



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**TESIS**

**AVANCES DE NORMATIVIDAD INTERNACIONAL EN  
ELECTROMAGNETISMO. UNA PROPUESTA PARA LA  
NORMATIVIDAD EN MÉXICO.**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
INGENIERO ELÉCTRICO-ELECTRÓNICO**

**PRESENTAN:**

**CORONA LUNA CÉSAR MARTÍN  
OVIEDO JIMÉNEZ JOSÉ ARMANDO**

**DIRECTOR DE TESIS:**

**DRA. MORENO CORONADO TANYA**



**CIUDAD UNIVERSITARIA**

**FEBRERO 2012**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## AGRADECIMIENTOS

1/2

### *A DIOS*

Por darme salud, paciencia y sobre todo la fe para hacer este sueño realidad.

### *A MIS PADRES*

Por haberme apoyado en cualquier momento y forma, por los principios que me inculcaron, la confianza que me brindan en cada paso que doy. Por todo su amor. Al fin puedo mostrarles algunos frutos de todo lo que me han enseñado. Agradezco que sean mis padres.

### *A MI ABUELITA Y HERMANAS*

Por haberme cuidado, por ser mis compañeras de juegos, por su amor, por sus consejos y su ayuda en todo momento. Por transmitirme su experiencia. Soy muy afortunado de tenerlas a mi lado.

### *A RAQUEL*

Por motivarme a ser mejor día a día, por el amor, la compañía y tu ayuda incondicional. Gracias por ser un pilar en mi vida, que ha estado siempre a mi lado, agradezco haberte conocido. Definitivamente eres "mi nena".

### *A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO, EN SU FACULTAD DE INGENIERÍA*

Por aceptarme. Gracias por haberme formado como profesional, desde mi educación media superior. De ella no sólo me llevo el conocimiento de la carrera, sino también una formación cultural. Agradezco a todos los profesores que dedicaron su tiempo y esfuerzo, gracias por transmitirme sus conocimientos.

*César Martín Corona Luna.*

*Los únicos que pueden alcanzar sus objetivos,  
son los grandes ingenuos que no les importa  
cuán grueso o duro sea el muro.*

## AGRADECIMIENTOS

2/2

La presente es un esfuerzo y un logro importante en mi vida, vida en la cual existen personas a quienes deseo agradecer por el apoyo y por la ayuda a lo largo de todos estos años de escuela, en donde conocí a verdaderos amigos y personas que me ayudaron a llegar hasta este momento.

Principalmente quiero agradecer a mis padres, por brindarme toda la ayuda y el apoyo posible para salir adelante con los estudios, sin ustedes, nunca hubiese llegado hasta este momento ya que son el pilar de toda mi vida, los quiero y los respeto muchísimo, son todo un ejemplo para mí, gracias papás.

A mi hermano, por ser mi primer amigo y compañero, gracias por la compañía y por los consejos que me has dado en los momentos más difíciles que he tenido, además de todos los ratos alegres en la vida, te quiero y siempre serás mi hermanito.

A César Martín Corona, por tu amistad y por el apoyo en este trabajo, sin duda alguna, te has convertido en uno de mis mejores amigos y gracias a ello estamos a punto de titularnos, nuestro esfuerzo está por ser recompensado.

A mis amigos y ex-compañeros de la facultad: Daniel Fuentes, Gerardo Gutiérrez, Mario Alberto Hernández, Víctor González, Ernesto García, Rafael Sánchez y Aldo Lazcano, sin la ayuda mutua, los ratos de distracción y el compañerismo hubiera sido mucho más difícil terminar la carrera, gracias por toda su ayuda y su amistad.

A mi asesora, la Dra. Tanya Moreno Coronado, por ayudarnos y guiarnos a través de la investigación para este trabajo, muchísimas gracias.

*Oviedo Jiménez José Armando*

*La vida está por comenzar, gracias  
Dios por dejarme continuar.*

*The Best is Yet To come.*

# ÍNDICE

|  | <b>Pág.</b> |
|--|-------------|
| <b>INTRODUCCIÓN</b>  | I-III       |
| <b>CAPITULO I</b>  |             |
| 1. Antecedentes.   | 1           |
| 1.1. Radiación Electromagnética.                                     | 1           |
| 1.2. Ley de Coulomb.   | 1           |
| 1.2.1. Campo Eléctrico.  | 2           |
| 1.3. Campo Magnético.  | 3           |
| 1.3.1. Voltaje y Corriente Inducidos (Ley de Faraday y ley de Lenz). | 3           |
| 1.3.2. Ley de Ampere.  | 4           |
| 1.4. El Espectro Electromagnético.                                   | 4           |
| 1.4.1. Las Ondas de Radiofrecuencia.                                 | 6           |
| 1.4.2. Las Microondas.   | 7           |
| 1.4.3. La Radiación Infrarroja.                                      | 8           |
| 1.4.4. Luz Visible.  | 8           |
| 1.4.5. Luz Ultravioleta.   | 8           |
| 1.4.6. Emisión de Ondas Electromagnéticas.                           | 9           |
| 1.5. ¿Qué es la Contaminación Electromagnética ó Electro-smog?       | 9           |
| 1.6. Clasificación de las Radiaciones Electromagnéticas (REM).       | 10          |
| 1.7. Radiación No Ionizante (RNI).                                   | 11          |
| 1.7.1. Interacción con la Materia.                                   | 12          |
| 1.7.2. Espectro de las Radiaciones No Ionizantes.                    | 12          |
| 1.8. Radiación Ionizante.  | 13          |
| 1.8.1. Clasificación de las Radiaciones Ionizantes.                  | 14          |
| 1.9. Interacción entre Radiación Electromagnética y Conductores.     | 15          |
| 1.9.1. Penetración de la Radiación Electromagnética.                 | 16          |
| 1.9.2. Acción Sutil de los Campos Magnéticos.                        | 16          |
| 1.9.3. Efecto Corona.  | 16          |
| <b>CAPITULO II</b>   |             |
| 2. Conocimiento de la Electrocontaminación en la Población.          | 18          |
| 2.1. Hipótesis.  | 18          |
| 2.2. Resultados.   | 20          |
| 2.3. Comentarios más Comunes de la Población Encuestada.             | 25          |
| 2.4. Comentarios menos Comunes de la Población Encuestada.           | 25          |

### **CAPITULO III**

|   |    |
|---|----|
| 3. Normatividad.  | 27 |
| 3.1. Introducción.  | 27 |
| 3.1.1. Magnitudes y Unidades de los Campos Electromagnéticos.   | 28 |
| 3.2. Organización Mundial de la Salud (OMS).  | 29 |
| 3.2.1. Función de la OMS en la Salud Pública.   | 29 |
| 3.3. Comisión Internacional de Protección contra la Radiación no Ionizante (International Commission on No-Ionizing Radiation Protection-ICNIRP). | 30 |
| 3.4. ¿Por qué es Necesario Tener una Norma?   | 30 |
| 3.5. Efectos Asociados.   | 31 |
| 3.6. Principios de Cumplimiento Voluntario.   | 33 |
| 3.6.1. El Principio de Precaución.  | 33 |
| 3.7. Protocolos de Medición.  | 34 |
| 3.8. Normas Establecidas en América Latina.   | 36 |
| 3.9. Normativa en Europa.   | 38 |
| 3.10. Normas y Directrices para la Restricción de la Exposición de acuerdo con el Sistema Centrado en la Salud.                                   | 41 |
| 3.10.1. Normas y Directrices de Exposición Excesiva a Campos de Radiofrecuencia.  | 41 |
| 3.11. Norma Oficial Mexicana NOM-013-STPS-1993 y NOM-081-SCT1-1993.   | 43 |

### **CAPITULO IV**

|  |    |
|--|----|
| 4. Estudios Sobre Daños a la Salud.  | 46 |
| 4.1. Concepto de Salud.  | 46 |
| 4.2. Radiaciones de Baja y Alta Frecuencia.  | 47 |
| 4.2.1. Estudios Sobre Daños a la Salud Debido a Radiaciones de Baja Frecuencia.                | 50 |
| 4.2.2. Estudios Sobre Daños a la Salud Debido a Radiaciones de Alta Frecuencia.                | 55 |
| 4.3. Patologías más Comunes en Estudios Científicos Relacionados con Campos Electromagnéticos. | 62 |
| 4.3.1. Cáncer.   | 62 |
| 4.3.1.1. Cáncer de Mama.   | 63 |
| 4.3.1.2. Cáncer de Ovario.   | 63 |
| 4.3.1.3. Cáncer de Testículo.  | 64 |
| 4.3.1.4. Cáncer de Pulmón.   | 64 |
| 4.3.1.5. Leucemia.   | 64 |
| 4.3.1.6. Tumores Cerebrales.   | 65 |
| 4.3.1.7. Osteomas (Cáncer de Hueso).   | 65 |
| 4.3.1.8. Hipernefomas.   | 66 |
| 4.3.1.9. Melanoma (Cáncer de Piel).  | 66 |
| 4.3.2. Enfermedades Cardiovasculares.  | 66 |

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| 4.3.3. Infertilidad.           | 66 |
| 4.3.4. Trastornos Menstruales. | 67 |
| 4.3.5. Dermatitis.             | 67 |

## **CAPITULO V**

|   |    |
|---|----|
| 5. Protecciones para Contrarrestar los Posibles Efectos de la Electrocontaminación. | 68 |
| 5.1. Desconectores de Red.  | 69 |
| 5.2. Cortinas y Telas de Apantallamiento.   | 72 |
| 5.3. Teléfonos y Accesorios.  | 77 |
| 5.4. Cables y Regletas.   | 80 |
| 5.5. Ropa protectora.   | 84 |

## **CAPITULO VI**

|  |     |
|--|-----|
| 6. Bioconstrucción.  | 87  |
| 6.1. Concepto de Bioconstrucción.                                      | 87  |
| 6.2. Diferencias entre Bioconstrucción y Construcción Habitual.        | 89  |
| 6.3. Bioconstrucción y Electrocontaminación.                           | 91  |
| 6.3.1. Diseño de la Edificación.                                       | 91  |
| 6.3.2. Filtros, Mallas y Mosquiteras.                                  | 91  |
| 6.3.3. Pinturas.   | 96  |
| 6.3.4. Folios de Blindaje.   | 98  |
| 6.3.5. Tomas a Tierra y Cajas.   | 100 |
| 6.4. Costo Aproximado para Proteger una Residencia Promedio en México. | 102 |

## **CAPITULO VII**

|  |     |
|--|-----|
| 7. Equipos de Medición.                      | 104 |
| 7.1. Concepto de Medida.                     | 104 |
| 7.2. Equipos de Medición de Baja Frecuencia. | 105 |
| 7.3. Equipos de Medición de Alta Frecuencia. | 112 |

|                     |     |
|---------------------|-----|
| <b>CONCLUSIONES</b> | 119 |
|---------------------|-----|

|                     |     |
|---------------------|-----|
| <b>ABREVIATURAS</b> | 121 |
|---------------------|-----|

|                 |     |
|-----------------|-----|
| <b>GLOSARIO</b> | 123 |
|-----------------|-----|

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| <b>ÍNDICE DE TABLAS</b> | 126 |
|-------------------------|-----|

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| <b>ÍNDICE DE IMÁGENES</b> | 127 |
|---------------------------|-----|

# INTRODUCCIÓN

En la actualidad es cotidiano vernos rodeados de antenas de radiofrecuencia, como las de:

- Televisión
- Radio
- Radar
- Telefonía

La energía electromagnética abarca todo el mundo, incluso en los lugares más remotos del planeta, estaríamos expuestos a un nivel de frecuencias ubicuas de 50 ó 60 Hz, así como a las ondas de radio reflejadas por la ionosfera, debido a que estas instalaciones y equipos electrónicos emiten radiaciones electromagnéticas ,remarcando nuestra dependencia a los electrodomésticos y celulares.

En el caso de las líneas de transmisión, alrededor del siglo XX, las personas que vivían cerca de las inmediaciones de estas, presentaron ciertos malestares, por lo cual se comenzaron a realizar estudios, para comprobar si la exposición a estas radiaciones era la causante, temiendo que los síntomas estuvieran relacionados con dichas líneas.

Posteriormente, este tipo de investigaciones fue en aumento con la llegada de nuevas tecnologías, alrededor del mundo se realizaban estudios que no solo tenían que ver con subestaciones, líneas de transmisión y transformadores, las radiaciones emitidas por antenas de radiofrecuencia, teléfonos móviles y sus efectos en el cuerpo humano también comenzaron a ser estudiados.

Dentro de los síntomas que los pacientes presentaron se encuentran:

- Dolores de cabeza.
- Fatiga.
- Insomnio.
- Nausea.
- Vértigo.

Más tarde, se sospechó que la exposición a campos electromagnéticos estaba ligada con diversos tipos de patologías, entre los más comunes el cáncer.

Con esto, fácilmente podemos percatarnos de que el polémico problema de la electrocontaminación es mundial; para resolverlo se requeriría de un inmenso esfuerzo y coordinación internacional.

La OMS y diversos países tomaron cartas en el asunto, aplicando límites de radiación para baja y alta frecuencia. Desafortunadamente diversas compañías no respetan ciertos estándares de radiación emitida, por lo cual las emisiones pueden ser nocivas para la salud.



Otra tecnología probablemente riesgosa, son los dispositivos Wi-Fi, pues diversos artículos mencionan, que la exposición a este tipo de radiación, puede provocar cáncer.

En Europa algunos países han impuesto un cierto control en su uso, mientras que otros han sustituido esta tecnología por la fibra óptica.

Por todo lo anteriormente mencionado, existen productos que nos protegen de posibles efectos nocivos a la salud. Actualmente se fabrican diversos aparatos protectores para uso personal y otros se manufacturan especial e individualmente para cada aparato electrónico, como la computadora o la televisión.<sup>1</sup>

Es casi imposible asegurar que no estamos expuestos a radiaciones nocivas en nuestra vivienda, lugar de trabajo o donde nos encontremos, en el mercado podemos encontrar varios productos y diversas técnicas de edificación (Bioconstrucción) con las cuales podemos protegernos de este tipo de contaminación.

Todos estamos expuestos a la electrocontaminación, producto de la “modernización” y electrificación de nuestros espacios vitales.

Para saber más sobre el tema debemos preguntarnos:

¿Qué es realmente la contaminación electromagnética y cómo podemos saber si estamos afectados por ella?

Debido a que la electrocontaminación no se puede oler, ver, ni tocar, no se sabe a qué grado nos afecta, sin embargo puede causar daños. Por este motivo se han creado equipos especiales, que utilizan tecnología de última generación en espectrometría, para la detección y posterior análisis de los campos electromagnéticos que nos rodean, ya sean de origen natural o creados por el hombre.

En este trabajo se expondrán diversos conceptos, como la salud, bioconstrucción, diferentes tipos de radiación, etc. Se comentarán algunos estudios realizados con relación a este tema.

Se expondrá la normatividad internacional, además se darán a conocer medidores de radiación no ionizante y diversas protecciones ante este posible fenómeno.

### **Objetivo.**

Justificar la necesidad de complementar la normatividad en México referente a radiaciones no ionizantes, así como prevenir a la población del riesgo que puede implicar para la salud y promover la protección ante dicho fenómeno.

### **Método.**

- 1.- Investigar el estado del arte de la electrocontaminación.
- 2.- Averiguar el conocimiento de la población ante esta problemática.
- 3.- Verificar que países han tomado acciones para prevenirla.
- 4.- Investigar la normatividad que se ha adoptado, en diversos equipos al respecto.

---

<sup>1</sup> <http://hector.solorzano.com.mx/articulos/electrocontaminacion.html>.

**CAPITULO I.** Se expondrán algunos fundamentos del electromagnetismo, el espectro electromagnético, las radiaciones ionizantes, no ionizantes y su clasificación, además se explicará la interacción entre la radiación electromagnética y el tejido vivo.

**CAPITULO II.** El posible riesgo a la exposición de radiaciones no ionizantes, generalmente es desconocido por la población en general; por esta situación fue necesario hacer un sondeo, para conocer la cultura que se tiene ante este fenómeno.

**CAPITULO III.** Diferentes países alrededor del mundo, han implementado distintos estándares ante esta controversia, al grado de que existen instituciones como la IRPA y la ICNIRP, que fomentan la protección contra la radiación no ionizante, por lo cual es necesario enriquecer la normatividad en México, que indique los niveles de campo electromagnético permitidos para bajas y altas frecuencias.

**CAPITULO IV.** Desde el siglo XX se han realizado estudios alrededor del mundo, relacionados con la radiación emitida por antenas e instalaciones eléctricas, con el objetivo de poder explicar a ciencia cierta, si la radiación electromagnética representa un riesgo a la salud. Estos han arrojado resultados contradictorios, por tal motivo es necesario seguir estudiando el tema hasta que llegar a una conclusión sustentada científicamente.

**CAPITULO V.** Debido a que en todo momento estamos expuestos a la radiación electromagnética, incluso en nuestros hogares, se han desarrollado diferentes dispositivos como medio de protección, entre estos se encuentran: desconectores de red, cortinas de apantallamiento, teléfonos, cables, etc., que pueden ser empleados en nuestra residencia y lugares de trabajo.

**CAPITULO VI.** La bioconstrucción es una técnica de edificación, que tiene por objeto emplear materiales ecológicos para nuestro bien y el del medio ambiente, cabe mencionar que este tipo de construcción reduce las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Otra ventaja que nos brinda la bioconstrucción, es la protección contra las radiaciones electromagnéticas, empleando un diseño de edificación adecuado, como la ubicación, instalaciones eléctricas, fieltros, mallas, mosquiteras, pinturas y folios de blindaje.

**CAPITULO VII.** Para realizar un estudio relacionado con electrocontaminación, es necesario conocer los niveles de campo electromagnético.

Para obtener una lectura confiable, el equipo de medición debe ser sofisticado, por lo cual existe una gama extensa de estos, para cubrir diferentes necesidades.

# CAPITULO I

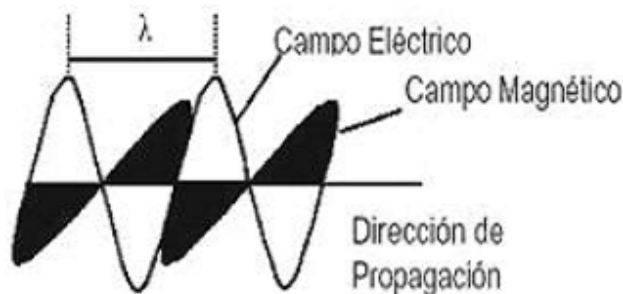
## 1. Antecedentes.

Antes de revisar los estándares internacionales en electromagnetismo, lo que es una radiación ionizante, no ionizante y los posibles riesgos a la salud por éstas últimas, debemos tener en claro ciertos fundamentos del electromagnetismo, que nos ayudarán a entender y correlacionar de una mejor manera el contenido de este trabajo.

### 1.1 Radiación Electromagnética.

La radiación electromagnética es una combinación de campos eléctricos y magnéticos oscilantes, que se propagan a través del espacio transportando energía de un lugar a otro.<sup>2</sup> Este tipo de radiaciones se propagan en forma de onda (Imagen 1). A diferencia de otros tipos de onda como el sonido, que necesitan un medio material para propagarse, la radiación electromagnética se puede propagar en el vacío.

El estudio teórico de la radiación electromagnética se denomina electrodinámica y es un sub-campo del electromagnetismo.



**Imagen 1. Onda Electromagnética. Fuente: Normatividad de la Telefonía Móvil en México Relacionada con las Radiaciones Electromagnéticas y sus Riesgos para la Salud, Leonel Alejandro Ordaz Hernández, pág.17.**

### 1.2 Ley de Coulomb

En la naturaleza existe una carga mínima de electricidad que es la carga negativa del electrón, o positiva del protón, igual a  $1.6 \times 10^{-19}C$ .

La interacción electrostática entre dos cargas en reposo se rige por la ley de Coulomb:

---

<sup>2</sup> Agentes físicos en rehabilitación. Michelle H. Cameron. Página 346.

“La fuerza de interacción electrostática entre dos cargas es directamente proporcional al producto de las cargas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa.”

Esta fuerza será atractiva o repulsiva según el signo que tengan las cargas.<sup>3</sup>

$$F = k (q_1 q_2 / r^2)$$

$$K = 1/(4\pi\epsilon)$$

$$\epsilon = \epsilon' \epsilon_0$$

Donde:

k es la fuerza con la cual se repelen dos cargas de 1 C a un metro de distancia (Esta varía dependiendo el medio en el que se encuentren las cargas).

q<sub>1</sub> es la carga que produce cierto efecto sobre una carga de prueba.

q<sub>2</sub> es la carga de prueba.

r es la distancia que separa a la cargas.

ε es la permitividad del medio.

ε' es la permitividad relativa del vacío.

ε<sub>0</sub> es la permitividad del vacío, 8.85 x 10<sup>-12</sup> F/m.

### 1. 2. 1 Campo Eléctrico.

Es el espacio en el que una carga puntual q, experimenta los efectos de una fuerza eléctrica F, dada por la siguiente ecuación:

$$F = qE$$

Siendo V/m la unidad del campo eléctrico en el SI (Sistema Internacional de Unidades).

Retomando la ley de coulomb se puede modelar la intensidad del campo eléctrico en términos de la fuerza que experimentan una carga puntual q<sub>1</sub> y una carga de prueba q<sub>2</sub> (Esta última convencionalmente positiva):

$$F = q_1 E$$

Despejando E y sustituyendo el valor de F, obtenemos:

$$E = F/q_1$$

$$F = k (q_1 q_2 / r^2)$$

$$E = F/q_1 = k (q_2 / r^2)$$

---

<sup>3</sup> Jaramillo Morales, Gabriel y Alvarado A., Alejandro. Electricidad y Magnetismo. Ed. Trillas, México, 1990.

### **1. 3 Campo Magnético.**

Es el espacio en el cual una carga  $q$ , se mueve a cierta velocidad  $v$  y experimenta los efectos de una fuerza dada por la siguiente ecuación:

$$F = qv \times B$$

El módulo de esta fuerza es:

$$F = (qvB) \text{ sen } \theta$$

Al despejar  $B$  obtenemos la intensidad de campo magnético o valor de inducción magnética:

$$B = F / (qv \text{ sen } \theta)$$

Este es medido en A/m, Teslas (T) ó Gauss (G).

#### **1. 3. 1 Voltaje y Corriente Inducidos (Ley de Faraday y ley de Lenz)**

La Ley de Faraday establece que el voltaje (FEM, Fuerza Electromotriz Inducida) inducido en una bobina es directamente proporcional a la rapidez de cambio del flujo magnético por unidad de tiempo en una superficie cualquiera con el circuito como borde:

$$\varepsilon = - N (\Delta\Phi/\Delta t)$$

Donde:

$\varepsilon$  es la FEM inducida.

$N$  es el número de vueltas de la bobina.

$\Delta\Phi / \Delta t$  es la variación del flujo magnético en el tiempo.

El signo negativo se debe a que el voltaje inducido tiene un sentido tal que establece una corriente que se opone al cambio de flujo magnético. El cambio del número de líneas magnéticas que pasan por un circuito induce una corriente en él si el circuito está cerrado, pero el cambio siempre induce una fuerza electromotriz, esté o no el circuito cerrado.

El flujo magnético se define como el producto entre el campo magnético y el área que éste encierra<sup>4</sup>:

$$\Phi = BA \cos \theta$$

---

<sup>4</sup> López Luciano Federico, Ley de Faraday-Lenz.

Donde:

$B$  es el campo magnético.

$A$  es el área que atraviesa el flujo magnético.

$\theta$  es el ángulo que se forma entre el flujo magnético y la normal de la superficie.

Siendo el Weber (Wb) la unidad de medida del flujo magnético en el SI (Sistema Internacional de Unidades).

Razonando estas expresiones, es fácil darse cuenta de que si se produce un cambio tanto en el campo magnético como en el área que atraviesa, se inducirá una fuerza electromotriz.

La Ley de Lenz explica que siempre que se induce una corriente, su campo magnético se opone al cambio de flujo.

Cuando se mueve un imán hacia una bobina, induciéndose así una corriente en el enrollamiento, la corriente inducida calienta el alambre. Para proporcionar la energía necesaria para ello, se tiene que hacer trabajo venciendo una fuerza que se opone. Si la fuerza no se opusiera al movimiento, se estaría creando energía; por lo tanto, el campo magnético de la corriente inducida tiene que oponerse al cambio.<sup>5</sup>

### **1. 3. 2 Ley de Ampere.**

Aplicando la ley de Ampere podemos determinar el campo magnético producido por una corriente que circula a través de un conductor a una distancia  $r$ , la cual está dada por la ecuación:

$$B = (\mu_0 I / 2\pi r)$$

Donde:

$\mu_0$  es la permeabilidad del vacío,  $4\pi \times 10^{-7}$  Tm/A.

$I$  es la corriente que circula a través del conductor.

$r$  es la distancia.

### **1. 4 El Espectro Electromagnético.**

Se denomina espectro electromagnético a la distribución energética del conjunto de las ondas electromagnéticas.

El espectro electromagnético se extiende desde la radiación de menor longitud de onda, como los rayos gamma y los rayos X, pasando por la luz ultravioleta, la luz visible y los rayos infrarrojos, hasta las ondas electromagnéticas de mayor longitud de onda, como son las ondas de radio.

---

<sup>5</sup> López Luciano Federico, Ley de Faraday-Lenz.

Es importante anotar que las ondas con mayor longitud de onda tienen menor frecuencia y viceversa.

| Banda                         | Longitud de onda (m) | Frecuencia (Hz) | Energía (J)              |
|-------------------------------|----------------------|-----------------|--------------------------|
| Rayos gamma                   | < 10 pm              | > 30,0 EHz      | > $20 \cdot 10^{-15}$    |
| Rayos X                       | < 10 nm              | > 30,0 PHz      | > $20 \cdot 10^{-18}$    |
| Ultravioleta extremo          | < 200 nm             | > 1,5 PHz       | > $993 \cdot 10^{-21}$   |
| Ultravioleta cercano          | < 380 nm             | > 789 THz       | > $523 \cdot 10^{-21}$   |
| Luz Visible                   | < 780 nm             | > 384 THz       | > $255 \cdot 10^{-21}$   |
| Infrarrojo cercano            | < 2,5 $\mu$ m        | > 120 THz       | > $79 \cdot 10^{-21}$    |
| Infrarrojo medio              | < 50 $\mu$ m         | > 6,00 THz      | > $4 \cdot 10^{-21}$     |
| Infrarrojo lejano             | < 1 mm               | > 300 GHz       | > $200 \cdot 10^{-24}$   |
| Microondas                    | < 30 cm              | > 1 GHz         | > $2 \cdot 10^{-24}$     |
| Ultra Alta Frecuencia - Radio | < 1 m                | > 300 MHz       | > $19.8 \cdot 10^{-26}$  |
| Muy Alta Frecuencia - Radio   | < 10 m               | > 30 MHz        | > $19.8 \cdot 10^{-28}$  |
| Onda Corta – Radio            | < 180 m              | > 1,7 MHz       | > $11.22 \cdot 10^{-28}$ |
| Onda Media – Radio            | < 650 m              | > 650 kHz       | > $42.9 \cdot 10^{-29}$  |
| Onda Larga – Radio            | < 10 km              | > 30 kHz        | > $19.8 \cdot 10^{-30}$  |
| Muy Baja Frecuencia - Radio   | > 10 km              | < 30 kHz        | < $19.8 \cdot 10^{-30}$  |

Tabla 1. Propiedades de las ondas que conforman el espectro electromagnético.

Fuente: Frenzel, Louis L. (mayo de 2003). *Sistemas electrónicos de comunicaciones* (Tercera edición). México D.F.: Alfaomega.

La energía electromagnética en una longitud de onda particular  $\lambda$  (en el vacío) tiene una frecuencia asociada " $\nu$ " y una energía fotónica "E".

Así, el espectro electromagnético puede expresarse en términos de cualquiera de estas tres variables, que están relacionadas mediante las siguientes ecuaciones:

$$c = \lambda \nu$$

$$E = h\nu$$

Donde:

c es la velocidad de la luz en el vacío, 299, 792, 458 m/s.

h es la constante de Planck,  $6.626 \times 10^{-34}$  Js

De este modo, las ondas electromagnéticas de alta frecuencia tienen una longitud de onda corta y energía alta; las ondas de frecuencia baja tienen una longitud de onda larga y energía baja.

Generalmente, la radiación electromagnética se clasifica por la longitud de onda:

- Ondas de radio.
- Microondas.
- Infrarroja.
- Espectro visible.
- Rayos ultravioleta.

- Rayos X.
- Rayos gamma.

#### **1. 4. 1 Las Ondas de Radiofrecuencia.**

Las ondas de radio suelen ser utilizadas mediante antenas del tamaño apropiado con longitudes de onda en los límites de cientos de metros a aproximadamente un milímetro. Se usan para la transmisión de datos a través de la modulación. La televisión, los teléfonos móviles, las resonancias magnéticas, o las redes inalámbricas y de radioaficionados, son algunos usos populares de las ondas de radio.

Las ondas de radio pueden transportar información variando la combinación de amplitud, frecuencia y fase de la onda dentro de una banda de frecuencia. El uso del espectro de radio está regulado por muchos gobiernos mediante la asignación de frecuencias. Cuando la radiación electromagnética impacta sobre un conductor, se empareja con él y viaja a lo largo del mismo, induciendo una corriente eléctrica en la superficie de ese conductor mediante la excitación de los electrones del material de conducción. Este efecto llamado "efecto piel" es usado en las antenas. La radiación electromagnética también puede hacer que ciertas moléculas absorban energía y se calienten, una característica que se utiliza en los microondas.

En radiocomunicaciones, los rangos se abrevian con sus siglas en inglés y son los siguientes:

- Frecuencias extremadamente bajas: Llamadas *ELF (Extremely Low Frequencies)*, se encuentran en el intervalo de 3 a 30 Hz. Este rango es equivalente a aquellas frecuencias del sonido en la parte más baja (grave) del intervalo de percepción del oído humano. Cabe destacar aquí que el oído humano percibe ondas sonoras, no electromagnéticas, sin embargo se establece la analogía para poder hacer una mejor comparación.
- Frecuencias súper bajas: *SLF (Super Low Frequencies)*, se encuentran en el intervalo de 30 a 300 Hz. En este rango se incluyen las ondas electromagnéticas de frecuencia equivalente a los sonidos graves que percibe el oído humano típico.
- Frecuencias ultra bajas: *ULF (Ultra Low Frequencies)*, son aquellas en el intervalo de 300 a 3000 Hz. Este es el intervalo equivalente a la frecuencia sonora normal para la mayor parte de la voz humana.
- Frecuencias muy bajas: *VLF (Very Low Frequencies)*, se pueden incluir aquí las frecuencias de 3 a 30 kHz. El intervalo de VLF es usado típicamente en comunicaciones gubernamentales y militares.
- Frecuencias bajas: *LF (Low Frequencies)*, son aquellas en el intervalo de 30 a 300 kHz. Los principales servicios de comunicaciones que trabajan en este rango están la navegación aeronáutica y marina.



- Frecuencias medias: MF (Medium Frequencies), están en el intervalo de 300 a 3000 kHz. Las ondas más importantes en este rango son las de radiodifusión de AM (530 a 1605 kHz).
- Frecuencias altas: *HF (High Frequencies)*, son aquellas contenidas en el rango de 3 a 30 MHz. A estas se les conoce también como "onda corta". Es en este intervalo que se tiene una amplia gama de tipos de radiocomunicaciones como radiodifusión, comunicaciones gubernamentales y militares. Las comunicaciones en banda de radioaficionados y banda civil también ocurren en esta parte del espectro.
- Frecuencias muy altas: *VHF (Very High Frequencies)*, van de 30 a 300 MHz. Es un rango popular usado para muchos servicios, como la radio móvil, comunicaciones marinas y aeronáuticas, transmisión de radio en FM (88 a 108 MHz) y los canales de televisión del 2 al 12 [según norma CCIR (Estándar B+G Europa)]. También hay varias bandas de radioaficionados en este rango.
- Frecuencias ultra altas: *UHF (Ultra High Frequencies)*, abarcan de 300 a 3000 MHz, incluye los canales de televisión de UHF, es decir, del 21 al 69 [según norma CCIR (Estándar B+G Europa)] y se usan también en servicios móviles de comunicación en tierra, en servicios de telefonía celular y en comunicaciones militares.
- Frecuencias súper altas: *SHF (Super High Frequencies)*, son aquellas entre 3 y 30 GHz y son ampliamente utilizadas para comunicaciones vía satélite y radioenlaces terrestres.
- Frecuencias extremadamente altas: *EHF (Extremately High Frequencies)*, se extienden de 30 a 300 GHz. Los equipos usados para transmitir y recibir estas señales son más complejos y costosos, por lo que no están muy difundidos aún.

#### **1. 4. 2 Las Microondas.**

Estas frecuencias se encuentran entre 1 GHz y 300 GHz; abarcan parte del rango de UHF y todo el rango de SHF y EHF. Estas ondas se utilizan en numerosos sistemas, como múltiples dispositivos de transmisión de datos, radares y hornos de microondas así como en el análisis de detalles muy finos de la estructura atómica y molecular, se generan mediante dispositivos electrónicos.

Las microondas son ondas lo suficientemente cortas como para emplear guías de ondas metálicas tubulares de diámetro razonable.

Las microondas son absorbidas por las moléculas que tienen un momento dipolar en líquidos. En un horno de microondas, este efecto se usa para calentar la comida. La radiación de microondas de baja intensidad se utiliza en Wi-Fi.

El horno de microondas promedio, cuando está activo, está en un rango cercano y bastante poderoso como para causar interferencia con campos electromagnéticos mal

protegidos, como los que se encuentran en dispositivos médicos móviles y aparatos electrónicos baratos.

### **1. 4. 3 La Radiación Infrarroja.**

Las ondas infrarrojas están en el rango de 0.7 a 100 micrómetros. Las señales son usadas para algunos sistemas especiales de comunicaciones, en astronomía se usan para detectar estrellas y otros cuerpos, su uso en armas va ligado en las guías en las cuales se usan detectores de calor para descubrir cuerpos móviles en la oscuridad.

También se usan en los mandos a distancia de los televisores y otros aparatos, en los que un transmisor de estas ondas envía una señal codificada al receptor del televisor. Se subdivide en tres regiones, infrarrojo lejano, medio y cercano.

### **1. 4. 4 Luz Visible.**

Es una región muy estrecha pero la más importante, ya que nuestra retina es sensible a las radiaciones de estas frecuencias. A su vez, se subdivide en seis intervalos que definen los colores básicos (rojo, naranja, amarillo, verde, azul y violeta).

La radiación electromagnética con una longitud de onda entre aproximadamente 400 [nm] y 700 [nm] es detectada por el ojo humano y percibida como luz visible. A otras longitudes de onda, sobre todo al infrarrojo cercano (más largo de 700 [nm]) y al ultravioleta (más corto que 400 [nm]) a veces se les llama luz, sobre todo cuando la visibilidad para los humanos no es relevante.

### **1. 4. 5 Luz Ultravioleta.**

La siguiente frecuencia en el espectro es el ultravioleta (o rayos UV), que es la radiación cuya longitud de onda es más corta que el extremo violeta del espectro visible.

Al ser energética, la radiación ultravioleta puede romper enlaces químicos, haciendo a las moléculas excepcionalmente reactivas o ionizándolas, lo que cambia su comportamiento.

La luz ultravioleta cubre el intervalo de 4 a 400 [nm].<sup>6</sup>

---

<sup>6</sup> Frenzel, Louis L. Sistemas electrónicos de comunicaciones (Tercera edición). México D.F.: Alfaomega. pp. 21 a 23.  
[http://www.espectrometria.com/espectro\\_electromagnitico](http://www.espectrometria.com/espectro_electromagnitico) (Consulta: 15 de Agosto 2011)  
[http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/cuantica/negro/espectro/espectro.htm#El espectro electromagnético](http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/cuantica/negro/espectro/espectro.htm#El%20espectro%20electromagn%C3%A9tico) (Consulta: 15 de Agosto 2011)

#### **1. 4. 6 Emisión de Ondas Electromagnéticas.**

La tierra emite ondas que generan el campo magnético terrestre que permiten dar vida a todos los seres del planeta. La tierra es un ser vivo en constante movimiento donde se producen movimientos sísmicos en el suelo que generan geopatías, patologías provocadas por las interferencias naturales; por otra parte, la evolución del ser humano ha desarrollado una tecnología que añadida a esas incidencias naturales dan como resultado una patología más intensa.

Esta patología se manifiesta por la sobre exposición a las ondas generadas por mecanismos como estaciones transformadoras, teléfonos celulares, uso de equipos con tecnología Wi-Fi, líneas de alta tensión, túneles subterráneos del metro, etc.

Como la disponibilidad de esta tecnología ha ido en aumento, las patologías generadas por estas interferencias son más frecuentes.

Como consecuencias de una sobre exposición electromagnética tenemos enfermedades como la Lipoatrófia semicircular, de la cual se han detectado casos en trabajadores de diversas empresas. Las zonas donde hay una gran incidencia de mecanismos electrónicos conllevan una electrocontaminación que afecta al personal que frecuenta esos lugares.<sup>7</sup>

#### **1. 5 ¿Qué es la Contaminación Electromagnética ó Electro-smog?**

Diversos avances tecnológicos y del conocimiento que se han desarrollado durante el último siglo han derivado en un aumento de los campos electromagnéticos de origen humano nunca antes experimentado por los seres vivos. La demanda de electricidad y de tecnologías Wireless, entre otros avances, han sido los causantes. Actualmente podemos afirmar que estamos rodeados de campos eléctricos y magnéticos en nuestras viviendas y también en nuestros centros de trabajo.

El electro-smog es el fenómeno producido por un exceso de la contaminación electromagnética que nos rodea, como consecuencia de todos los campos magnéticos generados por las conexiones a Internet sin cables (tecnologías WI-FI, WIMAX, etc.), teléfonos inalámbricos, antenas de telefonía móvil, inhibidores de frecuencias, transformadores, torres de media, alta o muy alta tensión, etc.

Un ejemplo simple de electro-smog lo tenemos en la telefonía móvil (teléfonos celulares).<sup>8</sup> Los teléfonos móviles llevan incorporado un pequeño emisor-receptor que permite conectar con la antena emisora-receptora que la red de telefonía móvil ha instalado en diversos puntos de una ciudad y de esta forma se puede comunicar.

---

<sup>7</sup> <http://www.fibroamigosunidos.com/t16923-conseguir-armonia-en-el-entorno-para-equilibrarnuestra-salud> (Consulta: 15 de Agosto 2011)

<sup>8</sup> <http://www.vilardebomortensen.com/#!vstc0=contaminacion-electromagnetica> (Consulta: 28 de Noviembre 2011)

La comunicación entre teléfono y antena se realiza mediante ondas electromagnéticas, generadas artificialmente por ambos aparatos. Una vez que las ondas han llegado a la antena más próxima, ésta las transforma para pasar a la red telefónica convencional.

Las antenas (de estaciones base) crean a su alrededor un campo electromagnético o un espacio en el que actúan sus radiaciones. La intensidad de este campo creado es inversamente proporcional a la distancia a la antena por lo que, en principio, viviendas próximas a la antena instalada, del mismo edificio o próximos pueden quedar dentro de ese campo intenso y ser afectados. Las dudas se plantean en cuál es la distancia de seguridad adecuada.

Estas antenas producen una radiación electromagnética denominada radiofrecuencia (R.F.) que es no ionizante y sus efectos biológicos son esencialmente diferentes de los de la radiación ionizante, producida por máquinas de rayos X o por la desintegración de isótopos radiactivos, sin embargo, el que estas radiaciones sean no ionizantes no descarta efectos en la salud, que algunos estudios empiezan a vislumbrar, aunque todavía de forma no sistemática.<sup>9</sup>

También hay que tener en cuenta que la configuración de la zona donde recibimos las radiaciones es importante, el poder de éstas se intensifica por elementos como mobiliarios metálicos, edificios donde el metal y el vidrio tiene una fuerte presencia (síndrome del edificio enfermo), dentro de un coche o dentro de un metro o tren la señal es mucho más nociva.

## **1. 6 Clasificación de las Radiaciones Electromagnéticas (REM).**

Existen múltiples fuentes naturales y artificiales que generan energía en forma de ondas electromagnéticas. Estas ondas consisten en campos eléctricos y magnéticos oscilatorios que son capaces de interactuar de formas diferentes con los sistemas biológicos, incluidos los seres humanos.

Una onda electromagnética consiste en pequeños paquetes de energía denominados fotones. La energía de cada fotón es directamente proporcional a la frecuencia de la onda: cuanto mayor es la frecuencia, mayor es la cantidad de energía de dicho fotón.

La forma en que las ondas electromagnéticas afectan a los sistemas biológicos viene determinada por la intensidad del campo y por la cantidad de energía de cada fotón.

Los efectos biológicos de la radiación electromagnética pueden clasificarse en ionizantes y no ionizantes.

Los primeros son producidos por parte de la radiación ultravioleta, los rayos X y los rayos gamma ( $\gamma$ ); y tienen energías suficientes como para romper enlaces químicos e incluso interactuar con el núcleo atómico (rayos  $\gamma$ ).

La radiación de menor energía (luz visible, infrarrojo, microondas y radiofrecuencias, y frecuencias extremadamente bajas) no produce rotura de enlaces (no ioniza) y sus efectos pueden clasificarse en térmicos y no térmicos.

---

<sup>9</sup> <http://www.safercall.es/html/0-Que-es-el-electrosmog%3F-183.htm> (Consulta: 30 de Agosto 2011)

Los efectos térmicos son consecuencia de una transferencia de energía en el tejido, suficiente para elevar su temperatura y actualmente se utilizan tanto como agentes terapéuticos, cuanto como referencia para la confección de lineamientos para la protección contra la radiación no ionizante.<sup>10</sup>

| RADIACIONES         |               |                    |
|---------------------|---------------|--------------------|
| IONIZANTES          |               | NO IONIZANTES      |
| Partículas con masa | REM           | REM                |
| - Alfa              | - Rayos Gamma | - Campos estáticos |
| - Beta              | - Rayos X     | - Ondas de EBF     |
| - Neutrones         |               | - Ondas de MBF     |
| - Otros             |               | - Ondas de RF      |
|                     |               | - Microondas       |
|                     |               | - Infrarrojo       |
|                     |               | - Luz Visible      |
|                     |               | - Ultravioleta     |

REM: Radiación electromagnética, EBF: Extremadamente baja frecuencia, MBF: Muy baja frecuencia, RF: Radio frecuencia

**Imagen 2. Clasificación de radiaciones ionizantes y no ionizantes. Fuente:**  
<http://www.bioingenieria.edu.ar/academica/catedras/radiaciones/Descargas/Unidad1.pdf>  
 (Consulta: 26 de Noviembre 2011)

### 1. 7 Radiación No Ionizante (RNI).

La radiación no ionizante (RNI) engloba toda la radiación y los campos del espectro electromagnético que no tienen suficiente energía para ionizar la materia. Es decir, la RNI es incapaz 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 radiación ionizante suele establecerse en una longitud de onda de 100 nanómetros aproximadamente.

Al igual que cualquier forma de energía, la energía 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 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.

Las RNI han despertado gran interés debido a sus posibles usos en el campo de la medicina (terapia y diagnóstico). Asimismo, en los últimos tiempos se ha incrementado el uso de equipos generadores de este tipo de radiación, entre algunos ejemplos

<sup>10</sup> <http://www.bioingenieria.edu.ar/academica/catedras/radiaciones/Descargas/Unidad1.pdf>  
 (Consulta: 1 de Septiembre 2011)

encontramos los láser, microondas, telefonía móvil, etc.; tanto en el ámbito industrial como en el biomédico.

### **1. 7. 1 Interacción con la Materia.**

El término radiación no ionizante hace referencia a la interacción de ésta con la materia; al tratarse de frecuencias consideradas 'bajas' y por lo tanto también energías bajas por fotón, en general, su efecto es potencialmente menos peligroso que las radiaciones ionizantes.

La frecuencia de la radiación no ionizante determinará en gran medida el efecto sobre la materia o tejido irradiado; por ejemplo, las microondas portan frecuencias próximas a los estados vibracionales de las moléculas del agua, grasa o azúcar, al 'acoplarse' con las microondas se calientan. La región infrarroja también excita modos vibracionales; esta parte del espectro corresponde a la llamada radiación térmica.

Los hornos de microondas, comunes en muchos hogares, se utilizan para cocinar y para calentar alimentos, lo que se logra al hacer vibrar las moléculas de agua que éstos contienen, lo que hace que hierva y con ello caliente lo que rodea a estas moléculas. Así, por la acción de las microondas, las moléculas de agua vibran y, por la fricción que se genera entre ellas, calientan la materia en la que se encuentran.<sup>11</sup>

### **1. 7. 2 Espectro de las Radiaciones No Ionizantes.**

La forma más conocida de energía electromagnética es la luz del sol. La frecuencia de la luz solar (luz visible) es la línea divisoria entre la radiación ionizante y la radiación no ionizante.

Las RNI se dividen en regiones que a su vez se subdividen por razones prácticas en otras regiones. Los rangos de estas divisiones no necesariamente son exactos y por diversas razones y según el propósito de esa definición, diferentes grupos internacionales de trabajo podrán diferir ligeramente con esa subdivisión.

En el siguiente diagrama se representa la clasificación, obsérvese que por norma, se usa para el grupo de las radiaciones ópticas (RO) las unidades de nanómetros y para los CEM (Campos electromagnéticos) las unidades de Hertz (Hz).

---

<sup>11</sup> [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo2/49 .pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo2/49.pdf) (Consulta: 1 de Septiembre 2011)

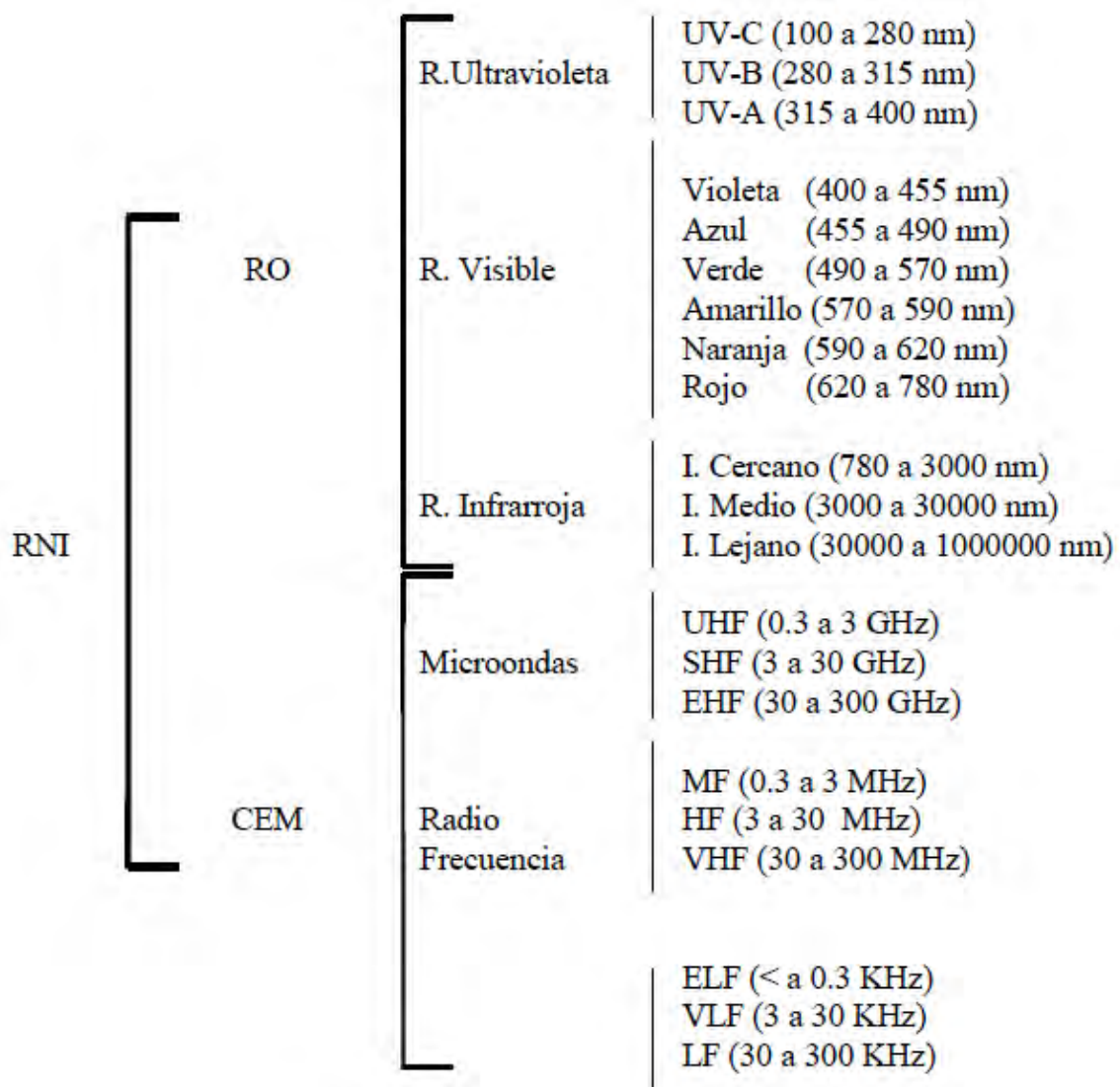


Imagen 3. Clasificación de las radiaciones no ionizantes. Fuente: <http://www.bioingenieria.edu.ar/academica/catedras/radiaciones/Descargas/Unidad1.pdf> (Consulta: 26 de Noviembre 2011)

### 1. 8 Radiación Ionizante.

La radiación ionizante se encuentra en cualquier lugar, llega desde el espacio exterior en forma de rayos cósmicos. Los isótopos radiactivos que se originan de forma natural entran y permanecen en todos los seres vivos.

Aunque los seres humanos expuestos a dosis pequeñas de radiación pueden no presentar de inmediato ningún efecto biológico aparente, no hay duda de que la radiación ionizante, cuando se administra en cantidades suficientes, puede causar daños.

Si bien la radiación ionizante puede ser perjudicial, también tiene muchas aplicaciones beneficiosas, algunos ejemplos son los siguientes:

- El uranio radiactivo genera electricidad en centrales nucleares instaladas en muchos países.
- En medicina, los rayos X permiten obtener radiografías para el diagnóstico de lesiones y enfermedades internas.
- Los médicos especializados en medicina nuclear utilizan material radiactivo como trazadores para formar imágenes detalladas de estructuras internas y estudiar el metabolismo.
- Los médicos utilizan en radioterapia rayos gamma, haces de piones, haces de electrones, neutrones y otros tipos de radiación para tratar el cáncer.

Los usos de la radiación ionizante y de los materiales radiactivos mejoran la calidad de vida y ayudan a la sociedad de muchas maneras pero siempre se deben sopesar los beneficios de cada uso con sus riesgos debido a que pueden afectar a los trabajadores que intervienen directamente en la aplicación de la radiación o el material radiactivo, a la población en general, a las generaciones futuras y al medio ambiente, o a cualquier combinación de los grupos enumerados.

La radiación ionizante consiste en partículas, incluidos los fotones, que causan la separación de electrones de átomos y moléculas. Pero algunos tipos de radiación de energía relativamente baja, como la luz ultravioleta, sólo puede originar ionización en determinadas circunstancias.<sup>12</sup>

Las radiaciones ionizantes pueden provenir de sustancias radiactivas, que emiten dichas radiaciones de forma espontánea ó de generadores artificiales, tales como los generadores de Rayos X y los aceleradores de partículas.

Las procedentes de fuentes de radiaciones ionizantes que se encuentran en la corteza terráquea de forma natural, pueden clasificarse como compuesta por partículas alfa, beta, rayos gamma o rayos X.

### **1. 8. 1 Clasificación de las Radiaciones Ionizantes.**

Según sean fotones o partículas:

- Radiación electromagnética: está formada por fotones con energía suficiente como para ionizar la materia, es decir, superior a unas decenas de electronvoltios [eV]. Según su origen y su energía se clasifican en “rayos X” y “rayos gamma”.
- Radiación corpuscular: incluye a las partículas alfa (núcleos de Helio), beta (electrones y positrones de alta energía), protones, neutrones y otras partículas

---

<sup>12</sup> <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo2/48.pdf> (Consulta: 2 de Septiembre 2011)



que sólo se producen por los rayos cósmicos o en aceleradores de muy alta energía, como los piones o los muones.

Según la ionización producida:

- Radiación directamente ionizante: La radiación ionizante directa consta de electrones energéticos (llamados a veces negatrones), los positrones, los protones, las partículas alfa, los mesones cargados, los muones y los iones pesados (átomos ionizados). Este tipo de radiación ionizante interactúa con la materia sobre todo mediante la fuerza de Coulomb, que les hace repeler o atraer electrones de átomos y moléculas en función de sus cargas.
- Radiación indirectamente ionizante: La radiación ionizante indirecta es producida por partículas sin carga. Los tipos más comunes de radiación ionizante indirecta son los generados por fotones con energía superior a 10 [keV] (rayos X y rayos gamma) y todos los neutrones.

Según la fuente de la radiación ionizante:

- Radiaciones naturales: proceden de radioisótopos que se encuentran presentes en el aire, el cuerpo humano, los alimentos, la corteza terrestre o del espacio (radiación cósmica). Son radiaciones no producidas por el hombre. Más del 80% de la exposición a radiaciones ionizantes en promedio a la que está expuesta la población proviene de las fuentes naturales.
- Radiaciones artificiales: están producidas mediante ciertos aparatos o métodos desarrollados por el ser humano, como por ejemplo los aparatos utilizados en radiología, materiales radiactivos que no existen en la naturaleza pero que el ser humano es capaz de sintetizar en reactores nucleares, aceleradores o por materiales que existen en la naturaleza pero que se concentran químicamente para utilizar sus propiedades radiactivas.  
La naturaleza física de las radiaciones artificiales es idéntica a la de las naturales. Por ejemplo, los rayos X naturales y los rayos X artificiales son ambos rayos X (fotones u ondas electromagnéticas que proceden de la desexcitación de electrones atómicos).

### **1. 9 Interacción entre Radiación Electromagnética y Conductores.**

Cuando un alambre o cualquier objeto conductor, tal como una antena, conduce corriente alterna, la radiación electromagnética se propaga en la misma frecuencia que la corriente.

De forma similar, cuando una radiación electromagnética incide en un conductor eléctrico, hace que los electrones de su superficie oscilen, generándose de esta forma una corriente alterna cuya frecuencia es la misma que la de la radiación incidente. Este efecto se usa en las antenas, que pueden actuar como emisores o receptores de radiación electromagnética.

### **1. 9. 1 Penetración de la Radiación Electromagnética.**

En función de la frecuencia, las ondas electromagnéticas pueden no atravesar medios conductores. Esta es la razón por la cual las transmisiones de radio no funcionan bajo el mar y los teléfonos móviles se quedan sin cobertura dentro de una caja de metal.

Sin embargo, como la energía no se crea ni se destruye, cuando una onda electromagnética choca con un conductor pueden suceder dos cosas:

- La primera es que se transformen en calor: este efecto tiene aplicación en los hornos de microondas.
- La segunda es que se reflejen en la superficie del conductor (como en un espejo).<sup>13</sup>

### **1. 9. 2 Acción Sutil de los Campos Magnéticos.**

Las líneas eléctricas de alto voltaje son las vías por las que discurre la energía eléctrica en ondas de baja frecuencia, aunque con una particularidad: la fuerza eléctrica no pasa solamente a través o por dentro del cable, sino que, produciendo ondas en su misma dirección, genera un campo magnético que se extiende a su alrededor a considerable distancia y pierde intensidad con la misma.

Como las ondas de baja frecuencia no son capaces de romper las moléculas orgánicas que atraviesan y formar así partículas cargadas eléctricamente (iones), se incluyen entre las denominadas radiaciones no-ionizantes. Por eso, mientras las radiaciones ionizantes destruyen las células vivas, las no ionizantes ejercen su acción a un nivel mucho más sutil y desconocido por la ciencia.<sup>14</sup>

### **1. 9. 3 Efecto Corona.**

El efecto corona es un fenómeno eléctrico que se produce en los conductores de las líneas de alta tensión y se manifiesta en forma de halo luminoso a su alrededor. Dado que los conductores suelen ser de sección circular, el halo adopta una forma de corona, de ahí el nombre del fenómeno.

Consiste en la ionización del aire que rodea a los conductores de alta tensión y tiene lugar cuando el gradiente eléctrico supera la rigidez dieléctrica del aire y se manifiesta en forma de pequeñas chispas o descargas a escasos centímetros de los cables.

---

<sup>13</sup> [http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs149.html](http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs149.html) (Consulta: 5 de Septiembre 2011)

<sup>14</sup> <http://www.avaluche.com/spip.php?article116> (Consulta: 10 de Septiembre 2011)

Las líneas eléctricas se diseñan para que el efecto corona sea mínimo, puesto que también suponen una pérdida en su capacidad de transporte de energía; en su aparición e intensidad influyen los siguientes condicionantes.<sup>15</sup>

- Tensión de la línea: cuanto mayor sea la tensión de funcionamiento de la línea, mayor será el gradiente eléctrico en la superficie de los cables y, por tanto, mayor el efecto corona. En realidad sólo se produce en líneas de tensión superior a 80 [kV]
- La humedad relativa del aire: una mayor humedad, especialmente en caso de lluvia o niebla, incrementa de forma importante el efecto corona.
- El estado de la superficie del conductor: las rugosidades, irregularidades, defectos, impurezas adheridas, etc., incrementan el efecto corona.
- Número de subconductores: El efecto corona será menor cuanto más subconductores tenga cada fase de la línea.

Como consecuencia del efecto corona se produce una emisión de energía acústica y energía electromagnética en el rango de las radiofrecuencias, de forma que los conductores pueden generar ruido e interferencias en la radio y la televisión; otra consecuencia es la producción de ozono y óxidos de nitrógeno.

El ruido provocado por el efecto corona consiste en un zumbido de baja frecuencia (básicamente de 100 Hz), provocado por el movimiento de los iones, y un chisporroteo producido por las descargas eléctricas (entre 0,4 y 16 kHz).

Cuando la humedad relativa es elevada, por ejemplo cuando llueve, el efecto corona aumenta mucho, dando lugar a un incremento importante del ruido audible.<sup>16</sup>

---

<sup>15</sup> MUJAL ROSAS, Ramón M. (2000). *Tecnología eléctrica*. Barcelona: Edicions UPC.

<sup>16</sup> [http://www.e-seia.cl/archivos/Anexo\\_N\\_\\_5\\_Efecto\\_Corona.pdf](http://www.e-seia.cl/archivos/Anexo_N__5_Efecto_Corona.pdf) (Consulta: 10 de Septiembre 2011)

## CAPITULO II

### **2. Conocimiento de la Electrocontaminación en la Población.**

#### **2.1 Hipótesis.**

El objetivo de este capítulo, es conocer que tan informada esta la población, respecto al tema de los posibles efectos nocivos de la electrocontaminación.

Se piensa que los habitantes, no están lo suficientemente informados ante esta circunstancia, sobre todo en el conocimiento de diferentes medios de protección ante este fenómeno.

Para este fin se realizó una encuesta a estudiantes de la Universidad Nacional Autónoma de México, campus CU (Facultad de Odontología, Derecho, Economía, Filosofía y Letras) y personas que residen ó trabajan cerca de la institución.

Fueron 103 las personas encuestadas, esta muestra es poco significativa puesto que solo se pretendía averiguar, si la población ha sido advertida de los probables riesgos a la salud, ocasionados por la exposición a radiaciones emitidas por dispositivos electrónicos e instalaciones eléctricas.

En general, con dicha encuesta se pretende:

- Averiguar, si la comunidad está al tanto de la radiación electromagnética y el probable riesgo a nuestra integridad.
- Conocer, que medios de comunicación podrían haber informado a la población referente al tema.
- Investigar, si existe una cultura de protección ante esta posible amenaza.
- Indagar, si los encuestados tienen noción de algún estudio realizado.
- Percibir la opinión de los ciudadanos, en base a la información que se les facilitó.

Las preguntas e hipótesis son las siguientes:

- *Pregunta 1. ¿Conoce qué tipo de radiaciones son nocivas para la salud? Excluyendo la radiación solar.*

Se espera que la población tenga conocimiento de las radiaciones ionizantes y parte de esta, alguna noción de las no ionizantes.

- *Pregunta 2. ¿Ha escuchado hablar de la electrocontaminación ó los posibles riesgos a la salud que pueden originar, las antenas de telefonía, celulares, instalaciones eléctricas, electrodomésticos, señales Wi-Fi, etc.?*

Suponemos que pocos encuestados están informados de los posibles efectos perjudiciales.

- Pregunta 3. *¿Por qué medio fue informado?*

Pensamos que los medios por los cuales fue difundida esta temática, fueron la televisión e Internet.

- Pregunta 4. *¿Ha escuchado que existen medios de protección ante este fenómeno?*

Se piensa que los ciudadanos conocen únicamente el uso de protecciones para celular y evitar el uso del microondas el mayor tiempo posible.

- Pregunta 5. *¿Tiene conocimiento de algún estudio que esté relacionado con este tema?*

Pensamos, que muy poca gente está enterada de algún estudio realizado.

- Pregunta 6. *¿Qué impresión le deja la información recibida?*

Se espera de manera general, que los encuestados estén desinformados ante el tema de la electrocontaminación y de los posibles riesgos a la salud.

La información que se entregó al momento de aplicar la encuesta, es una parte de la introducción de este trabajo:

### **¿LAS RADIACIÓN EMITIDA POR INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y ANTENAS DE TELECOMUNICACIONES, REPRESENTAN UN RIESGO PARA LA SOCIEDAD?**

*En la actualidad es cotidiano vernos rodeados de antenas de radiofrecuencia, como las de:*

- *Televisión*
- *Radio*
- *Radar*
- *Telefonía*

*La energía electromagnética abarca todo el mundo, incluso en los lugares más remotos del planeta, estaríamos expuestos a un nivel de frecuencias ubicuas de 50 ó 60 Hz, así como a las ondas de radio reflejadas por la ionosfera, debido a que estas instalaciones y equipos electrónicos emiten radiaciones electromagnéticas, remarcando nuestra dependencia a los electrodomésticos y celulares.*

*En el caso de las líneas de transmisión, alrededor del siglo XX, las personas que vivían cerca de las inmediaciones de estas, presentaron ciertos malestares, por lo cual se comenzaron a realizar estudios, para comprobar si la exposición a estas radiaciones era la causante, temiendo que los síntomas estuvieran relacionados con dichas líneas.*

*Posteriormente, este tipo de investigaciones fue en aumento con la llegada de nuevas tecnologías, alrededor del mundo se realizaban estudios que no solo tenían que ver con subestaciones, líneas de transmisión y transformadores, las radiaciones emitidas por antenas de radiofrecuencia, teléfonos móviles y sus efectos en el cuerpo humano también comenzaron a ser estudiados.*

*Dentro de los síntomas que los pacientes presentaron se encuentran:*

- *Dolores de cabeza.*
- *Fatiga.*
- *Insomnio.*
- *Nausea.*
- *Vértigo.*

Más tarde, se sospechó que la exposición a campos electromagnéticos estaba ligada con diversos tipos de patologías, entre los más comunes el cáncer.

Con esto, fácilmente podemos percatarnos de que el polémico problema de la electrocontaminación es mundial; para resolverlo se requeriría de un inmenso esfuerzo y coordinación internacional.

La OMS y diversos países tomaron cartas en el asunto, aplicando límites de radiación para baja y alta frecuencia. Desafortunadamente diversas compañías no respetan ciertos estándares de radiación emitida, por lo cual las emisiones pueden ser nocivas para la salud.

Otra tecnología probablemente riesgosa, son los dispositivos Wi-Fi, pues diversos artículos mencionan, que la exposición a este tipo de radiación, puede provocar cáncer.

En Europa algunos países han impuesto un cierto control en su uso, mientras que otros han sustituido esta tecnología por la fibra óptica.

Por todo lo anteriormente mencionado, existen productos que nos protegen de posibles efectos nocivos a la salud. Actualmente se fabrican diversos aparatos protectores para uso personal y otros se manufacturan especial e individualmente para cada aparato electrónico, como la computadora o la televisión.

Es casi imposible asegurar que no estamos expuestos a radiaciones nocivas en nuestra vivienda, lugar de trabajo o donde nos encontremos, en el mercado podemos encontrar varios productos y diversas técnicas de edificación (Bioconstrucción) con las cuales podemos protegernos de este tipo de contaminación.

Todos estamos expuestos a la electrocontaminación, producto de la “modernización” y electrificación de nuestros espacios vitales.

## 2.2 Resultados.

El nivel de estudios de los encuestados fue el siguiente:

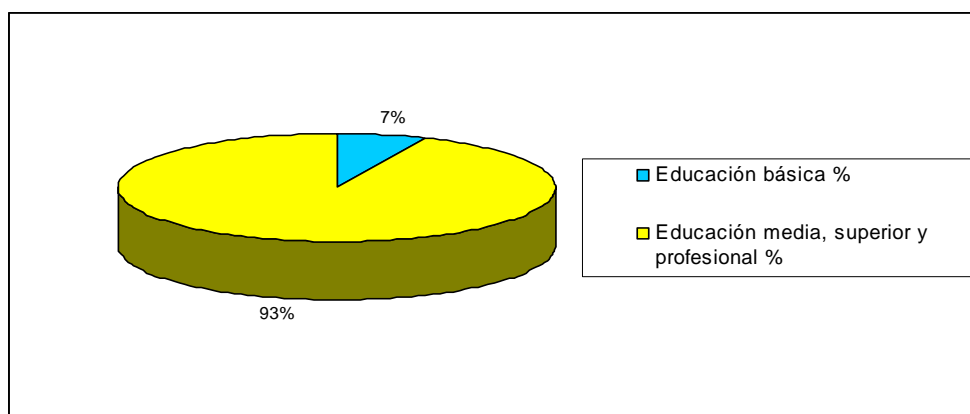


Imagen 4. Nivel de educación de los encuestados.

Pregunta 1.- ¿Conoce que tipo de radiaciones son nocivas para la salud? Excluyendo la radiación solar.

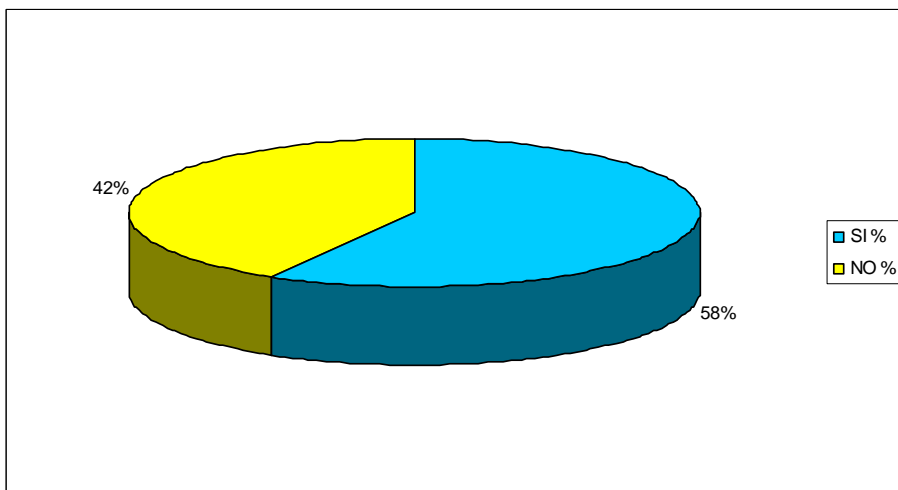


Imagen 5. Conocimiento sobre radiaciones nocivas para la salud.

¿Cuáles?

Nota: Algunos encuestados mencionaron más de dos tipos de radiaciones conocidas.

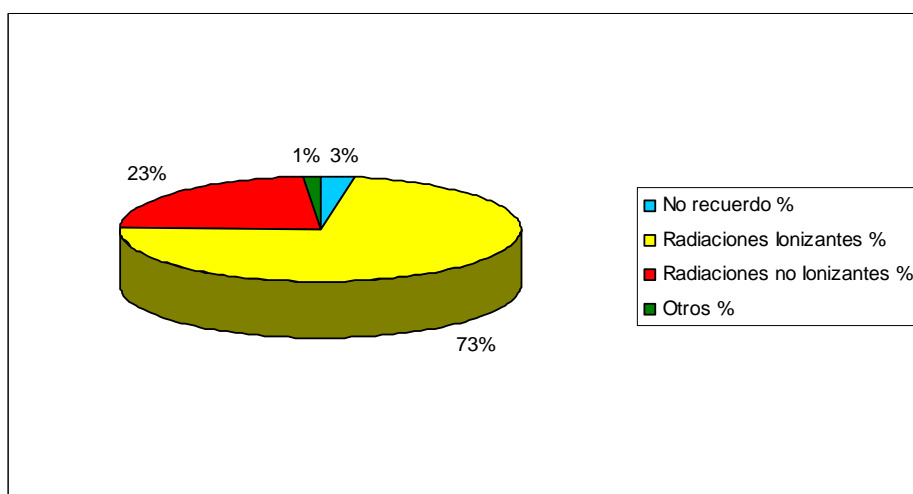
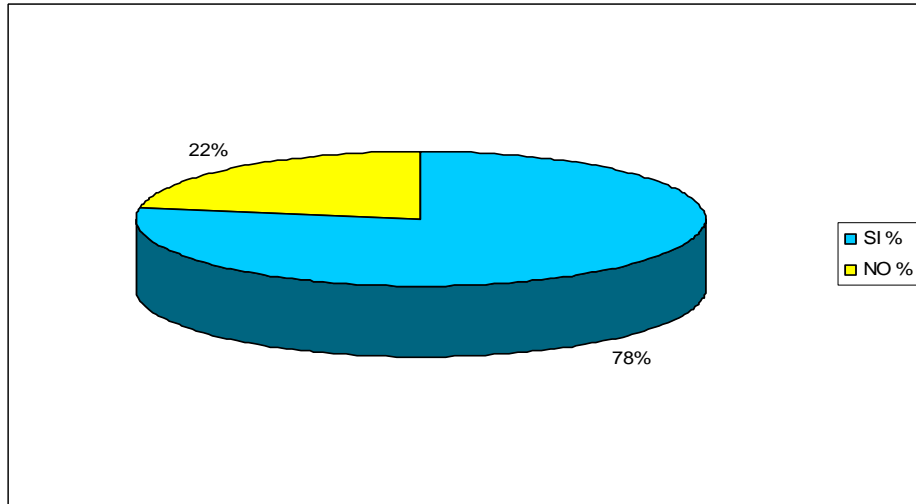


Imagen 6. Radiaciones nocivas para la salud conocidas.

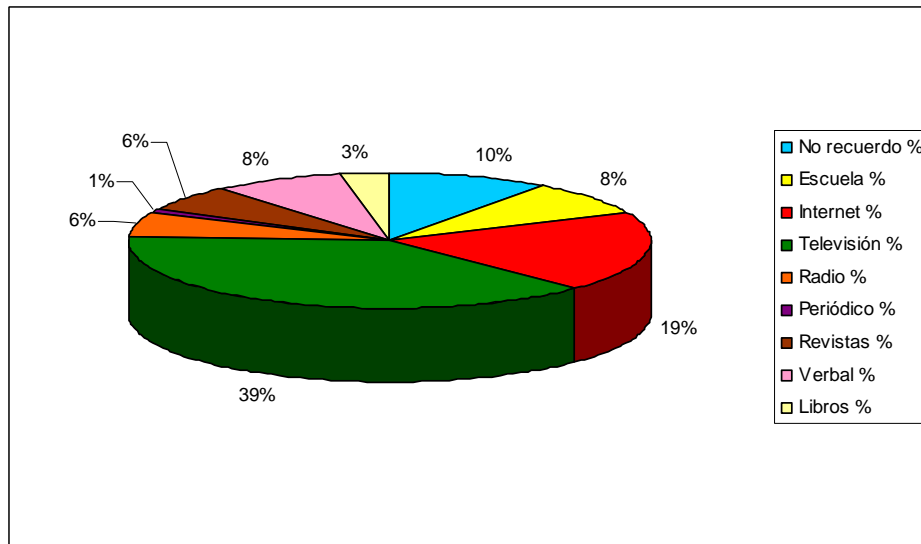
Pregunta 2.- ¿Ha escuchado hablar de la electrocontaminación o los posibles riesgos a la salud que pueden originar las antenas de telefonía, celulares, instalaciones eléctricas, electrodomésticos, señales Wi-Fi, etc.?



**Imagen 7. Conocimiento sobre posibles riesgos a la salud originada por radiaciones no ionizantes.**

Pregunta 3.- ¿Por qué medio fue informado?

Nota: Algunos de los encuestados mencionaron más de dos fuentes de información.



**Imagen 8. Medios de comunicación por los cuales fueron informados.**



Pregunta 4.- ¿Ha escuchado que existen medios de protección ante este fenómeno?

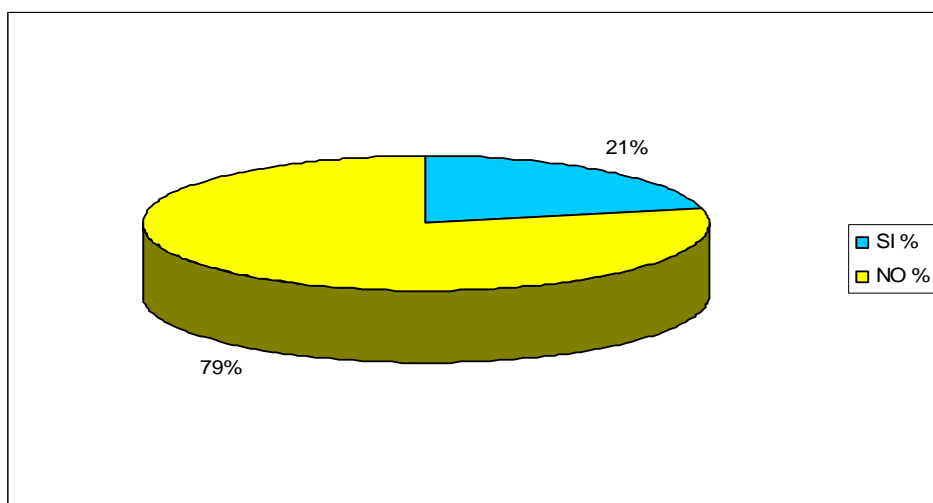


Imagen 9. Conocimiento sobre algún tipo de protección.

¿Cuáles?

Nota: Algunos de los encuestados mencionaron más de dos tipos de protección.

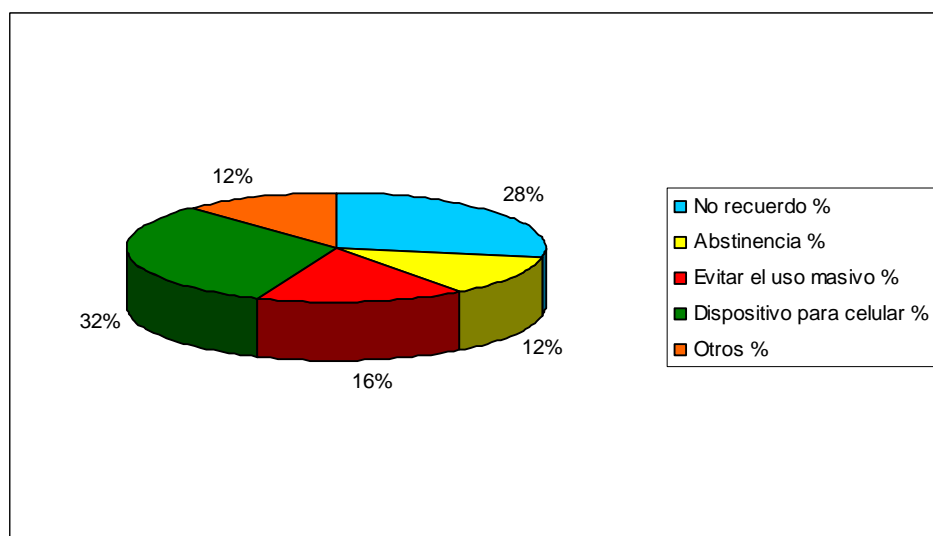


Imagen 10. Tipo de protecciones conocidas.

Pregunta 5.- ¿Tiene conocimiento de algún estudio que esté relacionado con el tema?

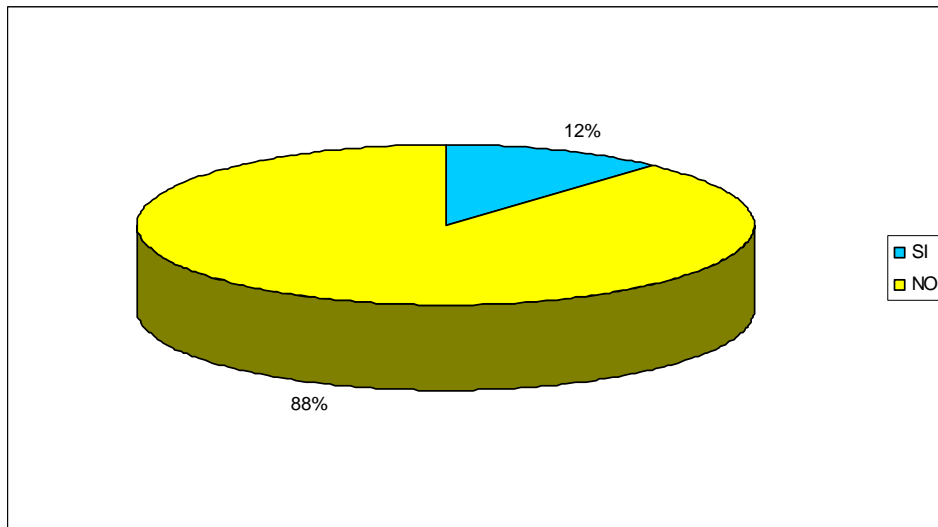


Imagen 11. Conocimiento de algún tipo de estudio.

¿Cuáles?

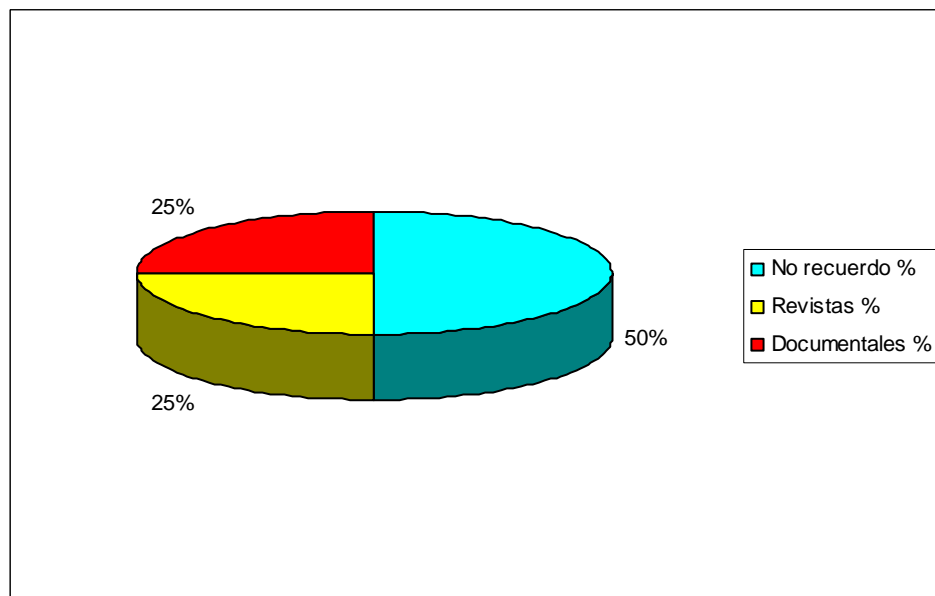


Imagen 12. Tipo de estudios conocidos.

### **2.3 Comentarios más Comunes de la Población Encuestada.**

Entre los comentarios más comunes que nos hicieron los encuestados se encuentran:

- Se debe dar más información.
- Esta posible amenaza se debe seguir investigando.
- Desconocía el tema.
- Se debe hacer una normatividad al respecto.
- Hay que estar alerta ante este posible riesgo.
- Se está ocultando mucha información.
- La información recibida me dejó cierto conocimiento, pues desconocía el tema.
- No es mucho lo que se puede evitar, se tiene que aprender a vivir con ello.
- Es bueno saber que se está haciendo algo al respecto.
- La información fue pequeña, pero me deja una idea del tema.

### **2.4 Comentarios menos Comunes en la Población Encuestada.**

Algunos participantes hicieron comentarios únicos entre los cuales están:

- Se debe innovar en tecnologías más limpias.
- Hay que reducir este tipo de contaminación.
- Se debe mejorar de alguna manera responsable, tanto de las autoridades como de la sociedad.
- La mejora de la calidad de vida, hoy en día trae consigo un riesgo negativo (Medio ambiente y sociedad), además de que se cumpla una normatividad ante cualquier agente o factor contaminante puede contribuir, mas no evitar trastornos.
- Posiblemente la sociedad no esta informada.
- No está sustentado científicamente, si bien la variación electromagnética tiene efectos que no nos afectan.
- No se consideran daños a la salud a costa de la comodidad del usuario.
- El proceso para concienciar a la población sería tardado, ya que las personas no lo aceptarían fácilmente, a pesar de que signifique un daño a su salud.
- Aunque se escuchó la información por otros medios, no se le dió importancia, pues no se mencionó que es perjudicial en estos tiempos.
- No se tenía conocimiento de cuantos posibles daños, excluyendo al celular. Es un mal necesario debido a la globalización y aspectos mundiales por los cuales estamos pasando, es una necesidad del ser humano para comunicarse.
- La información entregada no está completa, pues no dice si se ha comprobado o no, esto puede causar desinformación. No se establece si hay que hacer algo, pues es diferente decir: se piensa que..... ó se debe trabajar más.
- Todos deberíamos tener acceso a esta información para tomar medidas preventivas.
- Se debe exigir que este tipo de fenómenos se regularicen con normas de salud y control de calidad.
- Mucha gente que está expuesta a este problema, ignora el peligro de esta situación.

- La mayoría de los productos no se sabe si son dañinos para la salud y no se conocen las vías para contrarrestarlo.
- Mientras avanza la tecnología avanzan los daños a la salud.
- La electrocontaminación está sujeta a intereses económicos.
- No existen protecciones.
- Se motiva a tener más cuidado con el uso de aparatos.
- A pesar de que se sabe que las radiaciones causadas por ciertos aparatos son nocivas, aún no se resuelve del todo como contrarrestarlas.
- El problema de la electrocontaminación es muy complejo por los intereses monetarios que existen entorno a este problema y seguramente no se resolverá.
- Se necesitan estudios y explicaciones científicas de riesgos a la salud, difundir posibles protecciones.
- La información es alarmante, presenta una hipótesis que es necesario que se sustente.
- Se requieren reformas que deben ir directamente al gobierno.

## **CAPITULO III**

### **3. Normatividad.**

#### **3. 1 Introducción.**

Las nuevas tecnologías que utilizan campos electromagnéticos (CEM), ofrecen a la humanidad inmensos beneficios. Además de emplearse en la transmisión de energía eléctrica, las telecomunicaciones y en equipos industriales, médicos y electrodomésticos, los CEM tienen diversas aplicaciones.

Algunos estudios demuestran que la exposición a los CEM podría producir efectos adversos a la salud, como cáncer y cambios en el comportamiento de las personas aunque en el presente no se ha demostrado que la exposición a CEM de baja intensidad provoque estos efectos; sin embargo, se trabaja para lograr un consenso científico al respecto y por establecer normas de seguridad adecuadas.

La responsabilidad de desarrollar y promover los estándares de seguridad ha recaído fundamentalmente en organizaciones y agencias especializadas reconocidas internacionalmente; sin embargo, las autoridades sanitarias nacionales deben participar activamente en ese proceso.

La preocupación por los posibles efectos nocivos para la salud humana de la radiación electromagnética no ionizante (NIR) artificial ha llevado a muchos esfuerzos para determinar los niveles máximos de exposición y el establecimiento de recomendaciones para las normas de seguridad para todos en el espectro de frecuencias electromagnéticas, tanto para la exposición ocupacional, como para el público en general.

Algunos países de América Latina, como Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, México, Perú y Venezuela ya cuentan con leyes específicas, aunque generalmente parciales o incompletas, basadas en las recomendaciones internacionales.

Los problemas asociados con el uso de las radiaciones no ionizantes han cobrado importancia a medida que aumenta la utilización de las fuentes que las generan, entre estas fuentes se encuentran las líneas de transmisión de energía eléctrica y las estaciones de transformación que generan campos de muy baja frecuencia (50 - 60 Hz), las fuentes de alimentación conmutadas, las estaciones de radiodifusión de amplitud modulada (525 -1735 kHz), las estaciones de radiodifusión de frecuencia modulada (88 - 108 MHz), las estaciones de televisión "por aire" en las bandas de frecuencias muy altas (VHF) y ultra altas (UHF) y los sistemas de comunicación móviles por celdas (800 y 1900 MHz), la soldadura por radiofrecuencia de uso industrial, los equipos de tecnología médica que utilizan radiaciones de radiofrecuencias y los rayos láser y del espectro ultravioleta cercano en sus diversas aplicaciones clínicas, entre otros.



**Imagen 13. Espectro electromagnético de las radiaciones no ionizantes.**

Fuente: <http://www.scielosp.org/img/revistas/rpsp/v20n2-3/17f1.jpg>

(Consulta: 26 de Noviembre 2011)

Los campos electromagnéticos (CEM) generados por las mencionadas fuentes en los grandes centros urbanos han dado origen a las disciplinas que estudian la acción de las radiaciones no ionizantes sobre las personas, así como la compatibilidad y la interferencia electromagnéticas con equipos y sistemas electrónicos o electromecánicos.<sup>17</sup>

### **3. 1. 1 Magnitudes y Unidades de los Campos Electromagnéticos (CEM).**

Los CEM de radiofrecuencias y microondas (de 0.3 GHz a 300 GHz) se caracterizan mediante la intensidad del campo eléctrico (E), expresada en voltios por metro (V/m), y la intensidad del campo magnético (H), medida en amperios por metro (A/m) o en teslas (T).

Otro aspecto importante relacionado con los efectos biológicos de las radiaciones no ionizantes provocados por la interacción de los campos de radiofrecuencias con sistemas biológicos es la tasa de absorción específica, la cual está dada por la energía absorbida por unidad de tiempo (potencia) expresada en watts (W) por unidad de masa corporal en kilogramos (W/kg).

La tasa de absorción específica es la unidad dosimétrica empleada para cuantificar los efectos biológicos y definir los límites de exposición.

La exposición a los campos eléctricos y magnéticos normalmente produce una absorción de energía insignificante y un incremento no mensurable de temperatura en el cuerpo. Sin embargo la exposición a los campos electromagnéticos a frecuencias por encima de los 100 kHz puede producir una absorción de energía y un incremento de temperatura significativos.

En general, la exposición a campos electromagnéticos uniformes (onda plana) ocasiona una deposición y una distribución de la energía dentro del cuerpo altamente no uniformes, las cuales deben ser evaluadas mediante mediciones dosimétricas y cálculos matemáticos.

<sup>17</sup> United States of America, National Institute of Environmental Health Sciences, U.S. Department of Energy. Preguntas y respuestas sobre los CEM: campos eléctricos y magnéticos asociados con el uso de la energía eléctrica. Washington, D.C.: U.S. Department of Energy; 1995.

Con respecto a la absorción de energía por el cuerpo humano, los campos electromagnéticos pueden ser divididos en cuatro rangos:

- Frecuencias de alrededor de 100 kHz a menos de 20 MHz, en las cuales la absorción en el tórax decrece rápidamente con la disminución de la frecuencia, y absorción significativa puede ocurrir en el cuello y las piernas.
- Frecuencias en el rango por encima de los 20 MHz a 300 MHz, en las cuales una absorción relativamente alta puede ocurrir en todo el cuerpo, y aún valores más altos si se consideran las resonancias parciales del cuerpo (Ej. cabeza).
- Frecuencias en el rango por encima de los 300 MHz a varios GHz, en las cuales ocurre una absorción no-uniforme significativamente local.
- Frecuencias por encima de los 10 GHz, en las cuales la absorción de energía ocurre principalmente en la superficie del cuerpo.

### **3. 2 Organización Mundial de la Salud (OMS).**

La OMS es la autoridad directiva y coordinadora de la acción sanitaria en el sistema de las Naciones Unidas.

Es la responsable de desempeñar una función de liderazgo en los asuntos sanitarios mundiales, configurar la agenda de las investigaciones en salud, establecer normas, articular opciones de política basadas en la evidencia, prestar apoyo técnico a los países y vigilar las tendencias sanitarias mundiales

En el siglo XXI, la salud es una responsabilidad compartida, que exige el acceso equitativo a la atención sanitaria y la defensa colectiva frente a amenazas transnacionales.<sup>18</sup>

#### **3. 2. 1 Función de la OMS en la Salud Pública.**

La OMS cumple sus objetivos mediante las siguientes funciones básicas:

- Ofrecer liderazgo en temas cruciales para la salud y participar en alianzas cuando se requieran actuaciones conjuntas.
- Determinar las líneas de investigación y estimular la producción, difusión y aplicación de conocimientos valiosos.
- Establecer normas, promover y seguir de cerca su aplicación en la práctica.

---

<sup>18</sup> <http://www.who.int/about/es/> (Consulta: 15 de Septiembre 2011)

- Formular opciones de política que aúnen principios éticos y de fundamento científico.
- Prestar apoyo técnico, catalizar el cambio y crear capacidad institucional duradera.
- Seguir de cerca la situación en materia de salud y determinar las tendencias sanitarias.

Estas funciones básicas se han descrito en el Undécimo Programa General de Trabajo, que proporciona el marco para el programa de trabajo, el presupuesto, los recursos y los resultados a nivel de toda la organización, titulado "Contribuir a la salud", el programa abarca el periodo de diez años que va de 2006 a 2015.<sup>19</sup>

### ***3. 3 Comisión Internacional de Protección contra la Radiación No Ionizante (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection – ICNIRP).***

La ICNIRP es una comisión científica independiente creada por la Asociación Internacional de Protección contra la Radiación (IRPA) para fomentar la protección contra la radiación no ionizante (RNI) en beneficio de las personas y del medio ambiente.

Proporciona orientación científica y recomendaciones sobre protección contra la exposición a RNI, elabora directrices y límites internacionales de exposición a RNI independientes con fundamento científico y representa a los profesionales de la protección contra la radiación de todo el mundo mediante su estrecha relación con la IRPA.

La ICNIRP es la organización no gubernamental oficialmente reconocida por la OMS y la Organización Internacional del Trabajo (OIT) para asuntos relativos a RNI.<sup>20</sup>

### ***3. 4 ¿Por qué es Necesario Tener una Norma?***

Si en algún determinado lugar se detecta algún CEM ya sea proveniente de una emisora de radio de frecuencia modulada o de una red celular surgen las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es el nivel de CEM permitido?
- ¿Qué diferencia hay entre el CEM proveniente de la estación de frecuencia modulada y el proveniente de la red celular?
- ¿La red celular y la estación de frecuencia modulada están situadas en lugares adecuados?
- ¿Cómo se deben medir los CEM para poder caracterizarlos correctamente?

<sup>19</sup> <http://www.who.int/about/role/es/index.html> (Consulta: 15 de Septiembre 2011)

<sup>20</sup> <http://www.who.int/peh-emf/project/intorg/es/index.html>



Para responder a estas preguntas se deben tener en cuenta las normas que establecen las condiciones y parámetros fundamentales para el trabajo con radiaciones no ionizantes, entre ellos:

- Los valores de exposición máxima permitida para un espectro de frecuencias dado.
- Los lugares donde se pueden instalar los sistemas que emiten radiaciones y las condiciones que deben cumplir.
- Los protocolos de medición que deben emplearse para caracterizar los CEM, a fin de obtener valores confiables que puedan compararse con las normas que establecen los niveles de exposición máxima permitida.

La elaboración de estas normas corresponde a diferentes ramas institucionales; sin embargo, establecer los valores máximos permitidos de exposición es competencia de las autoridades sanitarias (nacionales e internacionales), especialmente aquellas que están dedicadas a la aplicación de técnicas vinculadas con la radiofísica y la biocompatibilidad electromagnética.

Sin embargo, la elaboración de las normas que regulan los procedimientos y la ubicación de los sistemas de transmisión es competencia de entidades especializadas designadas por los Estados para controlar y regular los servicios de comunicaciones y pueden seguir o no las pautas internacionales.

Por su parte, el establecimiento de los protocolos de medición es tarea de los organismos de control sanitario y las autoridades de control de las comunicaciones.<sup>21</sup>

### **3. 5 Efectos Asociados.**

Según la OMS, los efectos causados por las radiaciones no ionizantes se clasifican como biológicos cuando la exposición a un CEM produce alteraciones en algún sistema biológico, estos efectos pueden sobrepasar el umbral que el cuerpo humano puede compensar y así causar daños a la salud.

Estos efectos sanitarios adversos por exposición a radiofrecuencias y microondas pueden ser térmicos o atérmicos.

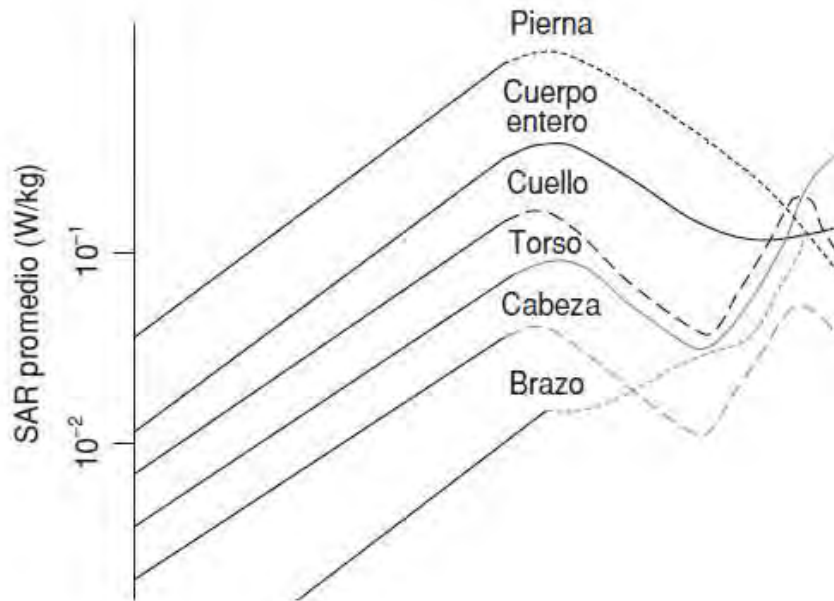
Los efectos térmicos son el resultado de la interacción entre un CEM y un sistema biológico, con la posterior transformación de la energía electromagnética del campo en energía térmica debido a las pérdidas dieléctricas y resistivas que sufren los tejidos biológicos.

Los efectos atérmicos se producen como resultado de la exposición a CEM de muy baja intensidad sin elevación de la temperatura en los sistemas biológicos.

---

<sup>21</sup> <http://journal.paho.org/uploads/1162235055.pdf> (Consulta: 20 de Septiembre 2011)

Las normas que fijan los valores de exposición máxima permitida a las radiaciones no ionizantes de distintas frecuencias en la mayoría de los países se basan en los efectos térmicos, es decir, para cada grupo de frecuencias se fija un valor de exposición máxima permitida por debajo del cual la absorción promedio del CEM por el cuerpo humano no representará un incremento nocivo de la temperatura (en general de alrededor de 0.1 °C).



**Imagen 14: Variación de la tasa de absorción específica (SAR - specific absorption rate) promedio según la frecuencia y zona del cuerpo irradiada. Fuente: Portela A, SkVarca J, Matute Bravo E, Loureiro L. Volumen I: Manual de estándares de seguridad para la exposición a radiofrecuencias comprendidas entre 100 kHz y 300GHz. En: Prospección de radiación electromagnética ambiental no ionizante. Buenos Aires: Secretaría de Salud; 1988.**

Para entender el efecto que pueden tener los teléfonos móviles en los tejidos biológicos, es necesario determinar las magnitudes de los campos dentro del cuerpo que está expuesto a tal radiación. Esto requiere el conocimiento de las propiedades eléctricas de los diferentes tipos de tejidos y una vez que han sido determinadas, es posible calcular las magnitudes de los campos E y B producidos por una determinada fuente de radiación, en cada parte del cuerpo. Siendo  $m$ ,  $\rho$  y  $\sigma$ , la masa, conductividad y densidad del tejido, respectivamente, y E el valor efectivo (rms) del campo eléctrico, la tasa de energía P absorbida por tal tejido está dada por:

$$P \approx m\sigma E^2 / \rho$$

$$SAR \approx \sigma E^2 / \rho$$

Por lo tanto:

$$P \approx mSAR$$

La SAR y P varían de un punto a otro dentro del cuerpo ya que por una parte el campo eléctrico cambia con la posición del punto considerado y por otra parte la conductividad es diferente para los diversos tipos de tejidos.<sup>22</sup>

### **3. 6 Principios de Cumplimiento Voluntario.**

Debido a la falta de consenso acerca de las normas que se deben adoptar se han establecido principios de cumplimiento voluntario que pueden contribuir a reducir al mínimo los daños ocasionados por las emisiones de radiofrecuencias.<sup>23</sup>

#### 1. Principio de precaución o de incertidumbre científica.

Según este principio, se deben tomar precauciones para evitar la exposición a los CEM hasta que los conocimientos científicos y la información epidemiológica permitan definir de manera más precisa los efectos de los CEM, incluso de las emisiones de baja intensidad o de la exposición a largo plazo.

#### 2. Principio de prudencia.

Establece que se deben tomar medidas de protección de bajo costo que permitan disminuir la intensidad de los CEM.

#### 3. Principio de exposición tan baja como sea razonablemente posible.

Establece que debe de emplearse la menor potencia posible para una tarea dada, este es un principio de precaución conocido en el campo de las radiaciones ionizantes y que se adoptó como política para el control de los riesgos por radiaciones no ionizantes.

Estos principios no establecen ni recomiendan valores máximos o mínimos, sino que enuncian conceptos que pueden interpretarse subjetivamente. Como resultado, en la actualidad se ha desatado un gran debate sobre el alcance y la aplicación de cada uno de ellos.<sup>24</sup>

### **3. 6. 1 El Principio de Precaución.**

Según se ha señalado, puede definirse éste como la evitación futura, con bajo costo, de la exposición innecesaria mientras exista incertidumbre científica sobre los efectos para la salud.

---

<sup>22</sup> Normatividad de la Telefonía Móvil en México Relacionada con las Radiaciones Electromagnéticas y sus Riesgos para la Salud, Leonel Alejandro Ordaz Hernández, pág.30, 31.

<sup>23</sup> World Health Organization. Establishing a dialogue on risk from electromagnetic fields. Radiation and environmental health. Geneva: World Health Organization; 2002.

<sup>24</sup> Foster KH, Vecchia P, Repacholi MH. Science and the precautionary policy. Science. 2000; 288:979–81.

Este principio ha sido adoptado en Suecia, pero no en otros países, en él, cinco organismos gubernamentales han intervenido:

- El Instituto de Protección contra la Radiación.
- La Junta Nacional de Seguridad de la Electricidad.
- La Junta Nacional de Salud y Bienestar.
- La Junta Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo.
- La Junta Nacional de la Vivienda, Construcción y Planificación.

Dichos organismos han declarado conjuntamente que el conocimiento total acumulado hasta ahora justifica la adopción de medidas para reducir la energía de los campos.

La política que siguen es para proteger a las personas de la exposición de larga duración a campos magnéticos de alta intensidad.

Durante la instalación de nuevos equipos o de nuevas líneas de alta tensión que puedan provocar exposiciones a campos magnéticos intensos, han de elegirse soluciones que determinen exposiciones de menor intensidad, siempre que no impliquen costos elevados o grandes inconvenientes.

Según el Instituto de Protección contra la Radiación, por lo general es posible adoptar medidas para reducir el campo magnético cuando los niveles de exposición exceden de los habituales en un factor superior a diez, siempre que tales reducciones puedan hacerse con un costo razonable.

En las situaciones en que los niveles de exposición derivados de las instalaciones existentes no sobrepasan los niveles habituales en un factor de diez, debe evitarse realizar una costosa reforma.

### **3. 7 Protocolos de Medición.**

Las normas que regulan la exposición máxima permitida a las radiaciones no ionizantes deben tener utilidad práctica, para ello se debe establecer una metodología de medición que permita determinar correctamente los valores de los CEM o su densidad de potencia.<sup>25</sup>

En los centros urbanos pueden emplearse CEM de distintas frecuencias, pertenecientes a distintos servicios, por lo que es posible que en un punto dado se sienta de manera simultánea el efecto de más de una fuente.

Por lo general, los puntos de medición en los centros urbanos no suelen ser zonas abiertas en las que los CEM se reciben de forma directa, sino puntos donde el CEM resultante se construye mediante la suma vectorial de los múltiples efectos que provocan los obstáculos circundantes.

---

<sup>25</sup> United States of America, Institute of Electrical and Electronics Engineers. IEEE recommended practice for measurements and computations of radio frequency electromagnetic fields with respect to human exposure to such fields, 100 kHz–300 GHz. New York: IEEE; 2006. (IEEE Std C95.3).

Ya sea en lugares cerrados (un hospital, un colegio o una vivienda) o en zonas de tránsito (una calle de la ciudad o un parque), el punto de medición se ve afectado por diversos CEM provenientes de distintas fuentes conocidas previamente o no.

La medición del valor individual de los campos eléctrico y magnético, o de la densidad de potencia asociada con el CEM se puede realizar mediante la integración por banda ancha o por banda angosta.

La integración por banda ancha se realiza mediante monitores de radiación con sondas isotrópicas sensibles a los campos eléctricos o magnéticos, en relación de la magnitud que se desee medir.

Estos equipos ofrecen el valor resultante de la integración de todos los componentes del campo (eléctrico o magnético, según sea el caso) en las tres direcciones principales y captan todas las emisiones provenientes de los distintos servicios y fuentes, aunque no pueden discriminarlas.

Por tanto, el método de integración por banda ancha solo permite obtener un valor total de los campos actuantes, sin una discriminación espectral. Cuando es necesario identificar las fuentes que emiten radiaciones en un punto dado, se debe utilizar el método de integración por banda angosta.

Esta técnica utiliza un analizador de espectro capaz de integrar la potencia de las emisiones, pero cuenta además con unos conjuntos de antenas de parámetros conocidos, calibradas en el entorno espectral de trabajo que le permite caracterizar cada una de las fuentes emisoras, aunque sean de distintos servicios.

De esta forma se puede saber qué componente del campo (eléctrico o magnético, con relación a la antena utilizada) aporta cada una de las emisiones.

Una vez escogido el método de medición apropiado, se debe prestar atención al tipo de tarea o actividad que se realiza en el punto que se desea caracterizar.

Si está ubicado dentro de una institución dedicada a la salud o a la educación, es estrictamente necesario realizar la medición en el lugar donde se encuentra el paciente o el alumno, según el caso, pues se deben medir los campos a la altura en que la persona realiza sus tareas.

Estas particularidades deben mencionarse explícitamente en el protocolo de medición, además, se debe establecer que solo se utilicen instrumentos calibrados y respaldados con certificados de validez internacional, de manera que las mediciones presenten un grado de exactitud adecuado, independientemente del organismo o del profesional que las realice. Esto permitirá comparar los valores con los de otros estudios y perfeccionar la técnica.

### 3. 8 Normas Establecidas en América Latina.

Algunos países latinoamericanos poseen normas que regulan las dosis de exposición permitida a las radiaciones no ionizantes, para establecer los valores límite siguieron las recomendaciones del Instituto Nacional de Normas de los Estados Unidos de América (*American National Standards Institute, ANSI*) aprobadas en 1974 por su Comité C-95. En el año 1991, el ANSI recomendó su nuevo estándar C-95.1-1991, en el cual estableció el límite de exposición ocupacional de  $1 \text{ mW/cm}^2$  en el espectro de frecuencias de 30 a 300 MHz.

Solamente Bolivia adoptó el estándar del ANSI de 1991, basado en límites de la Comisión Federal de Comunicaciones de los Estados Unidos de América (*Federal Communications Commission, FCC*)<sup>26</sup>, mientras que los otros países establecieron normas basadas en las recomendaciones del ICNIRP de 1998.<sup>27</sup>

A continuación se presenta la información de algunos países latinoamericanos que poseen una norma.

**Argentina.** Resoluciones del Ministerio de Salud, MS 202/1995, y de la Secretaría de Comercio, SeCom 530/2000.

Los límites ocupacionales y públicos son similares a los de las normas de la ICNIRP.

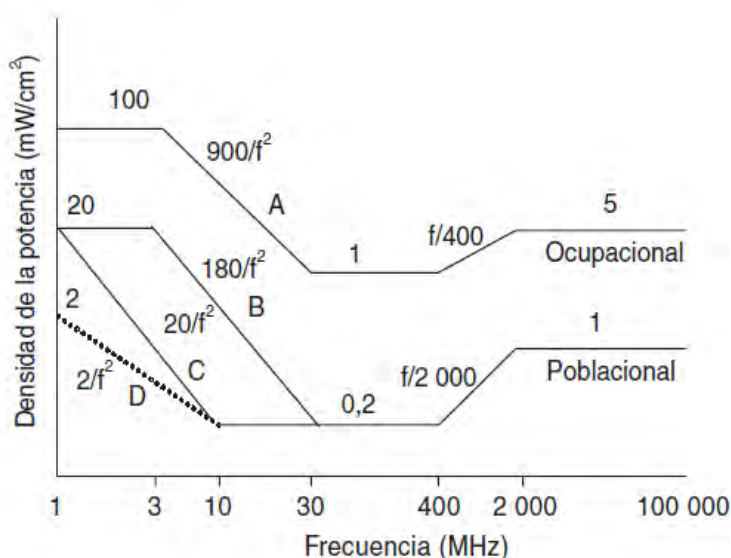


Imagen 15. Valores límite para la densidad de potencia según la frecuencia en Argentina.

Fuente: [http://www.scielosp.org/scielo.php?pid=S1020-](http://www.scielosp.org/scielo.php?pid=S1020-49892006000800017&script=sci_arttext#figura3)

[49892006000800017&script=sci\\_arttext#figura3](http://www.scielosp.org/scielo.php?pid=S1020-49892006000800017&script=sci_arttext#figura3)

(Consulta: 26 de Noviembre 2011)

<sup>26</sup> United States of America, Institute of Electrical and Electronics Engineers. IEEE standard for safety levels with respect to human exposure to radio frequency electromagnetic fields, 3 kHz to 300 GHz. New York: IEEE; 2006. (IEEE Std C95.1).

<sup>27</sup> Comisión Internacional para la Protección de las Radiaciones no Ionizantes. Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz). Health Physics. 1988; 74(4):494–522.

Estas curvas reflejan el valor promedio de la densidad de potencia medida durante 6 minutos para entornos ocupacionales o durante 30 minutos para entornos poblacionales.

Curva A: Representa los valores límite de exposición para entornos ocupacionales con una exposición diaria de 8 horas.

Curvas B y C: Representan los valores límite de exposición para entornos poblacionales con una exposición diaria de 24 horas, que entrarán en vigencia con el aumento planificado de nuevas fuentes radiantes, produciéndose un mayor nivel de exposición para el público.

Cuando el aumento de las fuentes es significativo, se toma como referencia la curva C en lugar de la B.

Curva D: Se aplica a entornos poblacionales cercanos a campos de antenas de frecuencia media.

**Bolivia:** Estándar Técnico de la Superintendencia de Telecomunicaciones, SITTEL 2002/0313.

**Brasil:** Resolución 303 del 2 de Julio de 2002 de la Agencia Nacional de Telecomunicaciones (*Agência Nacional de Telecomunicações*, ANATEL) que regula los límites de exposición a campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos en el espectro de radiofrecuencias entre 9 kHz y 300 GHz. Se basa en los límites recomendados por la ICNIRP.

**Chile:** Decreto 594/00 Salud, Título 4, sobre la contaminación ambiental y Resolución 505/00 de la Subsecretaría de Telecomunicaciones, SUBTEL.

**Colombia:** Norma Técnica UIT K52, basada en los límites recomendados por la ICNIRP.

**Costa Rica:** Resolución No 2896-98 de la Sala Constitucional que establece protocolos de medición para las líneas de alta tensión.

**Ecuador:** Norma Técnica que establece los límites de máxima exposición permitida, aprobada en 2004. Se basa en los límites recomendados por la ICNIRP.

**México:** La Comisión Federal de Telecomunicaciones de México, COFETEL, reitera en su Programa Nacional de Normalización 2005 (PNN-2005) la necesidad de aprobar una norma oficial mexicana (NOM) que regule las radiaciones no ionizantes en todo el espectro radioeléctrico. Este reclamo, planteado hace varios años en la NOM-126, refleja la preocupación social expresada por sectores cada vez más amplios de la población.<sup>28</sup>

**Perú:** Decreto Supremo del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, MTC 038-2003, sobre la adopción de límites de exposición en el espectro de radiofrecuencias de 9 kHz a 300 GHz. Se basa en los límites recomendados por la ICNIRP.

**Venezuela:** Norma del Comité Venezolano para Normas Industriales, COVENIN: Norma Venezolana Covenin, NVC 2238-00. Es una norma nacional que fija los límites de máxima exposición permitida.

---

<sup>28</sup> [http://www.cft.gob.mx/en/Cofetel\\_2008/Cofe\\_pnn\\_2005](http://www.cft.gob.mx/en/Cofetel_2008/Cofe_pnn_2005) (Consulta: 22 de Septiembre 2011)

### **3. 9 Normativa en Europa.**

Dependiendo de la frecuencia, para la especificación de los valores límite de exposición a campos electromagnéticos se emplean las siguientes magnitudes físicas:

- Se proporcionan valores límite de exposición para la densidad de corriente para campos variables en el tiempo hasta 1 Hz, con el fin de prevenir los efectos sobre el sistema cardiovascular y el sistema nervioso central.
- Entre 1 Hz y 10 MHz se proporcionan valores límite de exposición para la densidad de corriente, con el fin de prevenir los efectos sobre las funciones del sistema nervioso central,
- Entre 100 kHz y 10 GHz se proporcionan valores límite de exposición para el SAR, con el fin de prevenir la fatiga calorífica de cuerpo entero y un calentamiento local excesivo de los tejidos.
- En la gama de 100 kHz a 10 MHz se proporcionan valores límite de exposición para la densidad de corriente y el SAR,
- Entre 10 GHz y 300 GHz se proporcionan valores límite de exposición para la densidad de potencia, con el fin de prevenir un calentamiento excesivo de los tejidos en la superficie corporal o cerca de ella.<sup>29</sup>

---

<sup>29</sup> 24.5.2004 ES Diario Oficial de la Union Europea L 184/7



| Gama de frecuencias | Densidad de corriente para cabeza y tronco J (mA/m <sup>2</sup> ) (rms) | SAR medio de cuerpo entero (W/kg) | SAR localizado (cabeza y tronco) (W/kg) | SAR localizado (extremidades) (W/kg) | Densidad de potencia S (W/m <sup>2</sup> ) |
|---------------------|---|-----------------------------------|---|--------------------------------------|--|
| Hasta 1 Hz          | 40  | -                                 | -                                       | -                                    | -  |
| 1 - 4 Hz            | 40/f  | -                                 | -                                       | -                                    | -  |
| 4 - 1000 Hz         | 10  | -                                 | -                                       | -                                    | -  |
| 1000 Hz - 100 kHz   | f/100   | -                                 | -                                       | -                                    | -  |
| 100 kHz— 10 MHz     | f/100   | 0.4                               | 10                                      | 20                                   | -  |
| 10 MHz— 10 GHz      | -   | 0.4                               | 10                                      | 20                                   | -  |
| 10—300 GHz          | -   | -                                 | -                                       | -                                    | 50   |

**Tabla 2: Valores límite de exposición en Europa.**

Fuente: [http://www.gigahertz.es/normativa\\_en\\_europa.html](http://www.gigahertz.es/normativa_en_europa.html) Consulta: 14 de Diciembre 2011

Notas:

1. f es la frecuencia en Hertz.

2. El objetivo de los valores límite de exposición para la densidad de corriente es proteger contra los efectos agudos de la exposición sobre los tejidos del sistema nervioso central en la cabeza y en el tronco.

Los valores límite de exposición en la gama de frecuencia de 1 Hz a 10 MHz se basan en efectos negativos conocidos sobre el sistema nervioso central. Estos efectos agudos son esencialmente instantáneos y no existe justificación científica para modificar los valores límite de exposición en relación con las exposiciones de corta duración. Sin embargo, dado que los valores límite de exposición se refieren a los efectos negativos en el sistema nervioso central, estos valores límite pueden permitir densidades más altas en los tejidos del cuerpo distintos de los del sistema nervioso central en iguales condiciones de exposición.

3. Dada la falta de homogeneidad eléctrica del cuerpo, debe calcularse el promedio de las densidades de corriente en una sección transversal de 1 cm<sup>2</sup> perpendicular a la dirección de la corriente.

4. Para frecuencias de hasta 100 kHz, los valores de pico de densidad de corriente pueden obtenerse multiplicando el valor eficaz (rms) por (2)<sup>1/2</sup>.

5. Para frecuencias de hasta 100 kHz y para campos magnéticos pulsátiles, la densidad de corriente máxima asociada con los pulsos puede calcularse a partir de los tiempos de subida/caída y del índice máximo de cambio de la inducción magnética. La densidad de corriente inducida puede entonces compararse con el valor límite de exposición correspondiente. Para pulsos de duración "tp", la frecuencia equivalente que ha de aplicarse a los valores límite de exposición debe calcularse como  $f = 1/(2tp)$ .

6. Todos los valores SAR deben ser promediados a lo largo de un período cualquiera de 6 minutos.

7. La masa promediada de SAR localizado la constituye una porción cualquiera de 10 g de tejido contiguo; el SAR máximo obtenido de esta forma debe ser el valor que se utilice para evaluar la exposición. Estos 10 g de tejido se consideran como una masa de tejidos contiguos con propiedades eléctricas casi homogéneas. Al especificar que se trata de una masa de tejidos contiguos, se reconoce que este concepto puede utilizarse en la dosimetría automatizada, aunque puede presentar dificultades a la hora de efectuar mediciones físicas directas. Puede utilizarse una geometría simple, como una masa de tejidos cúbica, siempre que las cantidades dosimétricas calculadas tengan valores de prudencia en relación con las directrices de exposición.

8. Para las exposiciones pulsátiles, en la gama de frecuencia de 0.3 a 10 GHz y en relación con la exposición localizada de la cabeza, se recomienda un valor límite de exposición adicional para limitar y evitar los efectos auditivos causados por la expansión termoelástica. Esto quiere decir que la SA no debe sobrepasar los 10 mJ/kg como promedio calculado en 10 g de tejido.

9. Las densidades de potencia han de promediarse para una superficie expuesta cualquiera de 20 cm<sup>2</sup> y a lo largo de un período cualquiera de  $68/f^{1.05}$  minutos (donde f se expresa en GHz) para compensar la disminución progresiva de la profundidad de penetración a medida que aumenta la frecuencia. Las densidades de potencia máximas por superficie promediadas para 1 cm<sup>2</sup> no deberán ser superiores a 20 veces el valor de 50 W/m<sup>2</sup>.

10. Por lo que se refiere a los campos magnéticos pulsátiles o transitorios, o en general a la exposición simultánea a campos de múltiples frecuencias, deberán aplicarse métodos adecuados de evaluación, medición o cálculo que permitan analizar las características de las formas de onda y la índole de las interacciones biológicas, teniendo en cuenta las normas europeas armonizadas adoptadas por el Cenelec (en francés Comité Européen de Normalisation Electrotechnique; Comité Europeo de Normalización Electrotécnica).<sup>30</sup>

---

<sup>30</sup> [http://www.gigahertz.es/normativa\\_en\\_europa.html](http://www.gigahertz.es/normativa_en_europa.html) (Consulta 14 diciembre 2011)

### **3. 10 Normas y Directrices para la Restricción de la Exposición de acuerdo con el Sistema Centrado en la Salud.**

En 1990, la Asociación Internacional de Protección contra la Radiación (International Radiation Protection Association, IRPA) emitió unas guías sobre límites de exposición a campos eléctricos y magnéticos de 50/60 Hz, que han sido adoptadas como base de muchas normas nacionales y en 1993 la ICNIRP emitió un anexo.<sup>31</sup>

Las directrices de la IRPA y la ICNIRP se basan en los efectos de las corrientes inducidas por campos en el cuerpo, y que corresponden a las que normalmente se miden en éste (hasta 10 mA/m<sup>2</sup> aproximadamente).

Se recomienda limitar la exposición de origen profesional a los campos magnéticos de 50/60 Hz a 0,5 mT en el caso de exposición durante toda la jornada y a 5 mT en el caso de exposiciones cortas de hasta dos horas.

Asimismo, se recomienda limitar la exposición a los campos eléctricos a 10 y 30 kV/m. El límite de 24 horas para el público se fija en 5 kV/m y 0,1 mT.

Estas consideraciones sobre la reglamentación de la exposición se basan exclusivamente en informes sobre el cáncer.

En los estudios de otros posibles efectos relacionados con los campos eléctricos y magnéticos como por ejemplo: trastornos de la reproducción, trastornos neurológicos y del comportamiento, los resultados no se consideran en general lo bastante claros y consistentes como para servir de base científica a la restricción de la exposición.

#### **3. 10. 1 Normas y Directrices de Exposición Excesiva a Campos de Radiofrecuencia.**

Varias organizaciones y servicios públicos han publicado normas y directrices de protección frente a la exposición excesiva a campos de RF. Grandolfo y Hansson Mild facilitaron un análisis de las normas de seguridad de ámbito mundial; en este artículo solo se comentan las directrices publicadas por la IRPA (1988) y la norma IEEE C 95.1 de 1991.<sup>32</sup>

En síntesis, las directrices IRPA han adoptado un valor límite básico de SAR de 4 W/kg, por encima del cual se considera que existe una probabilidad creciente de que se produzcan consecuencias adversas para la salud debido a la absorción de energía de RF.

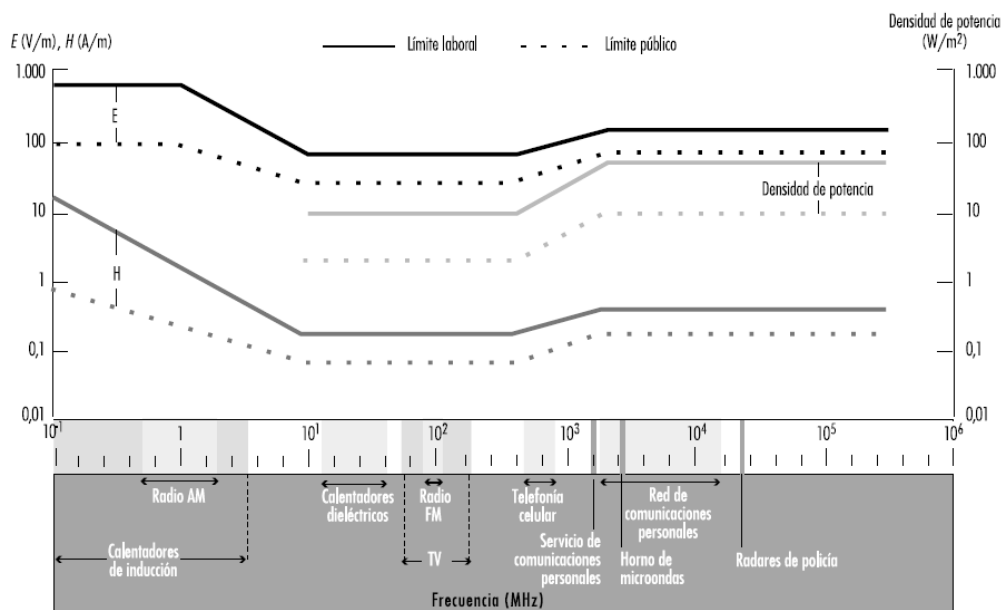
---

<sup>31</sup> Asociación Internacional para la Protección contra las Radiaciones (IRPA) y Comité Internacional de Radiaciones No Ionizantes. 1990. Interim guidelines on limits of exposure to 50/60 Hz electric and magnetic fields. *Health Phys* 58(1):113-122.

<sup>32</sup> Grandolfo, M, K Hansson Mild. 1989. Worldwide public and occupational radiofrequency and microwave protection. En *Electromagnetic Biointeraction. Mechanisms, Safety Standards, Protection Guides*, dirigido por G Franceschetti, OP Gandhi y M Grandolfo. Nueva York: Plenum.

No se han observado efectos perjudiciales para la salud tras exposiciones intensas por debajo de este nivel. Incorporando un factor de seguridad de diez para cubrir las posibles consecuencias de la exposición de larga duración, se utiliza 0.4 W/kg como límite básico del que derivar los límites de exposición profesional.

Para obtener los límites para el público en general se incorpora un factor de seguridad adicional de cinco. Los límites de exposición derivados para la intensidad de campo eléctrico ( $E$ ), la intensidad de campo magnético ( $H$ ) y la densidad de potencia, expresados en V/m, A/m y W/m<sup>2</sup>, se indican en la siguiente imagen.



**Imagen 16. Límites de exposición según la IRPA (1988) para la intensidad de campo eléctrico  $E$ , la intensidad de campo magnético  $H$  y la densidad de potencia. Fuente: <http://www.irpa.net>**

Los cuadrados de los campos  $E$  y  $H$  están promediados sobre seis minutos; se recomienda que la exposición instantánea no exceda de los valores promediados en tiempo en un factor superior a 100.

Asimismo, la corriente del cuerpo a tierra no deberá exceder de 200 mA. La norma C95.1 establecida en 1991 por la IEEE especifica unos valores límite de exposición laboral (en ambiente controlado) de 0.4 W/kg para la SAR media sobre la totalidad del cuerpo de una persona y de 8 W/kg para la SAR máxima administrada a cada gramo de tejido durante 6 minutos o más.<sup>33</sup>

Los valores de exposición correspondientes para el público en general (en ambiente no controlado) son de 0.08 W/kg para la SAR sobre todo el cuerpo y de 1.6 W/kg para la SAR máxima. La corriente del cuerpo a tierra no deberá exceder de 100 mA en un ambiente controlado ni de 45 mA en un ambiente no controlado.

<sup>33</sup> Hansson Mild, K. 1980. Occupational exposure to radio-frequency electromagnetic fields. *Proc IEEE* 68:12-17. Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE). 1990a. *IEEE COMAR Position of RF and Microwaves*. Nueva York: IEEE.

### **3. 11 Norma Oficial Mexicana NOM-013-STPS-1993 y NOM-081-SCT1-1993.**

A continuación se mencionarán algunos puntos de la Norma Oficial Mexicana NOM-013-STPS-1993<sup>34</sup>, relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se generen radiaciones electromagnéticas no ionizantes, publicada en México, Distrito Federal.

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.

Campo de aplicación:

La presente NOM-STPS- debe aplicarse para la planeación, organización y funcionamiento de los centros de trabajo donde se generen radiaciones electromagnéticas no ionizantes.

Requerimientos:

El patrón debe disponer las medidas preventivas correspondientes tomando en consideración lo siguiente:

- A) Las características de las fuentes generadoras.
- B) Las características del tipo de radiaciones no ionizantes.
- C) La exposición de los trabajadores.

Efectuar en los centros de trabajo donde se generen radiaciones no ionizantes o se manejen materiales que los emitan, las actividades relativas al reconocimiento, evaluación y control que se requieran para prevenir los riesgos de trabajo.

Informar a los trabajadores sobre los riesgos que implica para su salud la exposición a las radiaciones no ionizantes.

Vigilar que no se rebasen los niveles máximos de exposición a las radiaciones electromagnéticas no ionizantes.

Para los trabajadores:

Deben usar el equipo de protección personal proporcionado por el patrón.

Las autoridades del trabajo, los patrones y los trabajadores promoverán que se determinen las condiciones de salud de los trabajadores expuestos a radiaciones no ionizantes mediante exámenes médicos periódicos en relación con su exposición a las radiaciones mencionadas.

---

<sup>34</sup> <http://asinom.stps.gob.mx:8145/upload/noms/Nom-013.pdf> (Consulta: 23 de Septiembre 2011)  
<http://www.stps.gob.mx/DGSST/normatividad/noms/Nom-013.pdf> (Consulta: 23 de Septiembre 2011)

## Requisitos.

- De la evaluación.

Para medir los niveles de radiaciones no ionizantes en los centros de trabajo, los patrones deben aplicar los instrumentos y métodos adecuados, considerando los riesgos específicos.

- Del control.

Se deben adoptar las medidas siguientes:

A) Limitar los tiempos y frecuencia de exposición del trabajador a las radiaciones no ionizantes, a efecto de no exceder los niveles máximos permisibles, establecidos en la presente NOM-STPS-.

B) Instalar y mantener en funcionamiento los dispositivos de seguridad para el control de las radiaciones no ionizantes en los locales de trabajo, a efecto de no exceder los niveles máximos permisibles, establecidos en la presente NOM-STPS.

C) Dotar a los trabajadores del equipo de protección personal específico al riesgo.

La Norma Oficial Mexicana NOM-081-SCT1-1993<sup>35</sup> está dirigida a los Sistemas de radiotelefonía con tecnología celular que operan en la banda de 800 MHz.

En ella se establecen las reglas de carácter general que deben seguir los Sistemas de Radiotelefonía Móvil con Tecnología Celular que operan en la banda de 800 MHz, para garantizar el correcto funcionamiento de los equipos de transmisión y recepción, tanto fijos como móviles necesarios para proporcionar este servicio.

## Objetivo:

El documento contiene los requerimientos técnicos mínimos para estandarizar la compatibilidad de los sistemas de radiotelefonía móvil con tecnología celular, su principal propósito es el de asegurar que cualquier estación móvil pueda obtener servicio en cualquier sistema celular. Estos requerimientos no incluyen aspectos de calidad y confiabilidad de este servicio ni cubre el desempeño de los equipos ni procedimientos de medición.

Dado que la tecnología celular ha sido de reciente creación aún existen mejoras que pueden surgir de las experiencias que se tengan en los sistemas comerciales, por lo que estas normas no son una limitación a la evolución natural de este servicio, por lo tanto será posible agregar modificaciones tanto en el área de procesamiento de la llamada, así como en el de nuevas características del sistema. Es importante que cualquier cambio pueda incluirse fácilmente en esta norma.

---

<sup>35</sup> [http://www.cft.gob.mx/work/models/Cofetel\\_2008/Resource/11366/1/images/NOM-081-SCT1-1993.pdf](http://www.cft.gob.mx/work/models/Cofetel_2008/Resource/11366/1/images/NOM-081-SCT1-1993.pdf)

Para lograr una innovación en el tema, se debe profundizar más en las descripciones de aspectos técnicos de diseño y calidad con que se deben integrar los equipos de radio, las antenas, los cables, las torres y los distintos materiales y accesorios así también los entornos de los emplazamientos y las recomendaciones sobre como deben comportarse las personas alrededor de las antenas bases, la observancia de la norma por parte de las empresas proveedoras del servicio de telefonía móvil y el respeto de las recomendaciones de la misma por parte de los ciudadanos ayudará a evitar conflictos entre las partes, pero esto no sucederá mientras la autoridad no intervenga para imponer el orden en caso de que algunas de las partes o las dos trasgredan la norma o esta última no se vuelva obligatoria. Sin embargo, la realidad es que vivimos sumergidos en un mar de ondas electromagnéticas, donde la contribución de las telecomunicaciones no es, ni mucho menos, la más importante, pero si tal vez la que más rápidamente se ha introducido en el medio ambiente.

La nueva norma de FCC (Comisión Federal de las Comunicaciones de Estados Unidos, US Federal Communications Comisión) para estaciones base de telefonía móvil es  $0.57 \text{ mW/cm}^2$  para 900 MHz y  $1.0 \text{ mW/cm}^2$  para 1 800-2 000 MHz.

Esta norma de 1996 de FCC se aplica a todos los transmisores con fecha de licencia a partir del 15 de octubre de 1997, pero los ya instalados tenían hasta el 1 de septiembre de 2000 para demostrar que cumplen esta norma, Tanto ANSI como ICNIRP y NCRP están de acuerdo en que la exposición de todo el cuerpo debe mantenerse por debajo de una SAR para todo el cuerpo de  $0.4 \text{ W/kg.}$ , donde las normas difieren es en la relación específica de la SAR con la densidad de potencia, relación que viene determinada por una combinación entre dosimetría y modelos biofísicos.

Como resultado de los diferentes enfoques y frecuencias utilizadas, las normas en todo el mundo sobre exposición continua del público a radiofrecuencias procedentes de antenas de estaciones base varían entre  $0.2$  y  $1.2 \text{ mW/cm}^2$ .

Respecto a la NOM-013-STPS-1993 se establecen ciertas medidas para limitar los tiempos y frecuencia de exposición a las radiaciones no ionizantes únicamente para el trabajador, a efecto de no exceder los niveles máximos permisibles y que incluye ondas de radio, microondas, radiaciones: láser, infrarroja, visible y ultravioleta.

No está por demás saber que la norma mexicana NOM-081-SCT1-1993 no contempla una guía de recomendaciones de protección a la salud de los mexicanos ni tampoco establece los requisitos de instalación y operación de estaciones base de telefonía móvil celular que por lo general se instalan en áreas urbanas de las ciudades en la república mexicana con la consecuente inconformidad de la ciudadanía y con la complacencia de las autoridades que al menos deberían elaborar reglas de prevención o precaución y requisitos técnicos o en su defecto comprometer a los organismos del gobierno a resolver esta problemática que de seguir así podría afectar las comunicaciones, el desarrollo de la tecnología de punta y a las empresas de la especialidad.

## CAPITULO IV

### **4. Estudios Sobre Daños a la Salud.**

#### **4.1 Concepto de Salud.**

Establecer un concepto certero de lo que es la salud es complejo. La palabra salud apareció por primera vez en la lengua inglesa más o menos en el siglo 1000 a. c.<sup>36</sup> partiendo de esto, nuestro concepto ha ido evolucionando durante siglos. Por ejemplo, durante la época de los aztecas era común el uso de amuletos, ofrendas, plegarias, etc., para sanar enfermedades, pero con la llegada de los españoles y “La viruela”, el concepto de enfermedad, cura y salud cambió, pues era algo desconocido ya que está íntimamente ligado a la enfermedad.

Otro ejemplo, las personas que padecen de ansiedad, neurosis y esquizofrenia, antes fueron considerados como locos o criminales que eran una amenaza para la población. En la actualidad estas son consideradas como personas enfermas que necesitan someterse a un tratamiento.<sup>37</sup>

Basándonos en el descubrimiento de la penicilina, pasteurización o vacunas, cambia nuevamente este concepto, previamente se investigó y analizó la causa de la enfermedad o síntomas de una nueva, que conlleva a la necesidad de una cura o en el mejor de los casos establecer medidas preventivas.

Este concepto tiende a evolucionar, pues cuando se fomenta una nueva idea entre médicos, personal de salud pública, políticos y otros cuyas decisiones tienen un impacto directo sobre las personas, se hacen merecedoras de ser examinadas y definidas de nuevo.<sup>38</sup>

Existen varias definiciones de salud, pero a continuación solo se mencionaran solo cuatro:

La definición de la OMS<sup>39</sup> es una de las más criticadas, pero también alabada cuando se necesita una definición oficial:

*“El estado completo bienestar físico, mental y social y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades”.*

---

<sup>36</sup> Greene, Walter H., Simons M, Bruce G. Educación para la Salud. Ed. Interamericana, México, 1988, Pág. 6.

<sup>37</sup> Greene, Walter H., Simons M, Bruce G. Educación para la Salud. Ed. Interamericana, México, 1988, Pág. 5.

<sup>38</sup> Ídem.

<sup>39</sup> Greene, Walter H., Simons M, Bruce G. Educación para la Salud. Ed. Interamericana, México, 1988, Pág. 6.



Esta no ha sido muy aceptada por varios y varias razones, por ejemplo Milton Terris nos dice que la salud como la enfermedad no son valores absolutos, por tal razón el propone eliminar la palabra “completo”.<sup>40</sup>

La definición de Terris es<sup>41</sup>:

*“Estado de bienestar físico, mental y social, con capacidad de funcionar y no únicamente la ausencia de afecciones o enfermedades”.*

En 1976,<sup>42</sup> el X Congreso de Médicos y Biólogos de Cultura Catalana describió a la salud como:

*“Una manera de vivir autónoma solidaria y gozosa”.*

A la actualidad<sup>43</sup> el concepto que se tiene es:

*“La salud es una variable dependiente influenciada por diversos factores ó determinantes los cuales condicionan el nivel de salud de los hombres, no pudiendo ser considerados de forma aislada sino en constante interacción”.*

En 1974<sup>44</sup> Lalonde, Ministro de Salud y Gobierno Canadiense, expuso cuatro variables, biología humana, medio ambiente, estilo de vida, sistema de asistencia sanitaria.

Para explicar esto, podemos decir que la salud de cada uno de nosotros es aleatoria, pues aunque seamos de la misma clase social, tengamos un estilo de vida similar o residamos en el mismo lugar, nuestro estado de salud es diferente por dichos factores anteriormente mencionados. Todos estamos expuestos a diferentes tipos de estrés, distinto estilo de vida como lo es el alcoholismo, drogas, cigarro, café, ejercicio o nutrición por decir algo. En nuestro lugar de trabajo tenemos riesgo, unos más que otros, a la radiación de antenas, plantas eléctricas, microondas o simplemente solar, algunas personas tienen mejor o peor asistencia sanitaria.

## **4. 2 Radiaciones de Baja y Alta Frecuencia.**

El punto en el cual nos avocaremos es el medio que nos rodea, como caso particular a la exposición a ondas electromagnéticas.

Siempre hemos estado acompañados de estas ondas, como lo son los rayos solares que día a día recibimos en una gran variedad de frecuencias, por ejemplo los rayos UV que

---

<sup>40</sup> Frías Osuna, Antonio. Salud pública y Educación para la Salud. Ed. Masson, Barcelona, 2002, Pág. 4.

<sup>41</sup> Frías Osuna, Antonio. Salud pública y Educación para la Salud. Ed. Masson, Barcelona, 2002, Pág. 5.

<sup>42</sup> Ídem.

<sup>43</sup> Frías Osuna, Antonio. Salud pública y Educación para la Salud. Ed. Masson, Barcelona, 2002, Pág. 6.

<sup>44</sup> Ídem.

son los más agresivos y por ende más dañinos para nuestro cuerpo, ya que tienen una longitud de onda muy pequeña. Entre otras ondas electromagnéticas muy familiares tenemos las ondas de radio, televisión, señales de Internet, telefonía, radar, inclusive el mismo suministro de energía eléctrica en hogares y lugares de trabajo, todas ellas tienen asociado un campo magnético y eléctrico, los cuales deben manejar ciertos estándares de seguridad.

En consecuencia de los avances tecnológicos estamos cada vez más rodeados y expuestos a este tipo de ondas. En la actualidad ya no son desconocidos los nombres instalaciones como subestaciones eléctricas, transformadores, líneas de transmisión aéreas y subterráneas así como antenas de telefonía. Estas en lo particular son más de nuestra atención, puesto que desde hace algunos años se cree que dichas instalaciones pueden ser nocivas para la salud, debido a que no se respetan las normas de seguridad. Esto es debido a que varias antenas, líneas de transmisión y subestaciones operan muy cerca de algunas poblaciones y lugares de trabajo, por lo cual se debe tener un cierto control en la emisión de las ondas electromagnéticas.

*"Solo conocemos actualmente unas pocas de las radiaciones invisibles. Además hemos comenzado a darnos cuenta de su diversidad y de lo limitado de nuestro conocimiento sobre las radiaciones que nos rodean y atraviesan. Un hecho que es difícil de comprender por mentes acostumbradas a otras concepciones del universo... Estamos rodeados y penetrados en todo momento y en todo lugar por un eterno cambio, combinado y compuesto por radiaciones de diferente longitud de onda, desde la diezmillonésima parte de un milímetro hasta un buen número de kilómetros".*

V.I. Vernadskii, 1926.<sup>45</sup>

Esto deja como prueba de que no se sabía a ciencia cierta los daños ocasionados por ciertas radiaciones.

En 1962, cuando empezaron a funcionar las primeras líneas de 500 kV, se comenzaron a estudiar diversos síntomas, como dolores de cabeza, insomnios, malestar físico general e impotencia. Dichos estudios fueron hechos por científicos soviéticos, quienes fueron los primeros en mayor número y profundidad, a realizar investigaciones.<sup>46</sup>

El "efecto corona" libera electrones desde el cable conductor, es capaz de ionizar al aire, debido a esta ionización el oxígeno se convierte en ozono, lo cual es un riesgo a la salud. En el caso del smog, nos da como producto óxido de nitrógeno, este combinado con el agua nos produce lluvia ácida, que al mezclarse con factores ambientales aumenta los niveles de ozono y su fácil transporte a otras áreas.

Hirsch del departamento de Física de la Universidad de Minesota, nos dice que una línea de alta tensión produce en una milla, alrededor de 60 litros de ozono y 40 de óxido de nitrógeno.

Mientras que en Laboratorio Nacional de Oak Ridge (EE.UU.), se demostró que en estas líneas de 500kV, en diez minutos aumentan 10 veces las concentraciones de ozono.

---

<sup>45</sup> Contaminación magnética y enfermedades debidas a las Líneas de Alta Tensión, Susana Morales Revista integral nº 66 de 2002.

<sup>46</sup> Ídem.

Esto no solo nos afecta a nosotros, la fauna silvestre es también perjudicada, las aves pierden su sentido de orientación, peces y animales se alejan de las zonas aledañas a las líneas, etc.<sup>47</sup>

En un artículo<sup>48</sup> llamado “*Efectos de Líneas de Alta Tensión para la Salud*”, menciona algunas de las patologías debido a este tipo de contaminación:

- Perturbación de la glándula pineal
- Alteraciones del sistema nervioso y trastornos neurofisiológicos con modificaciones de la conducta.
- Efectos sobre la reproducción y el desarrollo: abortos, malformaciones al nacer, trastornos menstruales, infertilidad, etcétera.
- Alteraciones de la respuesta inmunológica.
- Trastornos cardiovasculares.
- Alteraciones funcionales del sistema nervioso (temblores, trastornos neurovegetativos).
- Cáncer.

Las líneas de baja frecuencia pueden llegar a ser nocivas para los seres vivos, pero no se debe olvidar que las antenas de telefonía y celulares de la misma forma pueden llegar a provocar alteraciones fisiológicas. En diversos estudios se han demostrado diversas patologías relacionadas con estas instalaciones, en un informe demoledor llamado “*Campos Electromagnéticos*” del doctor Castroviejo<sup>49</sup> se encuentran las siguientes:

- Disminución de niveles de melatonina y sustancias neurosecretoras.
- Tumores cerebrales benignos en la glándula parótida.
- Alteraciones del ciclo menstrual, abortos e infertilidad.
- Disminución de parámetros inmunológicos.
- Trastornos neurológicos (Irritabilidad, temblores y mareos).
- Trastornos mentales (Alteraciones del humor, depresiones y tendencias suicidas).
- Alteraciones de la frecuencia cardíaca y alteraciones vasculares periféricas.
- Disminución del ritmo cardíaco en bebés.
- Dermatitis.

En la actualidad existen varias quejas de comunidades alrededor del mundo, que han evitado las obras de construcción ó solicitado el cierre de las mismas, debido que gran número de colonos han informado de varias defunciones y otros presentan estos mismos síntomas o enfermedades, a causa de diversas patologías anteriormente enunciadas.

Desde hace varios años se han hecho estudios y publicado algunos artículos en países como EUA, Alemania, Austria, Israel, España, Rusia por mencionar algunos. Dichos

---

<sup>47</sup> Contaminación magnética y enfermedades debidas a las Líneas de Alta Tensión, Susana Morales Revista integral nº 66 de 2002.

<sup>48</sup> <http://www.ecotecnicos.com/salud/efectos-de-las-lineas-de-alta-tension-para-la-salud> (Consulta: 15 de Agosto 2011)

Efectos de Líneas de Alta Tensión para la Salud. Junio 2010

<sup>49</sup> <http://antenano.blogspot.com> (Consulta: 15 de Agosto 2011)

Estudios Científicos que Relacionan la Exposición a Campos Electromagnéticos con Efectos Sobre la Salud, Mayo 2008.

estudios han arrojado aterradores resultados. Estos fueron realizados en poblaciones aledañas a diferentes instalaciones.

#### **4. 2. 1 Estudios Sobre Daños a la Salud Debido a Radiaciones de Baja Frecuencia.**

Existen diversos estudios realizados alrededor del mundo, para comprobar el riesgo de estar expuesto por un tiempo prolongado, a las radiaciones sintéticas de baja frecuencia.

En el 2002 la doctora Olga García realizó un estudio denominado: “*Efectos Biológicos de Campos Magnéticos de muy baja Frecuencia y Radiofrecuencia en Presencia de Metales Pesados, Cadmio Y Mercurio*”.<sup>50</sup>

En esta investigación, se buscó alguna alteración en los linfocitos humanos, a causa de los campos magnéticos de baja y alta frecuencia, pues los linfocitos son indicadores muy sensibles al daño cromosómico, tanto *in vitro* como *in vivo*.

En dichos experimentos se expusieron linfocitos (con determinado tiempo de incubación 24, 48, 72 y 96 horas), sin y con agentes químicos (Cadmio y Mercurio), a diferentes concentraciones, pues de la misma forma se investigó, si estos aumentan o no los efectos de los campos magnéticos.<sup>51</sup>

A los linfocitos se les aplicaron diferentes intensidades de campo magnético (0 – 2 mT), según la tabla de distribución de intensidad de dicho estudio, con una intensidad de corriente de 0, 0.5, 1 y 1.5 A.

Una vez que los linfocitos humanos fueron sometidos a distintas pruebas, con intensidades de corriente de hasta 1 A y con magnitudes de campo magnético que llegaron hasta 9.7 mT, no se encontraron efectos genotóxicos. Al haber aplicado un campo magnético de 50 Hz, con intensidad de 6.5 mT y una corriente de 1 A, no causó cambios en la proliferación celular, en ambos resultados el tiempo de exposición fue de 96 horas.

Las actividades enzimáticas, así como las concentraciones de glucosa, urea, calcio e hierro, no presentaron cambios significativos, cabe mencionar que la sangre también fue expuesta a las intensidades anteriormente mencionadas, con un tiempo de incubación de hasta 48 horas. En cambio las concentraciones de fósforo, presentaron variaciones a partir de las 12 horas de incubación.

Por otro lado no se observó algún efecto sinérgico, entre la exposición de campos magnéticos y los agentes químicos, en el ensayo de proliferación que se realizó.

---

<sup>50</sup> Olga García, Efectos Biológicos de Campos Magnéticos de muy baja Frecuencia y Radiofrecuencia en Presencia de Metales Pesados: Cadmio y Mercurio, Madrid, 2002.

<sup>51</sup> Recomendaciones del Parlamento Europeo (DOCE N° 205/440 documento N° A3-0238/94, 1994), Olga García, Efectos Biológicos de Campos Magnéticos de muy baja Frecuencia y Radiofrecuencia en Presencia de Metales Pesados: Cadmio y Mercurio, Madrid, 2002.

En el estudio: *“Impact Evaluation of Electrical Equipments on Human Health,”*<sup>52</sup> hecho en el Institute for Energy Research and Development en Bucarest, realizaron una investigación enfocándose en analizar productos biológicos como la sangre y la orina, además de medir los niveles de síntesis de la melatonina, de diversos trabajadores en diferentes subestaciones, antes de este estudio ya se habían hecho otros similares, donde se menciona que hay una probabilidad de que los trabajadores, hayan sido afectados por las radiaciones emitidas en dichas plantas.

En este documento se presentan las mediciones que obtuvieron de campo eléctrico y magnético.

| No. | Nombre de la Subestación | Voltajes                    | IEI kV/m        | IBI $\mu$ T |
|-----|--------------------------|-----------------------------|-----------------|-------------|
| 1   | Dârste                   | 400 kV/<br>110 kV           | 22.44<br>(36.5) | 11.39       |
| 2   | Lacu Sărat               | 400 kV<br>/220 kV<br>/110kV | 20.83<br>(36.3) | 20.1        |
| 3   | Bradu                    | 400 kV<br>/220kV/<br>110 kV | 18.74<br>(36.7) | 19.73       |

**Tabla 3. Mediciones obtenidas de campo eléctrico y magnético en las tres subestaciones.**

**Fuente: Impact Evaluation of Electrical Equipments on Human Health, Alice Randucanu, Aurica Suvergel, Angela Stanca, Marin Stefan, Cornelia Marclot, Corneliu Neagu, Marzo 2008.**

Al realizar las mediciones y basándose en diversos puntos donde las mediciones fueron más elevadas, establecieron ciertos lugares de mayor interés.

Fueron 49 trabajadores (16 de cada una de las subestaciones estudiadas), a los que se les realizó el estudio de laboratorio (Número de eritrocitos, hematocritos, así como concentraciones de hemoglobina, son algunos de los parámetros analizados en la sangre), aparte de este examen se les practicó un electrocardiograma, para revisar si existía alguna anomalía en su ritmo cardiaco.

Entre los resultados del estudio de sangre, encontraron que los valores del metabolismo de lípidos de 1 de cada 2 personas, estaban alterados debido a que el rango de concentración de colesterol y triglicéridos, estaba por encima del normal y con un cierto daño al hígado. Observando que fueron alteraciones de poca importancia, consideraron que estos resultados no se podían correlacionar con los campos electromagnéticos, por otro lado no se encontraron variaciones en los estudios hematológicos.

Posteriormente, los trabajadores fueron sometidos a un examen de orina, tomando una muestra por cada necesidad de orinar, durante 3 días ininterrumpidamente en diferentes años. A continuación se muestran los resultados de la subestación Sărat Lacu, ya que en comparación con las otras dos, hubo constantes modificaciones en la secreción de melatonina de los trabajadores, la edad fue considerada ya que después de los 45 años esta secreción tiende a disminuir.

<sup>52</sup> Impact Evaluation of Electrical Equipments on Human Health, Alice Randucanu, Aurica Suvergel, Angela Stanca, Marin Stefan, Cornelia Marclot, Corneliu Neagu, Marzo 2008.

| <b>Variación de la secreción de la 6-OHMS en los trabajadores en 2000-2001</b> |        |
|--|--------|
| Normal   | 64.7%  |
| Arritmia   | 5.88%  |
| Disminución  | 0%     |
| Desfasamiento  | 29.41% |

Tabla 4. Variación de la 6-OHMS de 2000 a 2001. Fuente: Impact Evaluation of Electrical Equipments on Human Health, Alice Randucanu, Aurica Suvergel, Angela Stanca, Marin Stefan, Cornelia Marclot, Corneliu Neagu, Marzo 2008.

| <b>Variación de la secreción de la 6-OHMS en los trabajadores en 2003</b> |        |
|---|--------|
| Normal  | 42.5%  |
| Arritmia  | 7.14%  |
| Disminución   | 28.57% |
| Desfasamiento   | 21.42% |

Tabla 5. Variación de la 6-OHMS en 2003. Fuente: Impact Evaluation of Electrical Equipments on Human Health, Alice Randucanu, Aurica Suvergel, Angela Stanca, Marin Stefan, Cornelia Marclot, Corneliu Neagu, Marzo 2008.

| <b>Variación de la secreción de la 6-OHMS en los trabajadores en 2005</b> |        |
|---|--------|
| Normal  | 52.17% |
| Arritmia  | 13.04% |
| Disminución   | 13.39% |
| Desfasamiento   | 17.39% |

Tabla 6. Variación de la 6-OHMS en 2005. Fuente: Impact Evaluation of Electrical Equipments on Human Health, Alice Randucanu, Aurica Suvergel, Angela Stanca, Marin Stefan, Cornelia Marclot, Corneliu Neagu, Marzo 2008.

| <b>Variación de la secreción de la 6-OHMS en los trabajadores en 2006</b> |        |
|---|--------|
| Normal  | 45.6%  |
| Arritmia  | 15.63% |
| Disminución   | 24.69% |
| Desfasamiento   | 14.28% |

Tabla 7. Variación de la 6-OHMS en 2006. Fuente: Impact Evaluation of Electrical Equipments on Human Health, Alice Randucanu, Aurica Suvergel, Angela Stanca, Marin Stefan, Cornelia Marclot, Corneliu Neagu, Marzo 2008.

| <b>Variación de la secreción de la 6-OHMS en los trabajadores en 2007</b> |     |
|---|-----|
| Normal  | 50% |
| Arritmia  | 19% |
| Disminución   | 14% |
| Desfasamiento   | 17% |

Tabla 8. Variación de la 6-OHMS en 2007. Fuente: Impact Evaluation of Electrical Equipments on Human Health, Alice Randucanu, Aurica Suvergel, Angela Stanca, Marin Stefan, Cornelia Marclot, Corneliu Neagu, Marzo 2008.

En las conclusiones de este estudio, comentan que los trabajadores fueron puestos bajo supervisión médica, con exámenes funcionales (electrocardiograma), de laboratorio (bioquímica y hematología), dosis del metabolito urinario (6-OHMS) de la hormona melatonina y una evaluación psicológica.

En cuanto a la melatonina, mencionan que su secreción puede verse afectada por los campos electromagnéticos; algunas enfermedades cardiovasculares y digestivas no parecen estar relacionadas con las condiciones de trabajo.

Los resultados de mayor interés fueron los de esta hormona, pues se notaron diferencias en la secreción de la misma (desfasamiento, disminución y arritmia). En los años que duró la investigación, el porcentaje de trabajadores que padecían desfasamiento ó disminución de esta ascendió al 29%, pero en 2006 el porcentaje no superaba el 15% y en 2007 ascendió nuevamente a 17%. En cuanto a las arritmias el porcentaje aumentó alrededor del 5%, mientras que en 2006 superaron el 15% y en 2007 descendieron a 14%. Por tal motivo las investigaciones podrían continuar en las mismas subestaciones.

El efecto causado puede ser compensado por la ingesta de antioxidantes que se encuentran en los vegetales.

Otro estudio de bastante importancia se realizó en Tasmania, con el título "*Residential exposure to electric power transmission lines and risk of lymphoproliferative and myeloproliferative disorders: a case-control study*"<sup>53</sup>, éste se realizó a personas que vivían cerca de unas líneas de alta tensión, ya que se pensaba que había una relación entre la leucemia infantil y los campos electromagnéticos, además de determinar si estos podían aumentar el riesgo de provocar trastornos linfoproliferativos (LP) o mieloproliferativos (MD).

Para dicho estudio se analizaron personas que fueron diagnosticadas con LP o MP entre los años de 1972 y 1980, los diagnósticos incluidos fueron la leucemia, linfoma, mieloma, etc. Estos fueron identificados a partir de estudios de laboratorio como hematologías e histopatologías.

---

<sup>53</sup> R. M. Lowenthal, D. M. Tuck y I. C. Bray, "Residential exposure to electric power transmission lines and risk of lymphoproliferative and myeloproliferative disorders: a case-control study", *Internal Medicine Journal* 37, 2007.

En la siguiente tabla se muestran los diferentes diagnósticos identificados:

| Categoría de Diagnóstico | Diagnóstico                             | Adultos | Niños | Total |
|--------------------------|---|---------|-------|-------|
| LP                       | El linfoma no Hodgkin                   | 252     | 11    | 263   |
|                          | Mieloma múltiple                        | 123     | 0     | 23    |
|                          | Leucemia linfocítica crónica            | 87      | 0     | 87    |
|                          | Linfoma de Hodgkin                      | 77      | 6     | 83    |
|                          | Leucemia linfoblástica aguda            | 8       | 39    | 47    |
| MP                       | Trastornos mieloproliferativos crónicos | 106     | 7     | 113   |
|                          | Leucemia mieloide aguda                 | 96      | 8     | 104   |
|                          | Leucemia mieloide crónica               | 34      | 0     | 34    |
|                          | Total                                   | 783     | 71    | 854   |

**Tabla 9. Diagnósticos entre 1972 y 1980. Fuente: R. M. Lowenthal, D. M. Tuck y I. C. Bray, "Residential exposure to electric power transmission lines and risk of lymphoproliferative and myeloproliferative disorders: a case-control study", Internal Medicine Journal 37, 2007.**

Se invitó a la población a participar mediante una carta, se tomaron en cuenta varios factores como: personas jubiladas, tipo de ocupación (mineros, agricultores, trabajo de fundición y mujeres estilistas, se encontraron dentro de las ocupaciones con mayor riesgo), tiempo que las personas llevaban trabajando y si vivían a menos de 300 m de las líneas de alta tensión.

En sus resultados, nos comentan que de 7590 direcciones identificadas, 790 eran de personas diagnosticadas, de los cuales 64 al menos tenían una dirección a menos de 300 m de estas líneas.

La siguiente tabla nos muestra la relación de pacientes que viven de 0-50 m, 50- 300 m y más de 300 m, cabe resaltar que de algunos pacientes no se tuvo control alguno.

| Distancia (m) | Pacientes | Pacientes controlados | Total |
|---------------|-----------|-----------------------|-------|
| 0 -50         | 19        | 9                     | 28    |
| 50-300        | 75        | 55                    | 130   |
| > 300         | 760       | 790                   | 1550  |

**Tabla 10. Relación de pacientes residentes a menos de 300 m de las líneas de transmisión. Fuente: R. M. Lowenthal, D. M. Tuck y I. C. Bray, "Residential exposure to electric power transmission lines and risk of lymphoproliferative and myeloproliferative disorders: a case-control study", Internal Medicine Journal 37, 2007.**

Además, el estudio menciona que las personas que viven a 50 m de las líneas, tienen doble riesgo de desarrollar trastornos LP y MP, que las personas que han vivido siempre



a más de 300 m de dichas líneas, cabe mencionar que también existe un cierto riesgo para las personas que viven de 51 a 300 m de distancia.

Las estimaciones arrojaron que una persona que vive a más de 300 m, por cada año vivido a menos de 50 m, el riesgo de desarrollar LP o MP aumenta en un 7% y para personas que viven de 50 – 300 m el riesgo aumenta en un 1%.

En el estudio se menciona: *Debido a que fueron pocas las personas estudiadas, los resultados pueden ser algo imprecisos.* A pesar de las limitaciones del estudio, se pudo descubrir que los riesgos de desarrollar leucemia y linfomas, están más asociados a los niños. Por otro lado, la residencia prolongada cerca de las líneas de alta tensión, aumenta el riesgo de desarrollar trastornos LP y MP.

Entre otros estudios se encuentran:

| Autores – Título   | Resultados   |
|--|--|
| Verreault R, Weiss NS, Hollenbach KA, Use of electric blankets and risk of testicular cancer. Am J Epidemiol, 1990                             | 182 Casos de cáncer de testículo.  |
| Savitz DA, John EM, Kleckner RC, Magnetic field exposure from electric appliances and child-hood cancer. Am J Epidemiol, 1990.                 | 244 casos de todo tipo de cáncer, 73 casos de leucemia y 43 casos de cáncer cerebral.      |
| Vena JE, Graham S, Hellman R, Use of electric blankets and risk of postmenopausal breast cancer, 1991.   | 382 casos de cáncer de mama en la postmenopausia.  |
| Tynes T, Andersen A, Langmark F, Incidence of cancer in Norwegian workers potentially exposed to electromagnetic fields. Am J Epidemiol, 1992. | 3806 casos de todo tipo de cáncer, 107 casos de leucemia y 119 casos de cáncer de cerebro. |
| London SJ, Thomas DC, Bowman JD, Exposure to residential electric and magnetic fields and risk of childhood leukemia. Am J Epidemiol, 1991.    | 211 casos de leucemia  |

**Tabla 11. Otros estudios realizados en el mundo (Relacionados con bajas frecuencias).**

#### **4. 2. 2 Estudios Sobre Daños a la Salud Debido a Radiaciones de Alta Frecuencia.**

Con el paso de los años y los avances tecnológicos, nos vemos cada vez más rodeados por gran número de radiaciones que llegan hasta los 50 GHz, debido a la preocupación de los ciudadanos que viven cerca de antenas de telefonía ó sistemas de transmisión de radio y televisión, no se ha podido responder a ciencia cierta si los campos electromagnéticos son seguros.<sup>54</sup>

Este tipo de controversias no son nuevas, pues el mismo problema sucedió con el tabaco y su relación con ciertos carcinomas, así mismo ocurrió con el asbesto y la lluvia ácida,

<sup>54</sup> Alcalá de Henares, Declaración de Alcalá Contaminación Electromagnética y Salud, Abril 2002.

después de varios estudios, hoy en día ya nadie discute de los riesgos a la salud que estos agentes tóxicos pueden provocar.<sup>55</sup>

De los diversos estudios realizados, se expondrán 3, realizados en Austria, Alemania e Israel.

En el año 2002 se publicó el estudio: *“Environmental Epidemiological Study of Cáncer Incidence in the Municipalities of Hausmannstätten & Vasoldsberg”*<sup>56</sup> en Austria, dicho estudio se hizo en la ciudad de Hausmannstätten, al investigar una estación de telefonía móvil que sirve para dar servicio telefónico a automóviles de 1984 a 1997, con un radio promedio de transmisión de 30 km.

Posteriormente, se estableció un radio de 1.2 km alrededor de la antigua estación de transmisión y se invitaron a 2543 personas a participar en el estudio. Hubo un periodo denominado “post-efecto”, además de un periodo de exposición mínima de 5 años.

Se definieron 3 diferentes tipos de muestras A y B, que incluyen personas vivas y difuntos, la muestra C estuvo conformada sólo por individuos vivos.

A 25 m de la estación de transmisión original, fue instalada una antena con 8 m de altura que operaría a una frecuencia de 434.2 MHz, para hacer una simulación de la antigua estación y monitorear que frecuencia era seleccionada por los participantes de la muestra C únicamente.

Fueron evaluadas diversas categorías de exposición, 10-100  $\mu\text{W}/\text{m}^2$ , 100-1000  $\mu\text{W}/\text{m}^2$  y más de 1000  $\mu\text{W}/\text{m}^2$ , en esta última, el riesgo de desarrollar cáncer aumenta de 5 a 8 veces.

En las conclusiones se menciona: que en un rango de 0 – 200 m alrededor de la estación, hubo un aumento significativo de riesgo de cáncer para las tres muestras, en comparación con la zona de 201 – 1.2 km.

A continuación, se muestran las tablas obtenidas de la muestra A.

| Exposición                          | Controles | Casos | Proporción de probabilidad |
|-------------------------------------|-----------|-------|----------------------------|
| < 10 $\mu\text{W}/\text{m}^2$       | 837       | 39    | 1.0                        |
| 10 – 100 $\mu\text{W}/\text{m}^2$   | 313       | 17    | 1.3                        |
| 100 – 1000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ | 76        | 7     | 3.4                        |
| > 1000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$     | 16        | 4     | 8.5                        |

**Tabla 12. Diagnósticos de todo tipo de cáncer, muestra A. Fuente: Gerd Oberfeld, Environmental Epidemiological Study of Cancer Incidence in the Municipalities of Hausmannstätten & Vasoldsberg, Enero 2002.**

<sup>55</sup> Alcalá de Henares, Declaración de Alcalá Contaminación Electromagnética y Salud, Abril 2002.

<sup>56</sup> Gerd Oberfeld, Environmental Epidemiological Study of Cancer Incidence in the Municipalities of Hausmannstätten & Vasoldsberg, Enero 2002.

| Exposición                          | Controles | Casos | Proporción de probabilidad |
|-------------------------------------|-----------|-------|----------------------------|
| < 10 $\mu\text{W}/\text{m}^2$       | 837       | 7     | 1.0                        |
| 10 – 100 $\mu\text{W}/\text{m}^2$   | 313       | 3     | 1.1                        |
| 100 – 1000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ | 76        | 1     | 2.6                        |
| > 1000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$     | 16        | 2     | 22.5                       |

**Tabla 13. Diagnósticos de cáncer de mama, muestra A. Fuente: Gerd Oberfeld, Environmental Epidemiological Study of Cancer Incidence in the Municipalities of Hausmannstätten & Vasoldsberg, Enero 2002.**

| Exposición                          | Controles | Casos | Proporción de probabilidad |
|-------------------------------------|-----------|-------|----------------------------|
| < 10 $\mu\text{W}/\text{m}^2$       | 837       | 1     | 1.0                        |
| 10 – 100 $\mu\text{W}/\text{m}^2$   | 313       | 0     | 0.0                        |
| 100 – 1000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ | 76        | 2     | 20.3                       |
| > 1000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$     | 16        | 2     | 121.1                      |

**Tabla 14. Diagnósticos de cáncer de cerebro, muestra A. Fuente: Gerd Oberfeld, Environmental Epidemiological Study of Cancer Incidence in the Municipalities of Hausmannstätten & Vasoldsberg, Enero 2002.**

El estudio llevado a cabo en Alemania con el nombre: *“The Influence of Being Physically Near to a Cell Phone Transmission Mast on the Incidence of Cancer”*<sup>57</sup>, se examinó si las personas que vivían cerca de una antena de telefonía podían desarrollar cáncer por esta causa.

Para este estudio se tomó la evidencia de investigaciones previas. En 1995 se encontraron resultados relacionados entre trastornos en el sueño, así como depresión y una estación de transmisión de onda corta<sup>58</sup>, leucemia en niños cerca de estaciones de radio y televisión en Hawai<sup>59</sup> y aumento de cáncer e índices de mortalidad en Australia<sup>60</sup>.

La antena, es una transmisora de GSM de 935 MHz instalada en 1993, encontrando que la radiación en la zona mas cercana a la antena es 100 veces mayor en comparación con la zona exterior, se hicieron mediciones en otras transmisoras mostrando que esta última tuvo la medición más alta.

Se empezaron a seleccionar a los pacientes al azar, la autoselección no fue permitida. Comenzando a investigar el nombre de los pacientes que desarrollaron tumores desde 1994, con la condición de que estos hayan estado viviendo bajo observación durante 10

<sup>57</sup> Horst Eger, Klaus Uwe Hagen, Birgitt Lucas, Peter Vogel, Helmut Voit The Influence of Being Physically Near to a Cell Phone Transmission Mast on the Incidence of Cancer, Abril 2004.

<sup>58</sup> Abelin, T, Altpeter, Pfluger, Krebs, Känel, Stärk, & Griot, Gesundheitliche Auswirkungen des Kurzwellensenders Schwarzenburg, BEW Schriftenreihe Studie Nr. 56 (BEW: Bundesamt für Energiewirtschaft), 1995.

<sup>59</sup> Maskarine, Cooper, & Swygert, Investigation of increased incidente childhood leukemianear radio towers in Hawai, 1994.

<sup>60</sup> Hocking, Gordon, Grain, Cancer Incidence and Mortality and Proximity to TV-Towers. Med. J. Australia, 1996.

años. Los datos fueron clasificados de acuerdo a género, edad, tipo de tumor y tiempo de éste.

En sus resultados se menciona que tanto las personas que vivían a 400 m de distancia de la antena, como las que vivían a más de 400 m, su probabilidad de desarrollar cáncer no fue la misma.

A continuación se muestran las tablas de resultados de este estudio.

| Periodo de 1994 a 2004     | < 400 m    | > 400 m    | Total      |
|----------------------------|------------|------------|------------|
| Nuevos casos de cáncer     | 18         | 16         | 34         |
| Sin nuevos casos de cáncer | 302        | 631        | 933        |
| <b>Total</b>               | <b>320</b> | <b>647</b> | <b>967</b> |

Tabla 15. Casos de cáncer de 1994 a 2004. Fuente: Horst Eger, Klaus Uwe Hagen, Birgitt Lucas, Peter Vogel, Helmut Voit The Influence of Being Physically Near to a Cell Phone Transmission Mast on the Incidence of Cancer, Abril 2004.

| Periodo de 1994 a 1999     | < 400 m    | > 400 m    | Total      |
|----------------------------|------------|------------|------------|
| Nuevos casos de cáncer     | 5          | 8          | 13         |
| Sin nuevos casos de cáncer | 315        | 639        | 954        |
| <b>Total</b>               | <b>320</b> | <b>647</b> | <b>967</b> |

Tabla 16. Casos de cáncer de 1994 a 1999. Fuente: Horst Eger, Klaus Uwe Hagen, Birgitt Lucas, Peter Vogel, Helmut Voit The Influence of Being Physically Near to a Cell Phone Transmission Mast on the Incidence of Cancer, Abril 2004.

| Periodo de 1999 a 2004     | < 400 m    | > 400 m    | Total      |
|----------------------------|------------|------------|------------|
| Nuevos casos de cáncer     | 13         | 8          | 21         |
| Sin nuevos casos de cáncer | 307        | 639        | 946        |
| <b>Total</b>               | <b>320</b> | <b>647</b> | <b>967</b> |

Tabla 17. Casos de cáncer de 1999 a 2004. Fuente: Horst Eger, Klaus Uwe Hagen, Birgitt Lucas, Peter Vogel, Helmut Voit The Influence of Being Physically Near to a Cell Phone Transmission Mast on the Incidence of Cancer, Abril 2004.

| Tipo de tumor (órgano) | No. De tumores encontrados en hombres (H) y mujeres (M) | Total esperado | Incidencia por 100,000 | Relación < 400 m : > 400 m |
|------------------------|---|----------------|------------------------|----------------------------|
| Mama                   | 8   | 5.6            | 112                    | 5:3                        |
| Ovario                 | 1   | 1.1            | 23                     | 0:1                        |
| Próstata               | 5   | 4.6            | 101                    | 2:3                        |
| Páncreas               | H 3   | 0.6            | 14                     | 2:1                        |
|                        | M 2   | 0.9            | 18                     | 1:1                        |
| Abdomen                | H 4   | 3.7            | 81                     | 2:2                        |
|                        | M 0   | 4.0            | 81                     | 0:0                        |
| Melanoma de piel       | H 1   | 0.6            | 13                     | 1:0                        |
|                        | M 0   | 0.7            | 14                     | 0:0                        |
| Pulmón                 | H 3   | 3.6            | 79                     | 2:1                        |
|                        | M 0   | 1.2            | 24                     | 0:0                        |
| Riñón                  | H 2   | 1.0            | 22                     | 1:1                        |
|                        | M 1   | 0.7            | 15                     | 1:0                        |
| Estómago               | H 1   | 1.2            | 27                     | 0:1                        |
|                        | M 1   | 1.1            | 23                     | 0:1                        |
| Vejiga                 | H 1   | 2.0            | 44                     | 0:1                        |
|                        | M 0   | 0.8            | 16                     | 0:0                        |
| Sangre                 | H 0   | 0.6            | 14                     | 0:0                        |
|                        | M 1   | 0.7            | 15                     | 1:0                        |

Tabla 18. Casos de todo tipo de tumores en mujeres y hombres. Fuente: Horst Eger, Klaus Uwe Hagen, Birgitt Lucas, Peter Vogel, Helmut Voit The Influence of Being Physically Near to a Cell Phone Transmission Mast on the Incidence of Cancer, Abril 2004.

| Periodo de 1999 a 2004 (Lugar) | Nuevos tumores diagnosticados (Calculados de un total de 500,000 pacientes) |
|--------------------------------|---|
| Saarland                       | 24.2  |
| Naila                          | 21.8  |
| < 400 m                        | 40.6  |
| > 400 m                        | 13.2  |

Tabla 19. Tumores diagnosticados de 1999 a 2004. Fuente: Horst Eger, Klaus Uwe Hagen, Birgitt Lucas, Peter Vogel, Helmut Voit The Influence of Being Physically Near to a Cell Phone Transmission Mast on the Incidence of Cancer, Abril 2004.

Las personas que tengan mas de 10 años viviendo a menos de 400 m de la estación, tienen 3 veces más riesgo de desarrollar cáncer, que las personas que viven a más de 400 m.

En el estudio realizado en Netanya, Israel: *"Increased incidence of Cancer Near a Cell-Phone Transmitter Station"*<sup>61</sup>.

Éste se realizó a dos diferentes muestras; la muestra A con 622 personas que viven cerca de una transmisora de telefonía celular (Con una antena de 10 m, frecuencia de 850MHz

<sup>61</sup> Ron Wolf, Danny Wolf, Increased incidence of Cancer Near a Cell-Phone Transmitter Station, Abril 2004.

y 1.2 kV), de 3 a 7 años de edad que eran pacientes de un centro de salud. La muestra B a 1222 personas con entornos laboral, ocupacional y medio ambiente, similares a los de la muestra A. Se compararon las tasas de cáncer de la muestra A, B y de toda la ciudad, La tasa de la muestra A, resultó ser 4.15 mayor que toda la población. La exposición a estos campos comenzó un año antes del inicio de este estudio.

Se investigaron los registros de neoplasias malignas 5 años antes de que entrara en funcionamiento la estación transmisora, encontrando que de los 8 casos detectados sólo 2 se diagnosticaron antes de que la estación empezara a trabajar.

En general entre julio de 1997 y junio de 1998, se encontraron 3 casos de cáncer de mama, 1 caso de cáncer de pulmón, enfermedad de Hodgkin, e Hipernefroma. Abajo de observan las tablas de resultados.

| Nombre | Edad | Género | Tipo de Cáncer        | Densidad de potencia a la que estuvo expuesta ( $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ) |
|--------|------|--------|-----------------------|---|
| Hemda  | 52   | M      | Ovario                | 0.3   |
| Edna   | 42   | M      | Mama                  | 0.4   |
| Tania  | 54   | M      | Mama                  | 0.5   |
| Neli   | 67   | M      | Mama                  | 0.4   |
| Galit  | 24   | M      | Enfermedad de Hodgkin | 0.5   |
| Miriam | 61   | M      | Pulmón                | 0.3   |
| Masal  | 37   | M      | Osteoma               | 0.4   |
| Max    | 78   | H      | Hipernefroma          | 0.3   |

**Tabla 20. Relación de personas diagnosticadas con cáncer y densidad de potencia a la que estuvieron expuestas. Fuente: Ron Wolf, Danny Wolf, Increased incidence of Cancer near a Cell-Phone Transmitter Station, Abril 2004.**

|                 | No. Casos de cáncer | Personas |
|-----------------|---------------------|----------|
| Muestra A       | 8                   | 622      |
| Muestra B       | 2                   | 1222     |
| Población Total | 31                  | 10,000   |

**Tabla 21. Casos de cáncer de la muestra A, B y la población total. Fuente: Ron Wolf, Danny Wolf, Increased incidence of Cancer near a Cell-Phone Transmitter Station, Abril 2004.**

Las personas de la muestra A no tienen enfermedades genéticas ni se les administraron medicamentos cancerígenos, cabe mencionar que 7 de los 8 diagnósticos de cáncer de mama viven cerca de la antena. Se demostró que hay una mayor incidencia de cáncer de todos tipos a las cercanías de la estación. Sin embargo, comentan que se llevaron acabo estudios en *in vitro* e *in vivo* y no se encontraron efectos teratogénicos o que las radiaciones fueran causa de inducir cáncer.

En la siguiente tabla se pueden ver otros estudios relacionados con esta temática.

| Publicación - Título  | Resultados   |
|---|--|
| Medicina (Kaunas). 2007,<br>The influence of occupational environment and professional factors on the risk of cardiovascular disease.                     | La influencia de las altas frecuencias de las radiaciones electromagnéticas sobre el sistema cardiovascular se relaciona directamente con el sistema nervioso central y lesiones neurohumorales. |
| Umwelt Medizin Gesellschaft, 2004,<br>Einfluss der räumlichen Nähe von Mobilfunksendeanlagen auf die Krebsinzidenz.                                       | El estudio Naila establece un incremento del cáncer de 3.29 veces más en radios de 400 metros alrededor de antenas de telefonía móvil.   |
| Brain Res. 2007,<br>Effects of 900MHz electromagnetic field emitted from cellular phone on brain oxidative stress and some vitamin levels of guinea pigs. | Los campos electromagnéticos emitidos por teléfonos móviles pueden producir estrés oxidativo en el tejido cerebral de conejillos de indias.  |
| Environmental Health Perspectives 2003,<br>Nerve Cell Damage in Mammalian Brain after Exposure to Microwaves from GSM Mobile Phones.                      | Se encontraron pruebas muy importantes para el daño neuronal en la corteza, hipocampo, ganglios basales y en el cerebro de ratas expuestas.  |
| Int J Cancer. 2007,<br>Mobile phone use and risk of glioma in 5 North European countries.   | El posible riesgo en las regiones más expuestas del cerebro tras un uso a largo plazo de teléfonos móviles debe estudiarse más a fondo antes de que se puedan extraer conclusiones.              |

**Tabla 22. Otros estudios realizados en el mundo (Relacionados con altas frecuencias).**

En la resolución de Londres (2007), investigadores de gran prestigio se oponen a la instalación de conexiones Wi-Fi ó promover el uso del mismo, por su parte en la declaración de Alcalá se menciona que aún no se tienen bien establecidos los daños que pueden ocasionar las radiofrecuencias.<sup>62</sup>

En Austria el gobierno regional de Salzburgo recomendó a las escuelas no instalar redes Wi-Fi, ya que se está considerando su prohibición.

Mientras que en España en el ayuntamiento de Basauri anunció que va a sustituir las redes inalámbricas en las casas de cultura por cable ADSL. En el municipio francés Hérouville-Saint-Clair apagará Wi-Fi en las escuelas<sup>63</sup>.

Recientemente la OMS incluyo estas redes y a los teléfonos celulares en la categoría 2B "Posiblemente cancerígenos"<sup>64</sup>.

Se han llevado a cabo varios estudios en veinte años, de los cuales algunos mencionan que las radiofrecuencias son nocivas para la salud y otros no encontraron anomalías.

<sup>62</sup> Alcalá de Henares, Declaración de Alcalá, Contaminación Electromagnética y Salud, Abril 2002.

<sup>63</sup> Pedro Belmonte, The ecologist para España y Latinoamérica, Otras contaminaciones, Enero 2010.

<sup>64</sup> <http://www.urgente24.com/noticias/val/9656-137/el-wifi-tambien-es-cancerigeno-y-los-k-lo-expanden-por-las-escuelas.html> (Consulta: 25 de Agosto 2011)

### 4. 3 Patologías más Comunes en Estudios Científicos Relacionados con Campos Electromagnéticos.

#### 4. 3. 1 Cáncer.

El cáncer es una enfermedad genética también llamada neoplasia, la lesión genética puede ser adquirida en sus células somáticas por agentes medioambientales o heredados de la línea germinal. Los tumores se desarrollan como progenie clonal de la única célula progenitora genéticamente dañada.

Las características de un tumor maligno se adquieren por etapas, proceso que recibe la denominación de progresión tumoral (Imagen 17). A nivel genético, la progresión es el resultado de la acumulación de mutaciones sucesivas.<sup>65</sup>

Los pasos de la progresión tumoral son:

- Iniciación.
- Promoción.
- Transformación.
- Progresión.

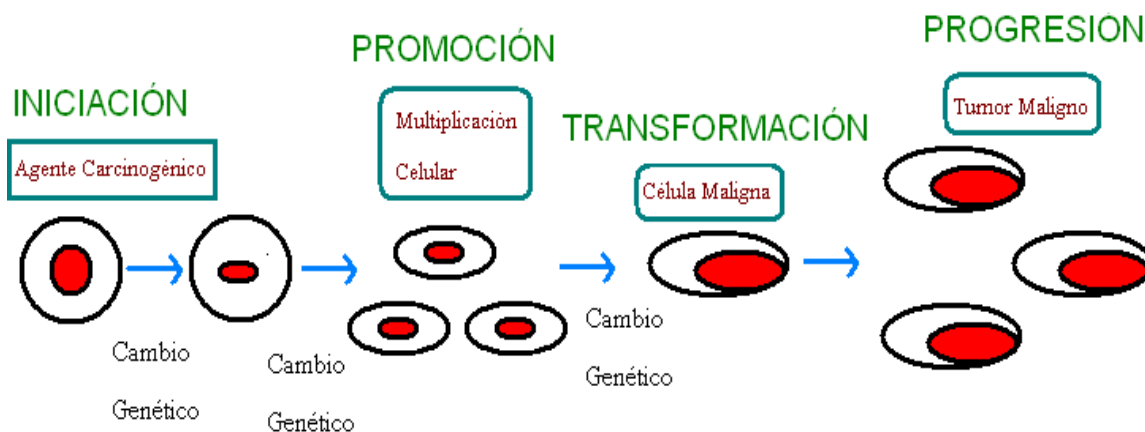


Imagen 17. Progresión tumoral. Fuente: Leyba Huerta, Elba Rosa. Patología General e Inmunología. Ed. Trillas, México, 2008, Pág. 273.

Al haberse formado este tumor maligno, comienza a propagarse hasta el grado de desarrollar metástasis que conlleva a la muerte.

Los diferentes tipos de cáncer se pueden comportar de manera muy diferente. Por ejemplo, el cáncer de pulmón y el cáncer de mama son enfermedades muy diferentes, crecen a una tasa diferente y responden a diferentes tratamientos. Por esta razón las personas que padecen cáncer, necesitan un tratamiento que sea específico a la clase particular del cáncer que les afecta.

<sup>65</sup> Mitchell, Kumar, Abbas, Fausto, Compendio de Robbins y Cotran Patología Estructural y Funcional, 7ma edición, Madrid 2007.



Entre los tipos de cáncer más comunes se encuentran:

- Mama.
- Ovario.
- Testículo.
- Pulmón.
- Leucemia.

#### **4. 3. 1. 1 Cáncer de Mama.**

Casi todas las lesiones mamarias de importancia clínica son carcinomas<sup>66</sup>. Esta es una enfermedad maligna en donde la proliferación acelerada, desordenada y no controlada de células pertenecientes a distintos tejidos de la glándula mamaria, forman un tumor que invade los tejidos vecinos y metastasica a órganos distantes del cuerpo. Como otros tumores malignos, el cáncer de mama es consecuencia de alteraciones en la estructura y función de los genes. Los carcinomas de mama suponen más de 90% de los tumores malignos.<sup>67</sup>

Existen dos tipos de cáncer de mama:

- Carcinoma *in situ*.
- Carcinoma invasor.

#### **4. 3. 1. 2 Cáncer de Ovario.**

El cáncer ovárico es aquel que se origina en los ovarios. Los ovarios son glándulas reproductoras encontradas sólo en las mujeres que producen los óvulos para la reproducción. Los óvulos viajan a través de las trompas de Falopio hacia el útero, donde el óvulo fertilizado se implanta y se desarrolla en un feto. Además, los ovarios son la fuente principal de las hormonas femeninas, el estrógeno y la progesterona. Un ovario está localizado en cada lado del útero en la pelvis.<sup>68</sup>

Los tipos de cáncer de ovario son:

- Tumores epiteliales.
- Tumores de células germinales.
- Tumores estromales.

---

<sup>66</sup> Mitchell, Kumar, Abbas, Fausto, Compendio de Robbins y Cotran Patología Estructural y Funcional, 7ma edición, Madrid 2007.

<sup>67</sup> Dr. Jorge Luis Martínez Tlahuel, Boletín de Práctica Médica Efectiva, Cáncer de Mama, Octubre 2007.

<sup>68</sup> American Cancer Society, Cáncer de ovario, 2010.

#### **4. 3. 1. 3 Cáncer de Testículo.**

El cáncer de testículo es el cáncer que típicamente se origina en uno o ambos testículos en hombres jóvenes. Es un tipo de cáncer muy tratable y por lo general, un cáncer curable.

Más del 90% de los tumores cancerosos del testículo se presentan en células especiales llamadas células germinales, las cuales producen los espermatozoides. Hay dos tipos principales de tumores de las células germinales en los hombres<sup>69</sup>:

- Seminomas.
- No seminomas.

#### **4. 3. 1. 4 Cáncer de Pulmón.**

El cáncer pulmonar es una enfermedad en la cual las células anormales que se encuentran en el epitelio pulmonar (Bronquios, bronquiolos, alvéolos), estos se desarrollan descontroladamente. Sus opciones de tratamiento dependen de varios factores individuales, incluyendo el tipo y estadio de su cáncer pulmonar.<sup>70</sup>

Los tipos de cáncer son:

- Carcinoma *in situ*.
- Carcinoma invasor.

#### **4. 3. 1. 5 Leucemia.**

Es la proliferación desordenada de una clona de células hematopoyéticas cuyo origen primario es la médula ósea<sup>71</sup>, además de que ésta es más frecuente en la etapa infantil. Es un tipo de cáncer de los glóbulos blancos y como se mencionó comienza en la médula ósea pero puede extenderse a la sangre, ganglios linfáticos, bazo, hígado, sistema nervioso central (Cerebro, médula espinal), testículos, entre otros.

Entre los diversos tipos se encuentran<sup>72</sup>:

- Aguda no Linfocítica.
- Células Pílosas.
- Granulocítica Aguda.
- Granulocítica Crónica.
- Linfocítica Aguda Infantil.
- Linfocítica Aguda.

---

<sup>69</sup> American Cancer Society, Cáncer de testículo, 2010.

<sup>70</sup> [http://www.cancercare.org/publications/101-cancer\\_pulmonar\\_sus\\_opciones\\_de\\_tratamiento](http://www.cancercare.org/publications/101-cancer_pulmonar_sus_opciones_de_tratamiento) (Consulta: 25 de Agosto 2011)

<sup>71</sup> Biblioteca Salvat de Grandes Temas, El cáncer Navarra, 1975.

<sup>72</sup> [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lco/dada\\_g\\_i/capitulo1.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lco/dada_g_i/capitulo1.pdf) (Consulta: 25 de Agosto 2011)

- Linfocítica Crónica.
- Mielocítica Crónica.
- Mieloide Aguda.
- Mieloide Crónica.
- Linfoblásticas agudas.
- Linfoma Hodgkin y no Hodgkin.
- Mieloblásticas agudas.
- Mieloma múltiple.

Algunos son conocidos como trastornos mieloproliferativos y linfoproliferativos (linfomas y mielomas).

#### **4. 3. 1. 6 Tumores Cerebrales.**

Un tumor cerebral, es un grupo de células anormales que crece en el cerebro o alrededor de él. Los tumores pueden destruir directamente las células sanas del cerebro. También pueden dañarlas indirectamente por invadir otras partes del cerebro y causar inflamación, edema cerebral y presión dentro del cráneo.

Los tumores cerebrales pueden ser malignos o benignos. Un tumor maligno, también llamado cáncer cerebral, crece rápido y a menudo invade las áreas sanas del cerebro. Los tumores benignos no contienen células cancerosas. Al observarlos bajo microscopio se ven normales; habitualmente tienen un crecimiento lento<sup>73</sup>. Los tumores cerebrales pueden ser de dos tipos:

- Primarios.
- Metastáticos.

#### **4. 3. 1. 7 Osteomas (Cáncer de Hueso).**

El osteoma es clasificado dentro de los tumores óseos benignos. Consiste en un nido óseo bien definido, usualmente menor de 1 cm de diámetro, rodeado de una zona de hueso reactivo.

Representa 11% de los tumores óseos benignos, presentándose en 50 % de las veces en fémur y tibia; sólo 10 % en columna vertebral, siendo más frecuente en columna lumbar, zona cervical, torácica y sólo 1% de frecuencia en el sacro<sup>74</sup>. Se clasifican en:

- Cortical.
- Medular.
- Subperióstico.

<sup>73</sup> <http://www.radiologyinfo.org/sp/info.cfm?pg=thera-brain> (Consulta: 25 de Agosto 2011)

<sup>74</sup> Carolina Mendiando, Alejandro Tempra, Eduardo García Saiz, Húber Valdivia, Revista del Hospital Privado de Comunidad, Agosto – Diciembre 2002.

#### **4. 3. 1. 8 Hipernefromas.**

El hipernefoma también denominado carcinoma en células renales, es el tumor renal más frecuente del adulto<sup>75</sup>. A menudo se puede curar si se diagnostica y se trata cuando todavía está localizado en el riñón y el tejido circundante inmediato. La probabilidad de curación está directamente relacionada con el estadio o el grado de diseminación del tumor<sup>76</sup>.

#### **4. 3. 1. 9 Melanoma (Cáncer de Piel).**

El melanoma es un cáncer de piel que se origina en las células denominadas melanocitos, que migran durante el desarrollo embriológico y se localizan en la epidermis. Es el tercer tumor más común de piel y el más agresivo de ellos, diagnosticado frecuentemente en piernas, espalda., mucosas, vísceras y ojos<sup>77</sup>. Ha sido el cáncer más frecuente en el ser humano. Se sabe que ha aumentado su frecuencia en los últimos años a nivel mundial<sup>78</sup>. Su clasificación es la siguiente:

- Melanoma
- No melanoma

#### **4. 3. 2 Enfermedades Cardiovasculares.**

Las enfermedades cardiovasculares, son un grupo heterogéneo de enfermedades que afectan tanto al sistema circulatorio como al corazón, de ahí se deriva su nombre (cardiovascular), entre las más comunes podemos mencionar<sup>79</sup>:

- Angina de pecho.
- Hipertensión arterial.
- Infarto agudo de miocardio.
- Insuficiencias cardíacas.

#### **4. 3. 3 Infertilidad.**

La infertilidad es la incapacidad de lograr un embarazo, después de un tiempo razonable (aproximadamente un año) de relaciones sexuales sin el uso de métodos anticonceptivos.<sup>80</sup>

---

<sup>75</sup> Dr. Francisco Cordié Muñoz, Hipernefoma, Presentación de un Caso Clínico, Mayo 2010.

<sup>76</sup> <http://www.cancer.gov/espanol/pdq/tratamiento/celulasrenales/HealthProfessional/page1> (Consulta: 26 de Agosto 2011)

<sup>77</sup> Jorge Gaviria, Claudia Niño, Melanoma: actualización en su enfoque y tratamiento, 2005.

<sup>78</sup> Rosa Gutiérrez, Revista de la Facultad de Medicina UNAM, Cáncer de Piel, Julio – Agosto 2003.

<sup>79</sup> [http://pifrecv.utralca.cl/docs/int\\_publico/ecv\\_pag\\_web.pdf](http://pifrecv.utralca.cl/docs/int_publico/ecv_pag_web.pdf) (Consulta: 26 de Agosto 2011)

La etiología es la siguiente:

- Factor masculino 40 – 50%
- Trastornos ovulatorios 30%
- Enfermedad tubaria/uterina 20%
- Factor cervical 5%

#### **4. 3. 4 Trastornos menstruales.**

Los trastornos menstruales son cambios que ocurren en el ciclo menstrual de la mujer como<sup>81</sup>:

- Alteraciones por exceso en cantidad:
  - Metrorragia.
  - Hipermenorrea.
  - Polimenorrea.
- Alteraciones por defecto en cantidad:
  - Amenorrea.
  - Oligomenorrea.
  - Hipomenorrea.
  - Criptomenorrea.
- Alteraciones del ritmo o periodicidad:
  - Proiomenorrea.
  - Opsomenorrea.
- Alteraciones de la sensibilidad:
  - Algomenorrea.

#### **4. 3. 5 Dermatitis.**

Es una alteración cutánea en la cual la dermis (una de las tantas capas de la piel) sufre una inflamación con enrojecimiento, edema, descamación, etc.<sup>82</sup>, al rascarse se puede causar:

- Enrojecimiento.
- Hinchazón.
- Costras.
- Piel gruesa.
- Escamas.<sup>83</sup>

---

<sup>80</sup> [www.humn.fcm.unc.edu.ar/pages/Gineco/Clase%202/INFERTILIDAD.pdf](http://www.humn.fcm.unc.edu.ar/pages/Gineco/Clase%202/INFERTILIDAD.pdf) (Consulta: 27 de Agosto 2011)

<sup>81</sup> [www.hvil.sld.cu/instrumental-quirurgico/biblioteca/.../cap26.pdf](http://www.hvil.sld.cu/instrumental-quirurgico/biblioteca/.../cap26.pdf) (Consulta: 30 de Agosto 2011)

<sup>82</sup> <http://www.salud.es/dermatitis-atopica-a-z/dermatitis-definicion-y-tipos> (Consulta: 30 de Agosto 2011)

<sup>83</sup> [www.e-dermatosis.com/pdf-zip/Derma018.pdf](http://www.e-dermatosis.com/pdf-zip/Derma018.pdf) (Consulta: 30 de Agosto 2011)

## CAPITULO V

### **5. Protecciones para Contrarrestar los Posibles Efectos de la Electrocontaminación.**

Como se ha venido mencionado es posible que nuestro hogar estemos expuestos a radiaciones electromagnéticas (Imagen 18) con diferentes tipos de frecuencia, las cuales son emitidas por lo siguientes equipos:



**Imagen 18. Exposición a radiaciones electromagnéticas en dormitorios.**  
Fuente: <http://www.biologa.de/es/feld.php> (Consulta: 26 de Noviembre 2011)

Componentes en el interior de la vivienda<sup>84</sup>:

- La red eléctrica dentro de la vivienda.
- Electrodomésticos conectados a la red eléctrica.
- Transformadores y cargadores de aparatos.
- Todos los aparatos de emisión de informaciones pulsadas digitales Wi-Fi, Bluetooth, WLAN, DECT, etc.
- Telefonía móvil y telefonía inalámbrica DECT.

Componentes en el exterior de la vivienda<sup>85</sup>:

- Torres de alta tensión.
- Torres de emisión de telefonía móvil.
- Transformadores cercanos a la vivienda.
- Radares.

<sup>84</sup> [www.electrocontaminacion.net](http://www.electrocontaminacion.net) (Consulta: 2 de Septiembre 2011)

<sup>85</sup> Idem.

Los cuales operan a las siguientes frecuencias<sup>86</sup>:

- Red ferroviaria: 16 Hz.
- Red eléctrica: 50 - 60 Hz.
- Radio, televisores: 30 - 3000 MHz.
- TDT: 200 - 250 MHz.
- Telefonía móvil GSM: 900 MHz – 1.8 GHz.
- Teléfonos inalámbricos DECT: 1.9 GHz.
- Telefonía móvil 3ª generación UMTS: 1.9 - 2 GHz.
- Red local de LAN: 2.4 GHz.
- Hornos microondas: 2.4 GHz.
- Radares: 2.7 – 3.3 GHz (hasta 300 GHz).

Ante este hecho y la hipótesis de los posibles riesgos a la salud que puede provocar la exposición a dichas radiaciones, se han elaborado productos que tienen como finalidad contrarrestar esta amenaza, básicamente son dispositivos que actúan de forma particular y están diseñados para operar en diferentes puntos de la casa. Son de uso sencillo y algunos pueden formar parte de la decoración.

A continuación se mencionan diversos equipos que las empresas CEARBE-KINDLING ESPAÑA S.L., RADIANSIA y AARONIA AG, nos ofrecen.

Los distribuidores son europeos, por lo que los precios están dados en €; algunas empresas tienen presencia en Sudamérica.

Nota: Cada uno de los proveedores publicaron distintos datos técnicos acerca de sus productos.

### **5. 1 Desconectores de Red.**

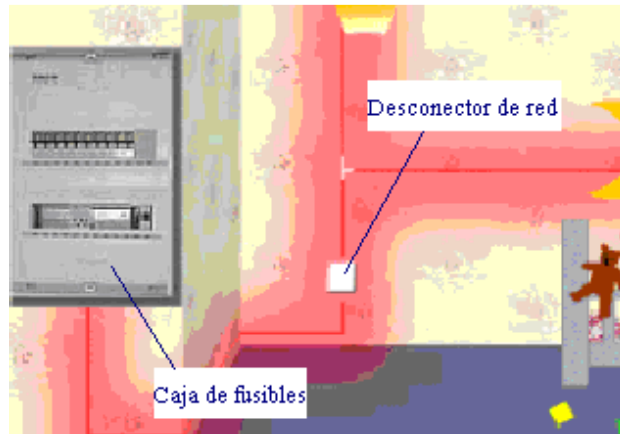
Los desconectores de campos electromagnéticos se instalan normalmente cerca de la caja de fusibles de nuestros hogares (Imagen 19). La función de estos es desconectar la red eléctrica de nuestra residencia siempre que no se necesita corriente, por ejemplo en horas de sueño el uso de electricidad es menor por tal razón la demanda de energía disminuye, en ese instante el desconector funciona como un interruptor que suspende el suministro de electricidad, pues al estar la red abierta no hay flujo de corriente, por tanto no hay emisión de radiaciones.

Los desconectores cuentan con una luz testigo indica que el interruptor conecta y desconecta la red debidamente<sup>87</sup>.

---

<sup>86</sup> [www.electrocontaminacion.net](http://www.electrocontaminacion.net) (Consulta: 2 de Septiembre 2011).

<sup>87</sup> <http://www.biologa.de/es/feld.php> (Consulta: 5 de Septiembre 2011)



**Imagen 19. Ubicación adecuada de los desconectores.**  
 Fuente: <http://www.biologa.de/es/feld.php> (Consulta: 26 de Noviembre 2011)

En el mercado hay diferentes tipos de desconectores, cada uno de ellos tienen diferentes especificaciones:

#### NA1



**Imagen 20. Desconector de red NA1.** Fuente: [electrocontaminación.net](http://electrocontaminación.net)  
 (Consulta: 26 de Noviembre 2011)

- Potencia nominal: 10 A, 230 VAC +/- 10%, 2300 Watts.
- Onda residual: < 8 mV / < 16 mV / < 32 mV (nominal/típico/máximo).
- Vida útil: 15, 000,000 conexiones aprox.
- Dimensiones: 35 mm.
- Seguridad: IEC 1000-4-4 (Burst) y IEC 1000-4-5 (Surge), EN 600065 / VDE0860.
- Precio: 111.39 €.



## NA7



Imagen 21. Desconector de red NA7. Fuente: electrocontaminación.net  
(Consulta: 26 de Noviembre 2011)

- Potencia nominal: 16 A, 230 VAC +/- 10%, 2300 Watts.
- Onda residual: < 2 mV / < 4 mV / < 8 mV (nominal/típico/máximo).
- Vida útil: 15, 000,000 conexiones aprox.
- Dimensiones: 35 mm.
- Seguridad: IEC 1000-4-4 (Burst) y IEC 1000-4-5 (Surge), EN 600065 / VDE0860.
- Precio: 168.15 €.

## NA8 Ultima Time



Imagen 22. Desconector NA8 Ultima Time. Fuente: electrocontaminación.net  
(Consulta: 26 de Noviembre 2011)

- Potencia nominal: 16 A, 230 VAC +/- 10%, 3500 Watts.
- Onda residual: < 1mV / < 1 mV / < 1 mV (nominal/típico/máximo).
- Vida útil: 15, 000,000 conexiones aprox.
- Dimensiones: 35 mm.
- Seguridad: IEC 1000-4-4 (Burst) y IEC 1000-4-5 (Surge), EN 600065 / VDE0860.
- Precio: 286.15 €

## 5. 2 Cortinas y Telas de Apantallamiento.

Su función se centra en proteger tanto las áreas de descanso nocturno (Imágenes 23 y 25) colocándolas en ventanas, alrededor y debajo de nuestra cama (Imágenes 24 y 26) ó cualquier sitio donde no haya muros protegidos, pues con ellas la radiación es reflejada, es decir, este tipo de protecciones no permiten el paso de la radiación debido a su estructura, además de que se les puede dar un uso decorativo.

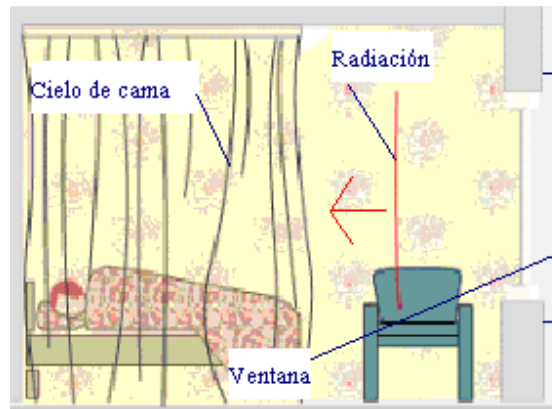


Imagen 23. Posible exposición a radiaciones electromagnéticas en dormitorios empleando cielos de cama. Fuente: <http://www.biologa.de/es/feld.php> (Consulta: 26 de Noviembre 2011)

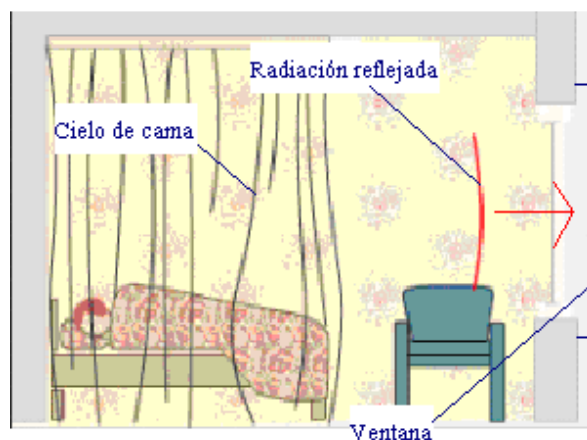
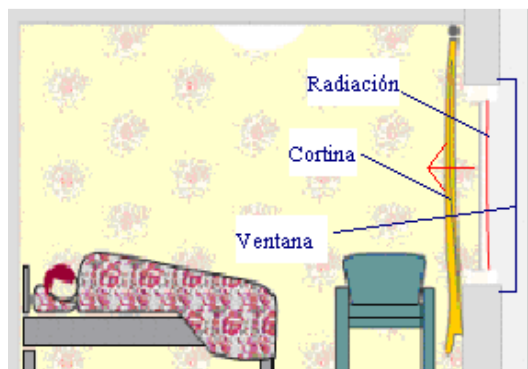


Imagen 24. Protección de los cielos de cama contra radiaciones electromagnéticas en dormitorios. Fuente: <http://www.biologa.de/es/feld.php> (Consulta: 26 de Noviembre 2011)



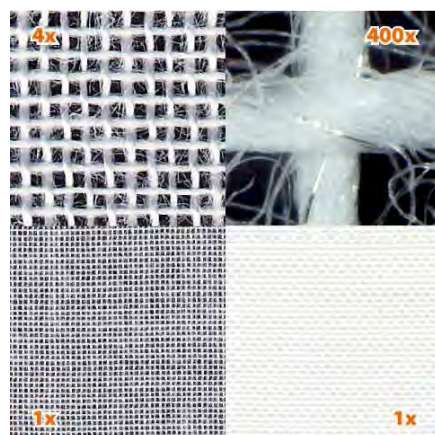
**Imagen 25. Posible exposición a radiaciones electromagnéticas en dormitorios empleando cortinas de apantallamiento. Fuente: <http://www.biologa.de/es/feld.php> (Consulta: 26 de Noviembre 2011)**



**Imagen 26. Protección de las cortinas de apantallamiento contra radiaciones electromagnéticas en dormitorios. Fuente: <http://www.biologa.de/es/feld.php> (Consulta: 26 de Noviembre 2011)**

Enfocándonos en las ilustraciones anteriores entre los productos se encuentran las cortinas y cielos de cama, los cuales se mencionan a continuación:

### Cortina Naturell



**Imagen 27. Cortina de apantallamiento Naturell con diversos acercamientos. Fuente: [electrocontaminación.net](http://electrocontaminación.net) (Consulta: 26 de Noviembre 2011)**



**Imagen 28. Cortina de apantallamiento Naturell. Fuente: electrocontaminación.net**  
(Consulta: 26 de Noviembre 2011)

- Ancho: 250 cm.
- Largo: a medida, mínimo 100 cm.
- Peso: 69 g/m<sup>2</sup>.
- Estabilidad de dimensión: 3%.
- Capacidad de blindaje: hasta 35 dB – 99.97% a 1 GHz.
- Color: blanco-cruco.
- Composición: Algodón ecológico 82%, cobre 17%, plata 1%.
- Sin confeccionar.
- Precio: 89.90 €/m.

### **Baldaqín rectangular**



**Imagen 29. Baldaqín rectangular. Fuente: <http://www.aaronia.es/>**  
(Consulta: 11 de Diciembre 2011)

- Rango de frecuencias: 100 MHz a 18 GHz.
- Amortiguación (dB): 50 dB.
- Amortiguación (%): 99.999%.
- Material apantallador: Plata.

- Material de soporte: Poliamida.
- Color: Plateado.
- Tamaño para cama individual (L/A/A): 2.2 x 1.2 x 2.2 m.
- Tamaño para cama doble (L/A/A): 2.2 x 2.2 x 2.2 m.
- Tamaño para cama lujosa (L/A/A): 2.2 x 3.0 x 2.2 m.
- Grosor: 0.1mm.
- Tamaño de malla: aprox. 0.7 mm.
- Peso: aprox. 40 g/m<sup>2</sup>.
- Precio: 1, 298.00 € (No se especificó si incluía IVA).

### **Cielo de cama New Daylite**



**Imagen 30. Cielo de cama New Daylite. Fuente: electrocontaminación.net**  
(Consulta: 26 de Noviembre 2011)

- Medidas: 230 x 230 x alto 240 cm.
- Para cama de matrimonio con 2 aperturas.
- Peso: 65 g/m<sup>2</sup>.
- Estabilidad de dimensión: 0.3%.
- Capacidad de blindaje: hasta 25 dB – 99.7% a 1 GHz.
- Color: blanco.
- Composición: Trevira CS, fibras de cobre bañadas en plata.
- Apto para lugares públicos según la normativa contra incendios B1.
- Montaje: colgado del techo en 4 puntos (opcional y adicionalmente con barras).
- Precio: 849.90 €.

### Base de cama Steel Twinn



Imagen 31. Base de cama Steel Twinn. Fuente: electrocontaminación.net  
(Consulta: 18 de Diciembre 2011)

- Medidas: 140 x 250 cm.
- Peso: 190 g/m<sup>2</sup>.
- Estabilidad de dimensión: 0.3%.
- Capacidad de blindaje: hasta 35 dB – 99.97% a 1 GHz.
- Color:  
Blanco.  
Gris.
- Composición: 68% algodón, 16% poliéster, 16% acero inoxidable.
- Precio: 119.90 €.

### Estera de apantallamiento



Imagen 32. Estera de apantallamiento. Fuente: <http://www.aaronia.es/>  
(Consulta: 11 de Diciembre 2011)

- Rango de frecuencias: de 30 MHz a 30 GHz.
- Amortiguación (dB): 100 dB.

- Amortiguación (%): 99.99999999%.
- Material apantallador: Mezcla de cobre y níquel.
- Material de soporte: Poliamida.
- Color: Plateado.
- Tamaño para cama individual: 1.4 x 2.4 m.
- Tamaño para cama doble: 2.4 x 2.4 m.
- Tamaño para cama lujosa: 3.2 x 2.4 m.
- Grosor: 0.8 mm.
- Peso: aprox. 30 g/m<sup>2</sup>.
- Precio: 149.95 € (No se especificó si incluía IVA).

### **5. 3 Teléfonos y Accesorios.**

Al igual que las antenas de radio frecuencia, se sospecha que los teléfonos inalámbricos, celulares y auriculares, pueden provocar cambios en el comportamiento celular de nuestro organismo. Por este motivo se fabricaron teléfonos y protecciones que protegen nuestra salud, ya que están diseñados para atenuar la radiación emitida por estos, pues en nuestros días esta tecnología es indispensable.

Ahora veremos este tipo de productos son muy similares a los teléfonos, fundas y auriculares habituales:

#### **Avena 758AB**



**Imagen 33. Teléfono Avena 758AB. Fuente: electrocontaminación.net  
(Consulta: 26 de Noviembre 2011)**

- Contestador automático con 20 minutos de grabación.
- Teclado retroiluminado.
- Función manos libres.
- Función SMS.
- Función Paging (Localizador de teléfono)
- Función CLIP (indicador de número de llamada entrante).

- Función CW (indicador de número de llamada entrante en fase de llamada).
- Display de 65000 colores.
- Idiomas del menú del display y manual de uso solo en inglés y alemán.
- Archivo de llamadas entrantes: 30.
- Archivo de agenda: hasta 200 números.
- Remarcado de números: 15 últimas llamadas.
- Sonidos polifónicos: 10.
- Sonidos monofónicos: 5.
- Conexión posible con hasta 6 teléfonos inalámbricos.
- Autonomía: 12 horas de llamada y 120 horas en standby.
- Precio: 69.90 €.

### **Radi Block**



**Imagen 34. Funda para celulares Radi Block. Fuente: electrocontaminación.net (Consulta: 26 de Noviembre 2011)**

- Capacidad apantallante: 99.9995%.
- Medidas: 7 cm x 13 cm.
- Para móviles de pequeños y medianos (hasta iPhone).
- Material: microfibra, interior forrado con tela apantallante.
- Color: negro.
- Funda con bolsillo de gran tamaño en el exterior.
- Correa de cierre.
- Precio: 19.90 €.



### Funda antirradiación Blocsock



**Imagen 35. Funda antirradiación Blocsock. Fuente: <http://www.radiansa.com/>  
(Consulta: 11 de Diciembre 2011)**

- Las Blocsocks incorporan 2 capas de tela protectora para actuar contra la radiación tanto en el "campo cercano" (es decir cerca de la fuente de radiación), como en el "campo lejano" (lejos de la fuente de la radiación).
- Para teléfonos de 15 x 6.5 o menos.
- Atenuación Tela 1: 85 dB (99.9999995%) a 1 GHz.
- Atenuación Tela 2: 30 dB (99.9%) a 1 GHz.
- Color:
  - Negra.
  - Borgoña.
- Precio: 23.00 €.

### ENVI 125



**Imagen 36. Auricular con micrófono ENVI125. Fuente: [electrocontaminación.net](http://electrocontaminación.net)  
(Consulta: 26 de Noviembre 2011)**

- Manos libres Envi-125.
- Manual de uso.
- Precio: 49.90 €.

## ENVI332



Imagen 37. Auricular estéreo con micrófono ENVI332. Fuente: [electrocontaminación.net](http://electrocontaminación.net)  
(Consulta: 26 de Noviembre 2011)

- Manos libres Envi-335.
- Manual de uso.
- Precio: 69.60 €.

### **5. 4 Cables y Regletas.**

Una de las principales fuentes de radiación en el hogar son las instalaciones y extensiones eléctricas, sin mencionar el uso de laptops. Retomando lo anteriormente mencionado, cuando estos entran en operación emiten campos electromagnéticos, por tal motivo se han elaborado cables con un forro que atenúa la emisión de radiaciones además de tener una toma a tierra para nuestra protección.

A continuación veremos diferentes tipos de productos que podemos adquirir:

### **CAB0005**



**Imagen 38. Cable CAB0005. Fuente: electrocontaminación.net**  
(Consulta: 26 de Noviembre 2011)

- Cable: trifásico de 5 metros apantallado.
- Conexión: Tipo Schuko.
- Diámetro cable: 1.5 mm<sup>2</sup>.
- Tensión nominal: 250VAC/50Hz, 10 A.
- Color: Blanco.
- Precio: 25.50 €.

### **Cable de extensión Elite2**



**Imagen 39. Cable de extensión Elite2. Fuente: <http://www.aaronia.es/>**  
(Consulta: 11 de Diciembre 2011)

- Apantallamiento: Campos magnéticos, eléctricos y estáticos.
- Rango de frecuencias: DC – 30 MHz.
- Potencia: 10 A/220V ó 20 A/110V.
- Tensión de alimentación: 250 V con 50/60 Hz.
- Material apantallador: Cinta de aluminio con alambre blanco adicional.

- Material aislante: Polivinil clorido.
- Color: Blanco.
- Rango de temperatura: Hasta 70 °C.
- Diámetro: 7.1 mm.
- Datos del cable: 3 x 1mm<sup>2</sup> (azul, marrón, amarillo/verde).
- Longitud: 5 m.
- Estándar de calidad: ISO 9002, según EN 60 320 / estándar 2.2.
- Precio: 29.95 € (No se especificó si incluía IVA).

### EST USB Schuko



**Imagen 40. Cable EST-USB Schuko. Fuente: electrocontaminación.net**  
(Consulta: 26 de Noviembre 2011)

- DIN VDE 0100, conforme normativa TCO.
- Longitud: 2m.
- Diámetro del cable: 1.5 mm.
- Conector Schuko con cierre de seguridad.
- Color: Gris.
- Precio: 42.50 €.

### Regleta apantalladora SLS4000



**Imagen 41. Regleta apantalladora SLS4000. Fuente: electrocontaminación.net**  
(Consulta: 26 de Noviembre 2011)

- Cable: trifásico de 2.2 m apantallado.
- Carcasa: aluminio.
- Conexión: 4 conectores tipo Schuko.
- Interruptor de encendido y apagado.

- Certificado VDE.
- Color: blanco.
- Precio: 39.90 €.

### Regleta de enchufes de EMC



**Imagen 42. Regleta de enchufes de EMC. Fuente: <http://www.aaronia.es/> (Consulta: 11 de Diciembre 2011)**

- Apantallamiento: Campos magnéticos, eléctricos y estáticos.
- Rango de frecuencias: DC – 30 MHz.
- Enchufes: 4 (diagonal).
- Interruptor: ON/OFF 2 polos, verde, iluminado.
- Enchufe: Enchufe en ángulo con puesta a tierra, CEE 7, DIN 9441.
- Potencia: 16 A/220 V ó 32 A/110 V.
- Tensión de alimentación: 300/500 V con 50/60 Hz.
- Categoría de seguridad: 1.
- Dimensiones (L/A/A): 370 x 80 x 50 mm.
- Longitud del cable: 180 cm.
- Diámetro del cable: 10 mm.
- Datos del cable: 3 x 1.5 mm<sup>2</sup> (azul, marrón, amarillo/verde).
- Material apantallador: Cinta de aluminio con alambre blanco adicional.
- Material aislante: Polivinil clorido.
- Color del cable: Negro.
- Rango de temperatura: Hasta 70 °C.
- Estándar de calidad: ISO 9002, según EN 60 320 / estándar 2.2.
- Precio: 34.95 € (No se especifica si incluía IVA).

## 5. 5 Ropa Protectora.

También existen protecciones que podemos utilizar como vestimenta, ropa interior, gorros, pijamas, por mencionar algunas, las cuales se pueden apreciar a continuación:

### Boxers Blindados



**Imagen 43. Boxers blindados. Fuente: <http://www.radiansa.com/> (Consulta: 11 de Diciembre 2011)**

- Confeccionados con la tela protectora Swiss-Shield Wear, una tela compuesta por un 95% algodón y 5% de hilos de plata muy finos (0,02mm) para proporcionar protección contra la radiación de alta frecuencia.
- Talla:
  - Pequeño (72-78 cm).
  - Mediano (80-86 cm).
  - Grande (87-93 cm).
  - X-Grande (94-102 cm).
- Precio: 58.00 €.

### Delantal apantallado



**Imagen 44. Delantal apantallado. Fuente: <http://www.radiansa.com/> (Consulta: 11 de Diciembre 2011)**

- Confeccionado con textil especial compuesto en un 29% de metal, para proporcionar protección contra la radiación de alta frecuencia, emitida por hornos microondas, sistemas de WiFi, etc.
- Precio: 85.00 €.

### Gorro protector



**Imagen 45. Gorro protector. Fuente: <http://www.radiansa.com/> (Consulta: 11 de Diciembre 2011)**

- Gorro de muy alta protección contra la radiación de alta frecuencia.
- Color: Negro.
- Tallas:  
57cm.  
59cm.
- Eficacia de blindaje (tela): 99.99 a 99.97% (200 MHz a 2.4 GHz).
- Precio: 45.00 €.

### Pijama protectora para hombre



**Imagen 46. Pijama protectora para hombre. Fuente: <http://www.radiansa.com/> (Consulta: 11 de Diciembre 2011)**

- Pijama protector contra la radiación de alta frecuencia emitida por las antenas de telefonía móvil, WiFi, etc.
- Confeccionado con tela de alta calidad compuesta por 97% algodón y 3% hilos de cobre recubiertos de plata.
- Testado de acuerdo a los estándares IEEE 299-1997 y ASTM D 4935-89.
- Precio: 170.00 €.

Nota: Los precios y datos técnicos fueron consultados el 18 de Diciembre de 2011.

Puesto que los equipos tienen un costo considerable y por ende será complicado que la población opte por implementarlos en su residencia ó lugares de trabajo, se recomienda que en toda edificación:

- Se tenga una toma a tierra de calidad.
- Se desconecten equipos como televisores, modulares, equipos de cómputo, etc. cuando no sean utilizados.
- Se ubiquen los centros de carga lo más lejos posible de los cuartos de descanso.

En general, tratar de construir o remodelar cualquier inmueble teniendo en cuenta los puntos de "*Diseño de la edificación*", que se expondrá en el capítulo VI, subtema 6. 3. 1.



## CAPITULO VI

### **6. Bioconstrucción.**

#### **6. 1 Concepto de Bioconstrucción.**

El concepto de bioconstrucción no es algo nuevo, nuestros antepasados elaboraron sus casas mediante este tipo de construcción, empleando materiales como la paja, adobe, madera y piedra, para la edificación de sus viviendas.

La bioconstrucción en pocas palabras es la construcción de viviendas, edificios, etc. (Imágenes 47y 48), utilizando materiales de origen ecológico, de bajo impacto ambiental, reciclables y que no sean nocivos para la salud, pues en los cementos pueden existir metales nocivos, de las pinturas y barnices emanan venenos volátiles como cetonas o el tolueno, sin dejar de mencionar los materiales de PVC que incorporan elementos biocidas en su producción y combustión<sup>88</sup>.



**Imagen 47. Edificio construido con los principios de la bioconstrucción.**

**Fuente: <http://www.metodohelmer.com/blog/2009/03/13/la-bioconstruccion-se-alia-con-el-disenio/> (Consulta: 26 de Noviembre 2011)**

---

<sup>88</sup> [www.ae-bioconstruccion.org/](http://www.ae-bioconstruccion.org/) (Consulta: 25 de Septiembre 2011)



**Imagen 48. Vivienda construida con los principios de la bioconstrucción.**

**Fuente:**[http://3.bp.blogspot.com/\\_xc8u153KKI/S\\_VINdBa0fI/AAAAAAAAAKk/PuPA3TYX7M0/s1600/Bioconstruccion.jpg](http://3.bp.blogspot.com/_xc8u153KKI/S_VINdBa0fI/AAAAAAAAAKk/PuPA3TYX7M0/s1600/Bioconstruccion.jpg) (Consulta: 26 de Noviembre 2011)

El término bioconstrucción original del alemán Baubiologie (construcción biológica), fue propuesto por el profesor Lotz en los 80's e introducido a principios de los 90's<sup>89</sup>.

En una conferencia realizada en Málaga en Octubre del 2001, el ponente Martín Kieninger menciona más a fondo lo que es éste tipo de edificación<sup>90</sup>, expone que la bioconstrucción es:

*“Buscar un lugar bueno y sano para la casa, significa una orientación al sur, hacer un estudio del suelo y de la tierra en relación a posibles influencias negativas sobre el ser humano, por lo que en este tema entra la Geobiología”.*

Además, mencionó que ciertos productos son muy contaminantes para la tierra en algún momento de su ciclo natural, como de los derivados del petróleo, con cuales se fabrica la mayoría de los múltiples plásticos, espumas etc. Estos necesitan una enorme cantidad de energía primaria para su elaboración, contaminan fuertemente el medio ambiente, extendiendo gases de monómeros durante un largo tiempo dentro de las casas; al quemarlos dejan gases venenosos, como dioxinas y furanos en el aire, por lo cual es necesario dejar de utilizarlos.

Con la bioconstrucción además de proteger el medio ambiente, existe la posibilidad de que nosotros mismos construyamos nuestros hogares, esto conlleva a la ventaja de no gastar en mano de obra, ni en ciertos materiales de construcción como ladrillo, cemento, varilla, etc. (Imagen 49).

---

<sup>89</sup> [http://www.laciatatverda.org/cat/biblioteca/articles/bioconst\\_integral.htm](http://www.laciatatverda.org/cat/biblioteca/articles/bioconst_integral.htm) (Consulta: 25 de Septiembre 2011)

<sup>90</sup> Martín Kieninger, Conferencia de Bioconstrucción, Octubre 2001.



**Imagen 49. Casa construida usando botellas pet como ladrillos.**

**Fuente:** <http://thefxmedia.com/construccion-ecologica.html> (Consulta: 26 de Noviembre 2011)

Otro beneficio es la disminución de niveles de CO<sub>2</sub>, si aprovechamos la energía solar e implementamos azoteas verdes (Imagen 50).



**Imagen 50. Casa construida con azotea verde.**

**Fuente:** <http://phi-nitoarquitecturabiologica.blogspot.com/2010/05/bioconstruccion.html> (Consulta: 26 de Noviembre 2011)

En pocas palabras la bioconstrucción es un sistema de edificación alternativo, en el cual se respeta al medio ambiente, protegemos nuestra salud, aprovechamos energía renovable y podemos tener ahorros económicos.

## **6. 2 Diferencias entre *Bioconstrucción* y *Construcción Habitual*.**

Los principios de la bioconstrucción nos piden ser conscientes, tener en cuenta que el planeta es nuestra casa, por ello tenemos la responsabilidad de cuidarlo, preservarlo, mantenerlo a él y a todos los seres vivos que lo habitan en óptimas condiciones.

La bioconstrucción tiene el siguiente decálogo<sup>91</sup>:

- Ubicación adecuada.
- Integración en su entorno más próximo.
- Diseño personalizado según las necesidades del usuario.
- Adecuada orientación y distribución de espacios.
- Empleo de materiales saludables y biocompatibles.
- Optimización de recursos naturales.
- Implantación de sistemas y equipos para el ahorro.
- Incorporación de sistemas y equipos de producción limpia.
- Programa de tratamiento de los elementos residuales.
- Manual de usuario para su utilización y mantenimiento.

Debido a esto, existen ciertas diferencias entre los sistemas de edificación habituales y este tipo de construcción, las cuales nos dan el confort y hacen a la bioconstrucción una excelente alternativa de construir.

| <b>Construcción Habitual</b>                                      | <b>Bioconstrucción</b>                                   |
|---|--|
| Materiales que apenas respiran                                    | Casi todos los materiales respiran                       |
| Radioactividad de materiales                                      | Materiales sin radioactividad                            |
| Masas metálicas que alteran el campo magnético terrestre          | Uso mínimo de materiales imantables y metales en general |
| Acumulación de gas Radón en sótanos                               | Libre de gas Radón                                       |
| Materiales que despiden formaldehidos                             | Se evita el uso de materiales que despiden formaldehidos |
| Instalación de agua sanitaria con cobre                           | Instalación de agua sanitaria sin cobre                  |
| Instalación eléctrica en zonas de descanso                        | Instalación eléctrica lejos de las zonas de descanso     |
| Toma a tierra pobre   | Máxima atención para la toma de tierra                   |
| Materiales opacos a las ondas cósmicas beneficiosas para la salud | Materiales permeables a estas ondas                      |
| Uso de pinturas tóxicas   | Uso de pinturas vegetales y aceites no tóxicos           |
| Ubicación en cualquier sitio                                      | Elección y orientación de la construcción                |
| Mínimo uso de energías renovables                                 | Amplio uso de estas energías                             |
| Poca atención en la energía solar pasiva                          | Ahorro de energía para calentar la casa                  |
| Sin zonificación de la casa                                       | Zonificación para ahorrar energía                        |

**Tabla 23. Diferencias entre bioconstrucción y construcción habitual.**

**Fuente:** <http://www.fibrounion.com/t754-bioconstruccion> (Consulta: 26 de Noviembre 2011)

<sup>91</sup> Guía del Hábitat Ecológico para la Bioconstrucción, Ed. 2011.

### **6. 3 Bioconstrucción y Electrocontaminación.**

La bioconstrucción puede prevenirnos y protegernos de otro tipo de riesgos a la salud, como la famosa electrocontaminación. Hoy en día existen varias formas y protecciones que atenúan las radiaciones, entre ellas se encuentran:

- Diseño de la edificación.
- Filtro, Mallas y Mosquiteras.
- Pinturas.
- Folios de blindaje.
- Tomas a tierra.

#### **6. 3. 1 Diseño de la Edificación.**

Construir nuestro hogar ó lugares de trabajo de una forma consciente e inteligente, puede convertirse en una medida de seguridad contra las radiaciones electromagnéticas, a continuación se muestran ciertos aspectos que se deben considerar, al momento de realizar una construcción<sup>92</sup>.

- Seleccionar una zona para construir, lo más alejada posible de transformadores, líneas de transmisión y antenas.
- Toma de tierra para todos los circuitos.
- La instalación eléctrica debería ser en estrella, no en forma de anillo.
- Utilizar cables protegidos.
- Planeamiento detallado de los enchufes y líneas de los cables.
- Bioswitch o Biologger para toda la casa ó parte de esta.
- Ubicar los sitios de descanso en zonas alejadas de fuentes de radiación.
- El centro de carga debe estar situado, lo más lejos posible de zonas de descanso y laborales.
- No utilizar teléfonos inalámbricos digitales (DECT), que son fuentes permanentes de radiación electromagnética.

Existen otras protecciones, que la empresa CEARBE-KINDLING ESPAÑA S.L. nos ofrece.

El distribuidor es europeo por lo que los precios están dados en €.

#### **6. 3. 2 Filtros, Mallas y Mosquiteras.**

Otra medida de protección, es el uso de filtros, mallas y mosquiteras, que pueden apantallar la radiación electromagnética, este tipo de materiales se colocan en suelos, techos, etc., a continuación se mencionan algunos, con sus características respectivas.

---

<sup>92</sup> Martín Kieninger, Conferencia de Bioconstrucción, Octubre 2001.



## HNV80



**Imagen 51. Filtro HNV80 con diversos acercamientos. Fuente: electrocontaminación.net (Consulta: 26 de Noviembre 2011)**

- Ancho: 100 cm.
- Largo: A medida, mínimo 100 cm.
- Peso: 85 g/m<sup>2</sup>.
- Grosor: 0.15 mm.
- Estabilidad de dimensión: 3%.
- Capacidad de blindaje: Hasta 80 dB – 99.999999% a 1 GHz.
- Color:
  - Gris.
  - Marrón.
- Composición: Nylon, cobre, níquel.
- Precio: 21.90 €/m.

## HNG80

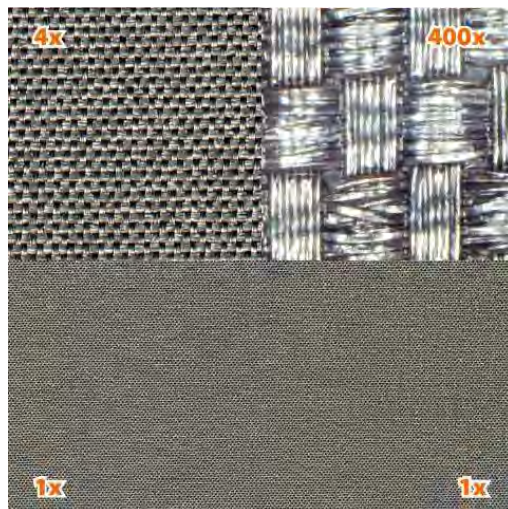


Imagen 52. Filtro HNG80 con diversos acercamientos. Fuente: electrocontaminación.net  
(Consulta: 26 de Noviembre 2011)

- Ancho: 66 cm.
- Largo: A medida, mínimo 100 cm.
- Peso: 150 g/m<sup>2</sup>.
- Grosor: 0.15 mm.
- Estabilidad de dimensión: 3%.
- Capacidad de blindaje: Hasta 80 dB – 99.999999% a 1 GHz.
- Color:
  - Gris.
  - Marrón.
- Composición: Poliamida, cobre, níquel.
- Precio: 13.90 €/m.

## HEG10

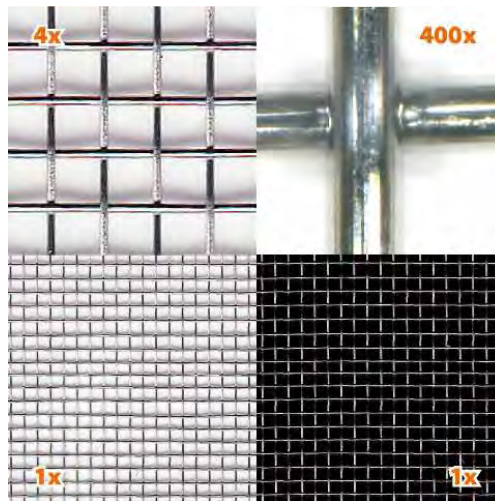


Imagen 53. Malla HEG10 con diversos acercamientos. Fuente: electrocontaminación.net  
(Consulta: 26 de Noviembre 2011)

- Ancho: 100 cm.
- Largo: A medida, mínimo 100 cm.
- Peso: 260 g/m<sup>2</sup>.
- Separación de filamentos: 1 mm.
- Diámetro del filamento: 0.16 mm.
- Capacidad de blindaje: Hasta 40 dB – 99.99% a 1 GHz.
- Color:  
Plateado.
- Composición: Acero inoxidable de alta calidad.
- No inflamable A1, según DIN 4102, 1994.
- Precio: 11.90 €/m.



## HEG03



**Imagen 54. Malla HEG03 con diversos acercamientos. Fuente: electrocontaminación.net (Consulta: 26 de Noviembre 2011)**

- Ancho: 120 cm.
- Largo: A medida, mínimo 100 cm.
- Peso: 200 g/m<sup>2</sup>.
- Separación de filamentos: 0.3 mm.
- Diámetro del filamento: 0.08 mm.
- Capacidad de blindaje: Hasta 50 dB – 99.999% a 1 GHz.
- Color: Plateado.
- Composición: Acero inoxidable de alta calidad.
- No inflamable A1, según DIN 4102, 1994.
- Precio: 17.90 €/m.

## Mosquiteras Enrollables



**Imagen 55. Mosquitera enrollable. Fuente: electrocontaminación.net (Consulta: 26 de Noviembre 2011)**

- Combinación de doble efecto. Evita insectos y evita las radiaciones de alta frecuencia.
- Apantallamiento 99.9% a 1 GHz.
- Hechos a medida.
- Diversos colores.
- Para ventanas y puertas.
- Precio: Se debe pedir presupuesto.

### 6. 3. 3 Pinturas.

Una de las tantas protecciones que se pueden utilizar son las pinturas, que sirven tanto para interiores como exteriores, además tienen compatibilidad ecológica.

#### HSF54



Imagen 56. Pintura HSF54. Fuente: electrocontaminación.net (Consulta: 26 de Noviembre 2011)

- La pintura de blindaje más vendida.
- Protege de los campos electromagnéticos de alta frecuencia y campo eléctrico de baja frecuencia.
- Para interior y exterior.
- Sencilla aplicación.
- Compatible ecológicamente.
- Transpirable.
- Libre de disolventes agresivos.
- Testado por la Universidad de Munich del ejército alemán según MIL-STD 285 y IEEE-Standard 299-1997.
- No corrosivo, no contiene metales.
- Buena adherencia sobre paredes, pinturas plásticas, madera, corcho blanco, pladur, etc.
- Una vez aplicada, se pinta encima con pintura plástica/acrílica decorativa.
- Se precisa toma a tierra.
- Precio: 249.90 €, 5 litros.

## HSF74



Imagen 57. Pintura HSF74. Fuente: electrocontaminación.net (Consulta: 26 de Noviembre 2011)

- Protege de los campos electromagnéticos de alta frecuencia y campo eléctrico de baja frecuencia.
- Para interior.
- Sencilla aplicación.
- Pintura ecológica de látex y silicatos
- Libre de disolventes agresivos.
- Testado por la Universidad de Munich del ejército alemán según MIL-STD 285 y IEEE-Standard 299-1997.
- No corrosivo, no contiene metales.
- Buena adherencia sobre paredes, pinturas plásticas, madera, corcho blanco, pladur, etc.
- Una vez aplicada, se pinta encima con pintura plástica/acrílica decorativa.
- Se precisa toma a tierra.
- Precio: 249.90 €, 5 litros.

## NSF34



Imagen 58. Pintura NSF34. Fuente: electrocontaminación.net (Consulta: 26 de Noviembre 2011)

- Protege del campo eléctrico de la baja frecuencia.
- Para interior y exterior
- Sencilla aplicación.
- Compatible ecológicamente
- Transpirable
- Libre de disolventes agresivos
- Testado por la Universidad de Munich del ejército alemán según MIL-STD 285 y IEEE-Standard 299-1997
- No corrosivo, no contiene metales.
- Muy buena adherencia sobre paredes, pinturas plásticas, madera, corcho blanco, pladur, etc.
- Una vez aplicada, se pinta encima con pintura plástica/acrílica decorativa.
- Se precisa toma a tierra.
- Precio: 199.90 €, un litro.

### 6. 3. 4 Folios de Blindaje.

También existen en el mercado protecciones que se colocan en las ventanas, para reflejar la radiación.

## RDF50



Imagen 59. Folio RDF50. Fuente: electrocontaminación.net (Consulta: 26 de Noviembre 2011)

- Medidas: Ancho 76 cm ó 152 cm.
- Largo: Metros deseados.
- Grosor: 37.5  $\mu\text{m}$ .
- Translucidez: 50%.
- Capacidad de blindaje: Hasta 28 dB – 99.82% a 1 GHz.
- Color: Grisáceo.
- Precio: 34.90 €/m (Ancho 76cm).

## RDF72



**Imagen 60. Folio RDF72. Fuente: electrocontaminación.net (Consulta: 26 de Noviembre 2011)**

- Medidas: Ancho 152 cm.
- Largo: Metros deseados.
- Grosor: 75  $\mu\text{m}$ .
- Translucidez: 72%.
- Capacidad de blindaje: Hasta 32 dB – 99.94% a 1 GHz.
- Color: Grisáceo.
- Precio: 169.90 €/m.

### 6. 3. 5 Tomas a Tierra y Cajas.

Algunos blindajes como las mallas, filtros y pinturas, tienen la opción de estar aterrizados.

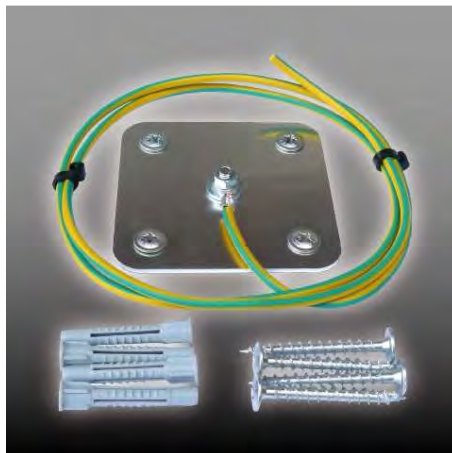
#### ESV



**Imagen 61. Toma a tierra para malla aislante ESV. Fuente: electrocontaminación.net (Consulta: 26 de Noviembre 2011)**

- Toma de tierra para filtros, mallas, cortinas, cielos de cama, etc.
- La toma a tierra debe ser conectada por un electricista.
- El circuito eléctrico de las habitaciones tratadas con material de apantallamiento y con derivación a tierra, precisa un interruptor diferencial RCD.
- 2 placas de 38 x 54 mm x 2 mm.
- El material apantallante se coloca entre las dos placas, las cuales se fijarán con un tornillo.
- Cable a toma tierra de 5 m.
- Precio: 19.90 €.

#### ES



**Imagen 62. Toma a tierra para paredes interiores ES. Fuente: electrocontaminación.net (Consulta: 26 de Noviembre 2011)**

- Toma de tierra para paredes interiores, pintadas con pinturas apantallantes ó tratadas con fieltros, mallas, etc.
- Irá atornillada sobre la pared pintada, previamente aplicada la cinta conductora.
- Se precisa una toma a tierra por habitación. Paredes discontinuas precisan una toma a tierra por sector. En habitaciones grandes se pueden precisar, más de una toma a tierra.
- La toma a tierra debe ser conectada por un electricista.
- El circuito eléctrico de las habitaciones tratadas con material de apantallamiento y con derivación a tierra, precisa un interruptor diferencial RCD.
- Placa de 77 x 77 mm, 4 tornillos y 4 tacos de 6 mm.
- Cable a toma tierra de 1 m.
- Precio: 19.90 €.

## ESA



**Imagen 63. Toma a tierra para paredes exteriores ESA. Fuente: [electrocontaminación.net](http://electrocontaminación.net) (Consulta: 26 de Noviembre 2011)**

- Toma de tierra para sistemas de apantallamientos exteriores.
- La toma a tierra debe ser conectada por un electricista, a una toma a tierra exterior (no del circuito eléctrico interior).
- Placa de 77 x 77 mm, 4 tornillos y 4 tacos de 6 mm.
- Caja IP65
- Cable a toma tierra de 1 m.
- Precio: 29.90 €.

## Cajas eléctricas apantalladas



**Imagen 64. Cajas eléctricas apantalladas. Fuente: electrocontaminación.net (Consulta: 26 de Noviembre 2011)**

- Cable toma a tierra: 1.5 mm, masivo, rígido.
- Separación de tornillos: 60 mm.
- Precio: 79.93 €.

Nota: Los precios y datos técnicos fueron consultados el 18 de Diciembre de 2011.

Puesto que los equipos tienen un costo considerable y por ende será complicado que la población opte por implementarlos en su residencia ó lugares de trabajo, se recomienda que en toda edificación:

- Se tenga una toma a tierra de calidad.
- Se desconecten equipos como televisores, modulares, equipos de cómputo, etc., cuando no sean utilizados.
- Se ubiquen los centros de carga lo más lejos posible de los cuartos de descanso.

En general tratar de construir o remodelar cualquier inmueble, teniendo en cuenta los puntos de “*Diseño de la edificación*”, expuesto en el capítulo VI, subtema 6. 3. 1.

### **6. 4 Costo Aproximado para Proteger una Residencia Promedio en México.**

Retomando el precio de diversas protecciones mencionadas, podría ser difícil que los ciudadanos las implementen como una medida preventiva ante la radiación electromagnética. A la brevedad se muestra, el presupuesto de una residencia protegida, con el fin de tener la percepción del monto que esto implicaría.

Sé consideró una casa con 2 recamaras, baño, cocina, sala, y comedor, el precio de los productos empleados (mencionados con anterioridad) y la cotización en pesos del euro, consultada el 16 de Diciembre del 2011 (Imagen 65).



| Divisa          | Oportuno   |
|-----------------|------------|
|                 | 16/12/2011 |
| Dólar EUA       | 13.8450    |
| Euro            | 18.0387    |
| Yen japonés     | 0.1778     |
| Libra esterlina | 21.4985    |
| DEG             | 21.3052    |

**Imagen 65. Cotización de Euro.**

Fuente: <http://www.banxico.org.mx/SielInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?accion=consultarCuadro&idCuadro=CF307&sector=6&locale=es#>  
(Consulta: 16 de Diciembre 2011)

Los productos cotizados son:

- 1 Desconector de red NA7.
- 2 Cortinas Naturell 1.50 m x 1.80 m.
- 1 Cortina Naturell 2.5 m x 1.80 m.
- 1 Teléfono Avena 758AB.
- 64 Piezas de malla HEG10 1 m x 1m.
- 3 Botes de 5 litros de pintura HSF74.
- 2 Tomas a tierra para malla aislante ESV.
- 4 Tomas a tierra para paredes interiores ES.

A continuación se muestra el presupuesto aproximado.

| Producto                                  | Precio (€) | Cantidad | Total (€)       | Total (Pesos)    |
|---|------------|----------|-----------------|------------------|
| Desconector de red NA7.                   | 168.15     | 1        | 168.15          | 3,033.21         |
| *Cortina Naturell 1.50 m x 1.80 m.        | 179.80     | 2        | 359.60          | 6,486.72         |
| *Cortina Naturell 2.5 m x 1.80 m.         | 179.80     | 1        | 179.80          | 3,243.36         |
| Teléfono Avena 758AB.                     | 69.90      | 1        | 69.90           | 1,260.91         |
| **Malla HEG10 1 m x 1m.                   | 11.90      | 64       | 761.60          | 13,738.27        |
| ***Pintura HSF74, bote con 5 litros.      | 249.90     | 3        | 749.70          | 13,523.61        |
| Toma a tierra para malla aislante ESV.    | 19.90      | 2        | 39.80           | 717.94           |
| Toma a tierra para paredes interiores ES. | 19.90      | 4        | 79.60           | 1,435.88         |
| <b>Presupuesto Total</b>                  |            |          | <b>2,408.15</b> | <b>43,439.90</b> |

**Tabla 24: Presupuestos.**

\*Se vende por metro requerido, necesitamos 1.80 m de largo, por ende se requieren 2 m. El ancho que nos brinda el fabricante es de 2.5 m.

\*\*Se vende por metro requerido, necesitamos 64 piezas de 1 m para cubrir el área del techo y suelo que es de 64 m<sup>2</sup> en total. El ancho que nos brinda el fabricante es de 1 m.

\*\*\*Se vende por bote, nos recomiendan aplicar 1 litro por cada 7 m<sup>2</sup>. Necesitaremos alrededor de 15 litros para cubrir el área de los muros que es de 100 m<sup>2</sup>.

## CAPITULO VII

### ***7. Equipos de Medición.***

En la actualidad existen diversos equipos que miden diferentes tipos de magnitudes físicas:

- Voltaje.
- Corriente.
- pH.
- Temperatura.
- Presión.
- Velocidad.

Retomando lo que se ha mencionado en capítulos anteriores, para que los campos electromagnéticos sean nocivos para la salud, el tiempo de exposición a estos debe ser prolongado, pero otra variable que influye y se debe tener en cuenta, es la magnitud a la cual nos estamos exponiendo, es decir la inducción magnética ó densidad de flujo magnético que nos está atravesando.

Estas magnitudes habitualmente son medidas en Teslas (T) ó Gauss (Gs), ya que son las unidades de inducción magnética del Sistema Internacional de Unidades (SI), la mayoría de los países adoptaron este sistema de medición.

Así como existen equipos que miden fuerza, velocidad, luminosidad, etc., podemos encontrar en el mercado una gran gama de medidores de campos electromagnéticos, que pueden ser de uso doméstico hasta profesional. Diferentes empresas alrededor del mundo están consientes del tema de electrocontaminación y la polémica que ha alcanzado hasta nuestros días.

La diferencia entre equipos domésticos y profesionales, pueden variar desde el precio hasta características específicas de cada equipo (Impedancia de entrada, exactitud, tipo de sensor, filtros, rango de frecuencias, etc.). Los medidores domésticos por lo habitual son sencillos, mientras que los de uso profesional tienden a ser más completos por lo mismo, ya que son utilizados para realizar estudios e investigaciones, por lo que se necesita un equipo de mayor calidad.

#### ***7.1 Concepto de Medida.***

Es comparar la cantidad desconocida que queremos determinar y una cantidad conocida de la misma magnitud, que elegimos como unidad. Teniendo como punto de referencia dos cosas: un objeto (lo que se quiere medir) y una unidad de medida ya establecida, ya sea en Sistema Inglés, Sistema Internacional, o una unidad arbitraria.

Al resultado de medir lo llamamos medida.

Cuando medimos algo se debe hacer con gran cuidado, para evitar alterar el sistema que observamos. Por otro lado, no hemos de perder de vista que las medidas se realizan con algún tipo de error, debido a imperfecciones del instrumental ó a limitaciones del medidor, errores experimentales, por esto la medición se debe realizar de forma que la alteración producida, sea mucho menor que el error experimental que se pueda cometer.<sup>93</sup>

## **7. 2 Equipos de Medición de Baja Frecuencia.**

Los medidores de baja frecuencia se caracterizan por su nombre, su rango de frecuencia va de Hz a kHz. Este tipo de aparatos sirven para medir radiaciones emitidas por:

- Electrodomésticos (Horno de microondas, lavadora, televisión, etc.).
- Líneas de transmisión aéreas.
- Líneas de transmisión subterráneas.
- Transformadores.
- Subestaciones eléctricas.
- Equipos que operan con frecuencias alrededor de kHz.

A continuación se mencionan diversos equipos que las empresas CEARBE-KINDLING ESPAÑA S.L., PCE IBÉRICA y AARONIA AG, nos ofrecen.

Los distribuidores son europeos, por lo que los precios están dados en €; algunas empresas tienen presencia en Sudamérica.

Nota: Cada uno de los proveedores publicaron distintos datos técnicos acerca de sus productos.

### **ME3030B**



**Imagen 66. Medidor ME3030B. Fuente: <http://www.electrocontaminacion.net> (Consulta: 26 de Noviembre 2011)**

- Sector de frecuencias: 16 Hz a 2 kHz (compensado, mejor a -2 dB).
- Exactitud: +/- 2 %, +/- 20 dígitos @ 50/60 Hz.

---

<sup>93</sup> Beckwith, Thomas G. Marangoni, Roy D. Linhard V. John H., Mechanical measurements 2007 Pearson/Prentice Hall 6ta ed.

- Sensor: Sensor de campo eléctrico de baja frecuencia. Sensor de campo magnético (unidimensional).
- Suministro eléctrico: Batería de 9 volts E-bloque, alcalina de manganeso (incluido).
- Evaluación de la señal: RMS.
- Peso: 0.41 kg.
- Precio: 127.91 €.

## ME3840B



**Imagen 67. Medidor ME3840B. Fuente: <http://www.electrocontaminación.net> (Consulta: 26 de Noviembre 2011)**

- Sector de frecuencias: 16 Hz a 2 kHz (compensado, mejor a -2 dB).
- Exactitud: +/- 2 %, +/- 20 dígitos @ 50/60 Hz.
- Sensor: Sensor de campo eléctrico de baja frecuencia. Sensor de campo magnético (unidimensional).
- Suministro eléctrico: Batería de 9 volts E-bloque, alcalina de manganeso (incluido).
- Evaluación de la señal: RMS.
- Peso: 0.41 kg.
- Precio: 295.00 €.

## ME3951A



Imagen 68. Medidor ME3951A. Fuente: <http://www.electrocontaminación.net>  
(Consulta: 26 de Noviembre 2011)

- Sector de frecuencias: 5 Hz a 100 kHz (compensado, mejor a -2 dB).
- Filtro de frecuencias conmutable integrado. 16 Hz (red ferroviaria), 50 Hz (red eléctrica doméstica), 2 kHz. (ondas armónicas), para la identificar los diferentes sectores de frecuencias.
- Exactitud: +/- 2 %, +/- 7 dígitos @ 50/60 Hz.
- Sensor: Sensor de campo eléctrico de baja frecuencia. Sensor de campo magnético (unidimensional).
- Suministro eléctrico: Baterías recargables de NiMH 9 volts (incluido)
- Evaluación de la señal: RMS.
- Salidas de señal: Salidas AC / DC.
- Peso: 0.77 kg.
- Precio: 560.50 €.

## PCE-EMF 823



Imagen 69. Medidor PCE-EMF 823. Fuente: <http://www.pce-iberica.es/>  
(Consulta: 26 de Noviembre 2011)

- Resolución:
  - 0.01  $\mu\text{T}$  (hasta 20  $\mu\text{T}$ ).
  - 0.1  $\mu\text{T}$  (hasta 200  $\mu\text{T}$ ).
  - 1  $\mu\text{T}$  (hasta 2000  $\mu\text{T}$ ).
- Precisión:
  - $\pm 4 \%$ , 3 dígitos (hasta 20  $\mu\text{T}$ ).
  - $\pm 5 \%$ , 3 dígitos (hasta 200  $\mu\text{T}$ ).
  - $\pm 10 \%$ , 5 dígitos (hasta 2000  $\mu\text{T}$ ).
- Anchura de banda de 30 Hz a 300 Hz. Intervalo de medición 1 segundo.
- Temperatura ambiental de 0 a 50  $^{\circ}\text{C}$ .
- Dimensiones: 152 x 69 x 36 mm.
- Peso: 215 g (con la batería).
- Precio: 85.00 €, mas 18% de IVA.

### PCE-MGM 3000



Imagen 70. Medidor PCE-MGM 3000. Fuente: <http://www.pce-iberica.es/>  
(Consulta: 26 de Noviembre 2011)

- Resolución:
  - 0.01  $\mu\text{T}$  (-19.99... 19.99  $\mu\text{T}$ ).
  - 0.1  $\mu\text{T}$  (>20  $\mu\text{T}$  / < -20  $\mu\text{T}$ ).
- Precisión:  $\pm 2 \%$ , 2 mG.
- Frecuencia: 40 Hz a 10 Hz.
- Cuota de medición 1 segundo.
- Pantalla LCD.
- Alimentación: 6 baterías de 1.5 V (AAA).
- Dimensiones:
  - Aparato: 173 x 68 x 42 mm.
  - Sonda: 177 x 29 x 17 mm.
- Peso:
  - Aparato 350 g (batería incluida).
  - Sonda 78 g.
- Precio: 425.00 €, mas 18% de IVA.

## PCE G28



Imagen 71. Medidor PCE-G28. Fuente: <http://www.pce-iberica.es/>  
(Consulta: 26 de Noviembre 2011)

- Resolución:  
0.01 / 0.1 / 1  $\mu$ T (dependiendo del rango).  
0.1 mG / 1 mG / 10 mG.
- Precisión:
- $\pm 4 \%$ , 3 d (en rango 20  $\mu$ T y 200 mG).  
 $\pm 5 \%$ , 3 d (en rango 200  $\mu$ T y 2000 mG).  
 $\pm 10 \%$ , 5 d (en rango 2000  $\mu$ T y 20000 mG).
- Las precisiones dadas se refieren a 50 - 60 Hz y  $< 3$  V/m (RF).
- Frecuencia: 30 a 300 Hz.
- Indicador pantalla LCD.
- Alimentación: 1 batería de 9 V.
- Dimensiones:  
Dosímetro de campos magnéticos: 195 x 68 x 30 mm.  
Sonda: 225 x 75 x 55 mm.
- Peso: 470 g (con batería incluida).
- Precio: 180.00 €, mas 18% de IVA.

## Spectran NF1010



Imagen 72. Medidor Spectran NF- 1010. Fuente: <http://www.aaronia.es/>  
(Consulta: 26 de Noviembre 2011)

- Rango de frecuencias: 10 Hz a 2 kHz.
- Campo magnético (Tesla): 10 nT a 100 $\mu$ T (tip.).
- Campo magnético (Gauss): 100  $\mu$ G a 1G (tip.).
- Campo eléctrico: 1 V/m a 2.000 V/m.
- Anchos de banda de resolución (RBW): 1 Hz a 1 kHz.
- Unidades: V/m, T, G, A/m.
- Evaluación de la señal: RMS.
- Demodulación: AM.
- Audio: Altavoz interno, con regulador altavoz y conector hembra 2.5 mm.
- Exactitud: 5% (tip.).
- Peso: 0.43 kg.
- Precio: 299.95 €.

## Spectran NF 3020



Imagen 73. Medidor Spectran NF- 3020. Fuente: <http://www.aaronia.es/>  
(Consulta: 26 de Noviembre 2011)



- Rango de frecuencias: 10 Hz a 400 kHz.
- Campo magnético (Tesla): 1 nT bis 100 $\mu$ T (tip.).
- Campo magnético (Gauss): 10 $\mu$ G a 1G (tip.).
- Campo eléctrico: 1 V/m a 5.000 V/m (tip.).
- Entrada analógica: 2  $\mu$ V a 200 mV (tip.).
- Anchos de banda de resolución: 1 Hz a 100 kHz.
- Unidades: V/m, T, G, A/m.
- Evaluación de la señal: RMS.
- Demodulación: AM.
- Entrada: Alta impedancia.
- Audio: Altavoz interno con regulador.
- Precio: 449.95 €.

### Spectran NF-5030

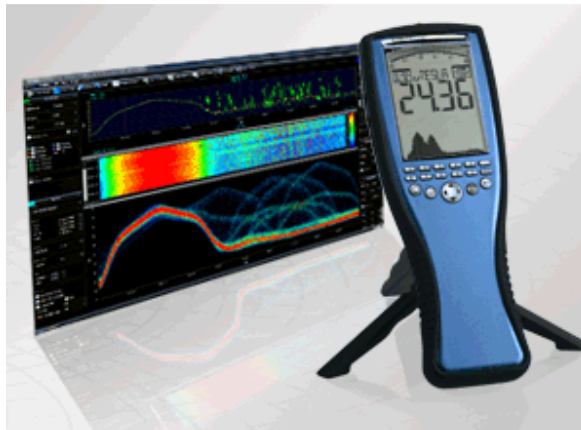


Imagen 74. Medidor Spectran NF- 5030. Fuente: <http://www.aaronia.es/>  
(Consulta: 26 de Noviembre 2011)

- Rango de frecuencias: 1 Hz a 30 MHz.
- Campo magnético (Tesla): 1 nT a 2 mT (tip.).
- Campo magnético (Gauss): 10 $\mu$ G a 20 G (tip.).
- Campo eléctrico: 0.1 V/m a 20 kV/m (tip.).
- Entrada analógica: 2  $\mu$ V a 200 mV (tip.).
- Anchos de banda de resolución: 0.3 Hz a 10 MHz.
- Unidades: V/m, T, G, A/m.
- Precio: 599.95 €.

### **7. 3 Equipos de Medición de Alta Frecuencia.**

Así como existen diversos equipos para medir campos electromagnéticos de bajas frecuencias, hay diversos tipos de medidores para averiguar a qué tanta radiación estamos expuestos debido a:

- Antenas de telefonía.
- Antenas de radio.
- Antenas de televisión.
- Antenas de radar.
- Señales de Internet (Wi-Fi).

Pues las señales emitidas por estos equipos están en el rango de MHz hasta GHz.

A continuación se mencionan diversos equipos que las empresas CEARBE-KINDLING ESPAÑA S.L., PCE IBÉRICA y AARONIA AG, nos ofrecen.

Los distribuidores son europeos, por lo que los precios están dados en €; algunas empresas tienen presencia en Sudamérica.

Nota: Cada uno de los proveedores publicaron distintos datos técnicos acerca de sus productos.

#### **HF32D**



**Imagen 75. Medidor HF32D. Fuente: <http://www.electrocontaminación.net> (Consulta: 26 de Noviembre 2011)**

- Sector de frecuencias: 800 MHz a 2.5 GHz.
- Sector de medida: 1 a 1999  $\mu\text{W}/\text{m}^2$
- Exactitud: Incluido errores de linealidad + / - 6 dB.
- Sensor: Antena logarítmica periódica.
- Evaluación de la señal: Indicador del valor pico.
- Peso: 0.47 kg
- Precio: 197.83 €.

## HFE35C



**Imagen 76. Medidor HFE35C. Fuente: <http://www.electrocontaminación.net>  
(Consulta: 26 de Noviembre 2011)**

- Sector de frecuencias: 27 MHz hasta >3.3 GHz.
- Sector de medida: 0.1 a 1999  $\mu\text{W}/\text{m}^2$ .
- Exactitud: Incluido errores de linealidad + / - 6 dB.
- Sensor: 2 antenas.  
Antena logarítmica periódica con pase de frecuencia compensado y optimizado.  
Antena UBB quasi-isotrópica de banda ultra ancha. .
- Evaluación de la señal: Indicador del valor pico.
- Peso: 0.92 kg.
- Precio: 743.08 €.

## HF58B



**Imagen 77. Medidor HF58B. Fuente: <http://www.electrocontaminación.net>  
(Consulta: 26 de Noviembre 2011)**

- Sector de frecuencias: 800 MHz a 2.5 GHz (hasta 3.3 GHz con tolerancia).
- Sector de medida: 0.1 a 19.999  $\mu\text{W}/\text{m}^2$

- Exactitud: Incluido errores de linealidad + / - 4.5 dB.
- Sensor: Antena logarítmica periódica optimizada.
- Evaluación de la señal: Indicador del valor pico y valor medio.
- Salidas de señal: AC (señal demodulada) y DC.
- Peso: 0.82 kg.
- Precio: 841.87 €.

### HFW35C



**Imagen 78. Medidor HFW35C. Fuente: <http://www.electrocontaminación.net> (Consulta: 26 de Noviembre 2011)**

- Sector de frecuencias: 2.4 a 6.0 GHz.
- Sector de medida: 0.1 a 1999  $\mu\text{W}/\text{m}^2$ .
- Exactitud: Incluido errores de linealidad + / - 6 dB.
- Sensor: Antena logarítmica periódica con pase de frecuencia optimizado con característica direccional excepcional.
- Evaluación de la señal: Indicador del valor pico y valor medio.
- Peso: 0.45 kg.
- Precio: 389.40 €.

## PCE-EM 30



Imagen 79. Medidor PCE-EM 30. Fuente: <http://www.pce-iberica.es/>  
(Consulta: 26 de Noviembre 2011)

- Rango de frecuencia Sonda EP-03H 100 MHz a 3.5 GHz.
- Resolución:
  - 0.01 V/m.
  - 0.001 W/m<sup>2</sup>.
  - 0.0001 mW/cm<sup>2</sup>.
- Sonda triaxial.
- Pantalla LCD 58 x 34 mm.
- Dimensiones:
  - Aparato: 200 x 76.2 x 36.8 mm.
  - Sonda: Ø 70 x 240 mm.
- Peso: 523 g (batería incluida).
- Precio: 890.00 €, mas 18% de IVA.

## PCE-EM 29



Imagen 80. Medidor PCE-EM 29. Fuente: <http://www.pce-iberica.es/>  
(Consulta: 26 de Noviembre 2011)

- Rango de frecuencia: 50 MHz a 3.5 GHz.
- Tipo de sensor: Campo eléctrico (E).
- Pantalla LCD de 4 dígitos.

- Selección de rango: Automático.
- Resolución:  
0.1 mV/m.  
0.1  $\mu$ A/m.  
0.01  $\mu$ W/m<sup>2</sup>.
- Peso 350 g (batería incluida).
- Precio: 169.00 €, mas 18% de IVA.

### Spectran HF-2025E V3

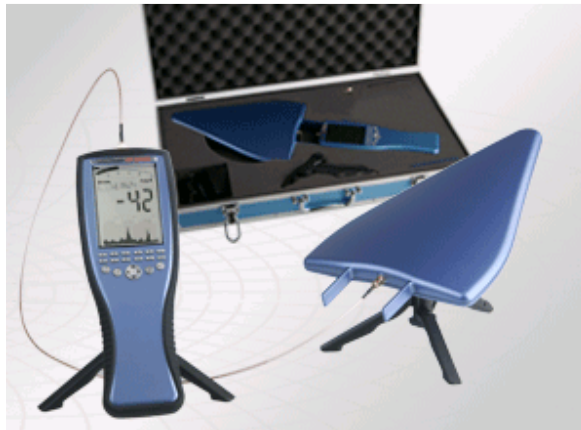


Imagen 81. Medidor Spectran HF-2025E V3. Fuente: <http://www.aaronia.es/>  
(Consulta: 26 de Noviembre 2011)

- Rango de frecuencias: 700 MHz a 2.5 GHz.
- Tiempo de muestreo más corto: 100 ms.
- Anchos de banda de resolución (RBW): 1 MHz a 50 MHz.
- Unidades: V/m, A/m, W/m<sup>2</sup>.
- Peso: 0.41 kg.
- Precio: 349.95 €.

### Spectran HF-4060 V3

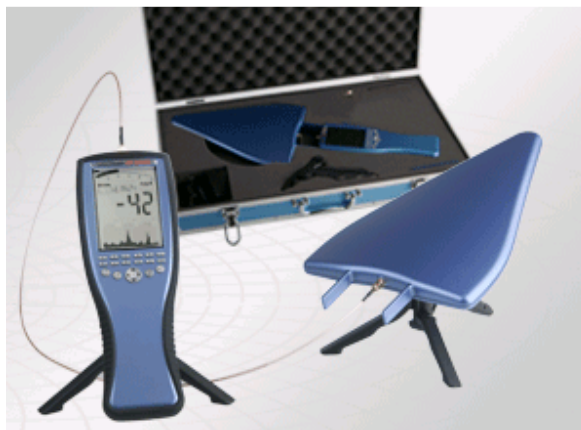
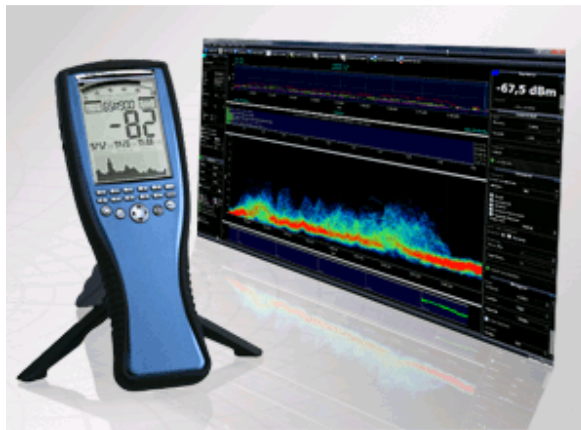


Imagen 82. Medidor Spectran HF-4060 V3. Fuente: <http://www.aaronia.es/>  
(Consulta: 26 de Noviembre 2011)

- Rango de frecuencias: 100 MHz a 6 GHz.
- Tiempo de muestreo más corto: 100 ms.
- Anchos de banda de resolución: 100 kHz a 50 MHz.
- Unidades: V/m, A/m, W/m<sup>2</sup>.
- Evaluación de la señal: RMS.
- Entrada: 50 Ω.
- Interfaz: USB 2.0/1.1.
- Peso: 0.42 kg.
- Precio: 599.95 €.

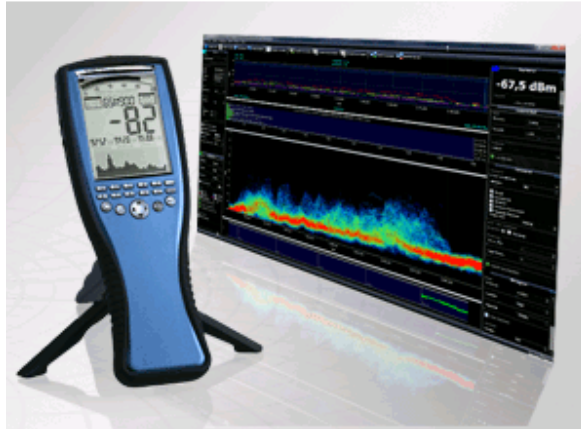
#### **Spectran HF-6060 V4**



**Imagen 83. Medidor Spectran HF-6060 V4. Fuente: <http://www.aaronia.es/> (Consulta: 26 de Noviembre 2011)**

- Rango de frecuencias: 10 MHz a 6 GHz.
- Tiempo de muestreo más corto: 10 ms.
- Anchos de banda de resolución: 3 kHz a 50 MHz.
- Unidades: V/m, A/m, W/m<sup>2</sup>.
- Evaluación de la señal: RMS, Min/Max.
- Demodulación: AM, FM.
- Entrada: 50 Ω.
- Interfaz: USB 2.0/1.1.
- Precio: 999.95 €.

## Spectran 60100 V4



**Imagen 84. Medidor Spectran 60100 V4. Fuente: <http://www.aaronia.es/>  
(Consulta: 26 de Noviembre 2011)**

- Rango de frecuencias: 1 MHz a 9.4 GHz.
- Nivel de ruido promedio: -155 dBm (1 Hz).
- Tiempo de muestreo más corto: 5 ms.
- Anchos de banda de resolución: 200 Hz a 50 MHz.
- Filtros EMC: 200 Hz, 9 kHz, 120 kHz, 200 kHz, 1.5 MHz, 5 MHz.
- Unidades: V/m, A/m, W/m<sup>2</sup>.
- Evaluación de la señal: RMS, Min/Max.
- Demodulación: AM, FM, PM, GSM.
- Entrada: 50  $\Omega$ .
- Precio: 1498.00 €.

Nota: Tanto los precios, como los datos técnicos varían de acuerdo al proveedor, la información fue sustentada el 26 de Noviembre de 2011.

En el caso de que deseemos medir la radiación en nuestro hogar y no comprar cualquiera de estos debido a que son costosos, algunas empresas ofrecen el servicio de medir la radiación en nuestra residencia.



## CONCLUSIONES

I. Respecto a la encuesta realizada, el aspecto alarmante es que la mayoría de los encuestados, desconocen otras fuentes de radiación electromagnética probablemente nocivas, como las señales Wi-Fi, antenas, líneas de transmisión, subestaciones y dispositivos, tanto eléctricos como electrónicos, ya que las personas sondeadas, pensaban que la electrocontaminación estaba ligada únicamente a teléfonos celulares y hornos de microondas.

II. En cuanto al uso de dispositivos Wi-Fi, es recomendable sustituir este tipo de tecnología, por instalaciones que brinden medidas preventivas, ante la radiación electromagnética.

III. La comunidad no tiene la suficiente información de los posibles riesgos a la salud, provocados por la exposición a radiaciones no ionizantes, ni de las numerosas protecciones que existen ante estas. Además el único medio de protección mencionado por los ciudadanos, es un dispositivo para celular.

Cabe de mencionar que muy pocos encuestados, tienen algún conocimiento de estudios relacionados con el tema.

IV. Hasta la fecha se han realizado numerosos estudios, para averiguar si existen efectos nocivos a la salud, relacionados con la exposición a radiaciones electromagnéticas. Algunos concluyeron posibles daños a la salud, en tanto otros no encontraron cambios fisiológicos significativos.

Es un hecho que aunque no se tengan evidencias fuertemente sustentadas, este tema se debe seguir investigando, sin mencionar que cualquier tipo de radiación, puede ocasionar algún tipo de cambio en el comportamiento celular, debido a que éste es un agente externo, como los químicos, el medio ambiente, los microbios, las bacterias, etc., que son capaces de provocar alteraciones fisiológicas, cabe mencionar que en la actualidad nos encontramos rodeados de antenas, líneas de transmisión, por lo tanto es recomendable estar alerta.

V. Como consecuencia de los resultados de diversos estudios realizados alrededor del mundo, la poca atención y difusión que se tiene en la población respecto al tema, sería conveniente que las autoridades responsables estudien este mismo a fondo, aunado a esto es necesario aplicar medidas de prevención adecuadas, entre estas complementar la norma que regule los estándares de emisión de múltiples instalaciones y dispositivos eléctricos y electrónicos.

VI. Es conveniente brindar mayor protección a las áreas de descanso como la sala y dormitorios, además de cambiar los teléfonos inalámbricos por teléfonos convencionales, hacer uso de los auriculares especiales al momento de hacer ó recibir llamadas por celular y evitar el uso de Internet inalámbrico. Debemos de tener conciencia de que la radiación electromagnética está presente incluso en nuestros hogares.

VII. En la actualidad muchas personas desconocen la bioconstrucción, así como los beneficios que aportan a la salud y economía de la población en general.

No se tiene conocimiento de lo perjudicial que puede llegar a ser el uso de los materiales de construcción habituales.

La bioconstrucción no es algo que solo nos protegerá de radiaciones electromagnéticas, se estará combatiendo el cambio climático, reduciendo emisiones de CO<sub>2</sub>, incrementando el número de áreas verdes y disminuyendo las emisiones provocadas por la producción de materiales de construcción comunes.

VIII. Los medios de protección como desconectores de red, pinturas, fieltros de blindaje, telas de apantallamiento, etc., son costosos, por lo cual será difícil que la población se decida a implementarlos en sus hogares y lugares de trabajo, ante esta situación se propone que las autoridades competentes propongan a las empresas constructoras y firmas distribuidoras de éstos productos, formar un convenio el cuál permita tener en un futuro residencias y edificios protegidas de radiaciones electromagnéticas.

## ABREVIATURAS

Ampere: A

Centímetro cuadrado: cm<sup>2</sup>

Coulomb: C

Exahertz: EHz

Farad: F

Gigahertz: GHz

Gramo: g

Hertz: Hz

Joule: J

Kilogramo: kg

Kilohertz: kHz

Kilómetro: km

Linfoproliferativo: LP

Megahertz: MHz

Metro: m

Metros cuadrado: m<sup>2</sup>

Mieloproliferativo: MP

Microampere:  $\mu$ A

Miligauss: mG

Micrometro:  $\mu$ m

Microtesla:  $\mu$ T

Microvolt:  $\mu$ V

Microwatt:  $\mu$ W

Miliamper: mA

Miligauss: mG

Milímetro: mm

Milisegundo: ms

Militesla: mT

Milivolt: mV

Miliwatt: mW

Nanogauss: nG

Nanometro: nm

Nanotesla: nT

Petahertz: PHz

Segundo: s

Terahertz: THz

Tesla: T

VAC: Voltaje en corriente alterna

Volt: V

Watt: W

Weber: Wb

## GLOSARIO

6-OHMS (6-Hidroxi-melatonina sulfato): Sustancia derivada del metabolismo de la orina.

Algomenorrea: Menstruación dolorosa.

Alteración cutánea: Son cambios en la conformación de los estratos que conforman la piel, pudiendo dar signos a un trastorno.

Amenorrea: Interrupción del ciclo menstrual por 3 meses o más.

Arritmia: Es la variación del ritmo regular de los latidos cardiacos

Biocida: Productos elaborados para la protección del hombre, estos pueden ser de origen sintético o natural.

Biopsia: Es la toma de un tejido vivo para su estudio histopatológico.

Bioswitch: Dispositivo que en ausencia de consumo eléctrico, interrumpe el suministro de energía.

Carcinoma: Es un tipo de cáncer que afecta a células epiteliales, es maligno.

Carciogénesis: Es la generación de cáncer por errores en el ciclo celular, causando un daño genético o bien puede ser inducido por factores externos (carcinógenos).

Células somáticas: Son las encargadas de la formación de tejidos, órganos y sistemas, sin embargo estas nunca serán sexuales debido a que su división celular es por mitosis.

Criptomenorrea: Menstruación escondida por obstáculo.

Edema: Inflamación provocada por la acumulación de líquido en el espacio intersticial (espacio entre células y célula) de las células.

Edificio enfermo: Edificio que cuenta con fuentes de radiación electromagnéticas en exceso

Efectos genotóxicos: Alteraciones en el ADN.

Efectos teratogénicos: Agentes que pueden provocar patologías en el feto.

Electrocardiograma: Estudio realizado al corazón, para examinar el comportamiento del ritmo cardíaco.

Epidermis: Capa externa de la piel.

Eritrocitos (Glóbulos rojos): Son los encargados de transportar el oxígeno hacia los diferentes tejidos del cuerpo.

**Estudio hematológico:** Estudio realizado a la sangre, médula ósea, ganglios linfáticos, etc. para examinar si existen anomalías en los parámetros estándar.

**Estudio histopatológico:** Examen que revela si existe algún cambio en el comportamiento celular mediante una biopsia.

**Etiología:** Rama de la medicina que estudia las causas de las enfermedades.

**Geobiología:** Encargada del estudio de la interacción entre la energía emitida por la tierra y los seres vivos.

**Geopatía:** Conjunto de influencias nocivas provenientes del subsuelo, desfavorables para la salud de las personas que habitan o trabajan sobre lugares afectados por éstas.

**Hematocrito:** Porcentaje de glóbulos rojos en la sangre.

**Hemoglobina:** Heteroproteína de los eritrocitos de color rojo.

**Hipermenorrea:** Aumento de la cantidad de sangre durante el ciclo menstrual.

**Hipomenorrea:** Disminución de la cantidad de sangre durante el ciclo menstrual.

**In vitro:** Técnica para realizar un determinado experimento en un tubo de ensayo, o generalmente en un ambiente controlado fuera de un organismo vivo.

**In vivo:** Experimentación hecha dentro en el tejido vivo de un organismo.

**Leucocitos (Glóbulos blancos):** Células sanguíneas que son los efectores celulares de la respuesta inmunitaria.

**Línea germinal:** Son las células que se encuentran en los órganos reproductores, estas se convierten en óvulos o espermatozoides dividiéndose por proceso meiosis.

**Linfocitos:** Son leucocitos de menor tamaño, entre 7 – 15  $\mu\text{m}$ , siendo su principal función dentro del sistema inmunológico.

**Lípidos:** Son biomoléculas (carbono – hidrogeno) siendo su principal función la de reserva de energía en el organismo

**Lipoatrófia:** Es la pérdida de tejido adiposo en piernas y glúteos, manifestándose como hundimientos en la piel.

**Material dieléctrico:** Se denomina dieléctricos a los materiales que no conducen la electricidad, por lo que pueden ser utilizados como aislantes eléctricos.

**Melanocito:** Célula de la epidermis cuya función es secretar melanina, brindando pigmento.

**Melatonina:** Es la hormona encargada de regular el sueño, es secretada en la glándula pineal.

Metastásica: Véase metástasis.

Metástasis: Es la diseminación y propagación de células cancerosas por medio de cadenas ganglionares, afectando tejidos y órganos circundantes

Metrorragia: Sangrado irregular durante el ciclo menstrual.

Oligomenorrea: Ciclo menstrual inferior a los de 3 días.

Opsomenorrea: Ciclo menstrual de 35 días o más.

Patología: Rama de la medicina que se encarga del estudio de las enfermedades.

Polimenorrea: Aumento de la cantidad de días menstruales.

Potenciales cerebrales: Potenciales de acción de las células cerebrales.

Potenciales de acción: Ondas de descarga eléctrica que viajan a lo largo de la membrana celular.

Proiomenorrea: Ciclo menstrual inferior a 21 días o menos.

Proliferación celular: Aumento en el número de células.

Ritmo cardíaco: Palpitaciones armónicas del corazón.

Triglicéridos: Son lípidos formados por una molécula de glicerol con tres ácidos grasos. Es la cantidad de grasa en sangre.

## ÍNDICE DE TABLAS

|  | <b>Pág.</b> |
|--|-------------|
| Tabla 1. Propiedades de las ondas que conforman el espectro electromagnético.                                  | 5           |
| Tabla 2. Valores límite de exposición en Europa  | 39          |
| Tabla 3. Mediciones obtenidas de campo eléctrico y magnético en las tres subestaciones.                        | 51          |
| Tabla 4. Variación de la 6-OHMS de 2000 a 2001.  | 52          |
| Tabla 5. Variación de la 6-OHMS en 2003.   | 52          |
| Tabla 6. Variación de la 6-OHMS en 2005.   | 52          |
| Tabla 7. Variación de la 6-OHMS en 2006.   | 52          |
| Tabla 8. Variación de la 6-OHMS en 2007.   | 52          |
| Tabla 9. Diagnósticos entre 1972 y 1980.   | 54          |
| Tabla 10. Relación de pacientes residentes a menos de 300 m de las líneas de transmisión.                      | 54          |
| Tabla 11. Otros estudios realizados en el mundo (Relacionados con bajas frecuencias).                          | 55          |
| Tabla 12. Diagnósticos de todo tipo de cáncer muestra A.   | 56          |
| Tabla 13. Diagnósticos de cáncer de mama, muestra A.   | 57          |
| Tabla 14. Diagnósticos de cáncer de cerebro, muestra A.  | 57          |
| Tabla 15. Casos de cáncer de 1994 a 2004.  | 58          |
| Tabla 16. Casos de cáncer de 1994 a 1999.  | 58          |
| Tabla 17. Casos de cáncer de 1999 a 2004.  | 58          |
| Tabla 18. Casos de todo tipo de tumores en mujeres y hombres.  | 59          |
| Tabla 19. Tumores diagnosticados de 1999 a 2004.   | 59          |
| Tabla 20. Relación de personas diagnosticadas con cáncer y densidad de potencia a la que estuvieron expuestas. | 60          |
| Tabla 21. Casos de cáncer de la muestra A, B y la población total.   | 60          |
| Tabla 22. Otros estudios realizados en el mundo (Relacionados con altas frecuencias)                           | 61          |
| Tabla 23. Diferencias entre bioconstrucción y construcción habitual.   | 90          |
| Tabla 24. Presupuestos.  | 103         |



## ÍNDICE DE IMAGENES

|  | <b>Pág.</b> |
|--|-------------|
| Imagen 1. Onda Electromagnética  | 1           |
| Imagen 2. Clasificación de radiaciones ionizantes y no ionizantes.   | 11          |
| Imagen 3. Clasificación de las radiaciones no ionizantes.  | 13          |
| Imagen 4. Nivel de educación de los encuestados.   | 20          |
| Imagen 5. Conocimiento sobre radiaciones nocivas para la salud.  | 21          |
| Imagen 6. Radiaciones nocivas para la salud conocidas.   | 21          |
| Imagen 7. Conocimiento sobre posibles riesgos a la salud originada por radiaciones no ionizantes.  | 22          |
| Imagen 8. Medios de comunicación por los cuales fueron informados.   | 22          |
| Imagen 9. Conocimiento sobre algún tipo de protección.   | 23          |
| Imagen 10. Tipo de protecciones conocidas.   | 23          |
| Imagen 11. Conocimiento de algún tipo de estudio.  | 24          |
| Imagen 12. Tipo de estudios conocidos.   | 24          |
| Imagen 13. Espectro electromagnético de las radiaciones no ionizantes.   | 28          |
| Imagen 14. Variación de la tasa de absorción específica (SAR - specific absorption rate) promedio según la frecuencia y zona del cuerpo irradiada.           | 32          |
| Imagen 15. Valores límite para la densidad de potencia según la frecuencia en Argentina.   | 36          |
| Imagen 16. Límites de exposición según la IRPA (1988) para la intensidad de campo eléctrico E, la intensidad de campo magnético H y la densidad de potencia. | 42          |
| Imagen 17. Progresión tumoral.   | 62          |
| Imagen 18. Exposición a radiaciones electromagnéticas en dormitorios.  | 68          |
| Imagen 19. Ubicación adecuada de los desconectores.  | 70          |
| Imagen 20. Desconector de red NA1.   | 70          |
| Imagen 21. Desconector de red NA7.   | 71          |
| Imagen 22. Desconector NA8 Ultima Time.  | 71          |
| Imagen 23. Posible exposición a radiaciones electromagnéticas en dormitorios empleando cielos de cama.   | 72          |
| Imagen 24. Protección de los cielos de cama contra radiaciones electromagnéticas en dormitorios.   | 72          |
| Imagen 25. Posible exposición a radiaciones electromagnéticas en dormitorios empleando cortinas de apantallamiento.  | 73          |
| Imagen 26. Protección de las cortinas de apantallamiento contra radiaciones electromagnéticas en dormitorios.  | 73          |
| Imagen 27. Cortina de apantallamiento Naturell con diversos acercamientos.   | 73          |
| Imagen 28. Cortina de apantallamiento Naturell.  | 74          |
| Imagen 29. Baldaquín rectangular.  | 74          |
| Imagen 30. Cielo de cama New Daylite.  | 75          |
| Imagen 31. Base de cama Steel Twinn.   | 76          |
| Imagen 32. Estera de apantallamiento   | 76          |
| Imagen 33. Teléfono Avena 758AB.   | 77          |
| Imagen 34. Funda para celulares Radi Block.  | 78          |
| Imagen 35. Funda antirradiación Blocsock.  | 79          |
| Imagen 36. Auricular con micrófono ENVI125.  | 79          |
| Imagen 37. Auricular estéreo con micrófono ENVI332.  | 80          |

|  |     |
|--|-----|
| Imagen 38. Cable CAB005.   | 81  |
| Imagen 39. Cable de extensión Elite2.                                    | 81  |
| Imagen 40. Cable EST-USB.  | 82  |
| Imagen 41. Regleta apantalladora SLS4000.                                | 82  |
| Imagen 42. Regleta de enchufes de EMC.                                   | 83  |
| Imagen 43. Boxers blindados.   | 84  |
| Imagen 44. Delantal apantallado.   | 84  |
| Imagen 45. Gorro protector.  | 85  |
| Imagen 46. Pijama protectora para hombre.                                | 85  |
| Imagen 47. Edificio construido con los principios de la bioconstrucción. | 87  |
| Imagen 48. Vivienda construida con los principios de la bioconstrucción. | 88  |
| Imagen 49. Casa construida usando botellas pet como ladrillos.           | 89  |
| Imagen 50. Casa construida con azotea verde.                             | 89  |
| Imagen 51. Fieltro HNV80 con diversos acercamientos.                     | 92  |
| Imagen 52. Fieltro HNG80 con diversos acercamientos.                     | 93  |
| Imagen 53. Malla HEG10 con diversos acercamientos.                       | 94  |
| Imagen 54. Malla HEG03 con diversos acercamientos.                       | 95  |
| Imagen 55. Mosquitera enrollable.  | 95  |
| Imagen 56. Pintura HSF54.  | 96  |
| Imagen 57. Pintura HSF74.  | 97  |
| Imagen 58. Pintura NSF34.  | 98  |
| Imagen 59. Folio RDF50.  | 98  |
| Imagen 60. Folio RDF72.  | 99  |
| Imagen 61. Toma a tierra para malla aislante ESV.                        | 100 |
| Imagen 62. Toma a tierra para paredes interiores ES                      | 100 |
| Imagen 63. Toma a tierra para paredes exteriores ESA.                    | 101 |
| Imagen 64. Cajas eléctricas apantalladas.                                | 102 |
| Imagen 65. Cotización de Euro.   | 103 |
| Imagen 66. Medidor ME3030B.  | 105 |
| Imagen 67. Medidor ME3840B.  | 106 |
| Imagen 68. Medidor ME3951A.  | 107 |
| Imagen 69. Medidor PCE-EMF 823.  | 107 |
| Imagen 70. Medidor PCE-MGM 3000.   | 108 |
| Imagen 71. Medidor PCE-G28.  | 109 |
| Imagen 72. Medidor Spectran NF- 1010.                                    | 110 |
| Imagen 73. Medidor Spectran NF- 3020.                                    | 110 |
| Imagen 74. Medidor Spectran NF- 5030.                                    | 111 |
| Imagen 75. Medidor HF32D.  | 112 |
| Imagen 76. Medidor HFE35C.   | 113 |
| Imagen 77. Medidor HF58B.  | 113 |
| Imagen 78. Medidor HFW35C.   | 114 |
| Imagen 79. Medidor PCE-EM 30.  | 115 |
| Imagen 80. Medidor PCE-EM 29.  | 115 |
| Imagen 81. Medidor Spectran HF-2025E V3.                                 | 116 |
| Imagen 82. Medidor Spectran HF-4060 V3.                                  | 116 |
| Imagen 83. Medidor Spectran HF-6060 V4.                                  | 117 |
| Imagen 84. Medidor Spectran 60100 V4.                                    | 118 |