

# LÍNEA DE BASE PARA LA ESTRUCTURACIÓN DE UN PLAN DE MANEJO AMBIENTAL POR LA CONTAMINACIÓN ELECTROMAGNÉTICA CAUSADA POR EMISIONES DE LAS BASES DE TELEFONÍA CELULAR

## A BASELINE TO STRUCTURE AN ENVIRONMENTAL MANAGEMENT PLAN AGAINST ELECTROMAGNETIC POLLUTION CAUSED BY MOBILEPHONE STATION EMISSIONS

Elsy del Pilar, González Casas<sup>1</sup> Lina  
Marcela, Guerrero Sánchez<sup>2</sup> Edgar  
Camilo, Luengas Pinzón<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Ing. Sanitaria y Ambiental, Especialista en Planeación Ambiental y Gestión de los Recursos Naturales  
Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá D.C., Colombia  
[pilargonzalezcasas@gmail.com](mailto:pilargonzalezcasas@gmail.com)

<sup>2</sup> Ing. Sanitaria y Ambiental, Especialista en Planeación Ambiental y Gestión de los Recursos Naturales  
Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá D.C., Colombia  
[lmgsan@gmail.com](mailto:lmgsan@gmail.com)

<sup>3</sup> Ing. Ambiental, Especialista en administración del control de la contaminación del aire. M.Sc., Profesor cátedra, Facultad de Ingeniería, Militar Nueva Granada, Bogotá D.C., Colombia.  
[ecalupi@hotmail.com](mailto:ecalupi@hotmail.com)

**Resumen:** Este documento contiene la revisión bibliográfica de estudios epidemiológicos de los posibles efectos en la salud por la exposición a campos electromagnéticos. Asimismo, se presentan estudios de mediciones en las bases de telefonía celular, la identificación y el análisis de la normatividad existente acerca de la exposición de campos electromagnéticos a nivel nacional e internacional, junto con la identificación de los métodos y equipos usados en las mediciones de campos electromagnéticos en bases de telefonía móvil. Además se presenta la propuesta de un instrumento educativo dirigido a la comunidad en general, de tal manera que permita conocer conceptos acerca de los mecanismos preventivos existentes, la normatividad a nivel nacional y las afectaciones que puedan ocasionar en la salud y en el ambiente las emisiones de ondas electromagnéticas generadas por estas bases.

**Palabras clave:** radiación, salud pública, radiación no ionizante, contaminación electromagnética, campos electromagnéticos.

**Abstract:** This paper contains a literature review about epidemiological studies of possible health effects from exposure to electromagnetic fields. Also there are measurement studies on cellular telephony stations, the identification and analysis of the current laws at national and international levels related to electromagnetic fields exposure, identifying methods and equipment used for measurements of electromagnetic fields at mobile stations. Besides there is a proposal of an educational tool towards a general community, so we could realize concepts about prevention mechanisms, current regulations at national level, and the impact of emissions on health and environment caused by electromagnetic waves generated by these stations.

**Keywords:** radiation, public health, non-ionizing radiation, electromagnetic pollution, electromagnetic fields.

## 1 Introducción

Debido al desarrollo que ha tenido la tecnología en los últimos años, se ha descubierto otro tipo de contaminación al ambiente diferente a las ya comprobadas sobre el suelo, el agua y el aire; dicha contaminación es conocida como contaminación electromagnética o electro polución. La contaminación electromagnética es producida por las radiaciones del espectro electromagnético generadas por equipos electrónicos u otros elementos producto de la actividad humana [1]. Los campos electromagnéticos (EMF, por sus siglas en inglés) son áreas de energía que rodean a los dispositivos eléctricos. Los cables de alta tensión, los cables, las antenas de telefonía y los aparatos eléctricos producen EMF [2]. De esta forma las nuevas tecnologías, particularmente la generalización del uso de celulares y el aumento en el consumo de electrodomésticos entre otras causas, han dado lugar a la presencia de contaminación electromagnética en el medio ambiente.

El aumento de dispositivos eléctricos causa preocupación a las entidades gubernamentales y privadas del mundo por la posible relación entre la exposición a campos electromagnéticos, la salud y el ambiente. Una de las organizaciones independientes que se ha encargado de estudiar esta relación es la Comisión Internacional sobre la Protección contra las Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP), organización independiente, con cooperación de la Organización Mundial de la Salud, que tiene como funciones investigar los peligros asociados con las diferentes formas de RNI y desarrollar recomendaciones internacionales sobre límites de exposición [3]. Otro organismo que ha tenido influencia a nivel mundial en el establecimiento de límites de exposición ha sido el Consejo de la Unión Europea, quien en 1999 publicó una recomendación para limitar la exposición del público en general a campos electromagnéticos (de 0 Hz a 300 GHz), y a partir de las recomendaciones ya expuestas por la ICNIRP, pretende homogeneizar la normativa sobre campos electromagnéticos en cada uno de los países que la conforman.

La gran mayoría de los países del mundo, acogidos a las recomendaciones expuestas por ICNIRP y la OMS, han implementando normatividad que establece límites máximos de frecuencias de exposición de los campos electromagnéticos, teniendo en cuenta el desarrollo de la tecnología y las telecomunicaciones y su nivel social y ambiental.

La constitución de la línea de base para la estructuración de un plan de gestión ambiental por la contaminación electromagnética, causada por emisiones de las bases de telefonía celular, es un trabajo que pretende ser la plataforma documental en el fortalecimiento de los procesos normativos actuales de la contaminación electromagnética, generada por las bases de telefonía celular a nivel nacional e internacional, presentando una propuesta de sensibilización educativa desde la perspectiva ambiental.

## 2 Materiales y métodos

La línea de base para la construcción de un plan de gestión ambiental, generado por la contaminación electromagnética, inicia con el diseño del documento que tiene como fin recuperar y difundir de forma reflexiva la información encontrada y recolectada sobre el tema. Dicho documento está compuesto por dos grandes partes, la primera es el marco teórico, donde se encuentra el alcance que puede tener la comprensión crítica sobre el tema ambiental de la contaminación por campos electromagnéticos, así como la generación de nuevas expectativas que conlleven a orientar investigaciones actuales y futuras. El marco teórico o marco conceptual, presenta un reconocimiento y revisión de algunos de los conceptos básicos, acerca del tema; de igual forma, antecedentes que son la recopilación de la revisión bibliográfica de estudios epidemiológicos de los posibles efectos en la salud y el ambiente por la exposición a campos electromagnéticos, así como los estudios de mediciones en las bases de telefonía celular. El marco teórico cumple la función de suministrar referencias, ampliar el horizonte del tema propuesto, orientar el trabajo y prevenir errores en investigaciones posteriores. La perspectiva teórica se muestra a través de etapas como la revisión de la literatura para lo cual se requiere consulta, obtención, extracción, recopilación y análisis de la información. El enfoque teórico posee criterios económicos, estéticos y la capacidad de generar interrogantes y descubrimientos.

El artículo presenta un análisis de antecedentes bibliográficos que incluyen trabajos previos reportados en libros, artículos de revista, trabajos de grado, informes de diversas investigaciones, informes académicos, documentos institucionales etc. Dichos trabajos poseen un nivel de desarrollo que se da desde la formulación, ejecución, finalización y aplicación, a los que se les ha evaluado calidad, impacto, integralidad, continuidad y pertinencia.

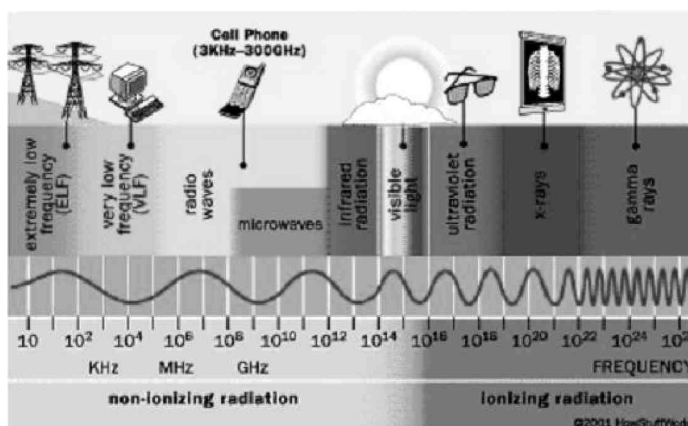
### 3 Marco teórico y normativo

A continuación, se presenta la descripción de los conceptos básico y el marco normativo vigente dentro del cual se encuentra este tema a nivel nacional.

#### 3.1 Campos electromagnéticos

Los campos electromagnéticos son una combinación de ondas eléctricas (E) y magnéticas (H) que se desplazan simultáneamente. Se propagan a la velocidad de la luz y están caracterizados por una frecuencia y una longitud de onda. La frecuencia es simplemente el número de oscilaciones de la onda por unidad de tiempo, medido en múltiplos de un hertzio (1 Hz = 1 ciclo por segundo) y la longitud de onda es la distancia recorrida por la onda en una oscilación (o ciclo) [4].

**El espectro electromagnético** es el rango de todas las posibles radiaciones electromagnéticas. El espectro electromagnético de un cuerpo es la distribución característica de la radiación electromagnética de ese objeto. El espectro se extiende desde las bajas frecuencias usadas para las transmisiones modernas de radio hasta la radiación gamma, las cuales cubren longitudes de onda de varios miles de kilómetros hasta la fracción del tamaño de un átomo [5]. En la Figura 1, se presenta el diagrama del espectro de ondas electromagnéticas visible por el hombre [6].



**Figura 1.** Espectro de ondas electromagnéticas visible por el hombre.

Fuente: [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b6/Electromagnetic\\_spectrum-es.esg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b6/Electromagnetic_spectrum-es.esg). 2008.

#### 3.2 Efectos biológicos de la radiación no ionizante

Los efectos biológicos producidos por las ondas electromagnéticas en los seres vivos dependen, en la mayoría de los casos, de la cantidad de energía absorbida por el organismo. Esta cantidad de energía, que dependerá de las características eléctricas y geométricas del sujeto en relación con la frecuencia incidente, se degradará en última instancia, en forma de calor en el interior del sujeto. Clasificando así los efectos biológicos de la radiación entre dos tipos: efectos térmicos y efectos no térmicos [7].

**Efectos Térmicos.** Los efectos térmicos producidos por las ondas electromagnéticas son los que mejor se conocen, siendo así, los menos discutidos. Los fotones de energía absorbidos no tienen suficiente poder energético para ionizar las moléculas, pero sí son capaces de transformarse en energía rotacional, que aumenta la energía cinética molecular produciendo calentamiento.

En el cuerpo humano este incremento de la temperatura corporal se distribuye irregularmente dependiendo de su mayor o menor comportamiento como dieléctrico o conductor. Como consecuencia se establecen gradientes térmicos en el interior del organismo. No se puede predecir el efecto que esta absorción de energía provoca en la salud, si no se tiene en cuenta la acción de todos los mecanismos termorreguladores del cuerpo humano, los ciclos de irradiación a los que está sometido y la capacidad de disipación con el entorno. Cuando el calor acumulado exceda a la capacidad de disipación del sistema termorregulador del organismo, se producirá una hipertermia, que puede dar lugar a lesiones locales como quemaduras, hemorragias, necrosis o muerte tisular.

**Efectos no térmicos.** En los últimos tiempos se han observado problemas en la salud pública, posiblemente relacionados con radiaciones electromagnéticas, que no son imputables a las consecuencias térmicas de la radiación. Los resultados de las investigaciones tratan de explicar efectos mediante distintos mecanismos, que se resumen en los siguientes grupos:

- Interacciones a nivel molecular, celular o tisular.
- Interferencias directas con procesos bioeléctricos, en órganos que muestren una actividad eléctrica especialmente modulada (alteraciones registradas en electroencefalogramas y en electromiogramas).
- Alteraciones en la transmisión genética.
- Alteraciones en el comportamiento.

La acción de las microondas y radiofrecuencias sobre los seres humanos pueden afectar tanto a órganos como a sistemas orgánicos y producir alteraciones funcionales o estructurales, no obstante, cuando los efectos biológicos de la radiación permanezcan dentro de la escala de compensación normal del propio organismo, no serán necesariamente perjudiciales para la salud [7].

### 3.3 Antenas de telefonía móvil

Las Antenas son las partes de los sistemas de telecomunicación específicamente diseñadas para radiar o recibir ondas electromagnéticas. Se definen como los dispositivos que adaptan las ondas guiadas, que se transmiten por conductores o guías, a las ondas que se propagan en el espacio libre. Los sistemas de Comunicaciones utilizan antenas para realizar enlaces punto a punto, difundir señales de televisión o radio, o bien transmitir o recibir señales en equipos portátiles [11] [12]. Dentro de los accesorios y elementos de estas estructuras deben estar [8]:

- Plataforma de Descanso.
- Escalerilla de seguridad.
- Luces de Obstrucción.
- Escalerilla Vertical de Guía Onda.
- Pararrayo y Polo a Tierra.

**Tipos de Torres.** Los tipos de torres más usados hoy en día son: torres autosoportadas, monopolos y torres riendadas. A continuación se presentan las características de cada una de estas torres [9] [10]:

- Torres autosoportadas.
- Torres monopolos.
- Torres riendadas.

**Tipos de antenas.** Existen diferentes tipos de antenas para captar las ondas emitidas por una fuente lejana. A continuación se presentan los diferentes tipos [13]:

- Antena colectiva
- Antena de cuadro
- Antena de reflector o parabólica
- Antena lineal
- Antena multibanda

- Dipolo de Media Onda
- Antena Yagi
- Antenas VHF Y UHF

### 3.4 Marco normativo

La construcción de la línea base para un plan gestión ambiental por la contaminación electromagnética causada por emisiones de las bases de telefonía celular obedece a la legislación vigente en la materia. Todos los decretos y artículos presentes en este marco legal hacen referencia exclusivamente al presente trabajo.

- Constitución Política de Colombia. Dentro de la carta magna se encuentran los siguientes artículos relacionados: Artículo 79 y Artículo 80. [14].
- Ley 99 de 1993 Ministerio de Medio Ambiente. Dentro del cual se organiza el sistema nacional ambiental SINA [15].
- Ley 9ª de 1979. Código Sanitario Nacional [16].
- Ley 72 de 1989. Se promueve la cobertura nacional de los servicios de telecomunicaciones [17].
- Decreto - Ley 1900 de 1990. Por el cual se reforman las normas y estatutos que regulan las actividades y servicios de telecomunicaciones y afines [18].
- Decreto - Ley 1295 de 1994. Por el cual se determina la organización y administración del Sistema General de Riesgos Profesionales [19].
- Ley 252 de 1995. Por el cual se adopta se aprueban la "Constitución de la Unión Internacional de Telecomunicaciones [20].
- Decreto 195 de 2005. Ministerio de Comunicaciones, Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y Protección Social. Se adoptan límites de exposición a campos electromagnéticos [21].
- Resolución 1645 de 2005. Ministerio de Telecomunicaciones. Se determina la conformidad de las estaciones radioeléctricas [22].

### 3.5 Recomendaciones de la OMS

Estas recomendaciones son producto de la monografía realizada por la OMS, en el marco del proyecto OMS-CEM iniciada en 1997 [23].

- Los encargados de formular las políticas deberían establecer recomendaciones para la exposición a campos de ELF tanto del público en general como de los trabajadores. La mejor fuente de orientación para los niveles de exposición y los principios aplicables a la revisión científica son las recomendaciones internacionales.
- Los encargados de formular las políticas deberían establecer un programa de protección para los CEM ELF que incluya mediciones de los campos de todas las fuentes a fin de asegurarse que no se superen los límites de exposición del público en general, o de los trabajadores.
- Siempre que no se pongan en peligro los beneficios para la salud, sociales y económicos de la energía eléctrica, es razonable y se justifica la aplicación de procedimientos de precaución de muy bajo costo para reducir la exposición.
- Los encargados de formular las políticas, los planificadores comunitarios y los fabricantes deberían aplicar medidas de muy bajo costo al construir nuevas instalaciones y diseñar nuevos equipos, incluyendo aparatos eléctricos.

- Se debe estudiar la introducción de cambios en las prácticas de ingeniería para reducir la exposición a campos de ELF procedentes de equipos o dispositivos, siempre que se obtengan otros beneficios adicionales, tales como mayor seguridad o un costo escaso o nulo.
- Cuando se planteen cambios en las fuentes existentes de campos ELF, se debería considerar los aspectos de seguridad, la fiabilidad y los aspectos económicos involucrados.
- Las autoridades locales deberían hacer cumplir las normas sobre las instalaciones eléctricas a fin de reducir corrientes a tierra accidentales cuando se construyan nuevos locales o cuando se renueven las instalaciones eléctricas ya existentes, manteniendo al mismo tiempo la seguridad. Las medidas preventivas para identificar infracciones o problemas existentes en las instalaciones eléctricas resultarían costosas y probablemente no estarían justificadas.
- Las autoridades nacionales deberían aplicar una estrategia eficaz y de comunicación abierta a fin de que todas las partes interesadas puedan adoptar decisiones fundamentadas; debe estar incluida la información sobre la manera en que las personas pueden reducir su propia exposición.
- Las autoridades locales deben mejorar la planificación de las instalaciones emisoras de CEM ELF, incluyendo el mejoramiento de las consultas entre la industria, los gobiernos locales y los ciudadanos al establecer las principales fuentes de emisión de CEM ELF.
- Los gobiernos y la industria deberían promover programas de investigación para reducir la incertidumbre de la evidencia científica sobre los efectos de la exposición a campos ELF en la salud.

### 3.6 Principio de precaución

El principio de precaución se aplica cuando una evaluación científica indica que hay motivos razonables de preocupación por los potenciales efectos peligrosos sobre la salud o el medio ambiente, a pesar de los niveles de protección adoptados. Su aplicación es muy apropiada desde el punto de vista de la salud pública, ya que entra en el ámbito de actuación de la prevención primaria. La verdad es que este principio podría denominarse como «principio de previsión», ya que tiene una connotación innovadora y anticipatoria [24].

La Organización Mundial de la Salud (OMS) por medio del proyecto internacional CEM fundado en 1996, inició el reconocimiento de los recursos disponibles de agencias internacionales, nacionales e instituciones científicas importantes para valorar los efectos en la salud y el ambiente debido a la exposición a campos eléctricos y magnéticos en el rango de frecuencia de 0 a 300 GHz. El proyecto CEM fue planteado para obtener una serie de actividades y promover investigaciones que permitan elaborar avances en las estimaciones del riesgo a la salud para construir e identificar cualquier impacto ambiental proveniente de la exposición a los CEM.

Los enfoques de previsión, tales como el Principio de Precaución están encaminados a incertidumbres sobre posibles, pero no comprobados efectos en la salud. Tales políticas de gestión de riesgos proveen una oportunidad para avanzar en temas emergentes e incluir consideraciones de beneficio/costo que pueden adicionarse al enfoque basado en la ciencia y en la asistencia para la toma de decisiones de política pública. Algunos gobiernos nacionales y locales han adoptado “el evitamiento prudente”, una variante del principio de precaución, como una opción de política. Esto fue originalmente usado para campos de baja frecuencia y se describe como un uso simple, fácilmente exitoso de medidas de bajo a modesto (prudente) costo para reducir la exposición individual o pública a los CEM, aún en la ausencia de certeza de que las medidas pueden reducir el riesgo.

El reconocimiento explícito de que un riesgo puede no existir, es un elemento clave del enfoque de precaución. Si la comunidad científica concluye que no hay ningún riesgo proveniente de la exposición a los CEM o que la posibilidad de un riesgo es muy especulativa, entonces la respuesta apropiada para las preocupaciones del público debería ser un efectivo programa de educación. Si un riesgo debido a CEM fuera establecido, entonces sería apropiado confiar en la comunidad científica para recomendar medidas específicas de protección usando los criterios establecidos de evaluación y gestión de riesgos a la salud pública [25].

## **4 Línea de base para la construcción de un plan de gestión ambiental por la contaminación electromagnética causada por emisiones de las bases de telefonía celular**

En la construcción de la línea base se presenta una síntesis de los estudios epidemiológicos de posibles efectos en la salud por la exposición a campos electromagnéticos, análisis de las experiencias en investigaciones de emisión de campos electromagnéticos así como el marco normativo nacional e internacional, además de los equipos y métodos de medición de los mismos.

### **4.1 Estudios epidemiológicos de los posibles efectos en la salud por la exposición a campos electromagnéticos**

La Organización Mundial de la Salud (OMS), en la nota descriptiva número 205 de noviembre del 2008 hace referencia a que la exposición a campos electromagnéticos no es un fenómeno nuevo y que sin embargo, en el periodo de finales del siglo XX e inicio del siglo XXI la exposición ambiental ha incrementado de manera constante acorde con la progresiva demanda de electricidad, el avance de las tecnologías y los cambios en las costumbres sociales, que han creado más y más fuentes artificiales de campos electromagnéticos. En este mismo documento afirma que todos estamos expuestos a una combinación compleja de campos eléctricos y magnéticos débiles, tanto en el hogar como en los sitios de trabajo, desde los que producen la generación y transmisión de electricidad, los electrodomésticos y los equipos industriales, a los producidos por las telecomunicaciones y la difusión de radio y televisión [4].

Tanto los campos eléctricos como los magnéticos provocan tensiones eléctricas y corrientes en el organismo, pero incluso justo debajo de una línea de transmisión de electricidad de alta tensión las corrientes inducidas son muy pequeñas comparadas con los umbrales para la producción de sacudidas eléctricas u otros efectos eléctricos. El principal efecto biológico de los campos electromagnéticos de radiofrecuencia es el calentamiento. Este fenómeno se utiliza en los hornos de microondas para calentar alimentos. Los niveles de campos de radiofrecuencia a los que usualmente están expuestas las personas son mucho menores que los necesarios para producir un calentamiento significativo. Las pautas presentes se basan en el efecto calefactor de las ondas de radio. Los científicos están indagando además la posibilidad de que existan efectos debidos a la exposición a largo plazo a niveles inferiores al umbral para el calentamiento del organismo.

### **4.2 Efectos en la salud por exposición a campos electromagnéticos**

La OMS en mayo de 2006 publicó una nota descriptiva, en donde señala que según estudios recientes, la exposición a RF de estaciones de base oscila entre el 0.002% y el 2% de los niveles establecidos en las directrices internacionales sobre los límites de exposición, en función de una serie de factores, como la proximidad de las antenas y su entorno. Esos valores son inferiores o comparables a la exposición de los transmisores de radio o de televisión.

Adicional a esto en un subcapítulo denominado "Precauciones Sanitarias", se menciona que hasta la fecha, el único efecto de los campos de RF en la salud, que ha sido notable en los estudios científicos se refería al aumento de la temperatura corporal ( $> 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) por la exposición a una intensidad de campo muy elevada que sólo se origina en ciertas instalaciones industriales, como los calentadores de radiofrecuencia. Los niveles de exposición de las estaciones de base y las redes inalámbricas son tan bajos que los aumentos de temperatura son insignificantes y no afectan a la salud de las personas. Por otro lado la potencia de los campos de RF obtiene su grado máximo en el origen y reduce rápidamente con la distancia. El acceso a lugares cercanos a las antenas de las estaciones de base se limita cuando las señales de RF pueden sobrepasar los límites de exposición internacionales. Una serie de estudios recientes ha puesto de manifiesto que la exposición de las estaciones de base y tecnologías inalámbricas en lugares de acceso público (incluidos hospitales y centros educativos), suele ser miles de veces inferior a los límites establecidos por las normas internacionales. Así mismo y debido a su menor frecuencia, a niveles similares de exposición a radiofrecuencia, el cuerpo puede absorber hasta cinco veces más señal a partir de la radio de FM y la televisión, que de las estaciones de base. Ello se debe a que las frecuencias utilizadas en las emisiones de radio de FM (unos 100 MHz) y de televisión (entre 300 y 400 MHz) son inferiores a las empleadas en la telefonía móvil (900 y 1800 MHz) y a que la estatura de las personas convierte el cuerpo en una antena receptora. Además, las estaciones de emisión de radio y televisión funcionan desde hace por lo menos 50 años sin

que hasta el momento se haya observado o reportado ningún efecto perjudicial para la salud.

En este mismo subcapítulo la OMS menciona que: “Se pueden obtener pruebas científicas sobre la distribución de los casos de cáncer entre la población mediante estudios epidemiológicos bien planificados y ejecutados. En los últimos 15 años se han divulgado estudios en los que se exploraba la posible relación entre los transmisores de radiofrecuencia y el cáncer. En esos estudios no se han encontrado pruebas de que la exposición a RF de los transmisores aumente el riesgo de cáncer. Del mismo modo, los estudios a largo plazo en animales tampoco han detectado un incremento del riesgo de cáncer por exposición a campos de RF, incluso en niveles muy superiores a los que producen las estaciones de base y las redes inalámbricas. De todos los datos acumulados hasta el momento, ninguno ha demostrado que las señales de radiofrecuencia producidas por las estaciones de base tengan efectos adversos a corto o largo plazo en la salud. Dado que las redes inalámbricas suelen producir señales de radiofrecuencia más bajas que las estaciones de base, no cabe temer que la exposición a dichas redes sea perjudicial para la salud”.

De la misma forma se menciona en la percepción pública del riesgo, que ciertas personas consideran probable que la exposición a radiofrecuencia trae riesgos y que éstos puedan ser incluso graves. Ese temor se debe, entre otras cosas, a las noticias que publican los medios de comunicación sobre estudios científicos recientes y no confirmados, que provocan un sentimiento de inseguridad y la sensación de que puede haber riesgos desconocidos o no descubiertos. Otros factores son las molestias estéticas y la sensación de falta de control y participación en las decisiones de ubicación de las nuevas estaciones de base [26].

#### **4.3 Análisis de las experiencias en investigaciones de emisión de campos electromagnéticos**

A continuación se presenta un análisis de la literatura existente sobre las experiencias en investigaciones de emisión de campos electromagnéticos.

En respuesta a la preocupación pública por los efectos sobre la salud y el ambiente de la exposición a electromagnetismo, la OMS creó en 1996 el proyecto internacional campos electromagnéticos (CEM) para evaluar las pruebas científicas de los posibles efectos sobre la salud en el intervalo de frecuencia de 0 a 300 GHz. Para los fines del proyecto, este intervalo se divide en: campos estáticos (0 Hz), de frecuencia extremadamente baja (> 0 a 300 kHz), de frecuencias intermedias (> 300Hz a 10MHz) y de radiofrecuencia (10 MHz a 300 GHz). El Proyecto fomenta las investigaciones dirigidas a rellenar importantes lagunas de conocimiento y a facilitar el desarrollo de normas aceptables internacionalmente que limiten la exposición [23].

En la última semana del mes de mayo de 2008 en Asunción, Paraguay, se llevó a cabo el seminario internacional “Los campos electromagnéticos y la salud”; en donde la OMS presentó un adelanto preliminar de los resultados de la segunda fase del Proyecto Internacional (Campos de Frecuencia extremadamente bajos –VLF-), iniciando su presentación con la frase “Este es uno de los temas que ha sido más estudiado a nivel mundial.

Recientemente han proliferado notablemente tanto en número como en diversidad, las fuentes de campos electromagnéticos que se usan en el hogar, la industria y el comercio. Estas fuentes, como la televisión, las computadoras, el radar, estaciones de telefonía móvil y los innumerables y complejos equipos que se usan en la medicina y otros campos, han enriquecido y mejorado nuestro estilo de vida. Sin embargo, algunos estudios científicos parecen indicar que la exposición ambiental a ondas radioeléctricas puede aumentar el riesgo de cáncer, reduce la fecundidad, produce pérdida de la memoria y afecta adversamente el comportamiento y el desarrollo de los niños.

En seguida se presenta un conjunto de investigaciones bibliográficas relacionadas con el tema:

En 1979, en la ciudad de Denver Colorado, los Drs Wertheimer y Leeper realizaron un estudio epidemiológico de tipo Cross – Sectional<sup>1</sup>, empleando una metodología de casos y controles, para establecer una relación entre la mortalidad por cáncer en niños y la proximidad de los hogares a las líneas de distribución de potencia con “alta configuración de corriente”, en este estudio se demostraba que los niños tenían una probabilidad dos a tres veces mayor de desarrollar leucemia, linfomas o tumores en el sistema nervioso si vivían cerca de una línea eléctrica de alta tensión, que si no vivían en esas condiciones [3].

---

<sup>1</sup> El estudio transversal – observacional – mide simultáneamente la exposición a uno o varios factores de riesgo así como a la enfermedad de interés, por lo que brinda información acerca de la frecuencia y distribución de diferentes factores de riesgo y/o daños a la salud [27].



En noviembre de 1986, el Dr Savitz, de la Universidad de Carolina del Norte, comunicó los resultados de un estudio que formaba parte del Proyecto de Líneas de Alta Tensión del Estado de Nueva York. En este estudio se confirmaban los hallazgos de Wertheimer y Leeper apareciendo una incidencia mayor de cáncer y leucemia en niños asociada a exposiciones a campos electromagnéticos superiores a 2,5 MG. El informe final del Dr. Savitz dirigido al Departamento de Salud del Estado de Nueva York afirmaba que el grado de confianza de estos hallazgos está abierto a muchas interpretaciones, pero lo cierto es que el estudio apoya como conclusión un vínculo entre la exposición a CEM y el riesgo de cáncer [28].

En 1988, los Drs Coleman y Beral, publicaron el estudio titulado “Una revisión de estudios epidemiológicos de los efectos en la salud, por vivir cerca o surtir efecto con equipos de generación eléctrica y de transmisión”. Este trabajo presenta exploraciones de casos residenciales y laborales, incluyendo un meta-análisis que muestra un pequeño exceso de incidencia de leucemia en las personas expuestas a trabajos eléctricos, sin embargo no establece una asociación fuerte [29].

El Dr. Doll en 1992 realizó una publicación llamada: “Ondas Electromagnéticas y el Riesgo de Cáncer”, la cual se fundamentó en una revisión de estudios de frecuencias extremadamente bajas y radiofrecuencias, que incluye un meta-análisis de los datos de cáncer infantil. Para la leucemia, el análisis muestra una incidencia mayor con el código de cables, pero no con la distancia a los cables o con campos medidos. Para tumores cerebrales infantiles, existe una mayor incidencia con el código de cables y distancia, pero no con campos medidos. Para la tasa global de cáncer infantil, el análisis muestra una incidencia elevada con el código de cables y campos medidos, pero no con la distancia, sin embargo los estudios presentan sesgos en la selección de los casos y/o en los niveles de exposición medidos, como tal la revisión no es concluyente, sin embargo plantea una línea de base en el aumento de los casos por exposición a estas fuentes [30].

En 1995 se publicó en The Lancet una revisión llamada Ondas Electromagnéticas y cáncer en niños, por el Dr. Ahlbom y colaboradores en donde se realizó un análisis conjunto de los estudios de cáncer infantil escandinavos indicando en sus resultados que si se utiliza el campo histórico calculado, se observa un pequeño incremento en la incidencia de leucemia, pero no un incremento estadísticamente significativo en la incidencia de cáncer del sistema nervioso central, linfoma o en la tasa global de cáncer. Esta conclusión fue producto de una revisión sistemática de la literatura [31].

En 1999 se realizó un Estudio Hispano-Austriaco del posible efecto sobre la salud por la exposición crónica de Radiofrecuencias provenientes de las Estaciones Base de Telefonía Móvil, en donde se demuestra que la exposición a microondas del Sistema Global para las Comunicaciones Móviles (GSM 900-1800 MHz) incrementa significativamente y considerablemente el padecimiento de fatiga, tendencia depresiva, desórdenes del sueño, problemas cardiovasculares, dificultades de concentración, afecciones de la piel, pérdida de apetito y en menor grado pero con OR siempre por encima de 1.32, para cefaleas, náuseas, problemas de audición, irritabilidad, vértigo, alteraciones visuales, alteraciones de la marcha para los sujetos expuestos en el grupo comprendido entre 0.0006-0.0128 uW/cm<sup>2</sup> y en mayor grado para los expuestos a valores de flujo de densidad de potencia entre 0.0165 - 0.4 uW/cm<sup>2</sup> [32].

El francés Santini realizó un estudio denominado “Reportes de síntomas por usuarios de teléfonos celulares móviles”, por medio de la aplicación de un cuestionario a 78 usuarios y 83 no usuarios de teléfonos móviles celulares digitales GSM y DCS. Los resultados se analizaron por medio de un test no paramétrico que se denominó Chi-Carre. No se evidenció diferencia significativa entre usuarios y no usuarios de celulares por síntomas generales (dolor de cabeza, dificultad de concentración, pérdida de la memoria, fatiga y perturbación del sueño) [33].

Todos los estudios, ya sea con efectos positivos o negativos, necesitan ser evaluados juzgados por su propio valor y luego en conjunto en un sistema basado en el peso de la evidencia. Es importante determinar en qué medida un conjunto de evidencias cambia la probabilidad de que la exposición de lugar a un resultado. La evidencia de un efecto generalmente es reforzada si los resultados de distintos tipos de estudios (epidemiología y laboratorio), apuntan a la misma conclusión o cuando estudios múltiples del mismo tipo dan el mismo resultado [34].

#### 4.4 Antecedentes de mediciones de campos electromagnéticos

Con el fin de sistematizar la exposición máxima permitida a las radiaciones no ionizantes, cada una de las entidades competentes en los diferentes países establece metodologías de medición, que permiten determinar correctamente los valores de los campos electromagnéticos así como su densidad de potencia. De la misma forma, en algunos países se contempla la posibilidad de estudiar políticas de gestión urbana, que involucren el ordenamiento de las bases de telefonía celular dentro de las ciudades y centros poblados acorde con estudios paisajísticos y contaminación visual.

A continuación, se presenta los antecedentes encontrados acerca de los monitoreos realizados a campos electromagnéticos (CEM) generados por bases de telefonía móvil (antenas), no obstante dentro del reconocimiento y revisión de la literatura se encontró, que la gran mayoría de monitoreos han sido realizados a CEM procedentes de las redes de alta tensión, en países como Cuba, Chile, Argentina, Colombia y Estados Unidos, entre otros.

Los monitoreos que se describen a continuación, pertenecen a mediciones específicas, las cuales han sido comparadas con la normatividad y no hacen parte de un monitoreo constante o permanente que se relacione con efectos en la salud. Simplemente, se han realizado bajo intereses específicos de forma descriptiva en un momento de tiempo.

En la ciudad Argentina de Buenos Aires, se llevó a cabo un estudio de emisiones de radiaciones no ionizantes procedentes de antenas de telefonía móvil celular con el objetivo de informar el estado actual de las antenas, así como analizar los resultados obtenidos para verificar, controlar y replantear los criterios necesarios para una adecuada regulación concerniente a las antenas trasmisoras de telefonía móvil y radiodifusión en grandes centros urbanos; se realizó en dos zonas de la ciudad en los sectores conocidos como macrocentro y microcentro en donde se encuentran los principales centros de administración gubernamental y financiera del país. La cantidad de antenas de telefonía móvil celular medidas en toda el área bajo estudio fue de 430. Las mediciones se realizaron teniendo en cuenta la normatividad de ese país (Resolución 244 del 2001), tomando mediciones entre 2 y 12 m al entorno de cada una de las antenas y en un área circundante de 50 a 100 m desde el punto central de los elementos de soporte de las antenas. De este estudio se concluye que la totalidad de los puntos medidos se encuentra por debajo de los límites establecidos por la legislación vigente de la República de Argentina, además si bien todo el análisis de los valores medidos se referenció al límite para 800 MHz, debe tenerse en cuenta que la telefonía móvil utiliza la banda 1900 MHz, cuyo límite de exposición es mayor y que se tomó el menor de los límites aplicando la política del “Principio de Precaución” [35].

En Cuba se realizaron mediciones de campos electromagnéticos en redes de distribución. En este estudio se muestran los resultados obtenidos durante la ejecución de un grupo de mediciones efectuadas en líneas y subestaciones de distribución pertenecientes al Sistema Electroenergético Nacional (SEN) de Cuba, analizando dichos resultados con los niveles límites de las recomendaciones internacionales y algunos otros resultados obtenidos por otros grupos de trabajo. Los niveles de campos electromagnéticos alcanzados en el estudio fueron bajos, en relación con las recomendaciones de la Comisión Internacional para la Protección contra las Radiaciones No Ionizantes (CIPRNI). El trabajo muestra la importancia que tiene el lograr caracterizar estos valores, pues permitirá, en un futuro cercano, una vez que se tengan las evidencias científicas con relación a los efectos de estos campos de baja frecuencia sobre la salud humana, evaluar los riesgos y tomar medidas al respecto [36].

El Instituto Nacional de Investigación y Capacitación de Telecomunicaciones (INICTEL) del Perú, realizó un monitoreo a las radiaciones de telefonía móvil, presentando un diagnóstico y distribución eléctrica de cada una de las zonas de estudio. Se evaluaron las mediciones realizadas comparándolas con los límites máximos permisibles y los niveles de referencia para exposición poblacional en áreas de uso público de los servicios de comunicaciones móviles, a partir de esto se concluyó que de acuerdo con las mediciones realizadas en las diferentes distancias de medición se observa que el porcentaje del Cociente de Exposición Poblacional en general es muy bajo, por lo tanto, ninguno de ellos sobrepasa los límites máximos permisibles poblacionales y mucho menos los ocupacionales [37].

En Colombia, el tema es relativamente nuevo, se presentan pocos trabajos referentes a temas técnicos, varios de estos son en modelamiento, identificación de bases de telefonía celular y medición; sobre normalización existe un análisis en donde se plantea una propuesta de norma ambiental sobre radiaciones electromagnéticas, en este análisis se expone que el reglamento técnico de instalaciones eléctricas tiene una debilidad, dado que toma como

referencia un valor de intensidad de campo magnético que la International Radiation Protection Association (IRPA) recomienda como límite de exposición sólo para casos extremos en ambiente ocupacional, que no debe ser excedido en ningún lugar público u ocupacional. El reglamento técnico de instalaciones eléctricas toma un valor de campos electromagnéticos recomendado por la IRPA para un periodo de un día de trabajo en un ambiente ocupacional, pero no hace claridad en cuanto al tiempo de exposición para ningún ambiente [38].

En la ciudad de Cali, se publicó un artículo denominado “Medición de Campos Electromagnéticos en la Ciudad de Cali, Colombia”, con la autoría de Guillermo Aponte, Adolfo Escobar y colaboradores, el cual expone un método de medición del campo electromagnético procedente de las instalaciones de radio y telecomunicaciones y se presentan los resultados obtenidos en la evaluación de 50 sitios en la ciudad de Cali. Este trabajo se realizó debido a la preocupación pública causada por la proliferación de estaciones base de telefonía celular en el ámbito urbano y por los temores acerca de los posibles efectos nocivos de los campos electromagnéticos en la salud, expresados por la comunidad. La evaluación de los sitios se realizó con el propósito de conocer y cuantificar los niveles de campo electromagnético existentes en el medio ambiente de la ciudad. En general, los valores encontrados en las mediciones fueron inferiores al 0.5% del límite establecido por la Comisión Internacional para la Protección de las Radiaciones No Ionizantes, ICNIRP (0.2 mW/cm<sup>2</sup>) [39].

En la ciudad de Bogotá se realizó el estudio denominado “Fundamentos y medidas de parámetros de incidencia de los campos electromagnéticos sobre sistemas biológicos en el rango de frecuencia de 50 MHz a 1 GHz”, en el año 2004 en las localidades de Suba y Usaquén (Barrio Chicó), en donde se llevó a cabo una técnica de medición de emisiones que, entre sus propósitos, buscaba satisfacer la necesidad planteada en el proyecto de decreto del Ministerio de Comunicaciones. Las variables físicas que se midieron durante las pruebas de campo fueron: intensidad de campo eléctrico V/m o dB  $\mu$ V/m), intensidad de campo magnético (A/m) y densidad de potencia (W/m<sup>2</sup>). Se concluye a partir de las mediciones realizadas que el máximo valor de intensidad de campo eléctrico representa el 9.6% y 26.4% del valor límite de exposición poblacional en Suba como en Chicó respectivamente en un rango de frecuencia de 50 MHz y 1 GHz, observándose que las dos áreas de exposición cumplen con los límites permitidos de exposición para la población. Aunque ninguno de estos resultados supera los límites, sí se puede observar que los servicios de telefonía móvil, son los que más energía aportan al medio [40].

La Universidad Industrial de Santander a través de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones y el grupo de Investigación RadioGIS, apoyada por el Ministerio de Comunicaciones, desarrolló un estudio sobre las irradiaciones electromagnéticas en ambientes abiertos a altas frecuencias y sobre los niveles aceptables de exposición a estas irradiaciones para los seres humanos en la ciudad de Bucaramanga (Santander). En este estudio se ponen en práctica métodos modernos de simulación y de medidas para determinar las áreas de servicio y los niveles de irradiaciones ocasionados por los sistemas celulares actualmente en funcionamiento en Colombia en las bandas de 800 MHz y 1900 MHz y de esta manera poder establecer de forma eficiente y eficaz los niveles y límites de seguridad [41]. Además, con base en medidas de campo se presentan los resultados y los análisis hechos a las principales bandas del espectro radioeléctrico explotadas comercialmente y consideradas como críticas para la seguridad del público en general (Bandas de AM, FM, TV, 300 MHz y Celular). En este trabajo se utilizó un Sistema de Información Geográfico - SIG comercial, un Modelo Digital de la ciudad de Bucaramanga (proporcionado por la compañía TES América Andina Ltda.), junto con una herramienta de planificación celular facilitada por el Grupo de Investigación en Comunicaciones Móviles - MCG de la Universidad Politécnica de Valencia España. El trabajo presenta un análisis de cobertura y densidad de potencia para la telefonía móvil celular en una región particular de Bucaramanga donde se tienen características de relieve urbano tipo andino [41].

#### **4.5 Marco normativo**

La Unión Soviética en 1974 fue la primera en establecer y aprobar una Ley que delimita que las líneas de tensión que generen campos superiores a los 25 kW/m deben estar ubicadas a no menos de 110 m de la edificación más cercana. A partir de este momento se han realizado numerosos estudios, que han captado la atención de las grandes organizaciones mundiales como la CIPRNI y la OMS, en las que se establecen los límites de exposición para las radiaciones no ionizantes, así países como Estados Unidos toman como base dichas recomendaciones y se establecen estándares en los campos eléctricos de las líneas de transmisión en seis de sus estados (Florida, Montana, Nueva Jersey, Nueva York y Oregon), mientras que sólo dos de ellos, Nueva York y Florida, establecieron niveles máximos permitidos para los campos magnéticos en las líneas, bajo condiciones de carga máxima, lo que les permite que las líneas de energía futuras no superen esos niveles [42]. A continuación en la tabla 1 se presentan los límites de exposición recomendados por la Comisión Internacional para la Protección contra las Radiaciones No- Ionizantes (CIPRNI).

**Tabla 1.** Límites de exposición recomendados por la ICNIRP.

	<b>Frecuencia de la red eléctrica europea</b>	<b>Frecuencia de estaciones base de telefonía móvil</b>		<b>Frecuencia de los hornos de microondas</b>	
Frecuencia	50 Hz	50 Hz	900 Hz	1,8 GHz	2,45 GHz
	Campo eléctrico (V/m)	Campo magnético ( $\mu$ T)	Densidad de potencia ( $W/m^2$ )	Densidad de potencia ( $W/m^2$ )	Densidad de potencia ( $W/m^2$ )
Límites de exposición para la población	5 000	100	4,5	9	10
Límites de exposición ocupacionales	10 000	500	22,5	45	

Fuente. <http://www.who.int/peh-emf/about/WatisEMF/es/index4.html>. ICNIRP. CEM. 1996.

• **Marco Normativo Mundial.** En 1992 se estableció la ICNIRP, organización independiente que tiene como funciones investigar los peligros que pueden ser asociados con las diferentes formas de RNI, desarrollar recomendaciones internacionales sobre límites de exposición para las RNI y tratar todos los aspectos sobre protección contra las RNI. En 1999 dicha organización estableció los niveles máximos permitidos para las emisiones de campos electromagnéticos (CEM), que emiten las antenas de telefonía móvil (hasta 300 GHz) [3]. En julio de 1999 el Consejo de la Unión Europea publicó una recomendación para limitar la exposición del público en general a campos electromagnéticos (de 0 Hz a 300 GHz) [43]. Esta recomendación se basa en gran medida en la guía de la ICNIRP y uno de sus objetivos es nivelar la normativa sobre campos electromagnéticos de cada uno de los países de la Unión Europea. Adjunto a lo anterior, la normatividad formulada por los diferentes países a nivel mundial para los límites máximos de frecuencias de los campos electromagnéticos, se establece a partir de los niveles máximos permitidos para las emisiones de campos electromagnéticos instaurados por la CNIRP. En Estados Unidos: “la FCC (Federal Communications Commission), ha adoptado en las recomendaciones sobre los límites de exposición a intensidad de campos, densidad de potencia para transmisores y la tasa de absorción de energía (SAR), para equipos de comunicaciones que operen en el intervalo de frecuencias desde los 3 kHz a los 300 GHz dados por la ANSI (American National Standards Institute) y la IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers). Los límites de la SAR para equipos terminales son efectivos desde agosto de 1996” [44] [45]. En síntesis se presenta la tabla 2 la identificación de los límites máximos de frecuencia, en los diversos países del mundo, dentro del cual se observa que el país que posee un límite más restrictivo es Suiza.

**Tabla 2.** Resumen de Límites máximos de frecuencia establecidos en algunos países a nivel mundial.

<b>País</b>	<b>Límites máximos de frecuencia</b>
<b>Estados Unidos</b>	300 KHz - 100 GHz
<b>Canadá</b>	3 KHz a 300 GHz
<b>España</b>	0 KHz a 300 GHz
<b>Italia</b>	100 Hz-300 GHz
<b>Polonia</b>	0 Hz a 300 GHz
<b>Francia</b>	900 MHz - 1800 MHz y 0 Hz –
<b>Alemania</b>	9 kHz - 300 GHz
<b>Eslovenia</b>	0 Hz-300 GHz
<b>Japón</b>	10 kHz - 300 GHz
<b>Rusia</b>	0 Hz-300 GHz
<b>Grecia</b>	0 Hz-300 GHz
<b>Corea del Sur</b>	0 Hz-300 GHz
<b>Australia</b>	100 KHz - 300 GHz

• **Marco Normativo en América Latina.** El incremento de los servicios de telefonía móvil en los países de América Latina en los últimos años se ha desarrollado de tal forma que las comunicaciones han alcanzado aquellas regiones donde la infraestructura de las redes fijas es escasa. Este fenómeno ha facilitado una ampliación en la mejor calidad de vida, dado que promueve nuevas oportunidades de negocios, de modo que en algo más de una década ha tenido gran impacto sobre el modo de vivir y producir de personas y empresas. Este adelanto en las telecomunicaciones ha desplegado una serie de efectos no deseados como el negativo impacto visual, así como el daño a nivel paisajístico ocasionado por la ubicación de las bases de telefonía móvil en los entornos urbanos, así mismo ha aumentado la incertidumbre por parte de la población, en referencia a los supuestos efectos nocivos en la salud que podrían generar la exposición continua los campos electromagnéticos (CEM). Por tanto las autoridades de la mayoría de los países han adoptado normas específicas que regulan tanto el nivel de CEM permitidos, como el despliegue de infraestructuras, disposiciones que afectan a diversos aspectos que resultan concurrentes con el puramente tecnológico, como es el urbanístico, el medioambiental y el sanitario.

A continuación se presenta el resumen de la normatividad existente a nivel mundial, referente a los límites máximos permisibles en países de América Latina: [43].

**Tabla 3.** Resumen de Límites máximos de frecuencia establecidos en algunos países a nivel mundial.

País	Límites máximos de frecuencia
<b>Argentina</b>	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
<b>Bolivia</b>	Estándar técnico de la Superintendencia de Telecomunicaciones, SITTEL 2002/0313.
<b>Brasil</b>	Resolución 303 de julio del 2002 de la Agencia Nacional de Telecomunicaciones (ANATEL) que regula los límites de exposición a campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos en el espectro
<b>Chile</b>	Decreto 594/00 Salud, Título 4, sobre la contaminación ambiental y resolución 505/00 de la Subsecretaría de Telecomunicaciones, SUBTEL.
<b>Costa rica</b>	Resolución N° 2896-98 de la Sala Constitucional que establece protocolos de medición para las líneas de alta tensión.
<b>Ecuador</b>	Norma técnica que establece los límites de máxima exposición permitida, aprobada en el año 2004.
<b>México</b>	Norma Oficial Mexicana - 126, refleja la preocupación social expresada por sectores cada vez más amplios de la población.
<b>Perú</b>	Decreto Ministerio de Transporte y Comunicaciones, MTC 038 – 2003, sobre la adopción de límites de exposición en el espectro de radiofrecuencia de 9 KHz a 300 GHz.
<b>Venezuela</b>	Norma del Comité Venezolano para normas industriales (COVENIN): Norma Venezolana Covenein, NVC 2238 – 00. Es una norma nacional que fija los límites máximos de exposición permitida.

• **Marco Normativo Nacional.** El Gobierno Nacional en su interés por tomar medidas que reduzcan el impacto frente a los posibles daños que pueda causar la exposición involuntaria a las radiaciones electromagnéticas, realizó un estudio acerca de los “Límites de exposición humana a campos electromagnéticos” con el apoyo de el Ministerio de Comunicaciones, la Comisión de Regulación de Telecomunicaciones y la Universidad Javeriana; en éste se presentan los conceptos más relevantes como las regulaciones internacionales y recomendaciones sobre radiación electromagnética producida por antenas de telecomunicaciones, y recomienda el estándar que se podría

adoptar en Colombia para la protección de la salud humana y el medio ambiente en general. Los niveles de referencia de exposición a campos electromagnéticos sugeridos son los definidos por la Comisión Internacional para la Protección de la Radiación Ionizante- ICNIRP (por sus siglas en inglés), ente asesor de la Organización Mundial de la Salud- OMS, la Organización Internacional del Trabajo- OIT y la Unión Europea- UE.

Los límites de exposición de las personas a campos electromagnéticos en la República de Colombia obedecen a la legislación vigente en la materia. Todos los decretos y artículos presentes en este marco legal hacen referencia exclusivamente al tema en cuestión [21]. En la tabla 3 se presenta el resumen de la legislación vigente en materia de radiaciones y bases de telefonía en Colombia.

**Tabla 4.** Resumen de la legislación vigente en materia de radiaciones.

<b>Norma</b>	<b>Descripción</b>
Constitución Política de Colombia 1991.	Artículo 79. "Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. Artículo 80. "El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución.
Ley 09 de 1979 Ministerio de Salud.	Artículo 149. Todas las formas de energía radiante, distinta de las radiaciones ionizantes que se originen en lugares de trabajo, deberán someterse a procedimientos de control para evitar niveles de exposición nocivos para la salud o eficiencia de los trabajadores. Cuando quiera que los medios de control ambiental no sean suficientes, se deberán aplicar las medidas de protección personal y de protección médica necesarias.
Ley 72 de 1989	El Gobierno Nacional promoverá la cobertura nacional de los servicios de telecomunicaciones y su modernización, a fin de propiciar el desarrollo socioeconómico de la población. De la misma forma, establecer que las telecomunicaciones deberán ser utilizadas como instrumentos para impulsar el desarrollo político, económico y social del país, con el objeto de elevar el nivel y la calidad de vida de los habitantes.
Decreto - Ley 1900 de 1990.	Artículo 5. Establece que el gobierno nacional, a través del Ministerio de Comunicaciones, ejercerá las funciones de planeación, regulación y control de telecomunicaciones. Artículo 19. Dispone que las facultades de gestión, administración y control del espectro electromagnético comprenden, entre otras, la adopción de medidas tendientes a establecer su correcto y racional uso.
Ley 99 de 1993 Ministerio de Medio Ambiente.	Artículo 1, Numeral 6. Se instauran los principios generales ambientales bajo los cuales se rige la política ambiental en el país, se consagra el principio de precaución, de acuerdo con el cual, cuando exista peligro de daño grave e irreversible, la falta de certeza científica absoluta no podrá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces para impedir la degradación del medio ambiente.
Ley 252 de 1995.	Por medio de la cual se aprueban la "Constitución de la Unión Internacional de Telecomunicaciones", el "Convenio de la Unión Internacional de Telecomunicaciones", el Protocolo Facultativo sobre la solución obligatoria de controversias relacionadas con la constitución de la Unión Internacional de Telecomunicaciones, el "Convenio de la Unión Internacional de Telecomunicaciones" y los Reglamentos Administrativos, adoptados en Ginebra el 22 de diciembre de 1992.
Decreto 195 de 2005 Ministerio de Comunicaciones, Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y Protección Social.	Por el cual se adoptan límites de exposición de las personas a campos electromagnéticos, se adecúan procedimientos para la instalación de estaciones radioeléctricas y se dictan otras disposiciones.
Resolución 1645 de 2005. Ministerio de Telecomunicaciones.	Por medio del cual se reglamenta y modifica los artículos 2, 3, 5, 15, 17, del Decreto 195 de 2005 en el cual se determinó que el Ministerio de Comunicaciones expedirá por resolución los parámetros para evaluar la conformidad de las estaciones radioeléctricas.

En el Decreto 195 de 2005 por el cual se adoptan límites de exposición de las personas a campos electromagnéticos, se ajustan procedimientos para la instalación de estaciones radioeléctricas y se dictan otras disposiciones; en este documento se explica en el Parágrafo del Título 1, Artículo 2, que las disposiciones del

decreto no aplican para los emisores no intencionales, las antenas receptoras de radiofrecuencia, fuentes inherentemente conformes y los equipos o dispositivos radioeléctricos terminales de usuario. Posterior a esto el Ministerio de Comunicaciones generó la Resolución 001645 de 2005 que reglamentó el decreto en mención y en su artículo 3, definió las fuentes inherentemente conformes como los emisores que emplean los siguientes sistemas y servicios, por cuanto sus campos electromagnéticos emitidos cumplen con los límites de exposición pertinentes y no son necesarias precauciones particulares: telefonía celular, servicios de comunicación personal, sistemas de radiomensajes beeper, entre otros [21, 47].

Por tanto las mediciones de campos electromagnéticos y las demás disposiciones del Decreto 195, no aplican para las estaciones de telefonía móvil. Adicional a lo anterior el 6 de marzo de 2007 el Ministerio de Comunicaciones expidió la circular 270 de 2007 [48], con el objeto de aclarar las inquietudes presentadas por el sector de las telecomunicaciones y especialmente por la comunidad en general, respecto de la instalación de estaciones radioeléctricas de telecomunicaciones; la circular menciona la nota descriptiva N° 304 emitida por la OMS la cual ha indicado que teniendo en cuenta los muy bajos niveles de exposición y los resultados de diferentes investigaciones, no hay ninguna prueba científica convincente de que las débiles señales de RF (Gama de frecuencias del espectro radioeléctrico), procedente de las estaciones base y de tecnologías inalámbricas, tengan efectos adversos en la salud. Así mismo, que algunos de los resultados confirman que las antenas de telefonía móvil están entre 500 y 4000 veces por debajo de los valores límites establecidos internacionalmente (UIT - ICNIRP), así mismo mencionan los límites establecidos por la Unión Internacional de Telecomunicaciones –UIT- y por la Comisión Internacional para la Protección de la Radiación No Ionizante –ICNIRP; en esta circular se explican cuales son las fuentes inherentemente conformes y el numeral nueve (9) expone específicamente que “dichos servicios no deben presentar declaración de conformidad de emisión radioeléctrica, además no tienen restricción alguna para instalar sus estaciones base cerca o dentro de lugares de acceso público tales como centros educativos, centros geriátricos, centros de servicio médico y zonas residenciales y no tiene obligación de tomar mediciones de radiación por estar instalados cerca o dentro de dichos sitios, conforme la normatividad nacional y las recomendaciones internacionales” [49].

#### **4.6 Métodos y equipos usados en las mediciones de campos electromagnéticos a bases de telefonía móvil**

Una de las características significativas a la hora de medir el nivel de exposición a campos electromagnéticos es la selección de los equipos de medición, para su posterior comparación con los valores límites establecidos por la normatividad vigente (ICNIRP, norma UIT-K52, IEEE, normatividad Colombiana decreto 195/2005 y resolución 1645/2005 del Ministerio de Comunicaciones). Existen equipos de medición de banda ancha que son instrumentos isotrópicos para medir campos electromagnéticos, los cuales reportan una lectura de la variable electromagnética considerando el efecto combinado de todas las componentes de frecuencia que se encuentran dentro de su ancho de banda especificado. De la misma forma existen medidores de banda angosta que son un instrumento selectivo en frecuencia o sintonizable, los cuales permiten conocer la magnitud de la variable electromagnética medida (intensidad de campo eléctrico, magnético o densidad de potencia), debida a una componente de frecuencia o a una banda muy estrecha de frecuencias [47].

**4.6.1 Equipos usados en las mediciones de campos electromagnéticos.** Los equipos de medición están constituidos por un dispositivo medidor y un conjunto de sondas intercambiables, según la frecuencia y la unidad del campo que se quiera medir [49]. Existe un gran número de equipos para medición de campos electromagnéticos los cuales deben estar calibrados por el fabricante para su posterior uso, además el personal que lo manipule debe ser apto no solo para operar la instrumentación sino también en los procedimientos que aseguren la calidad de las mediciones. Existen diversos laboratorios y empresas que suministran servicios de medición y seguimientos a campos electromagnéticos, así como la comercialización de equipos calibrados y certificados de acuerdo con las exigencias de las autoridades y organismos competentes que acrediten la capacidad para realizar dichas labores verificando el cumplimiento de las normas, procedimientos y protocolos según los reglamentos de cada país.

En Colombia, con el incremento de la telefonía móvil, ha aumentado la intranquilidad de la comunidad por los riesgos de la instalación de torres de telefonía celular cerca de sus lugares de vivienda o trabajo. Esto se evidencia en la cantidad de quejas y reclamos, derechos de petición y tutelas recibidas por entidades de control. Debido a esta preocupación el Ministerio de Comunicaciones por medio del decreto 195 de 2005 estableció los límites de exposición de las personas a campos electromagnéticos y los requisitos únicos para las instalaciones de estaciones base de telefonía celular. A partir de la expedición del decreto se evidenció la necesidad de realizar

estudios y campañas de medidas locales que permitieran establecer el cumplimiento de la normatividad en el país. Por tanto el Ministerio de Comunicaciones y las diferentes empresas prestadoras de servicios de comunicación han iniciado mediciones de campos electromagnéticos con el fin de asegurar que los servicios y actividades de comunicación aseguren las distintas zonas de exposición a campos electromagnéticos y que el nivel de emisión de las estaciones no exceda el límite máximo de exposición correspondiente a su frecuencia de operación, según los valores establecidos en la normatividad vigente. En las diferentes mediciones realizadas se ha observado que los equipos más utilizados en Colombia tanto por el Ministerio de Comunicaciones como por las diferentes empresas privadas son el medidor de banda ancha (medidores de radiación selectiva), EMR 200, ELT 400, SR 3000 y el Emdex II, Modelo Miniport Receiver EB -200 y el medidor EMR 300 el cual posee varias sondas intercambiables, dependiendo de la variable a medir (campo eléctrico o magnético) y del rango frecuencia. Junto a estos equipos de medición se usan computadores portátiles como elemento de control y corazón de los sistemas, con un software para la automatización, adquisición y análisis de datos.

**4.6.2 Métodos usados en las mediciones de campos electromagnéticos a bases de telefonía móvil.** En los últimos años se han realizado diversos trabajos con el fin de determinar y cuantificar los campos electromagnéticos de las diferentes fuentes generadoras de campos electromagnéticos, dándose a conocer el desarrollo de un gran número de protocolos de medición, que usan como línea de base principal el protocolo estándar del Instituto de Ingeniería de Electricidad y Electrónica de los Estados Unidos (IEEE), aclarando que éste fue diseñado para caracterizar los campos magnéticos y eléctricos cerca a las líneas de potencia. A continuación se presenta una aproximación de un protocolo para la medición de campos electromagnéticos emitidos por las bases de telefonía móvil, a partir de la revisión bibliográfica, con el fin que pueda ser el punto de partida para el análisis y realización de lineamientos en otros estudios.

En Colombia el procedimiento a seguir para realizar mediciones de campos electromagnéticos de las bases de telefonía celular se reglamenta mediante el artículo 5 del Decreto 1645 del 2005, en donde se estipula:

- Establecer una hora adecuada de medición, de tal manera que refleje en lo posible un nivel nominal de alto tráfico o de utilización.
- Iniciar la toma de medidas en la zona ocupacional con la sonda de campo eléctrico a una distancia que presente una lectura significativa, tratando en lo posible de describir dos trayectos perpendiculares con respecto a la fuente radiante en forma de cruz con la sonda de medición ubicada a 1,70 m de altura.
- En caso de que la estación se encuentre ubicada en áreas circunvecinas de público general, se recomienda realizar un recorrido de medición por las áreas limítrofes determinando el nivel de lectura del instrumento.
- En caso de que los valores medidos superen en los recorridos los límites de exposición de la norma K.52, se realizarán mediciones promedio de 6 minutos, con el fin de estudiar su estabilidad en el tiempo.
- Con la información tomada, en el computador portátil, se podrán realizar gráficas de toma de medidas, indicando los niveles de campo normalizados respecto a los límites establecidos de exposición.
- Los datos son esenciales para caracterizar los parámetros de cumplimiento de las fuentes radiantes y como datos iniciales de entrada para las simulaciones que se requieren en análisis posteriores.
- Ubicación en el área de los puntos que se van a medir.
- En cada estación se deben analizar las características del emplazamiento para ubicar los puntos de medición más estratégicos tales como: salón de equipos, caseta del operador, puntos cercanos a la torre de la antena y área de público general, en caso que amerite por su cercanía.
- Configuración de equipos de medición.
- La medida inicial de verificación de límites de exposición requiere las medidas de banda ancha, de tal manera que se obtenga el efecto total de todas las fuentes radiantes posibles en el sitio. Por tal motivo se recomienda, que la configuración inicial del equipo, sea en medida de banda ancha y en lo posible, normalizada al estándar adoptado a nivel nacional (Recomendación UIT-T K.52, Norma ICNIRP).



#### **4.7 Aproximación a una estrategia de sensibilización a centros educativos de los efectos en salud que se generan por contaminación electromagnética y medidas preventivas.**

La docencia siempre se ha caracterizado por tener una gama de estrategias y técnicas orientadas al adelanto de las acciones educativas, que se revelan en el conocimiento adquirido por los estudiantes que mediante información, procedimientos y actitudes logran fortalecer cada uno de los diferentes grados de la ciencia. De este modo se puede decir que el inicio de cualquier estrategia educativa para una comunidad debe tener un conjunto de variables que incidan de forma explícita, en el producto educativo o sensibilizado, que posee variables como el facilitador o docente, la motivación y las relaciones en el aula, entre otras.

La estrategia de educación se fundamenta en el establecimiento de un medio de comunicación escrito (cartilla) que expone los conceptos básicos acerca de los mecanismos preventivos existentes y de las afectaciones que pueden ocasionar en la salud y en el ambiente las emisiones de ondas electromagnéticas generadas por las bases de telefonía móvil. La estrategia de comunicación educativa se desarrolló de forma didáctica y entendible teniendo en cuenta la población a la que va dirigida.

La estrategia de sensibilización está ampliamente justificada y soportada desde el punto de vista de la educación ambiental, puesto que “en el proceso de gestión y planeación de la educación en Colombia se establece el Proyecto Educativo Institucional PEI en la Ley 115 de 1994 [54], que es el direccionamiento administrativo y educativo de la institución y entre sus componentes pedagógicos ubica al Proyecto Ambiental Escolar PRAE como uno de los ejes transversales en la educación básica; además, de su estrecha relación en la transformación de las dinámicas socioculturales en las comunidades alrededor de la intervención ambiental.

La estrategia educativa presenta un esquema de sensibilización dirigido a la población escolar entre los 7 y 17 años (población seleccionada por ser la más vulnerable a recibir las radiaciones no ionizantes). Se toma como base dicha población teniendo en cuenta la aprobación del proyecto de acuerdo 440 del año 2008 del Consejo de Bogotá, por medio del cual se establece la política pública de regulación y control de la exposición a campos electromagnéticos en la ciudad de Bogotá [55]. Este proyecto busca entre otras cosas reglamentar la instalación de antenas de telefonía celular en el distrito capital minimizando la exposición a los campos electromagnéticos, reordenar el territorio de la ciudad y restringir la radiación electromagnética en zonas escolares, universitarias, de recreación, hospitalarias y lugares destinados a permanencia residencial predominantemente. Se espera que esta estrategia pueda ser ampliada en futuros estudios ambientales.

##### **4.7.1 Estrategia de comunicación educativa**

La estrategia de educación que se pretende realizar, es una herramienta teórico práctica que tiene como fin dar a conocer los principios básicos acerca del tema de la contaminación electromagnética desde la cotidianidad de la población estudiantil, así como instrumentos para mejorar los hábitos en la prevención de los efectos en salud generados por la misma. Dentro del contenido temático que se debe presentar en la cartilla de comunicación se encuentran:

- Definiciones.
- Conceptos básicos para la determinación de límites de exposición de radiación o ionizantes.
- Efectos en salud.
- Bases de telefonía móvil.
- Estrategias preventivas.

## **Conclusiones**

A partir de la construcción de la línea de base para la constitución de un plan ambiental por la contaminación electromagnética causada por emisiones de las bases de telefonía celular, se logró el reconocimiento bibliográfico de las bases teóricas con relación a emisiones electromagnéticas, de estudios epidemiológicos de los posibles efectos en la salud y el ambiente por la exposición a campos electromagnéticos así como, los estudios de mediciones en las bases de telefonía celular. Dicha síntesis conduce a concluir que muchos de los estudios a nivel epidemiológico poseen un tiempo de seguimiento que no permite hacer inferencias de los efectos que puedan causar las ondas de baja frecuencia en la salud.

A nivel ambiental las bases de telefonía móvil causan un cambio significativo en el paisaje que se ve reflejado en la identidad cultural de cada entorno en donde se encuentran ubicadas.

Los estudios realizados por las entidades mundiales como la Comisión Internacional para la Protección contra las Radiaciones No Ionizantes (CIPRNI) y la OMS, confirman que las antenas de telefonía móvil están entre 500 y 4000 veces por debajo de los valores límites establecidos internacionalmente y que no existe ninguna prueba científica convincente de que las débiles señales de RF (Gama de frecuencias del espectro radioeléctrico), procedente de las estaciones base y de tecnologías inalámbricas, tengan efectos adversos en la salud.

Las recomendaciones de la OMS están orientadas a las organizaciones y entidades gubernamentales encargadas de realizar o formular la reglamentación en cada país. La recomendación más relevante por parte de las organizaciones como OMS – IRPA – ICNIR – se orienta a acoger o adoptar el principio de precaución.

En Colombia se presentan pocos trabajos sobre temas técnicos, algunos hacen caracterización de bases de telefonía celular y medición. En ciudades como Bogotá, Bucaramanga, Pereira y Cali se han realizado mediciones de campos electromagnéticos, las cuales han reportado valores inferiores al 0.5% del límite establecido por la Comisión Internacional para la Protección de las Radiaciones No Ionizantes, ICNIRP (0.2 mW/cm<sup>2</sup>).

No se tiene una metodología estándar de medición de CEM, es decir se pueden aplicar métodos diferentes que pueden afectar la comparación.

Las entidades encargadas del control y medición de campos electromagnéticos en las bases de telefonía móvil utilizan diversos equipos de medición de diferentes empresas, los cuales deben estar debidamente calibrados. Dentro de los equipos más utilizados están el medidor de banda ancha (medidores de radiación selectiva), EMR 200, ELT 400, SR 3000 y el Emdex II, Modelo Miniport Receiver EB -200 y el medidor EMR 300.

## Bibliografía

- [1] Contaminación Electromagnética. Diciembre de 2008. [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Contaminaci%C3%B3n\\_electromagn%C3%A9tica&oldid=23339221](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Contaminaci%C3%B3n_electromagn%C3%A9tica&oldid=23339221).
- [2] Instituto Nacional de Ciencias de Salud Ambiental. Diciembre 2008. <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/electromagneticfields.html>.
- [3] International Commission On Non-Ionizing Radiation Protection. En: Recomendaciones para Limitar la Exposición a Campos Eléctricos, Magnéticos y Electromagnéticos (hasta de 300 GHz). p 4. 1988.
- [4] Organización Mundial de la Salud. Los Campos Electromagnéticos y la Salud Pública: las frecuencias extremadamente bajas (ELF). Enero de 2009. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs205/es/print.html>.
- [5] El Espectro Electromagnético. Diciembre de 2008. [http://www.espectrometria.com/espectro\\_electromagntico](http://www.espectrometria.com/espectro_electromagntico).
- [6] Niveles Típicos de Exposición en el Hogar y el Ambiente. Campos electromagnéticos en el hogar. Diciembre de 2008. <http://www.who.int/peh-emf/about/whatisEMF/en/index3.html>.
- [7] Ayala M, Juan. Ondas electromagnéticas y medio ambiente. En: lección de apertura del curso académico. p. 106. Valladolid 1994.
- [8] Plan de comunicación sobre la telefonía móvil. Noviembre de 2008. <http://www.localret.es/dret/iradioc/docs/pctm.pdf>.
- [10] Mástil Autosoportado para Antenas de Telecomunicaciones. Noviembre de 2008. <http://patentados.com/invento/mastilautosoportado-telecomunicaciones.html>.
- [11] Tipos de Torres. Noviembre de 2008. <http://www.construaprende.com/Telecomunicaciones/index.html>.

- [12] Instalación para exteriores. Enero de 2008. <http://www.wilac.net/tricalcar> .
- [13] Parámetros de Antenas. Diciembre de 2008. [http://www.upv.es/antenas/Documentos\\_PDF/Notas\\_clase/Tema\\_1.PDF](http://www.upv.es/antenas/Documentos_PDF/Notas_clase/Tema_1.PDF).
- [14] Antenas. Diciembre de 2008. <http://www.monografias.com/trabajos6/ante/ante.shtml>.
- [15] República de Colombia. Congreso de la República. Congreso de la República. Constitución Política de Colombia. 1991.
- [16] República de Colombia. Ministerio de Medio Ambiente. Ley 99 de 1993, Por el cual se adopta el Sistema Nacional Ambiental.
- [17] República de Colombia. Ministerio de Salud. Ley 09 de 1979, Por la cual se promueve la cobertura nacional de los servicios de telecomunicaciones.
- [18] República de Colombia, Ministerio de Comunicaciones. Ley 72 de 1989. Por la cual se adecuan procedimientos para la instalación de estaciones radioeléctricas y se dictan otras disposiciones.
- [19] República de Colombia, Ministerio de Comunicaciones. Decreto - Ley 1900 de 1990 Por el cual se reforman las normas y estatutos que regulan las actividades y servicios de telecomunicaciones y afines.
- [20] República de Colombia, Ministerio de Salud. Decreto - Ley 1295 de 1994 Por el cual se determina la organización y administración del Sistema General de Riesgos Profesionales.
- [21] República de Colombia, Ministerio de Comunicaciones. Decreto 252 de 1995. Se aprueban la "Constitución de la Unión Internacional de Telecomunicaciones.
- [22] República de Colombia, Ministerio de Comunicaciones. Decreto 195 de 2005, Por el cual se adopta límites de exposición de las personas a campos electromagnéticos, se adecuan procedimientos para la instalación de estaciones radioeléctricas y se dictan otras disposiciones.
- [23] República de Colombia, Ministerio de Comunicaciones. Resolución 1645 de 2005. Por la cual se determinan la expedición de los parámetros para evaluar la conformidad de las estaciones radiofrecuencia.
- [24] Organización Mundial de la Salud. ¿Qué es el proyecto CEM?. Noviembre 2008. [http://www.who.int/peh-emf/project/EMF\\_Project/es/index.html](http://www.who.int/peh-emf/project/EMF_Project/es/index.html).
- [25] La protección sanitaria frente a los campos electromagnéticos. Enero de 2009. <http://scielop.org/applications/scielo-org/sso/loginScielo.php?lang=es.html>.
- [26] Estableciendo un Diálogo sobre los Riesgos de los Campos Electromagnéticos. Enero de 2009. [http://www.who.int/peh-emf/publications/emf\\_handbook\\_spanish.pdf](http://www.who.int/peh-emf/publications/emf_handbook_spanish.pdf) .
- [27] Los campos electromagnéticos y la salud pública: estaciones de base y tecnologías inalámbricas. Diciembre de 2008. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs304/es/print.html>.
- [28] Consideraciones metodológicas y análisis simple de los estudios transversales /Cross sectional. Noviembre de 2008. <http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IsisLILACS&la&neion=lnk&exprSearch=dexSearch=ID>.
- [29] Los Campos Electromagnéticos de las líneas de Alta Tensión. Noviembre de 2008. [http://www.gea-es.org/electromagnetismo/ponencia\\_electrom.html](http://www.gea-es.org/electromagnetismo/ponencia_electrom.html).
- [30] Alta tensión y sus efectos en salud. Diciembre de 2008. <http://www.portaldelmilenio.com.ar/editorial/altatension/index.html>.
- [31] Las Bajas Frecuencias. Diciembre de 2008. <http://www.higieneocupacional.com.br/download/bajas-frecuencias.rtf>.

- [32] Ondas Electromagnéticas y cáncer en niños. Noviembre de 2008. [http://www.ataonline.org.ar/bibliotecavirtual/documentos\\_utilies/cem\\_feb.pdf](http://www.ataonline.org.ar/bibliotecavirtual/documentos_utilies/cem_feb.pdf).
- [33] Estudio Hispano-Austriaco del posible efecto sobre la salud por la exposición de Radiofrecuencias provenientes de las Estaciones Base de Telefonía Móvil. Noviembre de 2008. <http://antenano.getxo.googlepages.com/EstudioHispano-Austriaco.doc>.
- [34] Santini R y Danze JM. Guide Pratique Européen Des Pollutions Electromagnétiques de l'environnement. Embourg (Belgique). Éditions Marco Pietteur. p. 239. 2000.
- [35] Extremely low frequency fields. Diciembre de 2008. [http://www.who.int/peh-emf/standards/EMF\\_standards\\_framework%5b1%5d.pdf](http://www.who.int/peh-emf/standards/EMF_standards_framework%5b1%5d.pdf).
- [36] Radiación no ionizante de sistemas de telefonía celular móvil: La percepción de la población, la disparidad de los estándares y el monitoreo de gran escala. Noviembre de 2008. [www.citefa.gov.ar/soluciones\\_tecno/Antenas/Radiacion\\_Telefo\\_Movil\\_Celular.pdf](http://www.citefa.gov.ar/soluciones_tecno/Antenas/Radiacion_Telefo_Movil_Celular.pdf)
- [37] Medición de campos electromagnéticos en redes de distribución: experiencias en Cuba. Diciembre de 2008. [http://www.cepis.ops-oms.org/bvsasv/e/red/reunion6/pages/Act\\_Cientificas/ponencias\\_Radiaciones/.pdf](http://www.cepis.ops-oms.org/bvsasv/e/red/reunion6/pages/Act_Cientificas/ponencias_Radiaciones/.pdf).
- [38] Mediciones y evaluación de las radiaciones no ionizantes de cuarenta estaciones bases de servicios de comunicaciones móviles. Diciembre de 2008. <http://www.inictel.gob.pe/dit/radiaciones/pdf/ART-IN-UNMSM-WEB-INICTEL.pdf>.
- [39] Situación actual de la contaminación electromagnética no ionizante en Colombia. Diciembre de 2008. [www.utp.edu.co/php/revistas/ScientiaEtTechnica/docsFTP/123140427-432.pdf](http://www.utp.edu.co/php/revistas/ScientiaEtTechnica/docsFTP/123140427-432.pdf).
- [40] Medición de Campos Electromagnéticos en la Ciudad de Cali – Colombia. Julio de 2008. [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-076&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-076&lng=es&nrm=iso)
- [41] Medidas de parámetros de incidencia de campos electromagnéticos sobre sistemas biológicos en el rango de frecuencia de 50 MHz A 1 GHz. Diciembre 2008. <http://dspace.icesi.edu.co/dspace/bitstream/item/829/1/s&t5-art4.pdf>.
- [42] Análisis de irradiación electromagnética en las inmediaciones de una radio base sectorizada en condiciones andinas. Diciembre 2008. [www.uis.edu.co/portal/administracion/publicaciones/revista\\_ingenierias/volumenes/3/vol3\\_num2/vol3\\_num2\\_art\\_2.pdf](http://www.uis.edu.co/portal/administracion/publicaciones/revista_ingenierias/volumenes/3/vol3_num2/vol3_num2_art_2.pdf).
- [43] Contaminación Electromagnética. Pruebas y cambios en la legislación. Abril 2008. [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=coi%C3%B3n\\_elea%C3%Agtn=8](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=coi%C3%B3n_elea%C3%Agtn=8).
- [44] Norms and standards for radiofrequency electromagnetic fields in Latin America. Enero 2008. [http://www.scielosp.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S102&en&nrm=iso](http://www.scielosp.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S102&en&nrm=iso).
- [45] IEEE Std C951-1991 – 1999 Edition. IEEE Standard for Safety Level With Respect to Human Exposure to Radiofrequency Electromagnetic Fields, 3 KHz to 300GHz. Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. New York, 1992.
- [46] IEEE Std C95.1-1991 – 1999 Edition. IEEE Standard for Safety Level With Respect to Human Exposure to Radiofrequency Electromagnetic Fields, 3 K. Hz to 300GHz. Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. New York, 1992.
- [47] Organización Mundial de la Salud. Proyecto internacional de campos electromagnéticos: Estándares Mundiales de Campos electromagnéticos. Enero 2008. <http://www.who.int/docstore/peh-emf/EMFStards/who-0102/Worldmap5.htm>.
- [48] Manual de seguridad para operaciones con riesgo de exposición a radiofrecuencias. Enero 2008.

<http://www.sprl.upv.es/msradiofrecundias2.htm#p3>.

- [49] República de Colombia, Ministerio de Comunicaciones. Circular 270 Instalación de estaciones radioeléctricas de telecomunicaciones. Emitida a la comunidad en general. Marzo de 2007.
- [50] Glosario de Términos. Definiciones de radiaciones no ionizantes. Enero de 2009. <http://www.supertel.gov.ec/radiaciones/paginas/glosario.htm>.
- [51] Equipos de medición de campo electromagnético Diciembre de 2008. [http://www.radiansa.com/electromagnetica/campos\\_electromagneticos/medido.htm](http://www.radiansa.com/electromagnetica/campos_electromagneticos/medido.htm)
- [52] Equipos de Laboratorio y Pruebas para la Industria. Diciembre de 2008. [http://www.twilight.com.mx/OE/Medidor\\_Campo\\_Magnetico/EMF.htm](http://www.twilight.com.mx/OE/Medidor_Campo_Magnetico/EMF.htm).
- [53] Analizadores de campos de baja frecuencia, medidas selectivas y medidas en banda ancha. Enero de 2009. <http://www.safety-test-solutions.de/1/cont.php?pit=4>.
- [54] Analizadores de Campos de Alta Frecuencia, Medidores de Radiación Selectiva. Enero de 2009. <http://www.narda-sts.de/1/content.php?pit=22003>.
- [55] Republica de Colombia, Congreso de Colombia. Ley 115 de 1994. Por la cual se expide la Ley General de Educación.
- [56] Concejo de Bogotá. Proyecto de acuerdo No 440 de 2008. Por medio del cual se establece la política pública de regulación y control de la exposición a campos electromagnéticos en la ciudad de Bogotá. p.2. 2008.
- [57] Electro polución y la Nocividad de la Telefonía Móvil. Noviembre de 2008. <http://ecoboletin.blogia.com/-electropoion-y-la-nocividad-de-la-telefonía-movil.php>.
- [58] La contaminación electromagnética y sus efectos sobre la salud. Noviembre de 2008. <http://dsostenible.com.ar/tecnologias/impacto/index.html>.
- [59] Las antenas móviles si son peligrosas. Diciembre de 2008. [http://www.dsalud.com/numero36\\_4.htm](http://www.dsalud.com/numero36_4.htm).