



## TRABAJO TEÓRICO-EXPERIMENTAL

# Análisis de la interferencia electromagnética generada por equipos médicos en una unidad de cuidados intensivos neonatal

## *Analysis of electromagnetic interference generated by medical equipment in a neonatal intensive care unit*

Yenisel Díaz Roller<sup>1</sup>, Natacha Rubia Lazo<sup>2</sup>, Janet Carvajal de la Osa<sup>1, \*</sup>, Miguel Castro Fernández<sup>1</sup>, Ignat Perez Almirall<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad tecnológica de la Habana ``José A Echeverría`` CUJAE, La Habana, Cuba.

<sup>2</sup> Centro de Neurociencias de Cuba CNEURO, La Habana, Cuba.

\*Autor de correspondencia: [janetco@automatica.cujae.edu.cu](mailto:janetco@automatica.cujae.edu.cu)

Recibido: 4 de enero del 2021

Aprobado: 25 de abril del 2021

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



### RESUMEN/ABSTRACT

La interferencia en el área de cuidados intensivos neonatales, se debe en su mayoría a la aglomeración de los equipos médicos con los que debe contar el paciente para salvar su vida. El objetivo de este trabajo es analizar el comportamiento del campo magnético generado por los equipos médicos, según su colocación y cantidad, en un área de cuidados neonatales. Para la realización de la misma se utilizó un gaussímetro, siguiendo una metodología de medición, utilizada por este equipo de trabajo en investigaciones anteriores. Se obtuvo como resultado que el ambiente electromagnético del área cumple con las recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección contra las Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP), pero no con los límites normados por la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) para compatibilidad electromagnética. Se emitieron recomendaciones para la disminución de estos valores, concluyendo que la separación entre equipos es el método más recomendable y efectivo.

**Palabras clave:** compatibilidad electromagnética, equipos médicos, interferencia, Unidad de cuidados intensivos.

*The interference in the neonatal intensive care area is mainly due to the crowding of medical equipment that the patient must count on to save his life. The objective of this work is to analyze the behavior of the magnetic field generated by medical equipment, according to its placement and quantity, in a neonatal care area. To carry it out, a gaussmeter was used, following a measurement methodology used by this team in previous research. It was obtained as a result that the electromagnetic environment of the area complies with the recommendations of the International Commissions on non-ionizing Radiation Protection (ICNIRP), but not with the limits established by the International Electrotechnical Commission (IEC) for electromagnetic compatibility. Recommendations were issued to reduce these values, concluding that the separation between equipment is the most recommended and effective method.*

**Key words:** *electromagnetic compatibility, medical equipment, interference, intensive care unit.*

### INTRODUCCIÓN

Los campos electromagnéticos son fuentes de radiación no ionizante que están presente durante el funcionamiento de cualquier equipo eléctrico, es por este motivo que su radiación es inevitable y solo puede ser disminuida con el aumento de la distancia a ellos. Las unidades de cuidados intensivos neonatales (UCI-N) o áreas de cuidados posnatales deben ser áreas de bajo riesgo en general.

Cómo citar este artículo:

Yenisel Díaz Roller, *et al.* Análisis de la interferencia electromagnética generada por equipos médicos en una unidad de cuidados intensivos neonatal.

2021, vol. 42, n. 2, mayo/agosto. ISSN:1815-5901.

Sitio de la revista: <http://rie.cujae.edu.cu/index.php/RIE>

Los neonatos pretérmino o con afecciones en el proceso del nacimiento, en su mayoría, llevan para su recuperación gran cantidad de equipos médicos asociados al diagnóstico provisto por el galeno. Generalmente estos se colocan alrededor de las incubadoras a distancias a veces propiciadas por el fabricante. Es en este contexto que la aparición de campos electromagnéticos se hace presente y debido a que los mismos son invisibles al ojo humano, son incapaces de ser detectados sin un equipo de medición.

### **Campo electromagnético, interferencia y riesgo tecnológico**

Las incubadoras son el centro de los aparatos médicos de apoyo vital que necesita el bebé, aun así, esta puede llegar a necesitar la asistencia médica de hasta seis equipos. Los que deben encontrarse al alcance de las tomas de conexión tanto de corriente como de oxígeno que se encuentran en un único panel generalmente colocado sobre las paredes y en las cabeceras de las camas. En su mayoría, los fabricantes aportan cables de conexión y circuitos de paciente con dimensiones reducidas debido a que no tienen en cuenta el detalle de la gran cantidad de equipos a los que puede estar sometido un bebé en estas condiciones. Es entonces cuando se encuentran aglomeración de equipos, en una misma área, muy próximos a la cuna o incubadora donde se halla el niño, los que al funcionar se convierten en fuentes de campo electromagnético.

Los primeros trabajos acerca de la presencia de campos electromagnéticos en unidades de terapia intensiva aparecieron en 1999 [1], en estos se relacionaba la aparición de estos campos y el hallazgo de que al estar presente esta radiación durante 24 horas en esta área, los pacientes sufrían un déficit de melatonina, que es la hormona que regula el sistema inmunológico y permanecían mucho más tiempo internados que lo que debían. Esta temática hizo que otros investigadores realizaran diferentes análisis y experimentos, para concluir que éste fenómeno es debido a que la melatonina se segrega por la glándula pineal solo en presencia de oscuridad y en horas nocturnas.

Las regulaciones sobre interferencia electromagnética que deben seguirse en los hospitales en las áreas de cuidados intensivos, expresan que, para evitar fallos por interferencia en los equipos médicos, el uso de aparatos que utilizan alta frecuencia [2], y radiofrecuencia [3-5], está prohibido. Esto se debe a que el alcance de la interferencia de estos, llega incluso cuando los equipos están apagados. Este fenómeno que ha sido estudiado frecuentemente crea disturbios en el equipamiento médico a distancias mucho mayores que la que genera el cableado eléctrico [6-8], el cual aun siendo de baja frecuencia crea el llamado ruido blanco que da lugar a falsos positivos [9], y problemas en la señal [10], así como daños en la salud de los trabajadores [11].

Es por este motivo que el objetivo de este trabajo es hacer un análisis acerca del comportamiento del campo magnético generado por los equipos médicos según su colocación y cantidad en una UCI-N.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

El equipo para esta medición fue un gaussímetro modelo PCE-G28 que dispone de una sonda triaxial, con una apertura radial de un metro para su medición en cada eje, lo que permite recoger todos los datos que se generan en un radio de acción alrededor del punto donde se mide y cuyas características técnicas se muestran en la tabla 1.

**Tabla 1. Características técnicas del gaussímetro PCE-G28 [12].**

<b>Especificaciones técnicas</b>	
<b>Rangos de medición</b>	micro Tesla: 0 - 20 $\mu$ T / 0 - 200 $\mu$ T / 0 - 2000 $\mu$ T mili Gauss: 0 - 200 mG / 0 - 2000 mG / 0 - 20000 mG
<b>Resolución</b>	0,01 / 0,1 / 1 $\mu$ T (dependiendo del rango) 0,1 mG / 1 mG / 10 mG
<b>Precisión</b>	$\pm 4\%$ + 3 d (en rango 20 $\mu$ T y 200 mG) $\pm 5\%$ + 3 d (en rango 200 $\mu$ T y 2000 mGs) $\pm 10\%$ + 5 d (en rango 2000 $\mu$ T y 20000 mGs) Las precisiones dadas se refieren a: 50 - 60 Hz y $< 3$ V/m (RF).
<b>Frecuencia</b>	30 - 300 Hz
<b>Indicador</b>	pantalla LCD
<b>Alimentación</b>	1 batería de 9 V
<b>Dimensiones</b>	dosímetro de campo magnético: 195 x 68 x 30 mm sonda: 225 x 75 x 55 mm
<b>Peso</b>	470 g (con batería incluida)

### Características del área a medir

Las mediciones se realizaron en el hospital ginecobstétrico Eusebio Hernández, el mismo presta servicios especializados en el área de la Ginecología y Neonatología. Esta institución es un centro de referencia para la atención del recién nacido con peso menor de 1500 g.

La UCI-N del hospital consta de varios locales, clasificados por dos servicios: el cuidado intermedio y cuidado intensivo. Los cubículos correspondientes al cuidado intermedio son C3 y C4. Mientras que los cubículos C6 y C7 corresponden al servicio de cuidado intensivo. Se observó que el cubículo C3 está dividido en dos secciones A y B a las que denominaremos C3-A y C3-B. En el cubículo C4 no había actividad de equipamiento por lo que se obviaron las mediciones al no haber pacientes internados.

Durante los siete días de medición se observaron el funcionamiento de diversos equipos médicos. Los mismos se relacionan en la tabla 2, junto con una serie de datos de interés sobre los pacientes. Los días de internamiento que se relacionan son los que llevaban en la UCI-N los pacientes al término de la medición.

**Tabla 2. Relación de equipamiento y datos de interés por pacientes.**

Cubículo	Cama	Peso (g)	Edad gestacional (semanas)	Días de internamiento	Equipamiento
C3-A	1	1680	32,4	3	Inc, MPF
	2	1620	32,4	3	Inc, MPF
C3-B	1	1475	34,3	11	Inc, MPF
C4	1	-	-	-	Ct
C6	1	1240	30,5	20	Inc, MPF, JP, VP, AA.
C7	1	1480	29,0	14	Inc, MPF, JP, N, VP, AA.

Incubadoras (Inc), Monitor de parámetros fisiológicos (MPF), jeringas perfusoras (JP), Nebulizador (N), Ventiladores Pulmonares (VP), Aires acondicionados (AA), cuna térmica (Ct).

### Métodos

Para realizar el trabajo se siguió el protocolo de mediciones ambientales de inducción magnética elaborado por un grupo de trabajo de la universidad de Cataluña en el año 2000 [13], al cual se le realizaron algunas adecuaciones acordes con los protocolos de bioseguridad del Ministerio de Salud Pública Cubano (MINSAP) seguidas por este grupo de trabajo en investigaciones anteriores [7]. Esta metodología se realizó de la manera siguiente:

- Se comenzó a medir el cubículo por la parte más alejada de la puerta de entrada.
- Se realizaron mediciones puntuales metro a metro, con la sonda del gaussímetro a un metro de distancia del piso.
- Se recorrió el área en forma de zig-zag hasta cubrirla por completo.
- Los valores obtenidos en cada punto se promediaron y se reflejaron en un mapa de colores con lo que se observó el comportamiento de la inducción magnética dentro del área teniendo como guía la barra de colores.
- Las mediciones se realizaron en un espacio de siete días, en dos sesiones, para dar una aproximación del ambiente promedio real para una semana de trabajo, con la característica específica que posee este servicio de cambiar su dinámica de labor.
- Se realizaron comparaciones de los resultados obtenidos con respecto a los valores recomendados por la Comisión Internacional de Protección contra las Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP) emitidas en 2010 [14] y la norma IEC 2004 [15].

La figura 1, muestra el esquema general representativo de los materiales y metodología que se describieron, en el mismo orden de aparición, en este acápite.

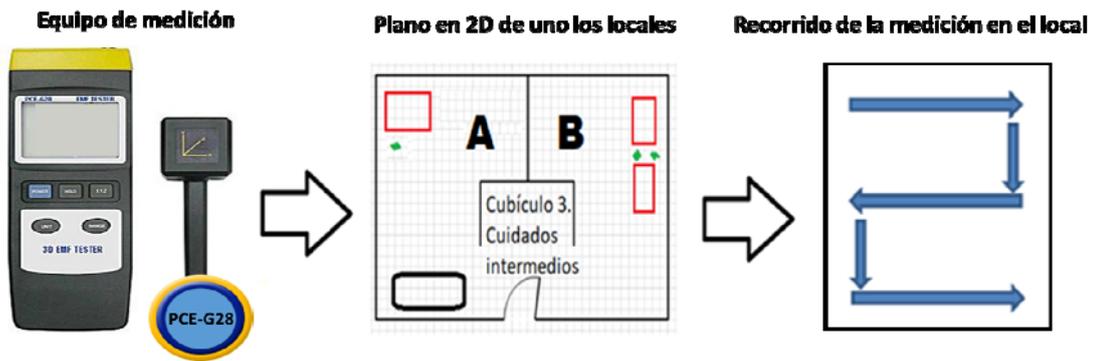


Fig. 1. Representación esquemática general de los materiales y metodología que se emplearán en la medición del campo magnético.

## RESULTADOS

Se obtuvieron los planos en 2D de los cubículos, donde se llevó a cabo la medición del campo magnético. En cada croquis se colocó la posición de los equipos médicos que mantuvieron su funcionamiento durante los siete días de medición, tratando de reflejar la proximidad real existente entre ellos, como se observará en la figura 2. Además, se muestra el mapeo de colores representativo de cada cubículo donde se refleja en la escala el valor en ( $\mu\text{T}$ ) de la promediación de cada uno de los puntos de la medición del campo magnético.

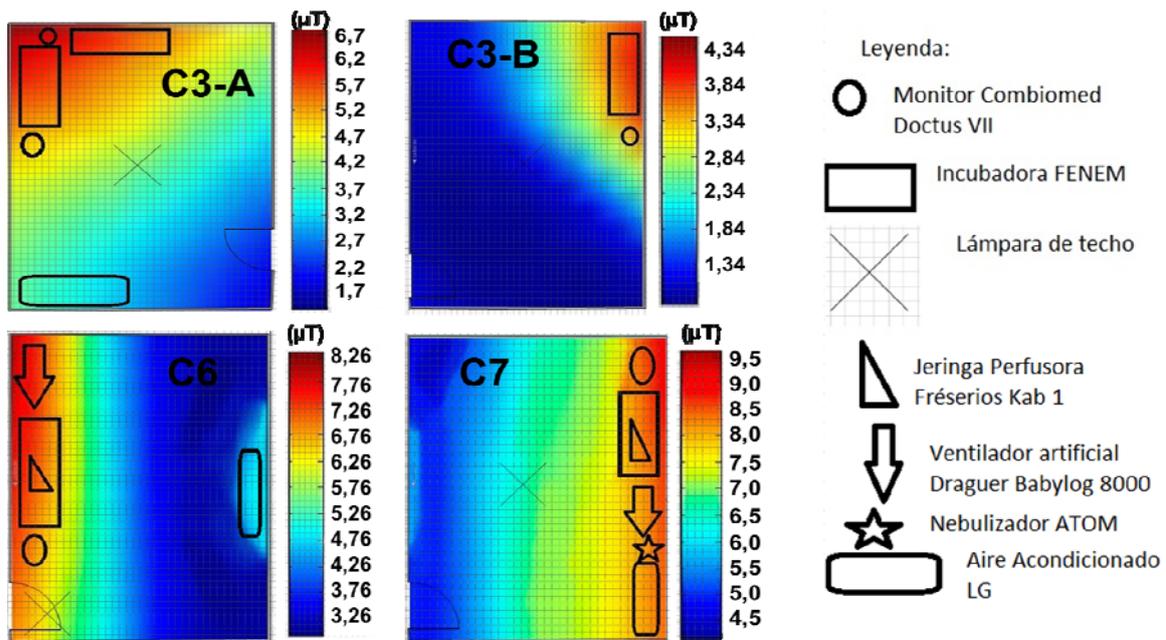


Fig. 2. Mapeo de colores y escala en ( $\mu\text{T}$ ) de la influencia de radiación electromagnética en los cubículos: C3-A, C3-B, C6 y C7.

## DISCUSIÓN

Los valores promediados que se exponen mapeados en la figura 2, fueron comparados con el valor máximo de exposición de campo magnético permitido para el público en general ( $2 \times 10^{-4} \text{ T}$ ), recomendado por la ICNIRP. En la figura 3, se puede observar dicha comparación donde los valores ambientales promedio de la inducción magnética presentes en el área no sobrepasan el valor límite recomendado. Sin embargo, la población pediátrica es especialmente vulnerable a exposiciones crónicas de la radiación electromagnética de frecuencias extremadamente bajas, consideradas como seguras para los adultos. Dado que, este tipo de recién nacido necesita permanecer gran cantidad de tiempo en la UCI-N para que sus órganos maduren. Los valores obtenidos de la medición del campo magnético, en dicha área, debe tenerse en cuenta y mantenerse en vigilancia pues la exposición a bajas dosis, o constantes, pudiera influenciar en la aparición de efectos crónicos como la Leucemia Aguda Infantil [16-18].

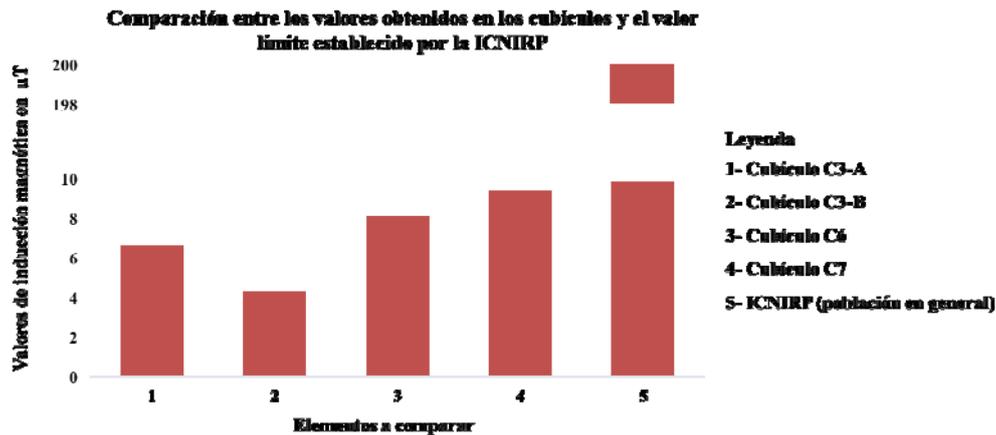


Fig. 3. Gráfica comparativa truncada entre los valores de campo magnético obtenidos y el valor límite recomendado por la ICNIRP.

Sin embargo, como se aprecia en la gráfica comparativa de la figura 4, en el caso de la compatibilidad electromagnética que debe existir entre los equipos, los valores promedios se encuentran todos por encima de la norma emitida por la IEC que es de 3,8  $\mu\text{T}$ , lo que se observa incluso en el caso donde el número de los equipos utilizados es el mínimo.

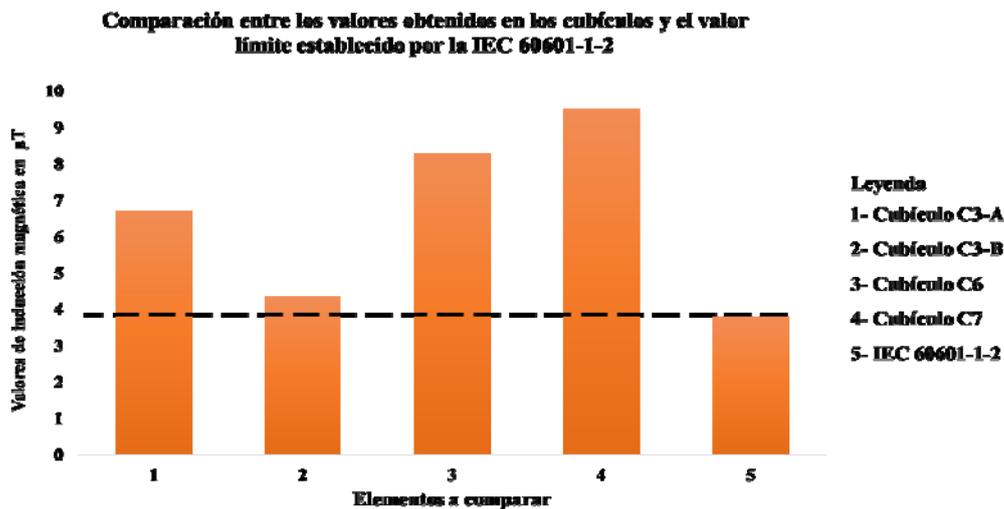


Fig. 4. Gráfica comparativa entre los valores de campo magnético obtenidos y el valor límite normado por la IEC para compatibilidad electromagnética.

Esto se puede deber a la innecesaria aglomeración de los equipos médicos con los que sí tiene que contar el bebé para poner su vida fuera de peligro y lograr un peso y maduración de los órganos compatibles con la misma. Estos valores sobrepasan en porcentos altos como expone la figura 5, a lo estipulado por la norma de compatibilidad de la IEC 60601-1-2.

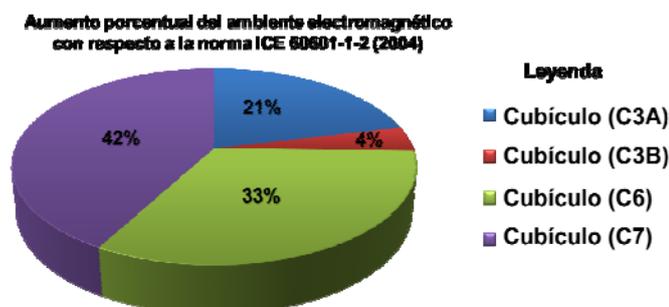


Fig. 5. Gráfica que expone los porcentos en que difieren los valores promedios obtenidos con el valor normado de campo magnético por la IEC para compatibilidad electromagnética.

La compatibilidad electromagnética es la habilidad de un sistema de no causar interferencias electromagnéticas a otros equipos, pero al mismo tiempo ha de ser insensible a las emisiones que pueden causar otros sistemas [15]. Si se observan los mapas de colores, se apreciará cuan cerca se encuentran los equipos médicos unos de otros, esto provoca que el campo magnético en los alrededores de cada equipo se suma con el que le llega a modo de interferencia desde el equipo eléctrico vecino. Esta situación puede provocar diferentes escenarios como, por ejemplo:

- La activación de alarmas, las que están comandadas por sensores de alta sensibilidad a eventos adversos que puedan ser generados por la electricidad.
- Enmascaramiento de datos.
- Reinicio de sistemas.
- Fallo del software que procesa los parámetros fisiológicos del paciente.
- La degradación de la calidad de la señal emitida.

La norma de la IEC, consta con medios para realizar el cálculo de la distancia a la que deben encontrarse los equipos para no interferir entre ellos, por lo que se realizaron los cálculos para este propósito y se realizaron las recomendaciones siguientes.

### RECOMENDACIONES

- En el caso del cubículo C3-A se deben alejar las incubadoras entre ellas a 1,5 m y separar los equipos de parámetros fisiológicos Doctus de las mismas a 0,60 m, para disminuir la interferencia a un 15%.
- En el cubículo C3-B se debe separar el equipo Doctus a 0,60 m de la incubadora disminuyendo la interferencia a un 3%.
- En el cubículo C6 si se mueve el monitor a 0,60 m de la incubadora y el respirador artificial a 1,0 m la interferencia disminuye a un 25%.
- En el cubículo C7 al mover el monitor Doctus en una posición diferente al que está ubicado y separarlo a más de 0,60 m, aumentar la distancia a 1,0 m entre la incubadora y el respirador artificial y separar el nebulizador del aire acondicionado, separándolo a su vez del respirador y la incubadora a más de 0,50 m. De esta forma se pudiera lograr que la interferencia entre los equipos médicos disminuyese en un 22%.
- De manera general se deben alargar los cables de conexión eléctrica y circuitos de paciente en el caso que lo requieran.

Como se observa en las cifras obtenidas en los cubículos, teniendo en cuenta estas recomendaciones se disminuye la interferencia electromagnética y el peligro de que ocurran eventos adversos tecnológicos que lleven a dificultar la estancia de los neonatos en la UCI-N y su futuro desarrollo.

### CONCLUSIONES

Aunque los valores de campo electromagnético medidos en el área de cuidados intensivos neonatales se encuentran dentro de los límites recomendados por la ICNIRP, deben ser controlados pues sobrepasan en todos los casos el límite fijado por la IEC como valor máximo para la compatibilidad electromagnética.

Al no poder disminuir la cantidad de equipos médicos destinados a salvar la vida de un recién nacido pretérmino, se deben tener en cuenta las distancias y la posición al ubicar los mismos para evitar interferencias electromagnéticas.

Al separar los equipos médicos disminuyen las causas de interferencia electromagnética y por ende las posibilidades de que ocurran fallos tecnológicos en el equipamiento médico que utiliza cada paciente.

### REFERENCIAS

- [1] PETRUCCI N. "Exposure of the critically ill patient to extremely low-frequency electromagnetic fields in the intensive care environment". *Intensive Care Med.* 1999, vol. 25, n. 8, p. 847-851, ISSN 1432-1238 doi: 10.1007/s001340050963. [Consultado en diciembre 2019]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10447544/>
- [2] BASTIDAS J; Calderón X. "Diseño de una red WIFI para el Hospital Metropolitano de Quito que cumpla con los estándares IEC 60601:1 de seguridad para equipos médicos". *REVISTA EPN*, 2014; vol.33, n. 3, ISSN 1390-0129. [Consultado en diciembre 2019]. Disponible en: [https://revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista\\_politecnica2/article/view/158](https://revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista_politecnica2/article/view/158)

- [3] CALVO P C, Escobar A, Pinedo C. ``Interferencia electromagnética en equipos médicos debida a equipos de comunicación inalámbrica``. Rev. Fac. Ing. Univ. Antioquia 2008; n. 46, p. 90-100, ISSN 0120-4230. [Consultado en diciembre 2019]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfiua/n46/n46a09.pdf>
- [4] LLAMOSAS Rincón L E, Díaz Izquierdo V, Cardona Clavijo D. ``Medición y Certificación de Niveles de Intensidad de Campos Electromagnéticos No Ionizantes en Ambientes Clínico Hospitalarios``. Scientia et Technica, 2015, vol. 20, n. 4, p. 377-385. ISSN 0122-1701. [Consultado en diciembre 2019]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84946834009>
- [5] GÖKMEN N, *et al.* ``Analyzing Exposures to Electromagnetic Fields in an Intensive Care Unit``. Turk J Anaesthesiol Reanim. 2016; vol. 44, n. 5, p. 236-40, DOI: 10.5152/TJAR.2016.98470. [Consultado en diciembre 2019]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5118007/>
- [6] ESCOBAR A, Silva J O, Cadavid H. ``Mapeo del campo magnético de frecuencia industrial en un ambiente hospitalario``. Revista Tecnológicas, 2010; vol. 24, p.71-83 , ISSN 0123-7799. [Consultado en diciembre 2019]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/236385339.pdf>
- [7] CARVAJAL de la Osa J, Pérez Almira I, Castro Fernandez M. ``Análisis del campo magnético en una institución hospitalaria``. Revista de Ingeniería Energética, 2018; vol. 39, n. 3, p.176-185, ISSN 1815-5901. [Consultado en diciembre 2019]. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1815-59012018000300005](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59012018000300005)
- [8] CARVAJAL de la Osa J, *et al.* ``Campo magnético ambiental en una Unidad de Terapia Intensiva Neonatal. Importancia de su verificación``. Arch Argent Pediatr. 2020; vol. 118, n. 3, p.e246-e251, ISSN 1668-3501. [Consultado en diciembre 2019]. Disponible en: <https://www.sap.org.ar/docs/publicaciones/archivosarg/2020/v118n3a14.pdf>
- [9] BEIRA Fontaine L, Deás Yero D. ``Interferencias electromagnéticas a frecuencia de red (50/60Hz) en el ambiente``. Revista Electrónica de PortalesMedicos.com, 2015, ISSN 1886-8924. [Consultado en diciembre 2019]. Disponible en: <https://www.revista-portalesmedicos.com/revista-medica/interferencias-electromagneticas-ambiente-hospitalario/>
- [10] AGUIAR Ramos I; *et al.* ``Caracterización de la interferencia electromagnética en una sala de neurofisiología``. Ingeniería Energética, 2020; vol. 41, n. 3, p.e2908. ISSN 1815-5901. [Consultado en diciembre 2019]. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1815-59012020000300003](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59012020000300003)
- [11] GHAZIKHANLOU-Sani K, *et al.* ``Evaluation of the electromagnetic field intensity in operating rooms and estimation of occupational exposures of personnel``. Interventional Medicine & Applied Science, 2018; vol. 10, n. 3, p.121–126, ISSN 2061-1617, DOI: 10.1556/1646.10.2018.18. [Consultado en diciembre 2019]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30713749/>
- [12] PCE Inst. ``Instrucciones del uso del medidor de campos electromagnéticos PCE-G28``. PCE Ibérica S.L. Albacete, España. [Consultado en diciembre 2019]. Disponible en: <https://www.pce-iberica.es/manuales/manual-medidor-campos-electromagneticos-emf-828.pdf>
- [13] Riba Ruiz JR, Rosa Mas O. ``Protocolo para la medida de campos electromagnéticos de baja frecuencia``. Congreso ORP 2000 prevencionintegral.com. [Consultado en diciembre 2019]. Disponible en: <https://www.prevencionintegral.com/canal-orp/papers/orp-2000/protocolo-para-medida-campos-electromagneticos-baja-frecuencia>
- [14] International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. ``Guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 HZ to 100 kHz)``. Health Phys. 2010; vol. 99, n. 6, p.818-836. [Consultado en diciembre 2019]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21068601/>
- [15] IEC, International Standard IEC 60601-1-2 Edition 2.1 2004-11 Medical electrical equipment – Part 1-2:General requirements for safety – Collateral standard: Electromagnetic compatibility – Requirements and tests;Reference number IEC-60601-1-2:2001+A1:2004(E) IEC, 2004, Geneva, Switzerland. [Consultado septiembre de 2019]. Disponible en: [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKewjMvJOGkerwAhVvSzABHY3wCrMQFn0ECAUQAA&url=https%3A%2F%2Fwebstore.iec.ch%2Fpreview%2Finfo\\_iec60601-1-2%257Bed2.1%257Den.pdf&usq=AOvVaw3W-KLEEVgwQGn-D0COKeXf](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKewjMvJOGkerwAhVvSzABHY3wCrMQFn0ECAUQAA&url=https%3A%2F%2Fwebstore.iec.ch%2Fpreview%2Finfo_iec60601-1-2%257Bed2.1%257Den.pdf&usq=AOvVaw3W-KLEEVgwQGn-D0COKeXf)
- [16] BAEZ Petrocelli, Carolina Alejandra Graciana. ``Infancia irradiada: efectos de los campos electromagnéticos de extremada baja frecuencia en poblaciones infantiles``. V Congreso Internacional de Investigación y Práctica Profesional en Psicología XX Jornadas de Investigación Noveno Encuentro de Investigadores en Psicología del MERCOSUR. 2013. Facultad de Psicología - Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires. [Consultado en diciembre 2019]. Disponible en: <https://www.academica.org/000-054/277>

[17] Ferrís i Tortajada J. *et al.* ``Efectos en la salud pediátrica de la radiación electromagnética de frecuencias extremadamente bajas''. Rev esp pediatr 2010, vol. 66, n. 3, p.151-161, ISSN 0034-947X. [Consultado en diciembre 2019]. Disponible en: [https://avaate.org/IMG/pdf/Ferris\\_Efectos\\_en\\_la\\_salud\\_pediatica\\_de\\_la\\_radiacion\\_electromagnetica\\_de\\_frecuencias\\_extremadamente\\_bajas.pdf](https://avaate.org/IMG/pdf/Ferris_Efectos_en_la_salud_pediatica_de_la_radiacion_electromagnetica_de_frecuencias_extremadamente_bajas.pdf)

[18] K. Leeka, A. Afifi, M. Jason, and S. John, "Exploring exposure–response for magnetic fields and childhood leukemia," Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology, vol. 21, p. 625 - 633, 2011. ISSN 1559-0631, doi:10.1038/jes.2010.38. [Consultado en diciembre 2019]. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/jes201038>

## CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses

## CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

**Yenisel Díaz-Roller:** <https://orcid.org/0000-0002-6574-9675>

Diseño de la investigación, recolección de datos. Participó en el análisis de los resultados, redacción del borrador del artículo y aprobación final del artículo.

**Natasha Rubia- Lazo:** <https://orcid.org/0000-0002-8396-271X>

Diseño de la investigación, recolección de datos. Participó en el análisis de los resultados, revisión crítica y aprobación final del artículo.

**Janet Carvajal de la Osa:** <https://orcid.org/0000-0001-7954-8359>

Diseño de la investigación, recolección de los datos, análisis de los resultados, redacción del borrador del artículo, la revisión crítica de su contenido y en la aprobación final.

**Miguel Castro Fernández:** <https://orcid.org/0000-0002-3983-469X>

Revisión del estado del arte, análisis de los resultados, redacción del borrador del artículo, la revisión crítica de su contenido y en la aprobación final.

**Ignat Pérez Almirall:** <https://orcid.org/0000-0003-4697-3096>

Revisión del estado del arte, análisis de los resultados, redacción del borrador del artículo, la revisión crítica de su contenido y en la aprobación final.