



## TRABAJO TEÓRICO EXPERIMENTAL

### Análisis del campo magnético en una institución hospitalaria

#### Analysis of the magnetic field in a hospital institution

Janet Carvajal de la Osa<sup>1</sup>

Ignat Pérez Almirall<sup>1</sup>

Miguel Castro Fernandez<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Tecnológica de la Habana, Cujae, Cuba.

E-mail: [janetco@automatica.cujae.edu.cu](mailto:janetco@automatica.cujae.edu.cu)

Recibido: enero de 2018

Aprobado: mayo de 2018

Licencia de uso y distribución Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 4.0 Internacional.



#### RESUMEN/ABSTRACT

Los daños ocasionados por el exceso de la radiación de campos electromagnéticos se han convertido en un problema de salud mundial, siendo los niños unos de los mas propensos a contraer enfermedades por esta causa. En este trabajo se comprobó el ambiente electromagnético de cuatro cubículos de internamiento de la sala de terapia intensiva del hospital pediátrico "William Soler". Se utilizó para este propósito un gaussímetro modelo Emdex II para realizar las mediciones, herramientas informáticas para procesar los datos obtenidos en ellas y las recomendaciones del 2010 emitidas por la Comisión Internacional Para La Protección Contra Las Radiaciones No Ionizantes (por sus siglas en inglés ICNIRP) como patrón para hacer comparaciones, las mediciones se realizaron según protocolos descritos en literaturas científicas y acorde con lo recomendado por la normas epidemiológicas del Ministerio de Salud Pública (MINSAP) cubano. Los valores medidos no sobrepasaron a los recomendados por la ICNIRP.

**Palabras clave:** Campos electromagnéticos; daños a la salud humana; institución hospitalaria.

*The damage caused by excess to electromagnetic fields radiations are the global health problem being the children the most, affected by this reason. In this work was checked the electromagnetic environment of 4 internment cubicle of "William Soler" Hospital intensive therapy room, for its purpose was used Emdex II gaussimeter in order to make measurements, computer tools to process the data obtained in them and the recommendation emitted by international commission for the protection against non-ionizing radiation (ICNIRP) in 2010 as a standard for comparisons, the measurements were made according to the established by protocol in scientific literature, according to epidemiology standard of Cuban Health Ministry. The result of the measurement obtained were lower than recommended by ICNIRP, so the result are positive.*

**Key words:** electromagnetic fields; human health damage; hospital institution..

#### INTRODUCCIÓN

Los daños causados por los campos electromagnéticos han sido declarados por la Organización Mundial de la Salud (OMS), como un problema de salud mundial. Siendo los niños y los trabajadores del sector eléctrico los más estudiados por los científicos de todo el mundo.

Las primeras sospechas acerca de esto se obtuvieron en la antigua Unión Soviética por un grupo de científicos dirigidos por Korobkova[1], los que observaron extrañas alteraciones entre la salud de los trabajadores de las empresas donde la exposición a campos electromagnéticos era prolongada y constante. Estas observaciones no se hicieron evidentes hasta que los doctores Wertheimer y Ed Leeper [2] realizaron estudios a niños, los que fueron secundados por otros grupos de científicos a lo largo de las dos décadas siguientes, entre los que se encontraron David Savitz [3], S.J.London [4], María Feychting y Anders Ahlbom [5], entre otros.

Estos estudios realizados en los finales del pasado siglo, tanto en Europa como América, exponían que los campos electromagnéticos de baja frecuencia podían actuar sobre las células, mediante mecanismos que provocaban, a determinados frecuencias y a largo plazo, afecciones tanto a nivel celular, hormonal, como genético, pues afectaban la composición de las sustancias que formaban las proteínas del ADN [6, 7].

Recientemente se han desarrollado investigaciones a nivel mundial, que corroboran las realizadas anteriormente y se realizan nuevos hallazgos, como por ejemplo, en las investigaciones dirigidas por Martin L. Pall, Neil Cherry [8], Olle Johansson [9], J.F. Bolten [10], Karipidis [11], Solano y Saiz [12], entre otros.

Debido a estos hallazgos, la OMS, que en 1998 decidió realizar recomendaciones acerca de los límites de este tipo de radiación y que le encomendó la tarea a la ICNIRP, decidió en 2010 actualizar las mismas, revisarlas y corregir estos límites [13]. Recomendaciones estas, que están siendo utilizadas por países de todo el mundo como guía para confeccionar sus normativas.

En Cuba desde los años 80 y hasta la fecha, científicos como Barceló Pérez [14] y Suarez Cabrera [15], investigaron lugares de trabajo y efectos sobre los trabajadores y la población, uniéndoseles otros grupos investigativos de diferentes regiones y sectores, dirigidos por Hidalgo de la Paz[16], Pérez Alejo[17], Castro Fernández [18, 19], Revueltas Agüero [20] y Déas Yero [21, 22], entre otros. Aunque a pesar de ello, no se tiene conocimiento de una normativa o regulación vigente sobre este tema en nuestro país.

Debido a que se ha comprobado el daño que ocasionan la exposición prolongada a este tipo de radiación y a la ausencia de una normativa acerca de este tema en nuestro país, es necesario comprobar si las instituciones hospitalarias responden a esos límites recomendados por la ICNIRP; para así trazar estrategias de protección a las personas que deambulan, trabajan o son atendidos en las mismas.

## MATERIALES Y METODO

Para la realización del trabajo, se utilizará un gaussímetro de la marca EMDEX II, para realizar la medición del campo magnético, cuyas características se muestran en la tabla 1, y en la figura 1.

**Tabla1. Características del gaussímetro EMDEX II.**

<b>Propósito de la medición</b>	<b>Medición de campos magnéticos</b>
<b>Datos mostrados</b>	<b>Medición actual</b>
<b>Rango</b>	0,1 - 3,000 mG (0,01 - 300 $\mu$ T)
<b>Resolución</b>	0,1 mG (0,01 $\mu$ T)
<b>Precisión típica</b>	$\pm 1 - 2\%$
<b>Frecuencia</b>	Ancho de banda : 40 - 800 Hz Harmónico : 100 - 800 Hz
<b>Tiempo máximo para tomar muestra</b>	1,5 Segundos
<b>Pantalla (mG o mT)</b>	Alfanumérico 8- caracteres
<b>Método de medición</b>	RMS tiempo real
<b>Tipo de batería y tiempo de uso</b>	Alcalina: 9 V 7 días



**Fig.1. Gaussmetro EMDEX II, utilizado para realizar las mediciones.**

También se utilizarán herramientas informáticas para realizar el procesamiento de los datos como son el programa Matlab R2010b (Versión 7.11) para realizar el mapeo de los valores obtenidos en la medición, el programa Visio 2010 para realizar los croquis de los locales, el programa Excel que posee el paquete del Office 2010 para realizar las gráficas de comparación, y el programa Statgraphics plus versión 5 para procesar estadísticamente los datos obtenidos y validar los resultados. También se utilizará la recomendación de la ICNIRP emitida en el año 2010 [13], como herramienta para comparar los valores obtenidos en la medición con los que en ella se recomiendan; pues la misma ha sido la que más recientemente ha revisado sus límites de exposición y además la que trabaja en conjunto con la OMS para tratar los problemas de las radiaciones no ionizantes y la salud.

#### **Metodología de la investigación**

- Como primer paso de la investigación se debe caracterizar el hospital y las áreas donde se realizará la medición con respecto a la infraestructura física e infraestructura tecnológica.
- Como segundo paso se obtendrán los croquis de cada área, para ubicar los puntos necesarios para la realización de las mediciones y mapear los valores obtenidos a través de colores. Este mapeo se utilizará para obtener los puntos de donde procede la contaminación en el área.
- Luego se establecerán las condiciones de los locales a fin de conocer cuáles son nuestras variables a controlar y cuales a medir.
- Seguidamente se realizarán las mediciones en cada una de las áreas escogidas de la siguiente manera:
  1. Definir zonas de interés para las mediciones.
  2. Realizar una malla rectangular metro a metro de dimensión  $n \times m$  equivalente a una matriz como se muestra en la figura 2 e ir desplazando el equipo de medición sobre cada punto de la malla para realizar un promedio espacial, midiendo en modo discreto (punto a punto), para posteriormente realizar un promedio de los valores obtenidos.
  3. Las mediciones de campo magnético se comenzarán a realizar por la esquina contraria y más alejada de la puerta de entrada, a favor de las manecillas del reloj y en forma de zigzag como se puede apreciar en la figura 2. Se coloca el gaussímetro a un metro de distancia sobre el nivel del suelo y con un metro de distancia entre cada punto de medición. Los valores de la medición se tomarán a esta altura por ser a la que generalmente se encuentran situados la mayor cantidad de órganos en el cuerpo de las personas de estatura promedio. Además, por ser la altura que toma la ICNIRP en su protocolo para realizar las pruebas que dan los límites de sus recomendaciones [23, 24].

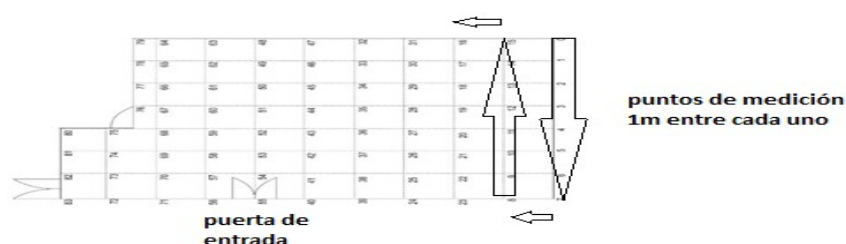


Fig. 2. Ejemplo del recorrido utilizado para realizar la medición.

- La medición se repetirá cinco veces y los valores se plasmarán en tablas que luego se procesarán a través de análisis estadístico, con el fin de dar veracidad a los valores de contaminación electromagnética determinado en las condiciones establecidas
- Como quinto paso se compararán los promedios obtenidos a través del procesamiento de los datos con las recomendaciones de la ICNIRP 2010, para conocer el estado de la contaminación del área y si los niveles sobrepasan los recomendados. Los resultados de la comparación se mostrarán a través de una gráfica.

### RESULTADO Y DISCUSIÓN

1. Se obtuvieron las características de estructura y tecnológica de las salas de terapia y el régimen de trabajo del equipamiento a que estaban sometidas las mismas al momento de la medición, como se muestra en la tabla 2:

Tabla 2. Características de estructura y tecnológica de las salas de terapia

Sala #	# cama tipo	Equipos médicos por cada cama				
		Ventilador pulmonar	Nebulizador	Bomba de infusión	Monitor multiparámetro	Bomba perfusora
1	1-cuna térmica	x		x	x	
	2-cama	x			x	
	3-cama	x			x	
	4-cama				x	
	5-cama				x	
2	4 camas y 1 cuna térmica	*	*	*	*	*
3	5 camas	*	*	*	*	*
4	1-cama				x	
	2-cama				x	
	3-cama	x			x	
	4-cama	x			x	
	5-cama				x	

(\*) Significa que los equipos están conectados y en espera para su funcionamiento.

En la tabla 2, se muestran las salas 1 y 4 con características de trabajo diferentes a las 2 y 3. Esto es debido a que no existían pacientes internados al momento de la medición.

Se obtuvo el plano de la planta o croquis con el que se realizó la malla de medición, la zona coloreada en rojo es el área de interés, como se muestra en la figura 3.



Fig. 3. Plano de la planta obtenido por los autores partiendo del programa Visio.

2. A partir del plano anterior se trazó el recorrido a seguir en cada sala, como está descrito en la metodología para realizar las mediciones y que se muestra a continuación en la figura 4.
- 3.

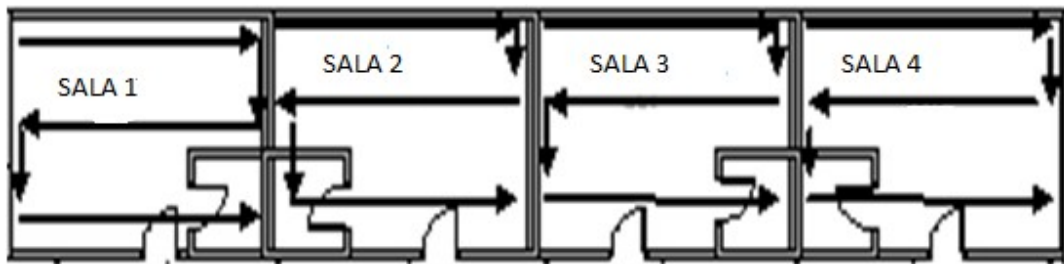


Fig. 4. Recorrido seguido para realizar las mediciones.

4. Teniendo definidos los aspectos anteriores se procede a realizar las mediciones. Con los valores obtenidos en cada punto medido durante los cinco días en que se realizaron las mediciones, se calculó el promedio en cada sala.
5. Con los promedios de cada punto calculados, se confeccionó un mapa de colores que se muestra en las figuras 5, 6, 7, 8. Los colores rojos nos indican los puntos con los valores más altos de radiación medidos.

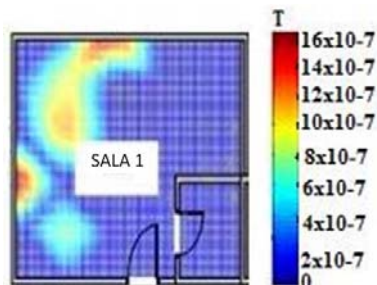


Fig.5. Representación de los valores promedios, a través de un mapa de colores, obtenidos en T en las mediciones en la sala1 durante cinco días de medición

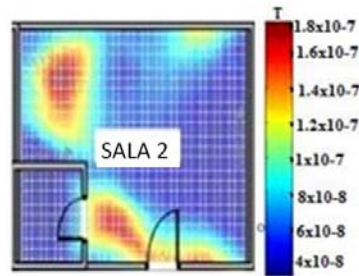


Fig. 6. Representación de los valores promedios obtenidos en T en las mediciones en la sala 2 durante cinco días de medición.

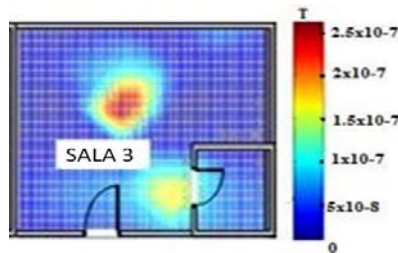


Fig.7. Representación de los valores promedios obtenidos en T en las mediciones en la sala 3 durante cinco días de medición.

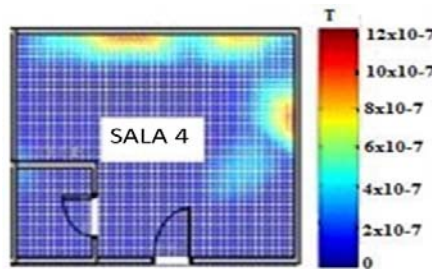


Fig.8. Representación de los valores promedios obtenidos en T en las mediciones en la sala 4 durante cinco días de medición.

Con los valores obtenidos se realizó un análisis estadístico por muestreo aleatorio simple, teniendo en cuenta que existe un rango de  $\pm 2.0 \times 10^{-7}$  Tesla [T] donde deben estar ubicados los valores de las estadísticas obtenidas para que se comporte acorde a una distribución normal. Si los valores obtenidos a través del análisis no concuerdan dentro de este rango entonces se anulan los resultados.

- Para la sala 1 los resultados se muestran en la tabla 3 :

**Tabla 3.** Resultados obtenidos en el análisis estadístico para la sala 1

Promedio	$2,28 \times 10^{-5}$ T
Desviación Estándar	$4,14 \times 10^{-7}$ T
Error Estándar	0,30%
Intervalo de Confianza	95,0%
Muestra	180

- Para la sala 2 los resultados se muestran en la tabla 4:

**Tabla 4.** Resultados obtenidos en el análisis estadístico para la sala 2.

Promedio	$7,1 \times 10^{-6} \text{ T}$
Desviación Estándar	$4,2 \times 10^{-8} \text{ T}$
Error Estándar	0,031%
Intervalo de Confianza	95,0%
Muestra	180

- Para la sala 3. los resultados se muestran en la tabla 5:

**Tabla 5.** Resultados obtenidos en el análisis estadístico para la sala 3.

Promedio	$5,1 \times 10^{-6} \text{ T}$
Desviación Estándar	$4,6 \times 10^{-8} \text{ T}$
Error Estándar	0,034%
Intervalo de Confianza	95,0%
Muestra	180

- Para la sala 4 los resultados se muestran en la tabla 6:

**Tabla 6.** Resultados obtenidos en el análisis estadístico para la sala 4.

Promedio	$2,01 \times 10^{-6} \text{ T}$
Desviación Estándar	$3,18 \times 10^{-7} \text{ T}$
Error Estándar	0,23%
Intervalo de Confianza	95,0%
Muestra	180

El análisis de los datos permitió validar que los valores promedios de campo magnético obtenidos, son valores confiables para un 95% de las veces que se repitan las mediciones en esta muestra, si los mismos se encuentran entre:

- En la sala 1 entre  $1,68 \times 10^{-7} \text{ T}$  y  $2,9 \times 10^{-7} \text{ T}$  y la desviación estándar entre los valores  $3,75 \times 10^{-7} \text{ T}$  y  $4,61 \times 10^{-7} \text{ T}$ .
- En la sala 2 entre  $6,20 \times 10^{-8} \text{ T}$  y  $7,4 \times 10^{-8} \text{ T}$  y la desviación estándar entre los valores  $3,8 \times 10^{-8} \text{ T}$  y  $4,7 \times 10^{-8} \text{ T}$ .
- En la sala 3 entre  $4,4 \times 10^{-8} \text{ T}$  y  $5,7 \times 10^{-8} \text{ T}$  y su desviación estándar entre los valores  $4,2 \times 10^{-8} \text{ T}$  y  $5,1 \times 10^{-8} \text{ T}$ .
- En la sala 4 entre  $1,7 \times 10^{-7} \text{ T}$  y  $2,64 \times 10^{-7} \text{ T}$ , y la desviación estándar entre  $2,88 \times 10^{-7} \text{ T}$  y  $3,55 \times 10^{-7} \text{ T}$ .

Tomando los valores promedios obtenidos a través de nuestro análisis y comparándolos con las recomendaciones de la ICNIRP cuyos valores son,  $2 \times 10^{-4} \text{ T}$  para el límite ocupacional y  $1 \times 10^{-3} \text{ T}$  para la población en general obtenemos la gráfica que exponemos en la figura 9.

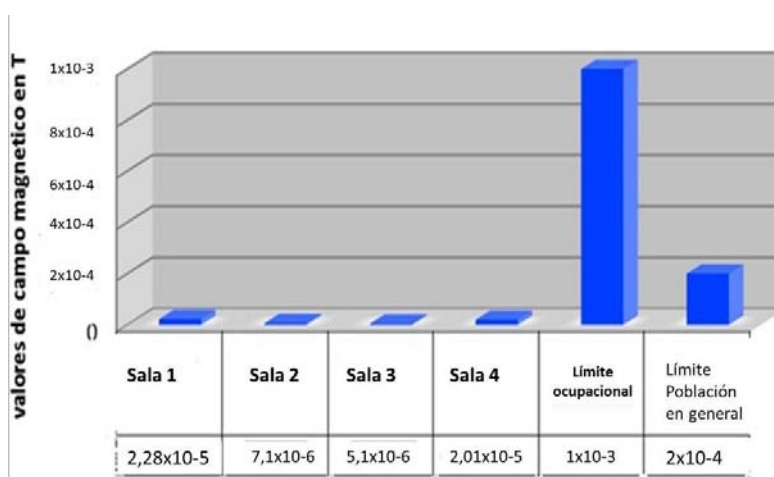


Fig. 9. Gráfica que muestra los valores obtenidos mediante la medición y los límites recomendados por la ICNIRP 2010.

Como se observa los valores promedios medidos no sobrepasan los límites recomendados por la ICNIRP.

Con respecto a los valores que pudieran causar interferencia con los equipos médicos y su funcionamiento, se puede plantear que los promedios encontrados, no sobrepasan al valor que establece la norma IEC60601-1-2 (2004), pero que está dentro del principio de evitación prudente mantener una vigilancia sobre este aspecto.

## CONCLUSIÓN

Se puede concluir, observando los resultados obtenidos, que la contaminación electromagnética está presente independientemente de las condiciones de trabajo. Que los valores de radiación que llegan a las personas en una misma área pueden ser diferentes, pues esta depende de si están en movimiento o ubicados en un mismo lugar y del tiempo en que se encuentren en él.

También se puede plantear que al comparar, con las recomendaciones de la ICNIRP 2010, los valores de campo electromagnético y sus promedios, son inferiores a los recomendados, por lo que no existen problemas de riesgo por exceso de radiación.

## REFERENCIAS

- [1] V. P. Korobkova., M. Yu. A, M. D. Stolarov, and Y. A. Yakub., "Influence of the electric field in 500 and 750 kV switchyards on maintenance staff and means for its protection," *CIGRE Paper* vol. 23, 1972. [consultado diciembre 2016 ,disponible en : <http://www.cigre.org/Events>, [https://e-cigre.org/publication/23-06\\_1972-influence-of-electric-field-in-500-and-750-kv-switchyards-on-maintenance-staff-and-means-for-its-protection](https://e-cigre.org/publication/23-06_1972-influence-of-electric-field-in-500-and-750-kv-switchyards-on-maintenance-staff-and-means-for-its-protection)
- [2] Wertheimer N and Leeper E, " Fetal loss associated with two seasonal sources of electromagnetic field exposure.," *Am J Epidemiol*, vol. 129, p. 220-4, 1989, [consultado en febrero del 2017] Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2910064>.
- [3] Savitz DA, Pearce NE, and Poole C, "Methodological issues in the epidemiology of electromagnetic fields and cancer," *Epidemiol Rev* vol. 11, p. 59-78, 1989. ISSN 019936X, [consultado en Febrero de 2017].Disponible en: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-0024459499&origin=inward&txGid=7a11066cee58f812af8c289cf04e2caf>
- [4] London SJ, Thomas DC, and Bowman JD et al, "Exposure to residential and magnetic fields and risk of childhood leukemia," *Am J Epidemiol*, vol. 134, p. 923-37, 1991. [consultado en enero de 2017], disponible en: <https://academic.oup.com/aje/article-abstract/134/9/923/185381?redirectedFrom=fulltext>, <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aje.a116176>



- [5] Feychting M and Ahlbom A, "Magnetic fields and cancer in children residing near Swedish high-voltage power lines," *Am J Epidemiol* vol. 138, p. 467-81, 1993. [consultado en septiembre 2016], disponible en : <https://academic.oup.com/aje/article-abstract/138/7/467/151494>; <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aje.a116881>
- [6] R. Welti, "La interacción de campos electromagnéticos de ebf con sistemas biológicos," in *Segundas Jornadas de Trabajos con Tensión*, Rosario, 1999 [consultado en diciembre de 2016] disponible en: [http://www.fceia.unr.edu.ar/fceia1/publicaciones/numero6/articulo2/Campos\\_Electro.htm](http://www.fceia.unr.edu.ar/fceia1/publicaciones/numero6/articulo2/Campos_Electro.htm)
- [7] Méndez Alberto, Román Francisco, and Ramírez Antonio, "Alteraciones fisiológicas por exposición crónica a intensos campos electromagnéticos no ionizantes," *Acta Médica Colombiana*, vol. 20, 1995. ISSN: 0120-2448, [consultado en enero de 2017], disponible en : <http://www.actamedicacolombiana.com/anexo/articulos/v20n5a2.pdf>
- [8] N. J. Cherry, "EMF/EMR reduces melatonin in animals and people," *Research Archive* 2002 . [consultado en enero de 2017]. disponible en: <https://hdl.handle.net/10182/3906>. [http://www.neilcherry.nz/documents/90\\_b1\\_EMR\\_Reduces\\_Melatonin\\_in\\_Animals\\_and\\_People.pdf](http://www.neilcherry.nz/documents/90_b1_EMR_Reduces_Melatonin_in_Animals_and_People.pdf)
- [9] U. Fragopoulou, Y. Grigoriev, O. Johansson, L. Margaritis, L. Morgan, E. Richter, *et al.*, "Panel científico sobre riesgos electromagnéticos campo de la salud: elementos de consenso, recomendaciones y fundamentos.," *Rev Salud Ambiental.*, vol. 25, p. 307-17, 2010. [consultado en enero 2017] disponible en : <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21268443>, <http://emfsafetynetwork.org/wp-content/uploads/2011/02/Scientific-panel-on-EMF-Health-Risks.pdf>.
- [10] J. F. . Bolte, C. Baliatsas, T. Eikelboom, and I. van Kamp, "Everyday exposure to power frequency magnetic fields and associations with non-specific physical symptoms," *Environmental Pollution* vol. 196, p. 224-229, 2014, doi:10.1016/j.envpol.2014.10.011,[consultado en noviembre de 2016], disponible en: <https://www.emf-portal.org/en/article/26173>
- [11] K. K. . Karipidis, "Assessment of bias in a survey of residential magnetic fields in Melbourne, Australia," *Radiat Prot Dosimetry*, vol. 163, p. 92-101, 2015. DOI: 10.1093/rpd/ncu147, [consultado en noviembre de 2016], disponible en : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24789916>
- [12] M. Ángel Solano Vérez and J. Sáiz Ipiña, "Efectos biológicos del campo electromagnético," in *Conceptos básicos de Electromagnetismo*, ed. España Universidad De Cantabria, 2015, p. 37[consultado en diciembre de 2016], disponible en: [https://ocw.unican.es/pluginfile.php/1926/course/section/2221/apuntes\\_4.pdf](https://ocw.unican.es/pluginfile.php/1926/course/section/2221/apuntes_4.pdf)
- [13] ICNIRP, "GUIDELINES FOR LIMITING EXPOSURE TO TIME VARYING ELECTRIC AND MAGNETIC FIELDS (1 HZ – 100 KHZ),," *HEALTH PHYSICS*, vol. 99, p. 818-836, 2010. [consultado en septiembre de 2016], disponible en : <https://www.icnirp.org/cms/upload/publications/ICNIRPLFgdl.pdf>
- [14] R. Guzmán Piñeiro, C. Barceló Pérez, N. Taureaux Díaz, G. Reyes Secades, and I. Moncada Rodríguez, "Estudio caso-control sobre factores de riesgo de la leucemia infantil en Ciudad de La Habana," *Rev Cubana Hig Epidemiol*, vol. 45, 2007. [consultado en Septiembre de 2016], disponible en : [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1561-30032007000100006](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032007000100006), ISSN 1561-3003
- [15] R. Suárez Cabrera, G. M. López Pumar, N. Cabrera Cruz, and O. Sarduy Vega, "Estudio de mortalidad entre miembros de la Asociación Nacional de Jubilados Eléctricos de Cuba. Ciudad de la Habana 1990-2003," *Revista Cubana de Salud y Trabajo*, vol. 8, p. 22-27, 2007. [consultado en enero de 2017] disponible en : [http://bvs.sld.cu/revistas/rst/vol8\\_1\\_07/rst04107.pdf](http://bvs.sld.cu/revistas/rst/vol8_1_07/rst04107.pdf) , ISSN 1991-9395
- [16] A. Hidalgo de Paz, M. González Deben, and A. Quiñonez Ceballos, "Acción del campo magnético de baja frecuencia en la cicatrización de la piel, ," *Rev Cubana Invest Bioméd*, vol. 20, 2001.[consultado en septiembre de 2016], disponible en : <http://scielo.sld.cu/pdf/ibi/v20n3/ibi03301.pdf>, ISSN 1561-3011.
- [17] J. L. Pérez Alejo and R. Miranda Leyva, "Radiaciones electromagnéticas y salud en la investigación médica,," *Revista Cubana de Medicina Militar*, vol. 39, p. 35-43, 2010[consultado en septiembre de 2016], disponible en : [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0138-65572010000100005](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0138-65572010000100005), ISSN 1561-3046.
- [18] M. Castro, R. de la Caridad Perera, J. Pedrouzo, and A. Escobar, "Medición de campos electromagnéticos en redes de distribución: Experiencias en Cuba," *Ingeniería Energética*, vol. XXVII, p. 40-46, 2006. [consultado en septiembre de 2016], disponible en : [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_serial&pid=1815-5901](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_serial&pid=1815-5901), ISSN 1815-5901
- [19] M. Castro, G. Aponte, R. d. I. C. de la Caridad Perera, A. Escobar, J. Pedrouzo, and D. Cortina, "Campos electromagnéticos y salud: Exposición a CEM de baja frecuencia en oficinas y laboratorios de computación," *Rev Energética*, vol. XXVIII, 2007. [consultado en septiembre 2016], disponible en : [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_serial&pid=1815-5901](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_serial&pid=1815-5901), ISSN 1815-5901

- [20] M. Revueltas Agüero, I. Avila Roque, R. Baqués Merino, and R. C. Beltrán Reguera, "Los campos electromagnéticos de frecuencia extremadamente baja y su impacto sobre la salud de los seres humanos," *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, vol. 52, p. 210-227, 2014. [consultado en septiembre de 2016], disponible en : [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1561-30032014000200007](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032014000200007), ISSN 1561-3003
- [21] D. Deás Yero, F. Gilart González, and L. Beira Fontaine, "Caracterización del ambiente electromagnético en Salas de Rehabilitación," in *Convención Internacional de Ciencias Técnicas*, MEDISAN vol.20 no.8, Cuba, 2016. [consultado en septiembre de 2016], disponible en : [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1561-30032014000200007](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032014000200007), ISSN 1561-3003
- [22] D. Deás Yero, F. Gilart González, and D. Quintana Revilla, "Caracterización de los niveles de exposición a campos electromagnéticos durante el tratamiento con diatermia," *MEDISAN*, vol. 17, p. 908, 2013. [consultado en septiembre 2016], disponible en [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1029-30192013000600004&script=sci\\_abstract](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1029-30192013000600004&script=sci_abstract), ISSN 1029-3019
- [23] A. Escobar-Ordoñez, J. O. Silva, and H. Cadavid, "Mapeo del Campo Magnético de Frecuencia Industrial en un Ambiente Hospitalario," *Revista Tecnológicas*, vol. 24, 2010. p 71-83 ISSN-e 0123-7799, [consultado en septiembre 2016], disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5062910>
- [24] A. E. H. B. Guillermo Aponte, Alberto Mora, "Evaluación del campo magnético al que están expuestos los trabajadores de subestaciones y circuitos energizados de las empresas de energía," in *III Congreso Internacional sobre Trabajos con Tensión y Seguridad en Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica 17 al 20 de abril de 2007*, Potrero de los Funes, Argentina 2007. [consultado en septiembre 2016], disponible en: [http://sg.cier.org.uy/Publicaciones/Revista.nsf/0a293b20eacdf8a903257133003ea67d/2c086a23d2f768068325769c0063af96/\\$FILE/02\\_EvaluacionCMagnetico.pdf](http://sg.cier.org.uy/Publicaciones/Revista.nsf/0a293b20eacdf8a903257133003ea67d/2c086a23d2f768068325769c0063af96/$FILE/02_EvaluacionCMagnetico.pdf)