos de telecomunicación inalámbricos, generadores de campos electromagnéticos no ionizantes, creando amplio interés por parte de los sectores público y privado sobre sus repercusiones en el organismo. Dado lo anterior, el presente estudio, **se plantea la problemática de realizar propuesta de innovación de proceso a través de un modelo conceptual detallado ex ante para determinación de los niveles de riesgo por radiación no ionizante (RNI), en la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG) Jalisco, México**, estudio que reúne y analiza información sobre la radiación no ionizante, la contaminación, medición, influencia en el organismo, amenazas y riesgos. La radiación no ionizante es un contaminante para el ser humano, a partir de demostrar sus efectos nocivos en la salud; se encontraron autores que documentan en organismos vivos (roedores) problemas diversos como cataratas, linfomas del nervio acústico, cambio de la densidad en la sangre en el bulbo raquídeo, etc. que prueban sus efectos contrarios a la salud. Como producto del análisis bibliográfico y la metodología empleada, se determinan las variables independientes que provocan el nivel de riesgo por radiación no ionizante: la amenaza y la vulnerabilidad. Con base al diseño de matrices metodológicas se hace el descubrimiento del modelo conceptual, el cual consta de : 6 dimensiones que caracterizan a la variable independiente, amenaza (Fuente, Cobertura, Presencia, Intensidad) y 2 dimensiones que caracterizan a la variable independiente, vulnerabilidad (Físico y Socioambiental) así como los indicadores (Localización, Banda de Frecuencia, Tipo Infraestructura, Potencia-área de Influencia, Temperatura, Fecha, Hora,-Tipo de Densidad, Medidas de Protección, Densidad Poblacional, Regulación), los cuales cubren los objetivos específicos y general propuestos.

**Palabras clave:** radiación no ionizante, índice de protección contra la radiación no ionizante, coeficiente de absorción de radiación no ionizante, intensidad de radiación no ionizante.

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha acrecentado el interés por los efectos biológicos y posibles consecuencias para la salud de los campos eléctricos y magnéticos débiles de baja intensidad. Es común apreciar en el paisaje urbano, torres de transmisión y distribución eléctricas, centrales de alta tensión eléctrica antes lejanas, ahora en colindancia directa con los vecinos de las comunidades que conviven, torres de telecomunicaciones con cada vez más antenas que refuerzan el vivir demandante de las comunicaciones inalámbricas, así como aparatos electrodomésticos diversos (TV, radio, máquinas de afeitar, microondas, etc), laptops, cámaras, notebooks, netbooks, agendas personales (Blackberries, Palms, etc.) y lo más común, los teléfonos celulares. El crecimiento de ésta infraestructura es notable, por lo que cabe preguntarse ¿qué hay del efecto producido por la radiación no ionizante, presente en dicha tecnología? Las evidencias de sus repercusiones nocivas se tienen documentadas, sólo a partir de experimentos con organismos menos complejos como los roedores en condiciones de extrema exposición y con base a ello, extrapolaciones a los potenciales efectos en el ser humano. Por otro lado, los casos documentados con referencia a las afectaciones en humanos, son tomadas en cuenta pero con salvedades o dudas en cuanto a la metodología empleada y su asociación a las RNI. Así, es objetivo del presente estudio el realizar **propuesta de modelo conceptual detallado de determinación de los niveles de riesgo por radiación no ionizante (RNI), en la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG) Jalisco, México**. El logro de éste objetivo, permitirá analizar los datos de mediciones previas a realizar en dicha Zona Me a través de equipos de medición especializados (NARDA 300) y determinar los niveles de potencial y real, por zona en la que se encuentra la población tipificada como poblacional y ocupacional. Para tal efecto, se propone abordar el estudio en: **1)** marco contextual, citando a la infraestructura de energía eléctrica, celular y de electrodomésticos en México y Jalisco. **2)** marco teórico que presenta el concepto de espectro electromagnético, niveles de RNI, medición RNI, influencia en el organismo, riesgo, amenaza y vulnerabilidad. **3)** metodología empleada

para el logro del modelo conceptual de determinación de riesgos; **4)** modelo conceptual final “*ex ante*” y propuesta de mediciones **5)** conclusiones y recomendaciones.

## MARCO CONTEXTUAL

### RNI en la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG)

La ZMG está integrada por 8 municipios del estado de Jalisco (Guadalajara, Ixtlahuacán de los Membrillos, Juanacatlán, El Salto, Tlajomulco de Zúñiga, Tlaquepaque, Tonalá, Zapopan), agrupando en 2005 un total de 4.095.853 habitantes (INEGI, 2005). Reúne a las empresas más importantes generadoras de RNI , siendo una muestra, la **Tabla 1**

**Tabla 1.-** Ejemplo de Empresas Generadoras de RNI en la ZMG

Empresa	Sector	MOO	CEL	RAM	RFM	FTV	LAT
Telmex	Privado	x					
Axtel	Privado	x					
Alestra	Privado	x					
Telcel	Privado	x	x				
Iusacell	Privado	x	x				
Movistar	Privado	x	x				
Marcatel	Privado	x					
Sky	Privado	x					
Dish	Privado	x					
Exa Fm	Privado				x		
Grupo DK	Privado			X			
Televisa	Privado					x	
TV Azteca	Privado					x	
Banamex	Privado	x					
Bancomer	Privado	x					
CFE	Público						x
SCT	Público	X					
SAT	Público	X					
HSBC	Público	X					

Fuente: elaboración propia producto de la investigación

MOO.-Microonda terrestre y/o sSatelital; CEL.-Telefonía Celular; RAM.-Radio AM;RFM.-Radio FM

FTV.-Frecuencias de TV; LAT.-Líneas de Alta Tensión Eléctrica

Se destaca, que a partir del crecimiento urbano de las necesidades de consumo eléctrico, equipos de telecomunicaciones y aparatos electrodomésticos generadores de RNI, así como a la preocupación creciente de la sociedad civil por conocer los niveles de dicha infraestructura, se hace sumamente necesario iniciar con mediciones de la RNI en zonas

de alta densidad poblacional, que permitan aclarar el nivel de la amenaza, riesgo y vulnerabilidad existentes.

## **MARCO TEÓRICO**

Se abordan los conceptos de radiación no ionizante (RNI), crecimiento celular, energía eléctrica en México, contaminación, medición de la RNI, su influencia en el organismo, regulación.

### **RNI**

#### **Espectro Electromagnético**

El espectro electromagnético es la división propuesta para identificar el rango de emisiones (o absorciones) de las ondas electromagnéticas, siendo la luz del sol (luz visible) la forma más conocida; precisamente ésta, constituye la línea divisoria entre la radiación ionizante (RI, ejemplo: rayos x, rayos gamma), con mayor potencia y de altas frecuencias, con la radiación no ionizante (RNI), de baja frecuencia, menos dañina (UV-A, UV-B, UV-C hacia frecuencias extremadamente bajas); justo a un lado de la luz visible, está la radiación infrarroja que incluye (en orden descendente) las microondas, la radio celular, la televisión, la radio FM y AM, las ondas cortas utilizadas en calentadores dieléctricos y de inducción y, en el extremo inferior, los campos con frecuencia de red eléctrica (ver **Tabla 2**). Similar a la energía acústica, la energía electromagnética está presente en nuestro entorno, desde los bajos niveles emitidos por las líneas de transmisión de energía eléctrica, electrodomésticos (hornos de microondas, controles remotos, radio, televisión, celulares, equipos móviles en general) hasta los elevados niveles aplicados en medicina. En general, la intensidad energética de las RNI disminuye rápidamente con la distancia a la fuente, siendo los niveles de radiación típicamente bajos. Se sabe que las RNI son incapaces de impartir suficiente energía a una molécula o un átomo para alterar su estructura quitándole uno o más electrones. La división entre la RNI y la RI suele establecerse en una longitud de onda de 100 nanómetros aproximadamente. Al igual que cualquier forma de energía, la RNI tiene el potencial necesario para interactuar con los sistemas biológicos, y las consecuencias pueden ser irrelevantes, perjudiciales en diferentes grados o beneficiosas. En el caso de la

radiofrecuencia (RF) y la radiación de microondas, el principal mecanismo de interacción es el calentamiento, pero en la región de baja frecuencia del espectro, los campos de alta intensidad pueden inducir corrientes.

**Tabla 2.- Espectro Electromagnético y sus usos en Telecomunicaciones**

Radiación	Frecuencia (Hz)	Longitud de Onda (m)	Banda	Aplicación en Telecomunicaciones					
Ionizante	$10^{24}$	$3 \times 10^{-16}$	Rayos Gamma						
	$10^{23}$	$3 \times 10^{-15}$							
	$10^{22}$	$3 \times 10^{-14}$							
	$10^{21}$	$3 \times 10^{-13}$							
	$10^{20}$	$3 \times 10^{-12}$							
	$10^{19}$	$3 \times 10^{-11}$							
	$10^{18}$	$3 \times 10^{-10}$	Rayos X						
	$10^{17}$	$3 \times 10^{-9}$							
$10^{16}$	$3 \times 10^{-8}$								
No Ionizante	$10^{15}$	$3 \times 10^{-7}$	Ultravioleta Externo						
			Ultravioleta-C						
			Ultravioleta-B						
			Ultravioleta-A						
	$10^{14}$	$3 \times 10^{-6}$	Luz Visible			Fibra Óptica			
			Infrarrojo-A						
			Infrarrojo-B						
	$10^{13}$	$3 \times 10^{-5}$	Infrarrojo-C						
	$10^{12}$	$3 \times 10^{-4}$							
	$10^{11}$	$3 \times 10^{-3}$							
	$10^{10}$	$3 \times 10^{-2}$	EHF	Micro ondas	Micro onda Terrestre				
	$10^9$	$3 \times 10^{-1}$	SHF			Microonda Satelital	WLAN G.802.11	Telefonía Celular	
	$10^8$	3	UHF				Radio FM		TV
	$10^7$	$3 \times 10^1$	VHF	Radio frecuencia	Uso de Par Trenzado	Cable Coaxial			
	$10^6$	$3 \times 10^2$	HF						
	$10^5$	$3 \times 10^3$	MF					Radio AM	
	$10^4$	$3 \times 10^4$	LF					Banda Marina	
	$10^3$	$3 \times 10^5$	VLF						
$10^2$	$3 \times 10^6$	VF							
$10^1$	$3 \times 10^7$	ELF				Líneas de Alta			

					Tensión				
	$10^0$	$3 \times 10^8$							

Fuente: Adaptación propia de Knave (1998, p.49.5) y Tanembaum (2003, p. 65)

en el cuerpo y por ello resultar peligrosos. No obstante, se desconocen los mecanismos de interacción de las intensidades de los campos de bajo nivel (Knave, B., 1998, p. 49.4). Lo que distingue a los campos electromagnéticos producidos tecnológicamente de la mayoría de los naturales es su mayor grado de coherencia. Esto significa que sus frecuencias están bien definidas y, por tanto, son más fácilmente perceptibles por los organismos biológicos. A continuación se enumeran brevemente las principales fuentes:

**1) Tecnología inalámbrica (telefonía celular, WLAN, etc.):** actualmente empleando las bandas entre 800 MHz a 1.900 MHz, con transmisión directa, lo cual la ubica dentro de las microondas. Los elementos básicos de este sistema son dos: el terminal (o teléfono móvil, laptop, etc.) y la estación base, los cuales son también las principales fuentes de exposición. De hecho, es notable apreciar el acelerado crecimiento de las comunicaciones inalámbricas, principalmente móviles en nuestro país. Ver **Tabla 2**

**Tabla 2.-** Usuarios de Telefonía Celular en México 1990-2009

<b>Año</b>	<b>Miles de Usuarios</b>
1990	63.9
1991	160.9
1992	312.6
1993	386.1
1994	571.8
1995	688.5
1996	1021.9
1997	1740.8
1998	3349.5
1999	7731.6
2000	14077.1
2001	21757.6
2002	25928.3
2003	30097.7
2004	38451.8
2005	47141.0
2006	55395.5
2007	66559.5
2008 p/	75305.3
2009 nov	79247.7

Fuente: Portal Cofetel (2010), tomado el 19-Feb-2010 de

Con una penetración de 72.3 por cada 100 habitantes hasta Nov-2009 y un crecimiento acelerado de 1990 a 2000 de más del 120,000% (Portal Cofetel, 2010).

**2) Líneas de distribución y transmisión:** son las encargadas de conducir la energía de los lugares de generación a los centros de consumo. Estas no constituyen una fuente importante de RNI, por esto se deben regular las distancias a las cuales esté la población general, así como las *subestaciones de energía eléctrica*: se encargan de acondicionar la energía eléctrica a niveles de tensión necesarios para la transmisión y el consumo.

Al igual que la red celular de telefonía móvil, la red eléctrica también ha tenido crecimientos aunque no tan espectaculares; tal es el caso de la red de distribución, integrada por las líneas de transmisión con niveles de 400,230 y 161 Kv; subtransmisión con 138, 115, 85 y 69 Kv; distribución en niveles de 34.5, 23, 13.8, 6.6, 4.16 y 2.4 Kv y baja tensión. Así, de 2000 a 2009, se tiene un incremento del 39% en la red de distribución; 18% en la de subtransmisión y de un 20% de la red de distribución (ver **Tabla 3**). Sobre la capacidad energética instalada, se tiene un incremento de energía del 42% de la planta productora en MWh y del 21% en la de TWh. (Ver **Tabla 4**).

**Tabla 3.-** Longitud de líneas de distribución (miles de km)

Nivel de Tensión Kv	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
<b>Transmisión</b>										
400	13,165	13,695	14,504	15,998	17,790	18,144	19,265	19,855	20,364	20,900
230	21,598	22,645	24,060	24,773	25,687	27,148	27,745	28,164	28,093	27,801
161	508	508	646	470	475	475	475	547	547	549
<b>Total</b>	<b>35,271</b>	<b>36,848</b>	<b>39,210</b>	<b>41,241</b>	<b>43,952</b>	<b>45,767</b>	<b>47,485</b>	<b>48,566</b>	<b>49,004</b>	<b>49,250</b>
<b>Subtransmisión</b>										
138	1	1	1	1.3	1.3	1.4	1.4	1.4	1.4	1.5
115	34.9	36.1	38	38.7	40.1	40.8	42.2	43.3	42.7	42.3
85	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
69	3.4	3.3	3.3	3.3	3.2	3.2	3.2	3.1	3.1	3.0
<b>Subtotal</b>	<b>39.6</b>	<b>40.7</b>	<b>42.6</b>	<b>43.6</b>	<b>44.9</b>	<b>45.6</b>	<b>46.9</b>	<b>47.9</b>	<b>47.3</b>	<b>46.8</b>
<b>Distribución</b>										
34.5	60.3	61.7	62.7	63.6	64.7	66.3	67.4	69.3	70.4	71.8
23	23.7	24.6	25.8	26.3	27.4	27.9	28.6	29.1	29.8	30.7
13.8	239.7	246.3	251.7	257.4	264.5	269.4	273.2	278.1	286.3	289.1
6.6 1_/	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.2
Baja tensión	215.3	221	222.1	225.1	230.2	233	236.6	239.3	245.9	250.0
<b>Subtotal</b>	<b>539.7</b>	<b>554.3</b>	<b>563</b>	<b>573.2</b>	<b>587.5</b>	<b>597.1</b>	<b>606.3</b>	<b>616.3</b>	<b>633</b>	<b>641.8</b>
<b>Total de</b>	<b>579.3</b>	<b>595.1</b>	<b>605.7</b>	<b>616.8</b>	<b>632.4</b>	<b>642.7</b>	<b>653.2</b>	<b>664.2</b>	<b>680.3</b>	<b>688.6</b>

líneas										
<b>Total CFE</b> <b>2 /</b>	614.6	632	644.9	658	676.4	688.4	700.7	712.8	729.3	737.9

Fuente: Portal CFE tomado el 19-Feb-2010 de <http://www.cfe.gob.mx/QuienesSomos/queEsCFE/estadisticas/Paginas/Transmisiony Distribucion.aspx>

**Tabla 4.-** Desarrollo de la capacidad instalada y de la generación

Capacidad	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
MWh	35,385	37,691	40,350	43,727	45,687	45,576	47,857	49,854	49,931	50,384
TWh	190	194.92	198.88	200.94	205.39	215.63	221.9	228.49	231.4	230.64

Fuente: Portal CFE tomado el 19-Feb-2010 de <http://www.cfe.gob.mx/QuienesSomos/queEsCFE/estadisticas/Paginas/Indicadoresdegeneración.aspx>

**3) Electrodomésticos:** pueden ser los más peligrosos por tener mayor cercanía con los usuarios y por no contar con mecanismos propios de protección. No se precisa la cantidad de ellos en operación, pero lo que sí se tiene como referencia, es la intensidad de la RNI a la que se expone el ser humano durante su funcionamiento, tal como se muestra en la **Tabla 5**. Los valores son expresados en microteslas o miligauss, con los cuales se mide el campo magnético. (1 T = 10,000 Gauss; así, el campo magnético de un imán de barra es 0.01 T= 100 Gauss; el campo magnético de la Tierra es de 0.00005 T= 0.5 Gauss; Ver Experiments with Magnets and our Surroundings, tomado el 20-Feb-2010 de <http://www.coolmagnetman.com/magflux.htm>).

**Tabla 5.-** Intensidad de RNI producida por los Electrodomésticos

Electrodoméstico	MicroTeslas		
	0.03m	0.3m	1.0m
Máquina de afeitar	15-150	0.8-9	0.01-0.3
Cafetera eléctrica	15-150	0.8-9	0.01-0.3
Aspiradora	200-800	2-20	0.13-2
Plancha	1.8-25	0.08-0.15	0.01
Batidora	60-700	0.6-10	0.02-0.25
Tostadora	7-18	0.06-0.7	0.01
Microondas	75-200	4-8	0.25-0.6
Refrigerador	0.5-1.7	0.01-0.25	0.01
TV	2.5-50	0.15-3	0.01-0.15
Lavadora	0.8-50	0.15-3	0.01-0.15

Fuente: J. (2000) *La Contaminación Electromagnética*. Biosalud, Instituto de Medicina, tomado el 20-Feb -2010 de [http://www.biosalud.org/archivos/divisiones/4241contaminacion\\_electromagnetica.pdf](http://www.biosalud.org/archivos/divisiones/4241contaminacion_electromagnetica.pdf)

Con lo anterior, se demuestra la cada vez más creciente presencia de las RNI en el medio ambiente, por lo que es necesario, definir los alcances como factor contaminante de dicho medio.

## Contaminación

De acuerdo al Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española (DRAE), proviene del latín “*contamināre*”, que significa: “*alterar nocivamente la pureza o las condiciones normales de una cosa o un medio por agentes químicos o físicos*”. Para que exista contaminación, la sustancia contaminante deberá estar en cantidad relativa suficiente como para provocar ese desequilibrio. Esta cantidad relativa puede expresarse como la masa de la sustancia introducida en relación con la masa o el volumen del medio receptor de la misma. Este cociente recibe el nombre de concentración. Los tipos de contaminantes que existen, son: “*no degradables*”, es decir, los que no se descomponen por procesos naturales (ejemplo: los metales) y que para su desecho, se propone evitar arrojarlos al medio ambiente o concentrarlos o reciclarlos ya que, la mayoría de las veces, es difícil eliminarlos; existen los “*de degradación lenta o persistente*”, que se degradan a nivel de décadas (ejemplo: los plásticos y sustancias químicas); los “*degradables o no persistentes*”, aquellos que se reducen a niveles aceptables para su desecho, mediante procesos químicos, físicos o biológicos; finalmente los “*biodegradables*”, que son contaminantes químicos complejos que se descomponen (metabolizan) en compuestos químicos más sencillos por la acción de organismos vivos como bacterias especializadas (ejemplo: la descomposición de aguas residuales). Por su consistencia, los contaminantes se clasifican en sólidos, líquidos y gaseosos, por lo que el fenómeno de radiación acústica (ondas mecánicas) y electromagnética (campos eléctricos y magnéticos) se agregan a los anteriores. Así, cabe preguntarse ¿a qué tipo de contaminante podemos clasificar a las RNI?; como se observa, la respuesta no es precisa ya que sólo podríamos aducir que lo es por los efectos nocivos que produciría a nuestro organismo, por los que en algunos países, ya han realizado legislación preventiva al respecto, siendo los casos de: el Decreto Supremo N° 010-2005-PCM República del Perú (2005); la Norma Venezolana Radiación No Ionizante. Límites de Exposición, Medidas de Protección y Control (2000); el Anexo 10 Norma de Radiación No Ionizante de Campos Electromagnéticos. República del Ecuador (2005).

### Medición de la RNI

A fin de entender lo referente a las RNI, se expone una recopilación previa de las unidades eléctricas, magnéticas, electromagnéticas y dosimétricas, en las correspondientes unidades del Sistema Internacional, como se muestra en la siguiente

**Tabla 6**

**Tabla 6.-** Unidades Eléctricas, Magnéticas, Electromagnéticas y Dosimétricas-

CANTIDAD	SIMBOLO	UNIDAD
Conductividad	$\sigma$	Siemens por metro (S/m)
Corriente	I	Amperio (A)
Densidad de corriente	J	Amperio por metro cuadrado (A/m <sup>2</sup> )
Frecuencia	$f$	Hertzio (Hz)
Intensidad de campo eléctrico	E	Voltio por metro (V/m)
Intensidad de campo magnético	H	Amperio por metro (A/m)
Intensidad de campo eléctrico	E	Voltio por metro (V/m)
Densidad de flujo magnético	B	Tesla (T)
Permeabilidad magnética	$\mu$	Henrio por metro (H/m)
Permisividad	$\epsilon$	Faradio por metro (F/m)
Densidad de potencia	S	Vatio por metro cuadrado (W/m <sup>2</sup> )
Absorción específica	SA	Julio por kilogramo (J/kg)
Tasa de absorción específica	SAR	Watt por kilogramo (W/kg)

Fuente:Recomendación 1999/519/EC del Consejo de la Unión Europea; elaboración propia

Son varios organismos internacionales que han dado sus recomendaciones sobre la medición de niveles de RNI, como los mostrados en la **Tabla 7** sobre celulares.

**Tabla 7.** Niveles RNI en Celulares, dados por diversos Organismos Internacionales

<b>ICNIRP [International Commission on Non – Ionizing Radiation Protection]</b>	
S= 0,40 mW/cm <sup>2</sup>	para frecuencias teléfonos celulares [SRMC]-800 MHz
S= 0,90 mW/cm <sup>2</sup>	para frecuencias telefonía móvil [SMT]- 1900MHz
<b>NCRP [ Naxional Council on Radiation and Measurements] USA 1986</b>	
S= 0,57 mW/cm <sup>2</sup>	para frecuencias teléfonos celulares [SRMC]-800 MHz
S= 1,00 mW/cm <sup>2</sup>	para frecuencias telefonía móvil [SMT]- 1900MHz
<b>FCC (Federal Communications Commission) Guidelines: FCC96-326</b>	
S= 0,57 mW/cm <sup>2</sup>	para frecuencias teléfonos celulares [SRMC]-800 MHz
S= 1,00 mW/cm <sup>2</sup>	para frecuencias telefonía móvil [SMT]- 1900MHz
<b>ANSI (American National Standards Intitute) – C95.1 - USA</b>	
S= 0,57 mW/cm <sup>2</sup>	para frecuencias teléfonos celulares [SRMC]-800 MHz
S= 1,00 mW/cm <sup>2</sup>	para frecuencias telefonía móvil [SMT]- 1900MHz
<b>IEEE ( Institute of Electrical and Electronics Engineers) – C95.1 - USA</b>	
S= 0,57 mW/cm <sup>2</sup>	para frecuencias teléfonos celulares [SRMC]-800 MHz
S= 1,00 mW/cm <sup>2</sup>	para frecuencias telefonía móvil [SMT]- 1900MHz
<b>NRPB (National Radiation Protection Board) - 4:1-69, UK - 1993</b>	
S= 0,57 mW/cm <sup>2</sup>	para frecuencias teléfonos celulares [SRMC]-800 MHz
S= 1,00 mW/cm <sup>2</sup>	para frecuencias telefonía móvil [SMT]- 1900MHz
<b>SAA (Standards Association of Australia- Nueva Zelanda)- AS/NZ5 2772.1- 1998</b>	
S= 0,20 mW/cm <sup>2</sup>	para frecuencias teléfonos celulares [SRMC]-800 MHz
S= 1,00 mW/cm <sup>2</sup>	para frecuencias telefonía móvil [SMT]- 1900MHz
<b>IRPA (International Radiation Protection Association)- 1998</b>	
S= 0,47 mW/cm <sup>2</sup>	para frecuencias teléfonos celulares [SRMC]-800 MHz
<b>CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano)- 2003</b>	
S= 0,01 mW/cm <sup>2</sup>	para frecuencias teléfonos celulares [SRMC]-800 MHz
<b>CENELEC (Comision Europea Normas Electrotécnicas 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>

Para el caso de la energía eléctrica, los valores encontrados de ICNIRP, son los que se muestran en la **Tabla 8:**

**Tabla 8.-**Valores máximos de los campos y los cocientes de exposición para el público en general de acuerdo a las recomendaciones ICNIRP

Voltaje KV	Máximo campo eléctrico		Máximo campo magnético	
	kV/m	Límites ICNIRP %	μT	Limites ICNIRP %
10	0.15	3.6	6.41	7.7
33	0.8	19.2	1.62	1.9
60	3.57	85.6	5.14	6.2
138	0.8	19.2	2.06	2.5
220	13.42	322.6	8.81	10.6

Fuente: Cruz (2009)

Sin embargo, existen aún discrepancias según sea analizado por el autor en turno, como las **Tablas 9 y 10:**

**Tabla 9.-** Bandas de Frecuencia y Potencias de Equipos Inalámbricos Típicos

Ubicación	Banda de Frecuencia (MHz)	Potencia de Salida (mW)
Asia	810-935	600
	1895-1910	10
Europa	890-960	1000
	1710-1880	25
Norteamérica	824-849	600-1000
	1850-2200	10-25

Fuente: Lin, J. (1997) tomado el 22-Feb de <http://0-delivery.acm.org.millennium.itesm.mx/10.1145/280000/272209/p439-lin.pdf?key1=272209&key2=3435036621&coll=ACM&dl=ACM&CFID=78104620&CFTOKEN=10975649>

**Tabla 10.-** Valores Límite de Exposición Permisibles en comunicación Inalámbrica (ANSI/IEEE C95.1-1992)

Frecuencia (MHz)	Ambiente Controlado			Ambiente Sin Control		
	Densidad de Potencia (mW/cm <sup>2</sup> )	SAR (W/Kg)	Tiempo Promedio (min)	Densidad de Potencia (mW/cm <sup>2</sup> )	SAR (W/Kg)	Tiempo Promedio (min)
800	2.7	8.0	6	0.53	1.6	30
900	3.0	8.0	6	0.6	1.6	30
1800	6.0	8.0	6	1.2	1.6	30
2200	7.3	8.0	6	1.47	1.6	30

Fuente: Lin, J. (1997) tomado el 22-Feb de <http://0-delivery.acm.org.millennium.itesm.mx/10.1145/280000/272209/p439-lin.pdf?key1=272209&key2=3435036621&coll=ACM&dl=ACM&CFID=78104620&CFTOKEN=10975649>

Los esfuerzos de los distintos países por adoptar un estándar de seguridad han apuntado a los valores de la ICNIRP, recomendados al igual por la Organización Mundial de la Salud (OMS); sin embargo, existen disposiciones de los países (ejemplo: EUA, Italia,

Rusia) por proteger a su población más bien extremas, con la desventaja potencial de confundir informas ya que si bien cumplirían con los estándares de ICNIRP podrían no cumplirse. Ver **Tabla 11**

**Tabla 11.-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. tomado el 23-Feb-2010 de

[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)

Los límites de ICNIRP y de la FCC, responden a la concepción de “*efecto térmico*” de exposición por RNI e incrementado por un “*valor de seguridad*”. Las concepciones en Rusia e Italia se dan en base a los efectos “*no térmicos*”, de exposiciones menores a los recomendados por ICNIRP.

De acuerdo a los trabajos de Balacco et al., (2004) las técnicas de medición de energía absorbida por el cuerpo humano consisten en medir la intensidad del campo en las condiciones que fija la norma, calcular la densidad de potencia en W/cm<sup>2</sup> y determinar por dosimetría la exposición o potencia absorbida por unidad de masa (W/Kg), denominado SAR (Specific Absorption Rates). El SAR puede ser promediado sobre la masa total de un cuerpo entero (CE) expuesto o bien sobre sus partes, y puede ser promediado temporalmente sobre el tiempo total de la exposición. La exposición ocupacional a campos electromagnéticos no deberá exceder de un SAR promedio de CE de 0,4 W/Kg resultante de promediar todos los valores medidos en cualquier período de 6 minutos (0,1 hora) y sobre la masa corporal total. La exposición poblacional no debe exceder el SAR promedio CE de 0,08 W/Kg (valor promedio sobre cualquier período de 30 minutos 0,5 hora). Usando el SAR como factor común, se construye una curva de densidad de potencia (W/cm<sup>2</sup>) en función de la frecuencia para el ámbito de frecuencias de 0,1 MHz a 30 GHz, estableciendo los límites máximos para la exposición a campos electromagnéticos de radiofrecuencias (W/cm<sup>2</sup>) en función de la frecuencia. El SAR rigurosamente, es la potencia absorbida por unidad de masa de tejido.

En los estándares internacionales, se señala que no se han observado efectos por debajo de 0,4W/Kg. En consecuencia, se propone dicho valor como un límite de SAR (SARprom

CE) considerado seguro para la salud del hombre en su lugar de trabajo, y con la aplicación de un factor de seguridad de 5 para la población en general.

El SAR promediado del cuerpo entero (SAR<sub>promCE</sub>) identifica el régimen de entrada de energía exógena a un sistema en (W/Kg). El impacto de un SAR dado, hasta cierto punto, estará gobernado por la capacidad termorreguladora del sistema. El Régimen Metabólico Basal (RMB) es una medida de la producción de energía endógena; su magnitud en el ser humano tiene una correlación bien establecida con la masa corporal en (Kg), siendo:

$RMB = 3,86 \times m^{-0.24}$  (W/Kg) donde m representa la masa corporal en Kg. Para el ámbito de peso corporal humano entre 2Kg (bebé), 15Kg (niño) y 80 Kg (adulto), se predice que los valores de SAR que estén por encima del 25% del RMB podrían activar la respuesta humana termorreguladora. No se descarta el tratamiento de exposición múltiple a ondas de TV, radio, celulares, etc., donde la densidad de potencia total (St) es la suma de las parciales para cada frecuencia:  $St = S1 + S2 + S3 \dots Sn$ ; donde: St: densidad combinada; S1... Sn: densidad de potencia para f1...fn (distintas frecuencias), por lo que la relación L establecido queda:

$$\sum_{i=1}^n \frac{S1}{L1} + \frac{S2}{L2} + \frac{S3}{L3} + \dots + \frac{Sn}{Ln} \leq 1$$

Balacco et al. (2004), propone los siguientes límites (ver **Tabla 12**):

**Tabla 12.-** Límites de Exposición Ocupacional en todas las Bandas de Frecuencias

Rango de Frecuencias	Exposición Energética Límite	Observaciones
0.1-3 MHz	100 mW/cm <sup>2</sup>	El límite está dado en esta frecuencia por las intensidades de campo, ya que la energía absorbida por un cuerpo es despreciable
3-30 MHz	900/Frecuencia <sup>2</sup> mW/cm <sup>2</sup>	Período de transición
30-400 MHz	1 mW/cm <sup>2</sup>	En esta región se observan resonancias dependientes del tamaño del cuerpo humano.
400 – 2000 MHz	Frecuencia/400 mW/cm <sup>2</sup>	
2-300 GHz	5 mW/cm <sup>2</sup>	

Fuente: Balacco et al., 2004

Se aprecian 2 casos por actividad: **a)** el caso “*ocupacional*”, donde las personas expuestas deben tener total conocimiento de riesgos, capacitación al respecto, etc. y **b)** el caso “*poblacional*” donde Balacco et al. (2004) proponen niveles 1/5 de los valores de la exposición ocupacional (grupo de riesgo). Ver **Tabla 13**.

**Tabla 13.-Justificación de Factor de Seguridad para SAR CE**

Días ocupacionales (a)	Hrs ocupacionales diarias (b)	Días de la semana poblacionales (c)	Horas del día poblacionales (d)	Horas semanales ocupacionales (a)*(b)=e	Horas semanales poblacionales (c)*(d)=f	Factor de seguridad (e)/(f)=(g)	SAR promedio CE 0.4 W/Kg* (g)
5	8	7	24	40	168	0.23=1/5	0.08

Fuente:Balacco et al. (2004) con adaptación propia

La población en general, es mucho mayor a la población “*ocupacional*” y por lo general no puede ser controlada individualmente, por lo que corre riesgos. En estos casos, los niveles de exposición que se fijan son sensiblemente más bajos que los “*ocupacionales*”, tomando como parámetro 1/5 de ellos. A diferencia de la exposición “*ocupacional*”, la exposición “*poblacional*” representa la densidad de potencia de una onda plana incidente necesaria para producir el SAR promediado para la masa corporal total de 0,08 W/kg (80mW/kg.). La densidad de potencia equivalente al SAR en mW/cm<sup>2</sup>, en función de la frecuencia en MHz, para exposición poblacional tiene un mínimo de 0,2 mW/cm<sup>2</sup> que coincide en el rango de frecuencia donde el cuerpo humano se comporta como receptor ideal. Las condiciones de la persona, se dan en tres casos: **1)** con respecto a la energía absorbida (SAR), habrá un “*valor promedio*” y un “*valor localizado*”. Por ejemplo la cabeza posee una frecuencia de resonancia de alrededor de los 375 MHz, los brazos de alrededor de 80 MHz, etc. **2)** Con respecto al cuerpo entero, una persona de alrededor de 1,74 metros resuena aproximadamente a 80 MHz, personas de más estatura lo hacen a menores frecuencias y personas de mayores estaturas a frecuencias menores.**3)** los estándares están determinados en la condición de que el eje del cuerpo es paralelo al campo eléctrico, por lo que en la práctica donde el campo eléctrico puede tener cualquier orientación, los valores de exposición son en realidad, menores. Una relación encontrada frecuentemente es que el SAR localizado alcanza valores de entre 10 a 20 veces el SAR promedio. (Balacco, et al. 2004)

### **Influencia de la RNI en el Organismo**

La salud, es definida por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como un estado de bienestar físico, mental y social, y no sólo como ausencia de enfermedad o trastorno, por eso es necesario hacer una distinción entre los conceptos: interacción o interferencia, percepción, efecto biológico, lesión y riesgo. Cuando un organismo se expone a un campo electromagnético (CEM), se produce una interacción entre la potencia del campo, la corriente eléctrica inducida y las cargas del tejido corporal. El efecto biológico es la respuesta fisiológica a esa interacción, que puede o no ser perceptible por el organismo expuesto; no tiene por qué ser necesariamente una lesión. De hecho, se produce una lesión cuando el efecto biológico supera las propiedades biológicas de compensación del organismo. El riesgo es una probabilidad latente de que se produzca una lesión.

Los efectos de la RNI se agrupan en 3 tipos (Mayayo, 2008): **a)** efectos “*térmicos*”, que son cambios que se producen en el organismo cuando se eleva un grado centígrado la temperatura corporal; por ejemplo, las microondas o la conversación telefónica continua.

De acuerdo a Úbeda (2000), la evidencia experimental indica que exposiciones de 30 minutos a RNI con SAR de 1 a 4 W/kg provocan en humanos en reposo incrementos de temperatura iguales o inferiores a 1 grado centígrado. La exposición a SAR más intensos puede superar la capacidad termorreguladora de los sujetos y provocar niveles peligrosos de hipertermia. La sensibilidad específica de cada uno de los distintos tejidos del cuerpo varía enormemente, pero el umbral para efectos irreversibles, incluso en los tejidos más sensibles, está por encima de los 4 W/kg cuando la exposición tiene lugar en ambientes y sujetos normales. Estos datos constituyen la base sobre la que el Comité Internacional de Protección de RNI (ICNIRP) ha establecido el nivel de los 0,4 W/kg como límite de seguridad recomendado para exposiciones ocupacionales. Para exposiciones del público en general, el límite ICNIRP-CUE (0,08 W/kg) es todavía más restrictivo. Los datos correspondientes a la respuesta humana a RNI de alta frecuencia capaces de producir niveles significativos de hipertermia han sido obtenidos a partir de investigaciones sobre voluntarios sometidos a exposiciones controladas, y de estudios epidemiológicos sobre

trabajadores expuestos a fuentes tales como radares, sistemas de terapia por diatermia o de sellado por microondas, confirmando la validez de que niveles de hipertermia superiores a 1 grado centígrado pueden provocar efectos nocivos sobre la salud de los sujetos expuestos. La exposición a niveles no térmicos de RNI lo suficientemente intensos, puede provocar efectos tales como fenómenos auditivos o diversas respuestas conductuales. La cuestión no ha quedado aclarada y en la actualidad se están llevando a cabo varios proyectos de investigación epidemiológica dirigidos a dar una respuesta a las presentes indeterminaciones. **b)** Efectos “*atérmicos*”, que produce el organismo para paliar el aumento de temperatura corporal de un grado centígrado, por ejemplo, en la sudoración, enrojecimiento e hinchazón de la piel, sensación de calor y **c)** efectos “*no térmicos*”, muy discutidos hoy en día ya que serían de consecuente daño celular. Por otro lado, existe amplia evidencia de estudios documentados al respecto de la afectación de diversos órganos, los cuales hacemos recopilación de los mismos en la **Tabla 14**.

Úbeda (2000), informa a su vez sobre resultados de los estudios de laboratorio en sistemas biológicos “*in vivo*” e “*in vitro*” expuestos a niveles no térmicos de RNI de altas frecuencia, que han demostrado efectos teratógenos o carcinógenos consistentes. Sin embargo, sí existe evidencia experimental de que pueden darse respuestas biológicas en algunos sistemas expuestos a RNI relativamente débiles. Por ejemplo, se ha descrito muy recientemente un incremento significativo de síntesis de proteínas de choque térmico en invertebrados expuestos a la acción de niveles atérmicos de RF (Úbeda, 2000). Continuando con Úbeda (2000), informa que se ha mostrado que ratas expuestas a RF pulsadas (SAR = 1,2 W/kg) durante 1h pueden ver mermada su memoria-a-largo-plazo. Este tipo de evidencia debe estudiarse a fondo así como los mecanismos de respuesta atérmica. No obstante, los bioefectos observados en estos trabajos experimentales no constituyen una prueba de potenciales efectos nocivos sobre la salud humana. En resumen, los efectos de los RNI varían dependiendo de los parámetros de exposición, del modelo biológico empleado y del blanco biológico estudiado.

**Tabla 14.- Estudios Relacionados con Afectación a Diversos Órganos por RNI**

Título	Autor	Hallazgos
Personal Wireless Communication Radiation and the EyeLens	James C. Lin	Experimentos con ratas provocan aparición de cataratas en el ojo, debido al uso del celular dada la exposición oblicua (40 grados) del globo ocular a la RNI. Las frecuencias más estudiadas son las de WLAN en el orden de 2400 MHz. Experimentos con conejos indican que con valores SAR (Specific Absortion Rates) de 138 W/kg y densidades de potencia de 150 mW/cm2 en 100 min. tiende a presentarse opacidad ocular. Resultado : sí hay asociación RNI con producción de cataratas en animales
Schwannomas of the Acoustic Nerve and the Use of Mobile Phones	James C. Lin	Análisis de reporte de aparición de riesgo de neuroma acústico conocido como schwannomas en suecos con uso del celular de más de 10 años; son considerados como tumores benignos de crecimiento lento, asintomáticos, se encuentran en el 0.01% de la población (1 en 100,000 son schwannomas activos). Resultado: sí hay asociación de RNI con producción de tumores benignos (schwannomas)
Biological aspects of mobile communication fields	James C. Lin	Revisión de los conceptos que causan daños potenciales a organismos vivos, en la modalidad de acumulamiento no probado, de la RNI; propuesta de medir alrededor y dentro del tejido de ser vivo , más que a cantidades de radaición; propone la observación de efectos en animales y extrapolando con humanos. Muestra resultados energéticos sobre el uso de celulares a 600 mW pero en diversas frecuencias en el cerebro; carcinogénesis en animales por exposición de onda: continua, modulada y en pulsos microonda; resultados de sangre en cerebros de caballos y RNI microonda; interacción auditiva microonda con seres humanos en 915 y 245 MHz; efecto por exposición ocular de animales como conejos y ratas; estudio epidemiológico de exposición humana a las RF y microonda. Resultados desde no significante hasta significante en animales varios casos.
Criteria for Evaluation of Scientific Reports on Biological Effects of Radiation from Wireless Communication	James C. Lin	Importancia de cómo evaluar documentos de relación RNI con R, sobre el organismo de acuerdo a: objetividad en experimentos y observaciones, libres de agentes de desvío; descripción a detalle de equipos y materiales que muestren validez y confiabilidad; descripción a detalle de métodos de análisis de datos desechando los no relevantes; los resultados deben ser demostrables; la respuesta encontrada debe guardar consistencia con lo buscado. La publicación de resultados debe: ser consistente con otros estudios similares; el sistema bilógico en estudio debe ser comparable; el efecto buscado debe ser consistente; el resultado debe ser evaluado antes con otros científicos que den fé de los mismos para ser publicado en general.
Extravasation of Endogenous Serum Albumin in Rat Brains from Repeated Exposure to Cell-Phone Microwave Radiation	James C. Lin	Concepto de <i>barrera cerebral sanguínea</i> como capa celular que alimenta al cerebro muy importante para separar nutrientes de toxinas en el mismo; en experimentos con RF (altas y bajas frecuencias) en ratas, sube la permeabilidad sanguínea a razón de 1.6 W/Kg, 2.0 W/Kg GSM a 900 Mhz, situación que provoca en ratas, acumulamiento de toxinas que no alcanzan a drenarse. Resultado: aparición de <i>neuronas negras</i> como resultado de presunto daño cerebral

Fuente: elaboración propia como resultado del análisis bibliográfico

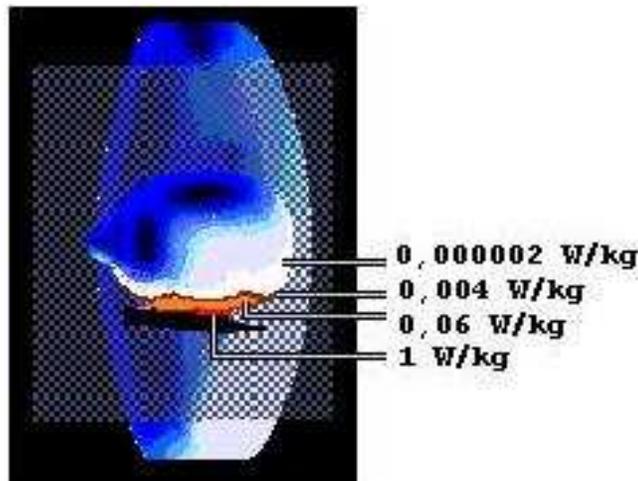
**Tabla 14.- (Continuación)**

Título	Autor	Hallazgos
Mobile Telecommunication Radiation and Human Brain Waves	James C. Lin	Descripción del sistema nervioso central, dividido en sistema periférico y autónomo; se conceptualiza las partes del cerebro como el cerebelo, la medula espinal y el cerebro. Clasificación de las ondas cerebrales en delta (4Hz), Teta (5-8 Hz); alfa (9-12 Hz) y beta (>13 Hz); Se miden durante la noche <i>polysomnografos</i> de sujetos saludables con y sin exposición a señales GSM (900 MHz con pulso de repetición de 2, 8, and 217 Hz; tiempo de pulso de varios microsegundos a diferentes densidades de potencia 0.5 W/m <sup>2</sup> ); Resultados: sí se observan cambios en la actividad cerebral.
Lymphomas in Laboratory Mice from Personal Communication Radiation	James C. Lin	Discusión de la energía disipada en los celulares como factor desencadenante de cáncer, en un estudio en Australia, se revela que en ratones se generan <i>linfomas</i> (cáncer del sistema linfático), con la consecuente división celular a más alta velocidad. Existen 60,000 casos anuales en EUA con 7,000 de tipo Hodgkin y 63,000 los que no son Hodgkin. Resultado: sí se encuentra relación entre la RNI celular y la creación de linfomas en ratones
Risk of Malignant Brain Tumors and Cell Phone Use	James C. Lin	Discusión sobre los más de 2000 millones de usuarios de celular cuya liga es muy cercana a la producción de cáncer, estudiados previamente por International Agency for Research on Cancer (IARC), a health-related agency of the World Health Organization (WHO), dada la alta incidencia de cáncer en cerebro, cuello, etc. principalmente en Dinamarca y Finlandia. Resultados:el comportamiento es similar, en Alemania y Suecia por lo que no se puede soslayar
Health and Safety Associated with Exposure to Wireless Radiation From Personal Telecommunication Base Stations	James C. Lin	Discusión de lo que debe preverse en la instalación de la infraestructura celular, regulado por la FCC con máx. 500 W por canal. Una estación base celular puede transmitir hasta 21 canales en 360 grados. Así, la potencia radiada corresponde a 25-50 W, dependiendo del tipo de antena. En la mayoría de las áreas urbanas de EUA trabajan a 100W. Resultado: Valores SAR= 0.4 W/Kg promedio a cuerpo entero o 8.0 W/Kg por gramo de tejido
Perceived Health Risks of 3G Cell Phones: Do Users Care?	Cocosila, et al.	Análisis de modelo a usuarios de celular 3G: riesgo percibido, utilidad percibida y comportamiento de uso. Resultado: sí existe temor de uso del celular (con bajo nivel)
Biological effect on blood cerebrospinal fluid barrier due to radio frequency electromagnetic fields exposure of the rat brain in vivo	Ushiyama et al.	Exposición de cómo afectan las RF a la <i>barrera cerebral sanguínea</i> así como al <i>fluído sanguíneo cerebroespinal</i> , en ratones. Resultados: 30 min. de exposición de 1.5 GHz RF-EMF con un SAR promedio de 9.5 W/Kg en el cerebro de ratas adultas y 10.4 W/Kg en jóvenes, pueden afectar al <i>fluído sanguíneo cerebroespinal</i> .
Riesgo para la Salud por Radiaciones No Ionizantes de las Redes de Energía eléctrica en el Perú	Cruz (2009)	Recientemente el IEEE (2) identificó un umbral de intensidad de campo eléctrico inducido de 53 mV/m a 20 Hz para cambios en la función cerebral en 50% de adultos saludables. Los efectos tomados en cuenta incluyen la inducción de fosfenos y otros efectos sobre las interacciones sinápticas. El IEEE recomienda restricciones básicas sobre los campos eléctricos inducidos en el cerebro de 17,7 mV/m en ambientes "controlados" y de 5,9 mV/m para miembros del público en general. Los umbrales para fosfenos se alcanzan por encima de 20 Hz y, por lo tanto, las restricciones básicas recomendadas por IEEE siguen una ley proporcional a la frecuencia hasta 760 Hz, por encima de esta frecuencia las restricciones están basadas en la estimulación nerviosa periférica hasta 100 kHz

Fuente: elaboración propia como resultado del análisis bibliográfico

Por último, Úbeda (2000) refiere que en las peores condiciones de empleo y con el modelo de teléfono de mayor potencia de emisión (máxima potencia: 1,6 W/kg), podrían darse, en zonas intracraneales inmediatas a la antena del teléfono, microincrementos de temperatura inferiores o iguales a 0,1 grado centígrado. Teniendo en cuenta que el tejido nervioso del cerebro, por su necesidad de equilibrio homeotermo, está muy fuertemente vascularizado, se calcula que los hipotéticos microincrementos de temperatura serían disipados inmediatamente por la sangre circulante. Así, que *"no cabe esperar efectos duraderos derivados de la exposición."* Concluye Úbeda (2000) ,(ver **Figura 1**).

**Figura 1.-** Vista axial de busto humano (mirando hacia la izquierda de la página) con un teléfono móvil aplicado en el pabellón auditivo izquierdo.



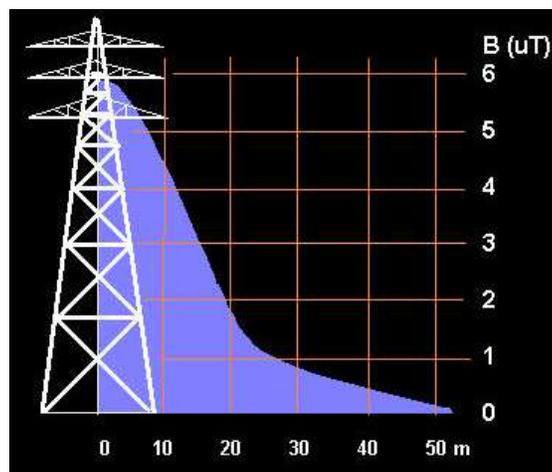
Fuente: Úbeda (2000) tomado el 27-Feb-2010 de <http://www.hrc.es/bioelectro.html> :

Las mayores tasas de absorción (SAR) se registran en la oreja y sus inmediaciones (1 W/kg). Los valores decrecen significativamente con la distancia a la antena. En la región temporal del cráneo se dan SAR entre 0,004 y 0,06 W/kg. La mayor parte del cerebro recibe dosis inferiores a 1 mW/kg.

Para el caso de líneas de alta tensión eléctricas, haciendo referencia a Cruz (2009), menciona que intensidades de campo medias de 0.2 a 0.4  $\mu$ T (microtesla) por jornada de trabajo parecen ser el nivel por encima del cual podría haber un aumento del riesgo, y se han calculado niveles similares para las medias anuales en relación con sujetos que viven debajo de líneas de alta tensión o en sus proximidades. Se desconoce la importancia que reviste esta exposición intermitente. Existen asimismo otras incertidumbres en lo que respecta a la exposición (que implican interrogantes sobre la importancia de la frecuencia

de los campos, sobre otros factores de modificación o de confusión, o sobre el conocimiento de la exposición total diurna y nocturna) y a su efecto (dada la consistencia de los hallazgos en cuanto a tipo de cáncer), así como a los estudios epidemiológicos, que aconsejan evaluar con gran cautela todas las valoraciones de riesgo. Cruz (2009) apunta sobre estudios residenciales realizados en Escandinavia indican que el riesgo de leucemia se duplica a partir de  $0,2 \mu\text{T}$ , es decir, los niveles de exposición que se dan normalmente a distancias de 50 o 100 metros de una línea de alta tensión. (Ver **Figura 2**)

**Figura 2.-** Comportamiento de la RNI esperada provocada por Líneas de Transmisión Eléctricas



Fuente: Úbeda (2000)

### Amenaza y Riesgo por RNI

Con lo anterior, se hace necesario precisar: riesgo, amenaza y vulnerabilidad. Torres y Ochoa (2007) definen al riesgo como *“una asociación a una situación potencial, casi siempre se relaciona con un peligro o con algo inesperado que podría o no ocurrir; es decir a posibles consecuencias o impactos a nivel económico, social y ambiental que puedan presentarse a partir de la ocurrencia de un evento peligroso en un contexto social y físico determinado”*. Para que exista el riesgo, debe contarse con dos factores que son interdependientes: *“la amenaza y la vulnerabilidad”* Las amenazas están definidas en categorías de acuerdo a su origen, en: *“naturales”* son aquellas que caracterizan a los fenómenos asociados a la formación y transformación continua del entorno donde gobernabilidad de ser humano es nula; las *“socionaturales”* relacionadas con procesos de degradación ambiental derivados de la intervención inadecuada de la sociedad y , por

último, las “antrópicas”, las cuales están definidas porque se derivan de fenómenos generados por el uso o aplicación inadecuada de tecnologías”.

Torres y Ochoa (2007), definen la vulnerabilidad como: “incapacidad de una comunidad para absorber, mediante el autoajuste, los efectos de un determinado cambio en su medio ambiente, o sea su inflexibilidad o incapacidad para adaptarse a ese cambio, que para la comunidad constituye, por las razones expuestas, un riesgo”. Desde esta perspectiva, el hecho de desconocer qué es lo que está afectando y a qué niveles puede limitar la capacidad de respuesta de una comunidad, que para el caso de la contaminación RNI, la puede ser no percibida de manera inmediata y no relacionarse con posibles cambios en la salud física y mental de las personas, en las variaciones en un ecosistema, etc., sino por las instituciones que por omisión, negligencia o desconocimiento no adoptan las medidas correctivas y de prevención, por ejemplo en los procesos de ordenamiento y desarrollo del territorio. Torres y Ochoa (2007), hacen distinción de la vulnerabilidad como:

- **Vulnerabilidad física:** clasificación de los elementos físicos expuestos a la amenaza por radiación RNI; zonas residenciales, infraestructura vital (hospitales, hogares de bienestar, parques y centros educativos) a nivel de ubicación de esta infraestructura con respecto a la amenaza. Se clasifican de los elementos físicos expuestos a la amenaza por RNI: zonas residenciales, infraestructura vital (hospitales, hogares de bienestar, parques y centros educativos) a nivel de ubicación de esta infraestructura con respecto a la amenaza.
- **Vulnerabilidad socio-ambiental:** nivel de exposición de poblaciones humanas y otros seres vivos con sus relaciones ecosistémicas a RNI. Cuando confluyen en un territorio amenaza y vulnerabilidad, se tiene un escenario de riesgo. El desastre es la materialización de unas condiciones de riesgo no manejadas. Ver **Tabla 15**.

**Tabla 15.-** Matriz de Correlación de Factores de Riesgo

Amenaza	A*V	Riesgo		
		Alto	Medio	Bajo
A.1.-Fuente	V.1.-Físicos V.2.-Socioambiental			
A.2.-Cobertura	V.1 V.2			
A.3.-Frecuencia	V.1 V.2			
A.4.-Intensidad	V.1 V.2			

Fuente: Torres y Ochoa (2007) con adaptación propia

## **Regulación sobre RNI**

### **Criterios Preventivos Básicos**

De acuerdo al documento Radiaciones No Ionizantes (18) tomado el 20-Feb-2010) [http://www.uhu.es/master2007/teoria/Check List%2018](http://www.uhu.es/master2007/teoria/Check_List%2018)), se tiene:

- La exposición a radiaciones disminuye rápidamente a medida que aumenta la distancia entre el foco emisor y el individuo. El aumento de la distancia es la única medida preventiva efectiva para disminuir la exposición a campos magnéticos estáticos.
- Las radiaciones que inciden en un objeto lo pueden atravesar, ser absorbidas por él o ser reflejadas por dicho objeto.
- La capacidad de una radiación para penetrar en un objeto depende de la longitud de onda de la misma y de las características estructurales del material. Una de las técnicas de protección frente a las radiaciones electromagnéticas consiste en apantallar convenientemente dicha radiación.
- Las radiaciones correspondientes a las bandas del IR y UV, pueden ser apantalladas fácilmente, incluso con pantallas cuya transparencia permite acceder visualmente a la zona confinada.
- El apantallamiento con mallas metálicas, apropiado, por ejemplo, para la protección frente a RF o MO, requiere el cálculo de la luz de la malla teniendo en cuenta la longitud de onda.
- La intensidad del campo eléctrico puede disminuirse encerrando el foco o el receptor en una construcción metálica convenientemente puesta a tierra (Jaula de Faraday).
- El blindaje del foco emisor en el momento de su fabricación es la medida preventiva necesaria en el caso de ciertos tipos de Láseres.
- La reducción del tiempo de exposición disminuye, así mismo, las dosis recibidas durante el trabajo.
- La señalización de las zonas de exposición, es una medida de control de tipo

informativo, muy conveniente cuando la exposición a radiaciones tiene cierta importancia, especialmente para las personas portadoras de marcapasos cardíacos, por el peligro de interferencia en su funcionamiento que algunas radiaciones no ionizantes conllevan.

- El uso de protecciones individuales (pantalla facial, gafas, ropa de trabajo, etc.) se limita al caso de radiaciones IR o UV.
- Es conveniente realizar mediciones de los niveles de radiación existentes y valorarlos convenientemente por comparación con niveles de referencia técnicamente contrastados.
- Es necesaria la realización de reconocimientos médicos específicos (cuando sea técnicamente posible) y periódicos, al personal expuesto a radiaciones.

La normativa básica encontrada, con énfasis en la protección contra la RNI, es diversa en su contenido y la referimos en la **Tabla 16**.

**Tabla 16.- Normativa de gobierno referente a protección RNI**

País	Normativa
España	Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (Título II “Condiciones generales de los centros de trabajo y de los mecanismos y medidas de protección” art.140: Radiaciones peligrosas).
Unión Europea	Propuesta de Directiva de la Unión Europea 93 / C77 / 02, sobre disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos
	Norma Europea (CENELEC) ENV 50166-2:1994, sobre exposición humana a campos electromagnéticos de Alta Frecuencia (10 KHz a 300 MHz). Adaptada como norma española a través de la Resolución de la Dirección General de Calidad y Seguridad Industrial de 9 de enero de 1996.
	Norma Europea (CENELEC) ENV 50166-1:1994, sobre exposición humana a campos electromagnéticos de Baja Frecuencia (hasta 10 KHz).
EUA	TLV’s Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices, American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH).
	Norma UNE-EN 60825.1993 Seguridad de radiación de productos láser. Clasificación de equipos, requisitos y guía del usuario.
Perú	Decreto Supremo N° 010-2005-PCM República del Perú (2005);
Venezuela	Venezolana Radiación No Ionizante. Límites de Exposición, Medidas de Protección y Control (2000)
Ecuador	Anexo 10 Norma de Radiación No Ionizante de Campos Electromagnéticos. República del Ecuador (2005).
México	Norma Oficial Mexicana: NOM-013-STPS-1993. Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se encuentren radiaciones electromagnéticas no ionizantes

Fuente: Radiaciones No Ionizantes (18) tomado el 20-Feb-2010) [http://www.uhu.es/master2007/teoria/Check List%2018](http://www.uhu.es/master2007/teoria/Check_List%2018)),

Como se observa para el caso de México y otros países, la normatividad al respecto data de 1993, siendo excepcionales Perú , Venezuela y Ecuador por ser sus revisiones más recientes (2000-2005). La normatividad mexicana de hecho tiene como objetivo :

“establecer las medidas preventivas y de control en los centros de trabajo donde se generen radiaciones electromagnéticas no ionizantes, para prevenir los riesgos a la salud de los trabajadores que implican la exposición a dichas radiaciones.” (Norma Oficial Mexicana: NOM-013-STPS-1993) indicando además, en su apartado 3.3.1. “**a)** Identificar y señalar dichas fuentes.**b)** definir las zonas en donde exista riesgo de exposición. **c)** conocer las características de cada fuente emisora identificada, relativas al tipo de radiación que emitan, su magnitud y distribución en el ambiente del local de trabajo. **d)** colocar señalamientos relativos a la exposición a dichas radiaciones en las zonas donde existan” y a pesar de que no se indica metodología de cómo realizar mediciones, con qué equipos, etc. es un referente de lo realizado hasta ahora en nuestro país. (Ver **Tabla 17** de mediciones propuestas en seguridad.

**Tabla 17.-** Norma Oficial Mexicana: NOM-013-STPS-1993 Radio y Microondas

Longitud de Onda	Tiempo de Exposición	Nivel Máximo
$10^{-1}$ a $10^8$ cm	8 hrs diarias	10 mW/cm <sup>2</sup>

Fuente: Norma Oficial Mexicana (1993) NOM-013-STPS-1993. Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se generen radiaciones electromagnéticas no ionizantes.

## PROBLEMÁTICA

Según Skvarca (citado por Balacco et al., 2004), experto del Panel de Radiaciones de la Organización OMS, las diferentes longitudes de onda, la energía y la tasa de exposición específica, aún dentro de un mismo tipo de radiación, deben tenerse en cuenta al momento de establecer los márgenes de seguridad de riesgo. La exposición general causada por fuentes artificiales ha crecido más que exponencialmente en la última década. Entre las principales fuentes se pueden citar el extenso espectro de telecomunicaciones, informática, emisoras radiales y TV, generación y transporte de energía eléctrica, usos industriales, uso en medicina, investigación, educación y artículos del hogar, entre otros. La OMS y la OPS, están coordinando y recibiendo la información sobre estudios epidemiológicos a gran escala, *Proyecto Internacional sobre los Campos Electromagnéticos, efectos en la Salud y el Medio Ambiente de la Exposición a Campos Eléctricos y Magnéticos Estáticos y Variables* [www.who.int/emf](http://www.who.int/emf). Las conclusiones obtenidas, como la normativa internacional vigente, permiten fijar recomendaciones y

límites en el uso arbitrario de fuentes contaminantes de RNI. La radiación UV tiene amplio uso en la esterilización de instrumental y equipo médico como también para la generación de un ambiente estéril. De hecho, el aumento de fuentes industriales de UV ha creado preocupación en los trabajadores con fuentes de UV abiertas. *El máximo riesgo corresponde a la exposición del ojo y la piel. Cataratas y el cáncer de piel son las manifestaciones más conocidas por la exposición inadecuada a estas radiaciones* (Giménez J., citado por Balacco et al., 2004) En cuanto a las lámparas de UV y halógenas, son también fuentes de RNI, debiendo respetarse las indicaciones de protección del fabricante. En nuestro entorno, equipos de telecomunicaciones, equipos radiomédicos, emplazamientos de sistemas de telecomunicaciones, o sectores de radiodifusión, del transporte y de las comunicaciones que trabajan en las proximidades de antenas trasmisoras; trabajadores que utilizan calentadores dieléctricos para la laminación de maderas y sellados de plástico, operadores de soldaduras de PVC, etc., tienen alta probabilidad de estar expuestos a campos superiores a los que establece la norma, aunque todos esos niveles de exposición tienen un reglamento de seguridad ocupacional (Bardasano, J.citado por Balacco et al., 2004).

Con base a las características que hacen a la contaminación electromagnética por RNI, así como a los resultados de la propuesta de medir con equipo especializado (NARDA 300) las RNI **se plantea la problemática de realizar propuesta del modelo conceptual detallado ex ante para determinación de niveles de riesgo por radiación no ionizante, en la Zona Metropolitana de Guadalajara Jalisco, México**, declarando ésta como objetivo general a lograr (**OG**)

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

El logro del **OG**, se realiza mediante la evaluación y análisis sistemáticos, de los siguientes objetivos específicos (**OE**), para:

**OE1.-**Determinar las dimensiones de las variables independientes que producen riesgos por las RNI en la ZMG.

**OE2.-** Determinar los indicadores de las dimensiones de las variables independientes que producen riesgos por las RNI en la ZMG.

**OE3.-**Realizar análisis

Finalmente, el **OG**: Determinar el modelo conceptual (ex ante) para medición de niveles de riesgo por radiación no ionizante, en la Zona Metropolitana de Guadalajara Jalisco, México, habilitando a los gerentes de dichas empresas, reconocer las variables, evaluar, decidir y aplicar acciones preventivas y/o correctivas sobre los productos y/o servicios que las producen. Siguiendo las formas de expresión interrogativa de los objetivos, tanto general como específicos (Sampieri; Fernández y Baptista, 2003, p. 42-48), concluimos la matriz de congruencia como se observa en la **Tabla n** atriz de Congruencia, **Tabla 18**.

**Tabla 18.-** Matriz de Congruencia

<b>Variable Dependiente: Riesgo RNI</b>		
<b>Objetivos</b>	<b>Preguntas</b>	<b>Actividades</b>
<b>OG:</b> Determinar el modelo conceptual (ex ante) para medición de niveles de riesgo por radiación no ionizante, en la Zona Metropolitana de Guadalajara Jalisco México, habilitando a los gerentes de dichas empresas, reconocer las variables, evaluar, decidir y aplicar acciones preventivas y/o correctivas sobre los productos y/o servicios que las producen.	<b>PG:</b> ¿Cuál es el modelo conceptual (ex ante) para medición de niveles de riesgo por radiación no ionizante, en la Zona Metropolitana de Guadalajara Jalisco México, habilitando a los gerentes de dichas empresas, reconocer las variables, evaluar, decidir y aplicar acciones preventivas y/o correctivas sobre los productos y/o servicios que las producen.?	-Investigación documental. -Creación de marco teórico con base en los temas de espectro electromagnético,RNI Contaminación, medición de la RNI, Influencia de la Rni en el organismo, amenaza y riesgo por RNI,
<b>Variable Independiente: Amenaza y Vulnerabilidad</b>		
<b>Objetivos</b>	<b>Preguntas</b>	<b>Actividades</b>
<b>OE1.-</b> Determinar las dimensiones de las variables independientes que producen riesgos por las RNI en la ZMG.	<b>P1:</b> ¿Cuáles son las dimensiones de las variables independientes que producen riesgos por las RNI en la ZMG.?	-Con base en la bibliografía, determinación de las variables independientes: amenaza y vulnerabilidad y de la variable dependiente: riesgos del a RNI
<b>OE2.-</b> Determinar los indicadores de las dimensiones de las variables independientes que producen riesgos por las RNI en la ZMG.	<b>P2:</b> ¿Cuáles son los indicadores de las dimensiones de las variables independientes que producen riesgos por las RNI en la ZMG.?	Con base en la bibliografía, determinación de las variables independientes: amenaza y vulnerabilidad y de la variable dependiente: riesgos del aRNI -Propuesta modelo conceptual ex ante

Fuente: elaboración propia

### **JUSTIFICACIÓN**

Conveniencia o ¿para qué sirve? El estudio, tienen como propósito el encontrar el nivel de riesgo que existe en la RNI circundante en el medio a fin de que sea tomado como base para futuras investigaciones que den mayor detalle de sus consecuencias en el organismo humano.

Relevancia social o ¿a quién le sirve? El resultado pretende comprobar hasta qué punto la intensidad de las RNI tienen un grado de riesgo real o potencial en diferentes densidades poblacionales de la ZMG, tomando en cuenta lo investigado sobre coeficientes de absorción en niños, jóvenes y adultos. Lo anterior permitirá dar base tanto a métodos de monitoreo, prevención y contingencia hacia las RNI.

Valor teórico o ¿qué aporta al conocimiento? Se considera de alto valor, dado que actualmente, no se tienen antecedentes en nuestro país que permitan realizar un monitoreo y análisis de la intensidad de RNI con alcance a niveles de riesgo.

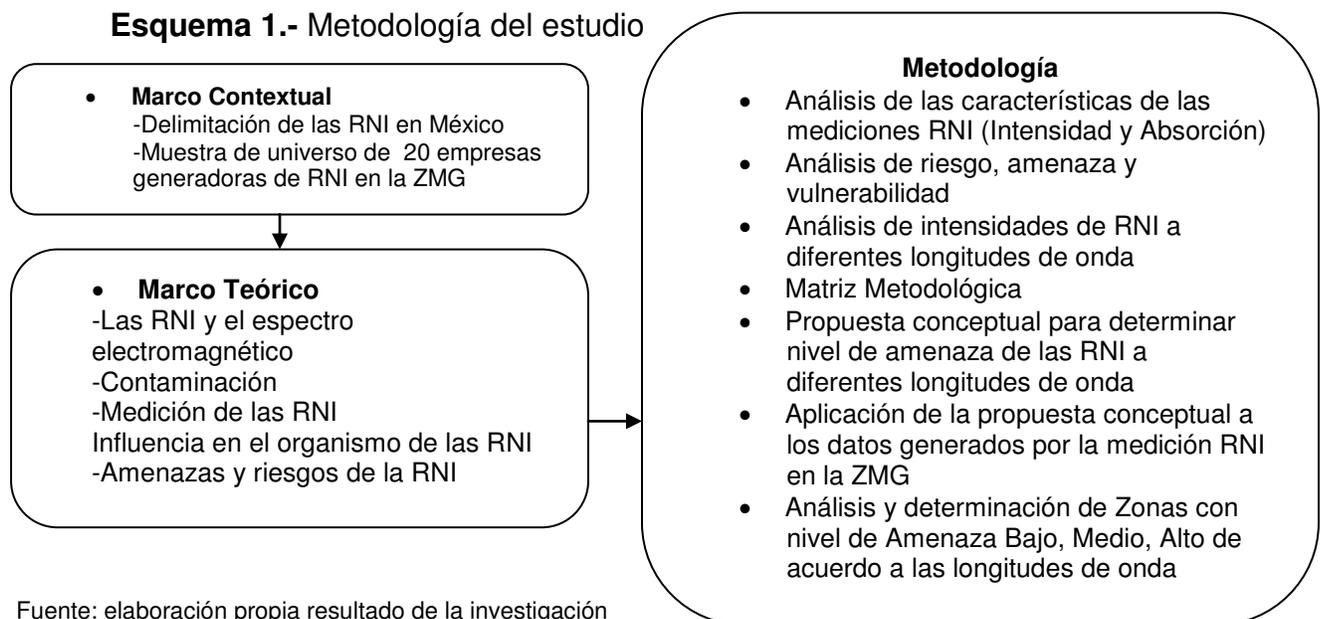
Valor metodológico o ¿qué aporta como propuesta? La propuesta aporta una herramienta tecnológica sustentada en los parámetros de intensidad RNI, coeficiente de absorción en el cuerpo humano y su monitoreo permanente en zonas urbanas de alta densidad poblacional.

### **LIMITACIONES**

Están en función a los datos que genere la actividad previa mediciones de la RNI en la ZMG, en zonas con alta densidad poblacional, con el fin de realizar análisis de los mismos en frecuencias bajas (electrodomésticos, fuentes de alta tensión en sitios urbanos) y en altas frecuencias (telecomunicaciones inalámbricas) así como los alcances teóricos sobre los supuestos efectos nocivos, aún no comprobados de las RNI en el organismo humano.

## METODOLOGÍA

El presente estudio es de tipo exploratorio con algunos rasgos de los estudios de carácter descriptivo. Se utilizan los criterios de medición de riesgo, intensidad de las RNI y sus diferentes longitudes de onda para establecer los parámetros de base, que permitan detallar una herramienta tecnológica que analice mediciones previas a realizar en zonas poblacionales altamente densas en la ZMG. En el **Esquema 1**, se muestra la metodología dentro del estudio.



### Propuesta Modelo Conceptual de Análisis de Riesgo RNI

Con base al marco teórico, se toma de referencia lo sugerido por Torres y Ochoa (2007),  $\text{Riesgo} = \text{Amenaza} * \text{Vulnerabilidad}$ , para proyectarlo a las RNI resultando nuestra propuesta del modelo conceptual ex ante, como se observa en el **Esquema 2**





Fuente: elaboración propia producto de la investigación

Donde se observan a la variable dependiente Nivel de Riesgo RNI en la ZMG con relación directa a las variables independientes: Amenaza RNI en la ZMG y Vulnerabilidad de la ZMG

### **Matrices Metodológicas en el Diseño del Modelo Conceptual ex ante**

Todo instrumento de medición proyectado en un cuestionario, debe basarse a su vez en una matriz metodológica, la cual, citando a Rivas (2004, p. 235), es “*el instrumento científico que permite hacer congruente (variables contenidas, se relacionen con el título, método de investigación, diagramas de relación e hipótesis) y coherente (relación de variables y sus dimensiones, basadas en marco teórico con asociaciones reconocidas de la literatura) el proceso de la medición de las variables independiente y dependientes, creando un marco de comparación racional y ordenado (asociaciones sugeridas entre dimensiones , indicadores y preguntas son lógicas, meticulosas y ordenadas) para la construcción de un cuestionario*”. Existen varias formas de realizar matrices metodológicas, la aquí tratada es la llamada de forma Vertical, e incluye los elementos: **a).**-Definición conceptual de cada variable, **b).**-Definición operacional de cada variable, **c).**-Dimensiones asociadas de cada variable, **d).**-Indicadores relacionados a cada dimensión, **e).**-Relación de preguntas o ítems a cada indicador, **f).**-Especificación de tipo de escalas de cada pregunta o ítem y **g).**-Variación de cada escala. Tomando en cuenta lo anterior, así como los conceptos de dimensión e indicador de Padua (1996), procedemos a analizar el marco teórico resultante para asociar variables, dimensiones e indicadores con conceptos operacionalizados, sin porcentaje de importancia por reactivo, es decir, con capacidad de medición con igualdad de importancia por pregunta y realizar por lo tanto, matrices metodológicas de las variables independientes del RNI; la ejecución de lo anterior, nos permite proponer un modelo conceptual ex ante detallado.(Ver **Tablas 19 y 20**)

**Tabla 19.-Matriz Metodológica Variable Independiente: Amenaza RNI en la ZMG**

<b>Definición Conceptual:</b> De acuerdo al DRALE , proviene del latín “ <i>mīnacia</i> ”, y este de “ <i>mīna</i> ” que significa “ <i>dar indicios de estar inminente algo malo o desagradable</i> ”; Torres y Ochoa(2007), lo definen como “ <i>amenazas antrópicas</i> ”, las cuales están definidas porque se derivan de fenómenos” generados por el uso o aplicación inadecuada de tecnologías”.			
<b>Definición Operacional:</b> Torres y Ochoa (2007) apuntan que cuando es convergente en un territorio amenaza y vulnerabilidad, se tiene un escenario de riesgo. El desastre es la materialización de unas condiciones de riesgo no manejadas provocadas en función de <i>Fuente, Cobertura, Frecuencia e Intensidad</i>			
<b>Dimensión</b>	<b>Indicador</b>	<b>D/C</b>	<b>Autor</b>
<b>Fuente RNI:</b> Las que se basan en el tipo. Tipo RNI: MOO.- Microonda Terrestre y/o Satelital; CEL.- Telefonía Celular; RAM.-Radio AM; RFM.-Radio FM; FTV.-Frecuencias de TV; LAT.-Líneas de Alta Tensión Eléctrica, de acuerdo a la Frecuencia CEM.	Localización: Domicilio, Coordenadas (Latitud;Longitud; Altitud)	D	Torres y Ochoa (2007); Del Valle et al. (2004);Balacco (2004)
	Banda de Frecuencia (Hz)	D	
	Infraestructura Eléctrica o Telecom: -Tipo de Torre (Retenida,Autosoportada) -Altura de Torre (m) -Tipo de Antena (Parabólica, Polarización Horizontal/Vertical) -Central/Subestación Eléctrica/Línea de Alta Tensión -Electrodoméstico -Celular	D	
	Potencia Transmisor (W)	C	
<b>Cobertura RNI:</b> Área de influencia de la RNI detectada;	Área de Influencia (m <sup>2</sup> )	C	Úbeda (2000); Cruz (2009)
<b>Presencia* RNI:</b> Aspectos de la toma de mediciones según condiciones ambientales	Temperatura ( °C)	C	Del Valle et al. (2004); Torres y Ochoa (2007).
	Fecha (dd/mm/aaaa)	D	
	Hora (Hr)	D	
<b>Intensidad (RNI):</b> La cual es indicativo de diversos organismos	Densidad de Potencia (mW/cm <sup>2</sup> )	C	Torres y Ochoa (2007); Del Valle et al. (2004);Balacco (2004);Úbeda (2000); Cruz

que convergen en una unidad de medición de potencia			(2009); Lin (1997)
---	--	--	--------------------

Fuente: elaboración propia con base al marco teórico; D/C.-Indicador (D) Descriptivo o (C) Cuantitativo

\*Consideramos ésta asignación ya que los autores (Torres y Ochoa, 2007) lo proponen como Frecuencia (Hz) y ya está considerada como Fuente RNI)

**Tabla 20.**-Matriz Metodológica Variable Independiente: Vulnerabilidad RNI en la ZMG

<b>Definición Conceptual:</b> De acuerdo a DRALE proviene del latín “ <i>vulnerabilis</i> ”, que significa “ <i>que puede ser herido o recibir lesión, física o moralmente</i> ”. Torres y Ochoa (2007) lo definen como “ <i>el grado de exposición al que potencialmente está expuesta una comunidad y sus bienes o infraestructura, refleja también la fragilidad de esa sociedad para enfrentar determinadas amenazas y la capacidad de resiliencia para recuperarse una vez se haya producido un desastre</i> ”.			
<b>Definición Operacional:</b> Torres y Ochoa (2007) apuntan que es función de los aspectos: Físicos y Sociambientales			
Dimensión	Indicador	D/C	Autor
<b>Física:</b> clasificación de los elementos físicos expuestos a la amenaza por radiación EM-NI; zonas residenciales, infraestructura vital (hospitales, hogares de bienestar, parques y centros educativos) a nivel de ubicación de esta infraestructura con respecto a la amenaza. La población en general, es mucho mayor a la población “ <i>ocupacional</i> ” y por lo general no puede ser controlada individualmente, por lo que corre riesgos. Medidas de Protección	Tipo de densidad: Poblacional/Ocupacional. (Poblacional es 1/5 de los valores ocupacionales, por lo que se sugiere seguir como referencia de seguridad (0.08 W/Kg))	D	Torres y Ochoa (2007); Balacco (2004); Del Valle (2004)
	Medidas de Protección	C	
<b>Socioambiental:</b> Nivel de exposición de poblaciones humanas y otros seres vivos con sus relaciones	Densidad poblacional (Hab/Km <sup>2</sup> )	C	

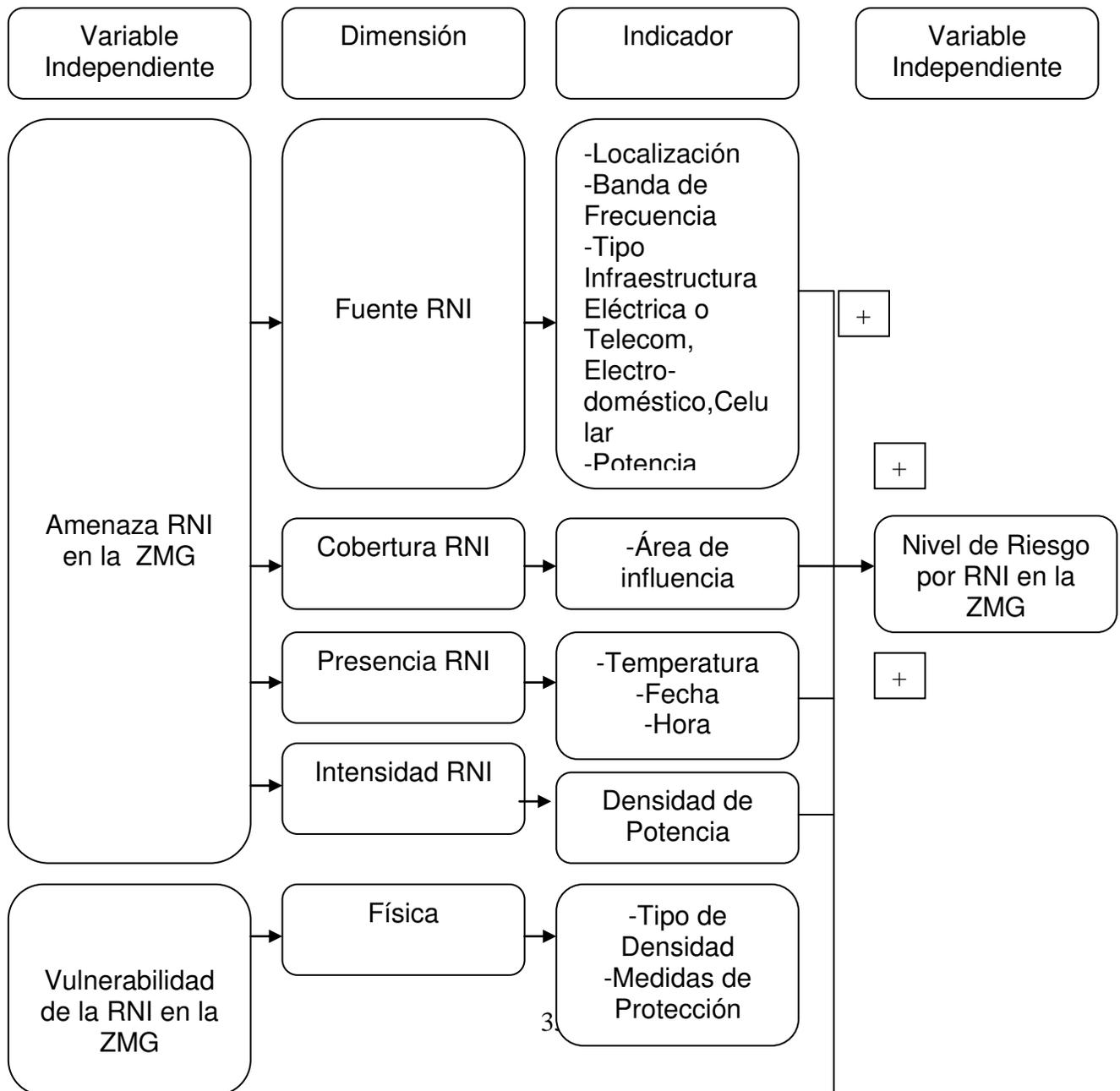
ecosistémicas a las RNI. Determinándose este factor por medio de medidas certificadas.	Regulación	C	
--	------------	---	--

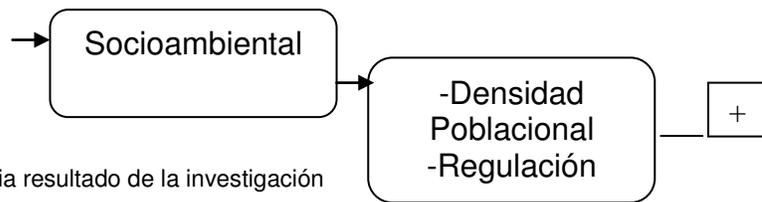
Fuente: elaboración propia con base al marco teórico; D/C.-Indicador (D) Descriptivo o (C) Cuantitativo

### Propuesta del Modelo de Determinación de Riesgo RNI

Con lo mostrado en las matrices metodológicas, se plantea la descripción de nuestra propuesta de modelo conceptual detallado, como sigue: (Ver **Esquema 3**)

**Esquema 3.-** Modelo Conceptual Detallado ex ante para la Medición de Niveles de Riesgo por Radiación No Ionizante en la ZMG, Jalisco.





Fuente: elaboración propia resultado de la investigación

Así, la propuesta basada en Torres y Ochoa (2007), se basa en las dimensiones consideradas como cuantitativas, teniendo el siguiente desarrollo:

**Amenaza**= Potencia (mW)\*Área de Influencia (Km<sup>2</sup>)\*Temperatura(  $\sigma_c$  ) \*Densidad de Potencia (mW/cm<sup>2</sup>); (Balacco, 2004);

**Vulnerabilidad**= Regulación (1.-Bajo;2.-Medio;3.-Alto) \*Medidas de Protección (1.-Bajo;2.-Medio;3.-Alto)\* Densidad Poblacional (Hab/Km<sup>2</sup>)

**Riesgo= Amenaza\* Vulenaribilidad**

**Riesgo**, se clasifica según la banda de frecuencia y en niveles Alto, Medio, Bajo. **Ver**

**Tabla 21**

**Tabla 21.-** Formato de Modelo Conceptual Detallado ex ante para Medición de Niveles de Riesgo por Radiación No Ionizante, en la Zona Metropolitana de Guadalajara Jalisco, México.

Exposición : Poblacional										Ocupacional															
a) Regulación: (1.-Bajo;2.-Medio;3.-Alto)																									
b) Medidas de Protección: (1.-Bajo;2.-Medio;3.-Alto)																									
c) Potencia (W)																									
d) Área de Influencia (Km <sup>2</sup> )																									
Fecha:					e)Temperatura: ( $\sigma_c$ )					Localización Domicilio					Localización Coordenadas										
Infraestructura		Central Eléctrica		Altura Torre Eléctric a:		Subestación Eléctrica			Altura Línea de Distribución o Transmisión/Eléctrica					Altura Torre Telecomunicacio -nes:			Electro-doméstico								
<b>Amenaza (A)</b> c)*d)*e)		<b>Vulnerabilidad (V)</b> a)*b)*f)*g)										<b>Riesgo= A*V</b> (c*d*e)(a*b*f*g)													
												(a)			(b)			(c)			(d)			(e)	
Frecuencia (HZ)		Banda (a)		Banda (b)		Banda (c)			Banda d)		Banda (e)			A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B
		0.1-3 Mhz		3-30 Mhz		30-400 Mhz			400-2000 Mhz		2-300 GHZ														
Tipo RNI		100 mW/cm <sup>2</sup>		900/Frecuencia <sup>2</sup> mW/cm <sup>2</sup>		1 mW/cm <sup>2</sup>			Frecuencia/400 mW/cm <sup>2</sup>		5 mW/cm <sup>2</sup>														
M O O		C E L		R A M		R F M			F T V		L A T														
		<=0 >=1		<=0 >=1		<=0 >=1			<=0 >=1		<=0 >=1														

**Notas: Niveles de riesgo por Banda, son**

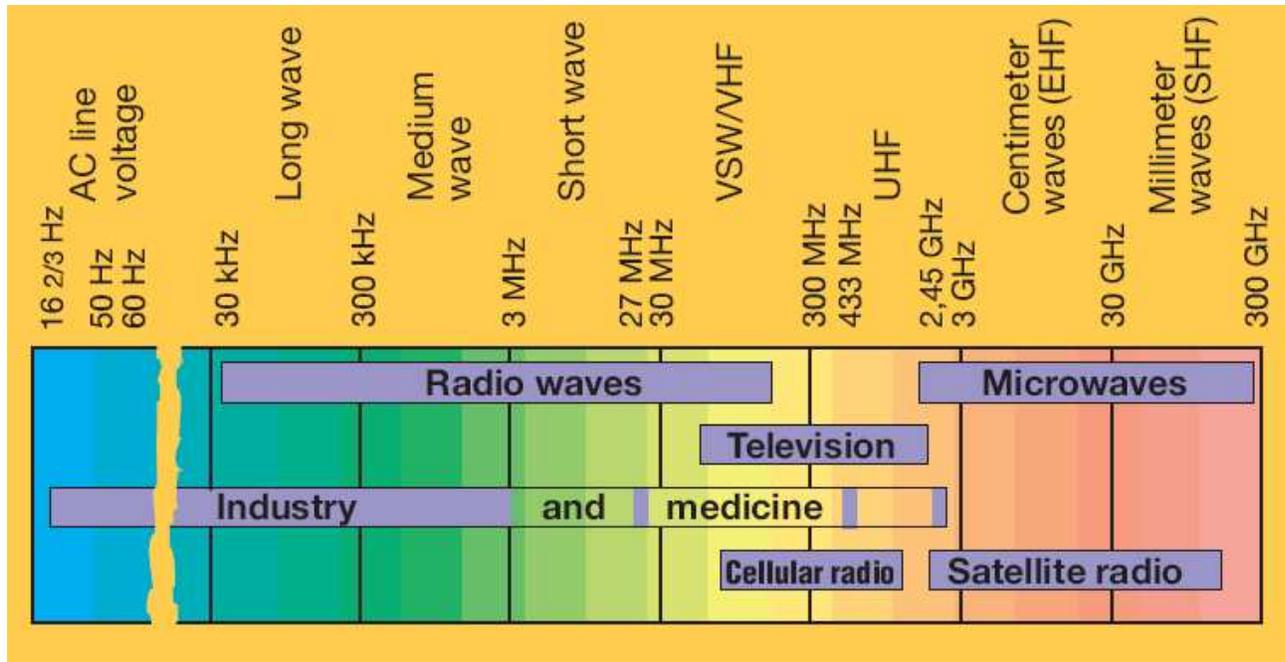
g) Densidad de Potencia											(WHz/m <sup>2</sup> Km <sup>2</sup> ): (a) A: 10 <sup>3</sup> M: 10 <sup>8</sup> B: 10 <sup>7</sup> (b) A: 10 <sup>8</sup> M: 10 <sup>7</sup> B: 10 <sup>6</sup> (c) A: 10 <sup>7</sup> M: 10 <sup>6</sup> B: 10 <sup>5</sup> (d) A: 10 <sup>6</sup> M: 10 <sup>5</sup> B: 10 <sup>4</sup>
f) Densidad Poblacional (habitantes/Km <sup>2</sup> )											

Fuente: elaboración propia resultado de la investigación

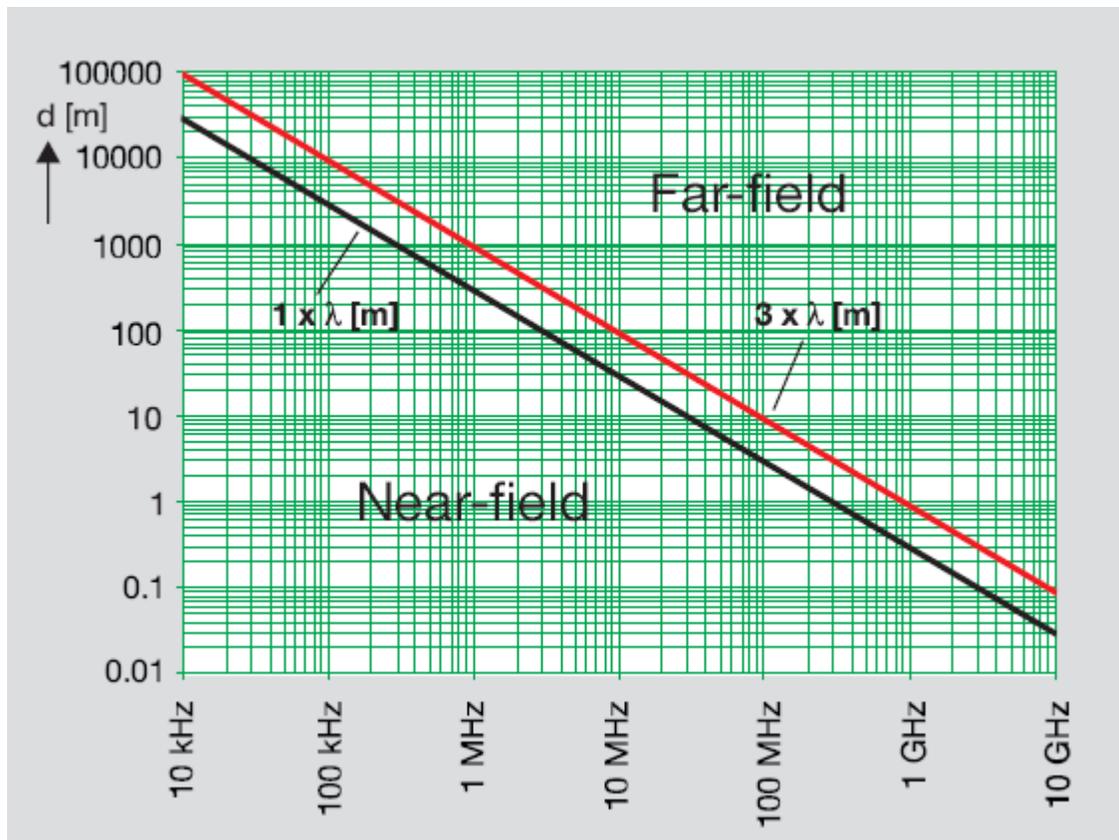
**Notas:** Tipo RNI: MOO.-Microonda Terrestre y/o Satelital; CEL.-Telefonía Celular; RAM.-Radio AM; RFM.-Radio FM; FTV.-Frecuencias de TV; LAT.-Líneas de Alta Tensión Eléctrica;

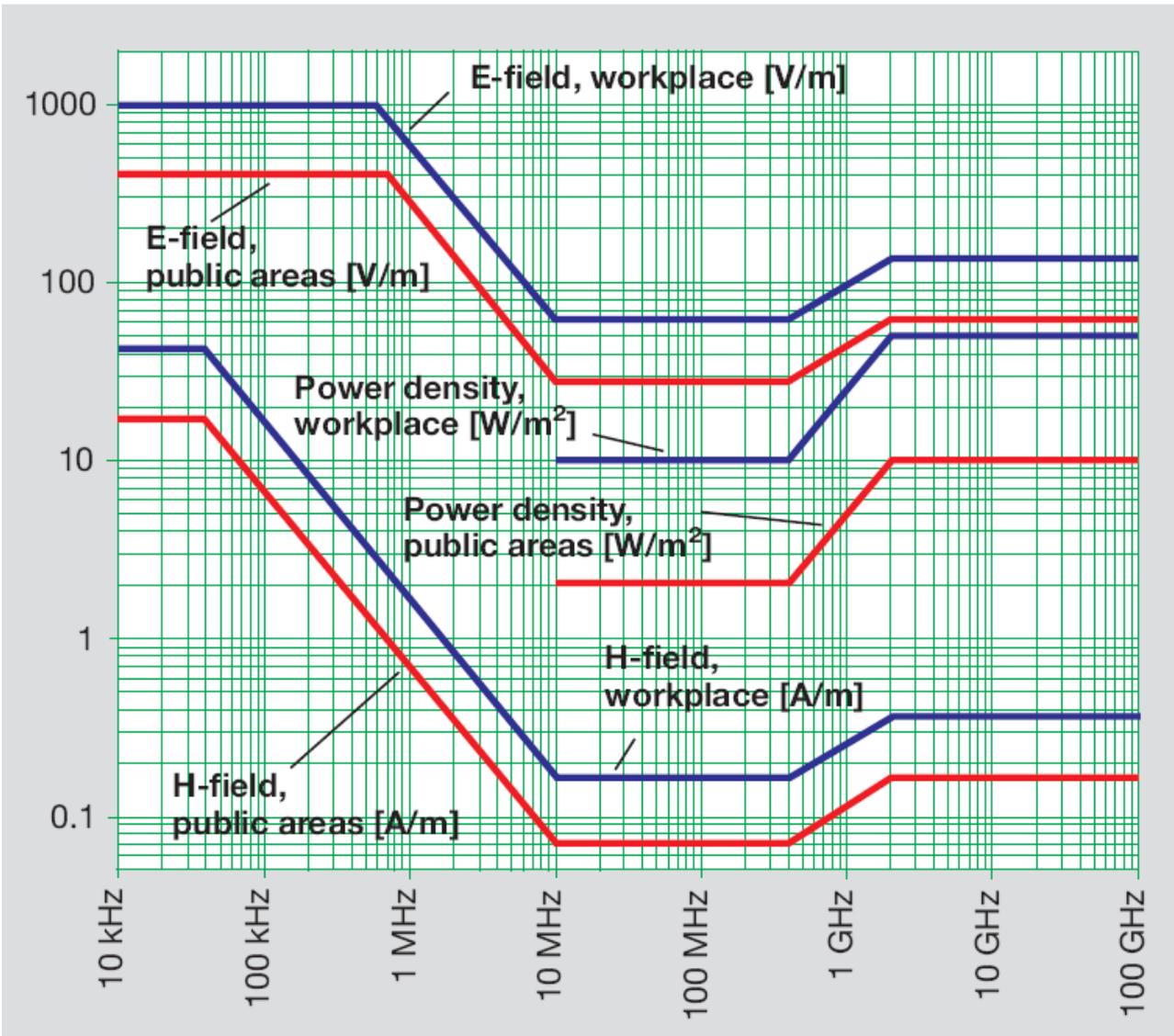
### Equipo de Medición RNI NARDA 300





	27 MHz	433 MHz	2.45 GHz
Lugar de Trabajo			
Areas Públicas			





## Propuesta de Mediciones de Niveles RNI en la ZMG

Son propuestos los siguientes cruceros y centros comerciales de la ZMG (**Ver Tablas 22 y 23**)

**Tabla 22.-** Cruceros propuestos para las mediciones RNI en la ZMG

8 de Julio y Lázaro Cárdenas	Curiel y Lázaro Cárdenas	Periférico y Artesanos
8 de Julio y López de Legazpi	Curiel y Las Vías	Carr. Zapotlanejo y Tonalá
Mariano Otero y las Rosas	Independencia y Glez Gallo	República y B. Domínguez
Acueducto y Periférico	Glez Gallo y López Chávez	Carr. El Verde y E.Zapata
Alcalde y Normalistas	Ferrocarrileros y Washington	Ent.a Tonalá y Tonaltecas
Alcalde e Hidalgo	Laureles e Hidalgo	Revolución y Olímpica
Alcalde y Juárez	Periférico e Imperio	Revolución y Sams
Mariano Otero y Ambar	Independencia y J. Álvarez	F. Velázquez y Federalismo
Américas y Montevideo	Niños Héroeos y Barragán	Acueducto y Patria
Gobernador Curiel y Artes Plásticas	Patria y Nilo	Nilo y Revolución
Vallarta y Aviación	Independencia y Juárez	Glorieta Plaza la Bandera
Ávila Camacho y Aviación	Independencia y Periférico	Nilo y Loma Sur
Belisario Domínguez y Periférico	Patria y Revolución	Glorieta de los Maestros
B. Domínguez y Circunvalación	Patria y Naciones Unidas	Glorieta Mercado Bola
Independencia y Circunvalación	Alcalde y J. García	López Mateos y Ni.Héroeos
Circunvalación y Federalismo	Periférico y J. Gil Preciado	Sn. Jorge y Ávila
Vallarta y Clouthier	Cruz del Sur y Lapizlázuli	Periférico y Federalismo
Colón y Lázaro Cárdenas	Las Torres y Carlos Salgado	Periférico y Sta. Esther
Colón y Periférico	Pto. Melaque y Obrero	Periférico y Sta. Margarita
México y Aztecas	López Mateos y Las Fuentes	Periférico y Parres Arias
Colón y Patria	López Mateos y Tízoc	Independencia y Soto Gama
Enrique Días de León y Sn Felipe	Revolución y Barragán	Periférico y Tabachines
Federalismo y Juárez	Mariano Otero y F. Zetter	Urdaneta y Colón
Federalismo y Sn Felipe	Mariano Otero y Patria	Vallarta y López Mateos
Federalismo y Avila Camacho	Vallarta y R afael Sanzio	Yaquis y Vallarta
Independencia y Fidel Velázquez	Periférico y Carr. Saltillo	Javier Mina y la 54

Fuente: elaboración propia

**Tabla 23.-Centros Comerciales de la ZMG**

Plaza Galerías	Plaza Turquesa
Plaza Patria	Plaza Cordilleras
Centro Outlet	Plaza Pabellón
La Gran Plaza	Plaza Camichines
Centro Magno	Plaza Las Fuentes
Plaza Acueducto	Plaza Río Nilo
Plaza Milenio	Plaza Lomas del Sur
Plaza del Sol	Plaza Tolsá
Plaza el Sauz	Plaza los Arcos
Plaza Arboledas	Galería del Calzado
Plaza Independencia	Plaza México
Plaza Las Torres	Concentro
Plaza Revolución	Plaza Amistad
Plaza Terranova	Plaza Bonita
Plaza Bugambilias	Plaza Las Águilas
Plaza del Ángel	Plaza Sn. Isidro
Plaza Guadalupe	Plaza Sur
Plaza Tepeyac	

Fuente: elaboración propia

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el presente estudio, se obtuvieron los resultados siguientes: **a)** OE1 y OE2 se alcanzaron al 100% al obtener variables, dimensiones e incluso indicadores que conformaron el modelo conceptual detallado ex ante **b)** el cumplimiento del OG al hallar una propuesta de modelo conceptual detallado ex ante. Por otro lado, los resultados de medición de niveles RNI con equipo especializado (NARDA 300), traerían como consecuencia, la determinación de los niveles de riesgo de las RNI en la ZMG, y generar nuevos datos a otros investigadores para continuar con la observación sobre cómo controlar las RNI; se concluye además, de que la normatividad en nuestro país requiere de actualizarse ya que su primer documento normativo es de 1993

## BIBLIOGRAFÍA

Almagro, J.J.; Garmendia, J.A.; De la Torre I. (2010). *Responsabilidad Social. Una Reflexión Global sobre la RSE*. Madrid: Prentice Hall

Bardasano, J.; Elorrieta, J. (2000) *Bioelectromagnetismo, Ciencia y Salud*. Mc Graw Hill. p 259.

Cruz, V.(2009) Riesgo para la Salud por Radiaciones No Ionizantes de las Redes de Energía Eléctrica en el Perú. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*. 2009; 26(1): 104-112.

Del Valle, E.; Valdez, A.; Miranda, C.; Schlesinger, P. (2004) Contaminación del medio ambiente Medida de Radiaciones No ionizantes de una emisora de FM en la banda de 88 a 108 Mhz, utilizando la norma N° 117/03 de la CNC. Argentina: Universidad Nacional del Nordeste

González, M. (2008). *Responsabilidad Social Empresarial. Una guía para comprender el fenómeno que está revolucionando a las empresas de Latinoamérica y el mundo*. México: Grupo Editorial Norma

Kotler, P.; Lee, N. (2005) *Corporate Social Responsibility. Doing the most good for your company and your cause*. USA: Wiley

Norma Oficial Mexicana (1993) NOM-013-STPS-1993. Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se generen radiaciones electromagnéticas no ionizantes.

Padua, J. (1996). *Técnicas de Investigación aplicadas a las Ciencias Sociales*. (p.38-41). 6ª. Ed México: Colegio de México y FCE.

Rivas Tovar. (2004). *Cómo hacer una Tesis de Maestría*. (p. 235). México: Taller Abierto SCL.

Tanenbaum, A. (2003). *Computer Networks*.USA: Pearson Education.

Torres, J.; Alzatye, L. (2006) Efectos de las radiaciones electromagnéticas no ionizantes en sistemas biológicos. *Revista Médica del Risaralda*. Vol 12 N° 2 Noviembre

Mayayo, E. (1996) *Riesgos para la Salud de las Radiaciones No Ionizantes*. Hospital Universitari de Tarragona Joan XXIII. España: Universitat Rovira i Virgili.

### **Internet**

Aguirre , A.; Dalmas, N.; García, J. *Radiación No Ionizante de Sistemas de Telefonía Celular Móvil: la percepción de la población, disparidad de los estándares y el monitoreo de gran escala*, tomado el 23-Feb-2010 de

[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)

World Business Council for Sustainable Development tomado el 24-Feb-2010 de [www.wbcsd.org](http://www.wbcsd.org)

Alianza por la Responsabilidad Social (AliaRSE) tomado el 24-Feb-2010 de <http://www.aliarse.org.mx/>

Anexo 10 Norma de Radiación No Ionizante de Campos Electromagnéticos. República del Ecuador (2005),tomado el 20-Feb-2010, de <http://www.ambiente.gov.ec/docs/RNI.pdf>

Asociación Iberoamericana de Cámaras de Comercio (AICO), tomado el 24-FEB-2010 de <http://www.aico.org/aico/>

Balacco J.; Cesari, R.; Sparacino, C.; Martínez, P.(2004) *Predicciones de riesgo de seguridad a la exposición de Radiaciones No ionizantes*, tomado el <http://www.proyectoleonardo.net/files/jbalaccoPredicciones%20de%20Riesgo.pdf>

Bueno, J. (2000) *La Contaminación Electromagnética*. Biosalud, Instituto de Medicina, tomado el 20-Feb -2010 de [http://www.biosalud.org/archivos/divisiones/4241contaminacion\\_electromagnetica.pdf](http://www.biosalud.org/archivos/divisiones/4241contaminacion_electromagnetica.pdf)

Cocosila, M.; Turel, O.; Archer, N.; Yuan, Y. Perceived Health Risks of 3G Cell Phones: Do Users Care?, *Communications of the ACM*. June 2007/vol. 50, no. 6, tomado el 22-Feb-2010 de <http://0-delivery.acm.org.millennium.itesm.mx/10.1145/1250000/1247026/p89-cocosila.pdf?key1=1247026&key2=8304036621&coll=ACM&dl=ACM&CFID=78104620&FTOKEN=10975649>

CFE (2010).Crecimiento de las líneas de transmisión a nivel distribución. Tomado EL 19-Feb-201, de <http://www.cfe.gob.mx/QuienesSomos/queEsCFE/estadisticas/Paginas/Transmisionydistribucion.aspx>

CFE (2010) Indicadores de capacidad instalada.Tomado el 9-Feb-2010 <http://www.cfe.gob.mx/QuienesSomos/queEsCFE/estadisticas/Paginas/Indicadoresdegeneración.aspx>

Cofetel Densidad de telefonía Móvil por Entidad (2010), tomado el 20-Feb [http://www.cofetel.gob.mx/wb/Cofetel\\_2008/Cofe\\_densidad\\_de\\_telefonia\\_movil\\_por\\_entidad\\_feder](http://www.cofetel.gob.mx/wb/Cofetel_2008/Cofe_densidad_de_telefonia_movil_por_entidad_feder)

Cofetel Telefonía móvil (2010), tomado el 19-Feb-2010 de [http://www.cofetel.gob.mx/wb/Cofetel\\_2008/Cofe\\_telefonia\\_movil\\_usuarios\\_1990\\_2007\\_mensual](http://www.cofetel.gob.mx/wb/Cofetel_2008/Cofe_telefonia_movil_usuarios_1990_2007_mensual)

Decreto Supremo N° 010-2005-PCM República del Perú (2005). *Estándares de Calidad Ambiental (ECAS) para RNI*, tomadoel 20-Feb-2010, de [http://www.minam.gob.pe/dmdocuments/ds-010-2005-pcm\\_eca\\_rni.pdf](http://www.minam.gob.pe/dmdocuments/ds-010-2005-pcm_eca_rni.pdf)

Experiments with Magnets and our Surroundings, tomado el 20-Feb-2010 de <http://www.coolmagnetman.com/magflux.htm>

Furnari S. (2005) *Configurational Approaches to Organizational Design: a Review*. Ticoncero N° 60. Tomado el 19-Feb-2010 de [http://www.ticonzero.info/articulo.asp?art\\_id=2164](http://www.ticonzero.info/articulo.asp?art_id=2164).

INEGI (2005) *Delimitación de las Zonas Metropolitanas de México 2005*, tomado el 4-Marzo-2010 de [http://www.inegi.gob.mx/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/publicaciones/delimex05/DZMM-2005\\_21.pdf](http://www.inegi.gob.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/publicaciones/delimex05/DZMM-2005_21.pdf)

Jonker, J.; Witte, M. (2006). *The Challenge of Organizing and Implementing Corporate Social Responsibility*. Great Britain: Palgrave Macmillan

Knave, B. (1998) Radiación No Ionizante.Enciclopedia de la Salud y Seguridad en el Trabajo. Tomado el 19-Feb-2010 de <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo2/49.pdf>

Lin, J. Health Aspects of Wireless Communication: Extravasation of Endogenous Serum Albumin in Rat Brains from Repeated Exposure to Cell-Phone Microwave Radiation. U.S.A: *Mobile Computing and Communications Review, Volume 7, Number 3* University of Illinois at Chicago, Chicago, IL, tomado el 21-Feb-2010 de <http://0-delivery.acm.org.millennium.itesm.mx/10.1145/1040000/1031484/p1-lin.pdf?key1=1031484&key2=6753036621&coll=ACM&dl=ACM&CFID=78104620&CFTOKEN=10975649>

Lin, J. Biological aspects of mobile communication fields. *Department of Electrical Engineering and Computer Science. USA: University of Illinois at Chicago, 851 South Morgan Street, M/C 154, Chicago, IL 60607-7053, Wireless Networks 3 (1997) 439–453*, tomado el 22-Feb-2010 de <http://0-delivery.acm.org.millenium.itesm.mx/10.1145/280000/272209/p439-lin.pdf?key1=272209&key2=3435036621&coll=ACM&dl=ACM&CFID=78104620&CFTOKEN=10975649>

Lin, J. Health Aspects of Wireless Communication: Schwannomas of the Acoustic Nerve and the Use of Mobile Phones .USA: *Mobile Computing and Communications Review, Volume 9, Number 2* University of Illinois at Chicago, Chicago, IL , tomado el 21-Feb-2010 de <http://0-delivery.acm.org.millenium.itesm.mx/10.1145/1080000/1072990/p1-lin.pdf?key1=1072990&key2=3614036621&coll=ACM&dl=ACM&CFID=78104620&CFTOKEN=10975649>

Lin, J. Health Aspects of Wireless Communication: Extravasation of Endogenous Serum Albumin in Rat Brains from Repeated Exposure to Cell-Phone Microwave Radiation. *Mobile Computing and Communications Review, Volume 8, Number 3* . USA: University of Illinois, Chicago, IL, tomado EL 22-Feb-2010 de <http://0-delivery.acm.org.millenium.itesm.mx/10.1145/1040000/1031484/p1-lin.pdf?key1=1031484&key2=6753036621&coll=ACM&dl=ACM&CFID=78104620&CFTOKEN=10975649>

Lin, J. Health Aspects of Wireless Communication: Criteria for Evaluation of Scientific Reports on Biological Effects of Radiation from Wireless Communication. *Mobile Computing and Communications Review, Volume 6, Number 4*.USA: University of Illinois at Chicago, Chicago, IL, U.S.A., tomado el 22-Feb-2010 de <http://0-portal.acm.org.millenium.itesm.mx/citation.cfm?id=643550.643561&coll=ACM&dl=ACM&CFID=79000359&CFTOKEN=22084056>

Lin, J. Health Aspects of Wireless Communication: Mobile Telecommunication Radiation and Human Brain Waves. *Mobile Computing and Communications Review, Volume 8, Number 2*. USA: University of Illinois, Chicago, tomado el 22-Feb-2010 de <http://0-delivery.acm.org.millenium.itesm.mx/10.1145/1000000/997125/p3-lin.pdf?key1=997125&key2=0264036621&coll=ACM&dl=ACM&CFID=78104620&CFTOKEN=10975649>

Lin, J. Health Aspects of Wireless Communication: Lymphomas in Laboratory Mice from Personal Communication Radiation. *Mobile Computing and Communications Review, Volume 8, Number 1*. USA: University of Illinois, Chicago, tomado el 22-Feb-2010 de

<http://0-portal.acm.org.millennium.itesm.mx/citation.cfm?id=980159.980162&coll=ACM&dl=ACM&CFID=78997833&CFTOKEN=44816196>

Lin, J. Health and Safety Associated with Exposure to Wireless Radiation From Personal Telecommunication Base Stations *Mobile Computing and Communications Review, Volume 6, Number 3 USA*: University of Illinois, Chicago, tomado el 22-Feb-2010 de

<http://0-portal.acm.org.millennium.itesm.mx/citation.cfm?id=581291.581293&coll=ACM&dl=ACM&CFID=79000359&CFTOKEN=22084056>

Lin, J. Risk of Malignant Brain Tumors and Cell Phone Use. *Mobile Computing and Communications Review, Volume 11, Number 3* University of Illinois, Chicago, tomado el 22-Feb-2010 de

<http://0-delivery.acm.org.millennium.itesm.mx/10.1145/1320000/1317437/p96-lin.pdf?key1=1317437&key2=0273036621&coll=ACM&dl=ACM&CFID=78104620&CFTOKEN=10975649>

Norma Venezolana RNI. Límites de Exposición, Medidas de Protección y Control (2000), tomado el 20-Feb-2010 de

[http://www.arpbolivar.com/archivos/file/covenin/2238-2000\\_Radiaciones\\_no\\_ionizantes.Limites\\_de\\_exposicion.pdf](http://www.arpbolivar.com/archivos/file/covenin/2238-2000_Radiaciones_no_ionizantes.Limites_de_exposicion.pdf)

Organización Mundial de la Salud. *Proyecto Internacional sobre los Campos Electromagnéticos, efectos en la Salud y el Medio Ambiente de la Exposición a Campos Eléctricos y Magnéticos Estáticos y Variables* [www.who.int/emf](http://www.who.int/emf)

Radiaciones No Ionizantes (18), tomado el 21-Feb-2010

[http://www.uhu.es/master2007/teoria/Check\\_List%2018](http://www.uhu.es/master2007/teoria/Check_List%2018)

Real Academia de la Lengua Española (2010).., tomado el 20-Feb-2010 de

<http://buscon.rae.es/drael/>

Torres, J.; Ochoa, M. (2007) Criterios Técnico-ambientales para el Análisis del Riesgo por Contaminación Electromagnéticas No Ionizantes en Colombia. *Revista Luna Azul*, No. 24, Enero - Junio 2007 tomado el 6-Mar-2010 de

[http://lunazul.ucaldas.edu.co/downloads/Revista24\\_2.pdf](http://lunazul.ucaldas.edu.co/downloads/Revista24_2.pdf)

Úbeda, A.(2000) *Bases Biológicas para Normativas de Protección ante radiaciones no ionizantes*

Servicio BEM-Investigación, Hospital Ramón y Cajal, tomado el 27-Feb-2010 de

<http://www.hrc.es/bioelectro.html>

Ushiyama A.; Masuda,H.; Hirota, S.; Wake, K.; Kawai, H.; Watanabe, S.; Taki, M.; Okhubo, C. Biological effect on blood cerebrospinal fluid barrier due to radio

frequency electromagnetic fields exposure of the rat brain in vivo. *Environmentalist* (2007) 27:489–492 DOI 10.1007/s10669-007-9070-3 Springer Science+Business Media, LLC ,  
tomado el 22-Feb-2010 de  
[http://0-proquest.umi.com/millennium.itesm.mx/pqdweb?index=13&did=1363697821&SrchMode=2&sid=2&Fmt=6&VInst=PROD&VType=PQD&RQT=309&VName=PQD&TS=1266302403&clientId=23693ST](http://0-proquest.umi.com/millennium/itesm.mx/pqdweb?index=13&did=1363697821&SrchMode=2&sid=2&Fmt=6&VInst=PROD&VType=PQD&RQT=309&VName=PQD&TS=1266302403&clientId=23693ST)