

FUNDAMENTOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN LABORATORIO QUE CERTIFIQUE NIVELES DE INTENSIDAD DE CEM-NI EN COLOMBIA

Foundations for the implementation of a laboratory that certifies levels of intensity of EMF-NI in Colombia

RESUMEN

Se presentan en este trabajo los aspectos que fundamentan la implementación de un laboratorio que esté en capacidad de certificar los niveles de intensidad de campos electromagnéticos no ionizantes (CEM-NI) con base en la aplicación de normas nacionales e internacionales; todo esto dentro del contexto del proyecto de investigación que actualmente desarrolla el grupo de electrofisiología de la Universidad Tecnológica de Pereira titulado "Campos electromagnéticos no ionizantes – Medición, certificación, evaluación del riesgo y estudio piloto".

PALABRAS CLAVES: Campo electromagnético, certificación, frecuencia, implementación, laboratorio, normas, radiación no ionizante.

ABSTRACT

Are presented in this work the issues underpinning the implementation of a laboratory that is able to certify the intensity levels of non-ionizing electromagnetic fields based on the implementation of national and international standards, all of this within the context of the research project which is currently developing entitled Universidad Tecnológica de Pereira electrophysiology group "Non ionizing Electromagnetic fields - measurement, certification, risk assessment and pilot study".

KEYWORDS: Certification, deployment, electromagnetic field, frequency, laboratory, non-ionizing radiation, standards.

1. INTRODUCCIÓN

Los estudios sobre la incidencia de los campos electromagnéticos (CEM) sobre el organismo y los posibles efectos nocivos para el medio ambiente y la salud de las personas ha sido tema de investigación en los últimos 50 años. El interés general en el tema ha aumentado conforme han aumentado los avances tecnológicos, el uso de diversas tecnologías que generan CEM artificiales, en ambientes industriales, públicos y domésticos, pero sobre todo el aumento en la demanda que han tenido todos los dispositivos de radiocomunicaciones, la telefonía celular, las estaciones base, la tecnología inalámbrica, que incluye tecnología Wi-fi, Wimax, 3G, LTE, DECT y bluetooth, han contribuido en despertar el interés por parte de la comunidad internacional en estudiar los posibles efectos sobre la salud y el medio ambiente que tienen los campos electromagnéticos no ionizantes existentes en el entorno. Las investigaciones realizadas enfocadas a determinar los efectos sobre la salud de los CEM de diversas frecuencias, llevaron a que en 1998 la Comisión Internacional sobre Protección contra la Radiación No Ionizante (ICNIRP) en colaboración con la Organización Mundial de la Salud (OMS) definieran los límites de exposición humana permitidos a CEM con rangos de frecuencias hasta los 300GHz, la cual ha sido la guía para la gran cantidad de estudios que se han venido realizando en todo el mundo [1]. Hasta el momento se han publicado

LUIS ENRIQUE LLAMOSA R.

Magister en física
Profesor titular Depto de física
Director
Grupo de Electrofisiología
Universidad Tecnológica de Pereira
lellamo@utp.edu.co

NATALIA NIETO B.

Ingeniera física
Estudiante de la maestría en sistemas integrados de gestión de la calidad – Facultad de Ing. Industrial
Grupo de Electrofisiología
Universidad Tecnológica de Pereira
natican614@gmail.com

gran cantidad de artículos científicos sobre los efectos biológicos de los CEM, aunque el resultado de dichas investigaciones no ha permitido concluir que la exposición prolongada a CEM de frecuencias hasta los 300GHz tenga alguna relación con la proliferación de distintos tipos de enfermedades como cáncer, leucemia, cataratas, trastornos mentales, entre otros, tampoco permiten afirmar que no exista contribución alguna al desarrollo de dichas enfermedades. La Organización Mundial de la Salud en su proyecto Internacional CEM opina: "Se ha realizado una extensa investigación sobre los posibles efectos en la salud de la exposición a muchas partes del espectro de frecuencias, incluso teléfonos móviles y estaciones base. Todas las revisiones realizadas hasta ahora han indicado que las exposiciones dentro de los límites recomendados en las normas CEM de ICNIRP (1998), que cubren todo el rango de frecuencia de 0-300 GHz, no producen ningún efecto adverso en la salud conocido. Sin embargo, hay vacíos en el conocimiento que deben ser resueltos antes de que se puedan realizar mejores evaluaciones de riesgo para la salud." [2] En el caso Colombiano el Ministerio de Minas y Energía por medio del Reglamento Técnico para Instalaciones Eléctricas [3] y el Decreto 195 de 2005 [4] reglamentan los límites permitidos de exposición a radiaciones en el rango de frecuencias de 0Hz a 300GHz. El interés por parte del Estado es el de garantizar y controlar que todas las personas gocen de un ambiente sano, así como garantizar la seguridad de los trabajadores y de todas las

personas en general en la prevención de accidentes y enfermedades en sus lugares de trabajo y en sus hogares. El problema en Colombia radica en el desconocimiento que existe acerca de los niveles de radiación a los que se encuentran expuestas las personas en los distintos ambientes públicos, laborales y domésticos, debido a que, aunque existan las normas, tanto nacionales e internacionales, que limiten los valores de exposición a los CEM, no existen organismos en Colombia que verifiquen y certifiquen los niveles de intensidad permitidos emitidos por las entidades prestadoras de servicios de radiocomunicaciones y los distintos sistemas de comunicación que a diario se utilizan. Por tal razón es indispensable y necesario contar con entidades que realicen la medición de CEM en lugares de trabajo, en los hogares y en el ambiente público de manera que se pueda certificar el cumplimiento de los límites de exposición humana decretados en la legislación vigente.

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

En el ambiente existen ondas electromagnéticas, generadas por diversas fuentes naturales y artificiales, las cuáles son transmitidas de un lugar a otro gracias a los campos electromagnéticos y son estas ondas las cuales rigen el comportamiento de casi todos los fenómenos y manifestaciones que existen en el planeta. James Clerk Maxwell en 1873 formuló la teoría de los campos electromagnéticos dependientes del tiempo, con lo que se pudo tener una visión unificada de los diferentes fenómenos electromagnéticos, también demostró que las ondas electromagnéticas se propagan con la misma velocidad de la luz. Durante el periodo de 1885 y 1889 Henrich Hertz produjo y detectó las ondas electromagnéticas, también, realizó una serie de experimentos en los que estudió los fenómenos de reflexión, refracción, polarización e interferencia, midió su velocidad de propagación, la cuál era igual a la velocidad de la luz, demostrando así que un campo electromagnético se propaga en el vacío con una velocidad igual a la de la luz. El conocimiento aportado por estos dos grandes científicos, sobre la forma de producción, de propagación y de absorción de las ondas electromagnéticas, fue el que sentó las bases y abrió el camino hacia el desarrollo de los modernos métodos de comunicación con los que se cuenta actualmente. [5]

Una onda electromagnética se produce por la variación en algún lugar del espacio de las propiedades eléctricas y magnéticas de la materia. Las partículas cargadas (electrones y protones) y los efectos que tienen las cargas unas sobre otras generan en el espacio vacío a su alrededor campos electromagnéticos. Los campos eléctrico y magnético implican cargas eléctricas en movimiento. Cuando una carga eléctrica experimenta una fuerza, la cual se debe a la presencia de otras cargas en reposo, se genera un campo eléctrico, si la carga eléctrica se encuentra en movimiento se produce un campo

magnético además del campo eléctrico. Existen diversas fuentes de generación de campos electromagnéticos; las tormentas son un ejemplo de generación de campos electromagnéticos naturales ya que acumulan cargas eléctricas en distintas zonas de la atmósfera. De igual manera existen también fuentes que son generadas por el hombre como son la electricidad, los rayos X, las radiocomunicaciones, entre otros, las cuales funcionan bajo el mismo principio de cargas en movimiento. Teniendo en cuenta las fuentes de generación artificiales de campos electromagnéticos, se define que los campos eléctricos tienen su origen en diferencias de voltaje y los campos magnéticos tienen su origen en las corrientes eléctricas. Un campo eléctrico existe aunque no haya corriente. Cuando hay corriente, la magnitud del campo magnético cambiará con el consumo de poder, pero la fuerza del campo eléctrico quedará igual (Información que proviene de Electromagnetic Fields, publicado por la Oficina Regional de la OMS para Europa (1999)) [6]. Al enchufar un cable eléctrico en una toma de corriente se generan campos eléctricos en el aire que rodea al aparato eléctrico. Cuanto mayor es la tensión, más intenso es el campo eléctrico producido. Como puede existir tensión aunque no haya corriente eléctrica, no es necesario que el aparato eléctrico esté en funcionamiento para que exista un campo eléctrico en su entorno [6]. Los campos magnéticos se generan únicamente cuando fluye la corriente eléctrica. En este caso, coexisten en el entorno del aparato eléctrico campos magnéticos y eléctricos. Cuanto mayor es la intensidad de la corriente, mayor es la intensidad del campo magnético. La transmisión y distribución de electricidad se realiza a tensión alta, mientras que en el hogar se utilizan tensiones bajas. Las tensiones de los equipos de transmisión de electricidad varían poco de unos días a otros; la corriente de las líneas de transmisión varía en función del consumo eléctrico. Las ondas electromagnéticas se encuentran clasificadas de acuerdo a su efecto al interactuar con la materia y a dos características muy importantes, que son la frecuencia y la longitud de onda, en lo que se conoce como el espectro electromagnético (Figura 1).

Los efectos que tienen los campos electromagnéticos sobre la salud y la materia en general dependen principalmente de la frecuencia de propagación de las ondas electromagnéticas. Las ondas electromagnéticas son transportadas por partículas llamadas cuantos de luz. Algunas ondas electromagnéticas transportan tanta energía por cuanto de luz que son capaces de romper los enlaces entre las moléculas [6], de manera que emiten mayor radiación hacia el medio. Por tal razón el espectro electromagnético se encuentra clasificado según sea el tipo de radiación que emiten, en radiación ionizante y radiación no ionizante, de la siguiente manera [5]:

Ondas de radiofrecuencia. Comprende frecuencias entre unos pocos Hz hasta $10^9 Hz$. Estas ondas, utilizadas en televisión y radio, son generadas por dispositivos electrónicos, principalmente circuitos oscilantes. Se utilizan también en técnicas como la creación de imágenes mediante resonancia magnética nuclear.

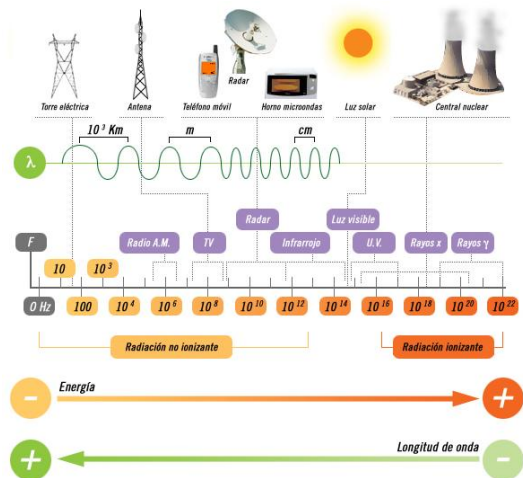


Figura 1. Espectro Electromagnético.

Fuente: tomado de <http://www.um.es/docencia/barzana/IMG/TEORIA/espectro-em.jpg>

Microondas. El intervalo de frecuencias es desde 10^9 Hz hasta 3×10^{11} Hz. Estas ondas se utilizan en sistemas de radar y otros sistemas de comunicaciones, así como en el análisis de detalles muy finos de la estructura atómica y molecular; también son generados mediante dispositivos electrónicos. La región de las microondas se conoce también como UHF (Ultra alta frecuencia con respecto a la radiofrecuencia).

Espectro Infrarrojo. El intervalo de frecuencias es de 3×10^{11} Hz hasta 4×10^{14} Hz. La región está subdividida en tres: el infrarrojo lejano, de 10^{-3} m a 3×10^{-5} m; el infrarrojo central, de 3×10^{-5} m a 3×10^{-6} m; y el infrarrojo cercano, que se extiende hasta 7.8×10^{-7} m aproximadamente. Estas ondas son producidas por moléculas y cuerpos calientes cuyos átomos son excitados térmicamente. Tienen mucha aplicación en la industria, la medicina, la astronomía, etc.

Luz o espectro visible. Se extiende en el rango de frecuencias de 4×10^{14} Hz hasta 8×10^{14} Hz. La luz es producida por átomos y moléculas como resultado de ajustes internos en el movimiento de sus componentes, principalmente de los electrones. Las diferentes sensaciones que produce la luz en el ojo, llamadas colores, dependen de la frecuencia de la onda electromagnética.

Rayos ultravioleta. Comprende frecuencias que van desde 8×10^{14} Hz hasta 3×10^7 Hz, aproximadamente. Estas ondas son producidas por átomos y moléculas excitados, así como por descargas eléctricas. Su energía es del orden de magnitud de la implicada ionización de átomos y la disociación molecular. El sol es una fuente muy potente de radiación ultravioleta, así mismo los técnicos los producen por medio de lámparas de vapor de mercurio. También son utilizados en algunas aplicaciones médicas y en procesos de esterilización.

Rayos X. Esta parte del espectro se extiende desde frecuencias entre 3×10^{17} Hz y 5×10^{19} Hz. Los rayos X

actúan sobre los átomos y moléculas de las sustancias por las que se propagan, produciendo disociación e ionización. Se utilizan en diagnóstico médico debido a que los huesos y tejidos tienen diferente absorción de rayos X, y esto permite obtener un contraste claramente definido sobre una placa fotográfica. También, como resultado de los procesos moleculares que inducen, ocasionan graves daños a organismos y tejidos vivos. Por esta razón los rayos X se utilizan en el tratamiento contra el cáncer, para destruir el tejido enfermo, aunque una pequeña cantidad de este tipo de radiación puede destruir también tejidos sanos; por eso, una exposición a grandes dosis de rayos X puede ocasionar una destrucción suficiente para producir enfermedad e incluso la muerte.

Rayos γ (Gamma). Estas ondas electromagnéticas son de origen nuclear. El intervalo de frecuencias correspondiente va desde 3×10^{18} Hz hasta más de 3×10^{22} Hz. La radiación γ se produce en muchas sustancias radiactivas y se encuentra en grandes cantidades en los reactores nucleares y en la radiación cósmica. No es absorbida fácilmente por la mayoría de las sustancias, pero cuando un organismo viviente la absorbe, produce en él graves efectos. Aun así, los rayos γ se utilizan para tratar algunas formas de cáncer.

2.1 Situación de las investigaciones sobre los efectos de los campos electromagnéticos.

El interés mundial sobre la incidencia y los posibles efectos nocivos para el medio ambiente y la salud de las personas a la exposición prolongada a campos electromagnéticos (CEM) no ionizantes, ha aumentado conforme han aumentado los avances tecnológicos, el uso de diversas tecnologías que generan CEM artificiales, en ambientes industriales, públicos y domésticos, pero sobre todo el aumento en la demanda que han tenido todos los dispositivos de radiocomunicaciones (telefonía celular, tecnología inalámbrica, etc). Existe una extensa base de datos sobre investigaciones científicas de organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, que se han dedicado al estudio de los riesgos y efectos que tienen los CEM en la salud, entidades como la Comisión Internacional sobre Protección contra la Radiación No Ionizante (ICNIRP), la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Agencia de Seguridad Nuclear y Protección contra la Radiación de Australia (ARPANSA), el Comité Científico sobre Riesgos sanitarios emergentes y recientemente identificados (SCENIHR), la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI), entre otros, han contribuido a la formación del conocimiento actual.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) los efectos biológicos son respuestas medibles del organismo o células a estímulos o cambios externos, que pueden ser normales, como lo es el aumento del ritmo cardíaco después de beber, aunque la exposición prolongada a campos electromagnéticos podría constituir un riesgo para la salud, debido a que el cuerpo podría no tener mecanismos adecuados para compensar estos cambios, lo que aumenta la incertidumbre y preocupación por

demostrar la relación entre la exposición prolongada a CEM y los efectos adversos en la salud.

Muchos de los resultados y conclusiones que se han obtenido, van desde defectos reproductivos a enfermedades cardiovasculares y neuro-degenerativas. En el 2001 un grupo de trabajo conformado por científicos expertos de la Agencia Internacional de Investigación del Cáncer de la OMS (IARC) revisó estudios relacionados a la carcinogenicidad de los CEM estáticos y de frecuencias extremadamente bajas (FEB) lo que condujo a clasificar los CEM FEB como posibles cancerígenos en seres humanos basados en estudios epidemiológicos de leucemia en niños. Ahora los estudios de los efectos a la exposición de CEM del orden de las radiofrecuencias (RF) no causan efectos adversos a la salud. Aunque algunos científicos han reportado efectos menores provenientes del uso de los teléfonos móviles, incluyendo cambios en la actividad cerebral, tiempo de reacción y problemas de sueño [7]. En el encuentro Regional sobre los CEM, Latinoamérica y el Caribe, se planteó que aunque los CEM del orden de las radiofrecuencias no generan cáncer si pueden potenciar el crecimiento de tumores preexistentes.[8]

Según la OMS en su informe [6]: “para evaluar un posible efecto perjudicial para la salud de los CEM, es esencial realizar un conjunto de estudios diversos en diferentes campos de investigación. Estos estudios pretenden identificar los mecanismos basados en los cambios moleculares o celulares que produce el CEM, los cuales darían pistas sobre cómo se transforma una fuerza física en una acción biológica en el organismo. En estos estudios, las células individuales o tejidos estudiados se retiran de su medio vital normal, lo que puede desactivar posibles mecanismos de compensación.”

Según Barnabas Kunsch, del centro de investigación austríaco de Seibersdorf, afirma: “en la sociedad moderna, la ausencia de pruebas de los efectos perjudiciales no parece ser suficiente. Al contrario, cada vez se reclama con mayor insistencia que se demuestre la inexistencia de estos efectos”. Aunque los actuales resultados de las investigaciones no confirman que la exposición a CEM de radiofrecuencias tengan algún efecto nocivo en la salud, la inquietud y las investigaciones futuras están enfocadas en determinar si la exposición prolongada pueda influenciar y perjudicar de alguna forma el bienestar de las personas.

2.2 Antecedentes normativos. Aunque los resultados de las pruebas científicas impiden asociar los efectos nocivos en la salud con la exposición a campos electromagnéticos, en 1998 la Comisión Internacional sobre Protección contra la Radiación No Ionizante (ICNIRP) en colaboración con la Organización Mundial de la Salud (OMS) elaboraron unas directrices en donde se definieron los límites de exposición humana permitidos a CEM con rangos de frecuencias hasta los 300GHz. Esta guía contempla y limita dos tipos de

exposición la ocupacional y la del público en general, los cuales son mostrados en la Tabla 1.

	Frecuencia de la red eléctrica europea	Frecuencia de estaciones base de telefonía móvil	
Frecuencia	50 Hz	50 Hz	900 MHz
	Campo eléctrico (V/m)	Campo magnético (μ T)	Densidad de potencia (W/m^2)
Límites de exposición para la población	5.000	100	4,5
Límites de exposición ocupacionales	10.000	500	22,5

Tabla 1. Límites de exposición recomendados por la ICNIRP. Fuente: ICNIRP, EMF guidelines, Health Physics 74, 494-522(1998)

En Latinoamérica solo diez países regulan los límites de exposición permitidos para las radiaciones no ionizantes. Algunos establecieron dichos límites según las recomendaciones del Instituto Nacional de Normas de los Estados Unidos (American National Standards Institute, ANSI) aprobadas en 1974 [9], otros por las directrices entregadas por la ICNIRP, como es el caso de Colombia. En Colombia es deber del gobierno garantizar que la población goce de un ambiente sano y controlar los posibles riesgos para la salud, tal y como está definido dentro de la Constitución Política Nacional en el marco de los derechos colectivos y del ambiente, en los artículos 79 y 80, por los cuales todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano y corresponde al Estado prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental. Además del artículo 56 del decreto-ley 1295 de 1994, el cual reglamenta, que le corresponde al estado expedir las normas reglamentarias técnicas, tendientes a garantizar la seguridad de los trabajadores y de la población en general en la prevención de accidentes de trabajo y enfermedad profesional y ejercer la vigilancia y control de todas las actividades para la prevención de los riesgos profesionales. Además el artículo 149 de Ley 09 de 1979 reglamenta: “todas las formas de energía radiante, distintas 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”. Lo que llevó a que en Abril de 2004 el Ministerio de Minas y Energía expidiera el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas, en el cual el artículo 14 define los requisitos y los límites de intensidad de CEM en las zonas donde permanece el público en general. Además en Enero de 2005 el presidente de la República estableció el Decreto 195 por el cual se adoptan límites de exposición de las personas a campos electromagnéticos y se adecuan los procedimientos para la instalación de estaciones radioeléctricas. Este decreto debe ser aplicado a quienes

presten servicios y/o actividades de telecomunicaciones en la gama de frecuencias de 9 KHz a 300 GHz.

Por parte del Instituto Colombiano de Normalización Técnica (ICONTEC), no existe ninguna normativa ni ningún procedimiento estandarizado para medir los Campos electromagnéticos generados por las Instalaciones Eléctricas y las empresas de telefonía móvil. Aunque si están contempladas las siguientes normas Técnicas de gran importancia para el establecimiento de laboratorios que realizan ensayos y a su vez certifiquen a otras organizaciones el cumplimiento con los requisitos normativos legales, que son:

Norma Técnica Colombiana NTC-ISO/IEC 17020 [10]. Esta norma es la adecuación para Colombia de la norma internacional ISO/IEC 17020 la cual establece y especifica los criterios generales para el funcionamiento de los diversos tipos de organismos imparciales que realizan inspección. La norma está destinada para ser usada por organismos de inspección y los correspondientes organismos de acreditación, así como por otros organismos relacionados con el reconocimiento de la competencia de los organismos de inspección.

Norma Técnica Colombiana NTC-ISO/IEC 17025 [11]. Esta norma adecuada de la norma internacional ISO/IEC 17025, establece los requisitos generales que los laboratorios de ensayo y calibración deben cumplir para demostrar que disponen de un Sistema de gestión de calidad, que son técnicamente competentes y que son capaces de producir resultados técnicamente válidos y confiables. Tiene en cuenta los ensayos y las calibraciones que se realizan utilizando métodos normalizados, métodos no normalizados y métodos desarrollados por el propio laboratorio.

3. METODOLOGÍA

La metodología que se debería seguir para implementar un laboratorio que certifique niveles de intensidad de CEM-NI en Colombia sería la siguiente:

Se deberán diseñar los procedimientos de medición de campos electromagnéticos no ionizantes (CEM-NI) en ambientes públicos y laborales, que incluye medición de intensidad en equipos de telefonía móvil, equipos inalámbricos, estaciones base y centrales eléctricas. Para esto se deberá identificar los instrumentos de medición de campos electromagnéticos más adecuados para realizar las medidas necesarias que cumplan con las necesidades y capacidades del laboratorio.

Se realizará el diseño del sistema de gestión de la calidad para el laboratorio teniendo en cuenta las directrices establecidas en la Norma Técnica NTC-ISO/IEC 17025, una vez se tenga establecido e implementado dicho sistema, con base en la norma NTC-ISO/IEC 17020 se realizará una revisión que permita reconocer los criterios requeridos para que el laboratorio pueda ser acreditado como ente de inspección y certificación reconocido, con el fin de implementar y darle cumplimiento a dichos requisitos.

Los objetivos a cumplir serían los siguientes.

Objetivo general: Diseñar, de acuerdo a las normas NTC-ISO/IEC 17020 y NTC-ISO/IEC 17025, el Sistema de Gestión para un laboratorio de medición y verificación de niveles de intensidad de campos electromagnéticos (CEM) no ionizantes producidos por los diversos dispositivos electromagnéticos utilizados en el hogar y en las comunicaciones, que certifique el cumplimiento de los límites de exposición a CEM reglamentados para ambientes públicos y zonas laborales en Colombia.

Objetivos específicos:

Determinar los requisitos necesarios para que un laboratorio pueda realizar medición y certificación, con base en las normas NTC ISO 17020 y NTC ISO 17025.

Diseñar e implementar los procedimientos de medición de intensidad de campos electromagnéticos no ionizantes para baja (60Hz) y alta frecuencia (radiofrecuencias), según los protocolos internacionales y nacionales existentes.

Diseñar el sistema de gestión de Calidad para un laboratorio de verificación y certificación de niveles de intensidad de CEM de acuerdo a las normas NTC ISO 17020 y NTC ISO 17025.

Realizar la correspondiente acreditación del laboratorio.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Actualmente Colombia no se encuentra vinculado a nivel Internacional en la participación de ningún proyecto investigativo sobre el estudio de los posibles efectos que tienen los CEM sobre el organismo, e históricamente el interés nacional ha sido poco, aunque en abril de 2004 el Ministerio de Minas y Energía expidió el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas [3], en donde el artículo 14 define los requisitos y los límites de intensidad de CEM en zonas donde puede permanecer público en general. De igual manera en el año 2005 se expidió el decreto 195 el cual define los límites de exposición de las personas a CEM producidos por las estaciones radioeléctricas en la gama de frecuencias de 9KHz a 300GHz. Por parte del Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC) no se presenta ningún tipo de normativa o guía que defina los requisitos y limite los niveles de exposición a CEM.

La falta de implementación de procedimientos de medición de CEM en ambientes públicos y laborales por parte de entidades gubernamentales y entidades prestadoras de servicios de comunicaciones y la falta de interés general en investigar los posible efectos nocivos que tiene la exposición a CEM, hace que sea necesario el montaje de un laboratorio que mida y a su vez certifique los niveles de intensidad de los CEM no ionizantes emitidos por los distintos dispositivos electromagnéticos utilizados comúnmente y las antenas y estaciones base que posibilitan la comunicación. Para garantizar que el laboratorio tiene implementado un modelo de gestión organizacional que facilita que los resultados de la

medición obtenidos por el laboratorio sean técnicamente válidos, es de gran importancia, además de cumplir con las normas legales, diseñar un estándar de gestión de calidad, por medio de la Norma Técnica Colombiana NTC ISO/IEC 17025 [11], que permita cumplir con los requisitos generales de competencia en las distintas actividades de calidad, administrativas y técnicas que involucra el funcionamiento del laboratorio. De igual manera es necesario implementar la Norma Técnica Colombiana NTC ISO/IEC 17020 [10] con el fin de satisfacer los requisitos y criterios generales para poder realizar la inspección y certificación del cumplimiento de los límites de exposición humana decretados en las normas Nacionales e Internacionales vigentes. Por lo anterior la implementación de este laboratorio es de gran pertinencia e importancia regional y nacional, para garantizar la salud y tranquilidad de todas las personas.

5. BIBLIOGRAFÍA

- [1] *Guidelines for limiting exposure to time-varying Electric, Magnetic, and Electromagnetic fields (up to 300 GHz)*. International commission on non-ionizing radiation protection. Health Physics 74 (4):494-522; 1998.
- [2] ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. El Proyecto Internacional CEM [En línea]. <<http://www.who.int/peh-emf/es/>> [Citado el 20 de Marzo]
- [3] COLOMBIA. MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. Resolución No.18 0398. (7 de Abril de 2004). Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE. Bogotá, D.C.,: El Ministerio, 2004. p 41.
- [4] COLOMBIA. MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL, MINISTERIO DE COMUNICACIONES, MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Decreto 195. (31 de Enero de 2005). Por el cual se adopta límites de exposición de las personas a campos electromagnéticos, se adecuan procedimientos para la instalación radioeléctrica y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial. Bogotá D.C., 2005. No. 45808. p. 1-16.
- [5] ALONSO, Marcelo. FINN, Edward. Física. México: Addison Wesley, 1995. p. 527-680.
- [6] ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, "Qué son los campos electromagnéticos? [En línea]. <<http://www.who.int/peh-emf/about/WhatisEMF/es/>> [Citado el 20 de Marzo]
- [7] ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Capítulo 1. Campos electromagnéticos y salud pública: La evidencia presente.
- [8] Encuentro regional sobre los campos electromagnéticos, Latinoamérica y el Caribe, Lima-Perú, Marzo 2001.
- [9] SKCVARCA, J. AGUIRRE, A. Normas y estándares aplicables a los campos electromagnéticos de radiofrecuencias en América Latina: guía para los límites de exposición y los protocolos de medición. Revista Panamericana Salud Pública. 2006; 20(2/3):205-12.
- [10] *Norma Técnica Colombiana NTC-ISO/IEC 17020. Criterios Generales de Acreditación. Competencia técnica de las entidades que realizan inspección*. Instituto colombiano de normas técnicas y certificación. Bogotá D.C.: El Instituto, 2005. 30 p.
- [11] *Norma Técnica Colombiana NTC-ISO/IEC 17025. Requisitos Generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración*. Instituto colombiano de normas técnicas y certificación. Bogotá D.C.: El Instituto, 2005. 49 p.
- [12] *Efectos en la Salud y teléfonos móviles*. Agencia de seguridad nuclear y protección contra la radiación de Australia (ARPANSA). [En línea]. <<http://www.arpansa.gov.au/mobilephones/index.cfm>> [Citado el 7 de Abril]
- [13] APONTE, Guillermo. ESCOBAR, Adolfo. et al. Medición de campos electromagnéticos en la ciudad de Cali. Revista Información Tecnológica Vol. 18 No. 3, 2007, p. 39-47. Cali, Colombia. ISSN: 718-0764
- [14] *Possible effects of Electromagnetic Fields (EMF) on Human Health*. Comité científico sobre riesgos sanitarios emergentes y recientemente identificados (SCENIHR).
- [15] Comisión internacional sobre protección a la radiación no ionizante. [En línea]. <<http://www.icnirp.de/what.htm>> [Citado el 7 de Abril]
- [16] Explicación de la Serie CEM. [En línea]. <<http://www.emfexplained.info/spa/>> [Citado el 15 de Abril].
- [17] UNITED STATES OF AMERICA. Institute of Electrical and Electronics Engineers. *IEEE recommended practice for radio frequency safety programs, 3 kHz to 300 GHz*. New York: IEEE. 2006.