

Área Temática

Ingeniería

Medición de Radiaciones No Ionizantes

Director:

Carlos Peliza

**Integrantes
del equipo de
trabajo:**

- Ariel Serra
- Sergio Federiconi
- Pablo Baustian

I. Introducción

En los últimos años y a lo largo de todo el mundo se ha presentado un incremento exponencial del desarrollo de tecnología electrónica y de las telecomunicaciones lo que derivó en un aumento del uso de los dispositivos de telefonía móvil, situación que condujo a las compañías proveedoras a expandir la cobertura de su red. Dicha expansión produjo un crecimiento significativo de la exposición de la población a la radiación electromagnética (REM).

La REM se divide principalmente en dos: ionizante y no ionizante. Para equipos de telefonía móvil, la radiación EM emitida es de tipo no ionizante debido a sus bajos niveles de energía y puede llegar a ocasionar diferentes daños en el cuerpo de los seres humanos si se exceden ciertas escalas de exposición.

En este contexto, resulta de gran interés conocer y aprender sobre las radiaciones no ionizantes (RNI), ¿Qué son?, ¿Cómo se miden?, ¿Qué normas definen los límites a los cuales se deben adecuar?

Asimismo, cabe mencionar que, en la Argentina, al momento de la realización de este artículo, y en los últimos años, no existe suficiente personal instruido y/o capacitado para la medición de las RNI. Particularmente, en el partido de La Matanza no hemos hallado registros formales organizados de los niveles de RNI.

Por las razones mencionadas conformar y ser parte de un grupo de investigación de mediciones RNI reporta un servicio de utilidad para la comunidad ya que dicho equipo podrá actuar como alerta temprana de posibles puntos de calentamiento por exposición a campos electromagnéticos. Adicionalmente, tener la actividad en la zona de influencia del partido de La Matanza agiliza la intervención para los casos donde es necesario arbitraje imparcial.

Antecedentes

La medición de RNI es una tarea que se desarrolla en un marco de cumplimiento estricto, pero también posee una técnica que inteligentemente aplicada reduce las horas de exposición a radiaciones, esta parte de la medición se puede atribuir más al arte que al campo normativo. Resumiendo, en la toma de mediciones de RNI podemos encontrar el ámbito teórico complementado con el saber hacer propio de la experiencia de quien hace la medida y su habilidad para conocer las ubicaciones y aportaciones sensibles al valor final recolectado.

En el ámbito académico, brindado desde la universidad en sus asignaturas y programas, se profundiza en el estudio de campos eléctricos y magnéticos, pero de acuerdo a la trayectoria a cursar, la radiación puede ser un contenido mínimo de una materia o conformar parte central del currículo de varias cátedras que se complementan, recibiendo de esta manera el alumno, la teoría sobre radiaciones que los planes de estudios asignan a la relación entre la carrera elegida y las mencionadas radiaciones.

Las aptitudes profesionales en general se definen como capacidades que tienen las personas para poner en la práctica sus habilidades y conocimientos para poder resolver cualquier situación técnico-económica que se les pueda presentar como necesidad previamente especificada. Las competencias son capacidades, actitudes y habilidades de los trabajadores para poner en práctica sus conocimientos. “Una habilidad es cuando una persona es capaz de realizar una tarea, mientras que competencia es cuando esa tarea se realiza con experiencia y

conocimiento. Así, esta diferencia hace referencia al rango, es decir, a cómo de bien se realiza una determinada tarea” (endalia, 2022)

Por lo antedicho, es oportuno expresar que, compartir experiencias entre personas que han realizado una tarea y quienes nunca lo han hecho, es una forma de mejorar los dominios profesionales declaradas o no. Resulta pertinente creer que un profesional, enriquece sus competencias, cualesquiera sean estas, si a las que adquiere en la universidad, les adiciona las que adquirió midiendo radiaciones no ionizantes, o realizando cualquier otra labor.

Las carreras de ingeniería en electrónica e informática tienen entre los temas a trabajar de manera teórica la radiación electromagnética con mayor profundidad en la primera que en la segunda carrera. En ambos casos no se realizaban tareas de medición en campo de los campos eléctricos y magnéticos.

En síntesis, la medición de RNI partiendo de la base teórica cuando se complementa con experiencia práctica perfecciona las habilidades y competencias que brinda la academia y resulta un conveniente punto de partida para mejorar las aptitudes en carreras que incluyan las radiaciones, como para quienes dentro de esas trayectorias educativas cuenten con un espíritu emprendedor.

Nos dicen De María, Juárez y Muiño en su investigación sobre el desarrollo del Ecosistema Emprendedor en Estudiantes de Ingeniería del Ciclo Superior y Tecnicaturas que la universidad pasó de circunscribirse al lugar de ser proveedora del conocimiento técnico a ser un verdadero jugador en los ecosistemas locales de promoción del emprendimiento, que favorezca la información, la formación y el asesoramiento en todas las fases de desarrollo de los emprendimientos. Es de esta forma como el proceso emprendedor debe ser concebido como un factor convocante de procesos innovadores. (De María & al, 2021), por ello la conformación de grupos de trabajo de mediciones de RNI, tuvo en su intención originaria, la de estimular el espíritu emprendedor de los integrantes del grupo.

Marco conceptual

En los últimos años y a lo largo de todo el mundo se ha presentado un incremento exponencial del desarrollo de tecnología electrónica y de las telecomunicaciones lo que derivó en un aumento del uso de los dispositivos de telefonía móvil y la provisión de acceso a internet inalámbrico, esta situación condujo a las compañías proveedoras a expandir la cobertura de su red. Dicha expansión produjo un crecimiento significativo de la exposición de la población a la radiación electromagnética (REM).

La REM presenta una naturaleza dual ondulatoria-corpúscular, una de las formas de generar ondas EM es mediante la aceleración de cargas eléctricas, la cual se presenta en las corrientes oscilantes de circuitos eléctricos como el utilizado por el físico alemán Heinrich Hertz en el año 1887 en el descubrimiento de las ondas EM (H. D Young, 2009).

La radiación es energía que viaja en forma de ondas o partículas de alta velocidad. Puede ocurrir naturalmente o ser creada por el hombre. Según la frecuencia a la que operan se clasifican en:

- Radiaciones Ionizantes (RI): es la REM que, al incidir sobre un átomo inicialmente eléctricamente neutro, genera el desprendimiento de un electrón con lo cual finalmente queda cargado positiva o negativamente, afectando así el estado natural de los tejidos vivos.

- Radiaciones No Ionizantes (RNI): “son las radiaciones electromagnéticas que no tienen la frecuencia suficiente para ionizar la materia y por lo tanto no pueden afectar el estado natural de los tejidos vivos. Constituyen, en general, la parte del espectro electromagnético cuya energía fotónica es demasiado débil para romper enlaces atómicos” (Leach V., s.f.).

Con el objetivo de garantizar que las personas que están en contacto con los campos EM, ya sea directa como indirectamente, se han desarrollado e implementado diferentes normas y reglamentaciones para que dichas exposiciones sean inocuas para el bienestar de los individuos. El contexto normativo de nuestro país sobre los niveles de Máxima Exposición Poblacional (MEP) a las RNI, se apoya en las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS) (OMS, s.f.). La misma es la encargada de orientar y coordinar los estudios científicos, estadísticos y epidemiológicos sobre todo lo que concierne a asegurar la buena la salud y el no daño al medio ambiente. En Argentina, se halla en vigencia la resolución 3690/2004 (ENACOM, s.f.) que obliga a las estaciones a demostrar que sus REM no afectan de manera negativa a la sanidad humana y el Protocolo de Medición de RNI elaborado por el Consejo Profesional de Ingeniería en Telecomunicaciones, Electrónica y Computación (COPITEC) que puede consultarse en www.copitec.org.ar, que conforma un marco de consulta sumamente útil para las mediciones de interés en el presente artículo. Debido a lo previamente expuesto, es necesario colaborar con el control de estas emisiones tomando muestras y llevando a cabo mensuraciones en campo que permitan verificar el cumplimiento de la normativa para brindar a los usuarios de los servicios de comunicaciones como así también al personal técnico que trabaja en la instalación y mantenimiento de estos la certeza de mantener segura su salud. Teniendo en cuenta que el objetivo general del proyecto es conformar grupos de trabajo de alumnos que se desempeñen exitosamente en la toma de mediciones de radiaciones no ionizantes, además de generar una recomendación que, en el futuro, ayude a compañías de la zona y al municipio en la toma de decisiones en casos de discrepancias sobre interferencias ocurridas en servicio o daños a la población. Del que se desprenden los siguientes objetivos específicos:

- *Reconocer todas las normas asociadas a las mediciones de radiaciones no ionizantes (RNI).*
- *Realizar una medición completa de RNI apoyándonos en instrumental existente en el departamento de ingeniería electrónica.*
- *Formar alumnos como recursos humanos capaces de medir en campo.*
- *Brindar asesoría técnica dirigida a emprendedores.*
- *Determinar y establecer un vínculo con los principales proveedores de equipos de medición y calibración en Argentina.*

Podemos afirmar que conformar un grupo dedicado a medir las radiaciones, analizar en profundidad la normativa vigente y vincular a la universidad con proveedores de equipos y servicios de calibración resultan en una tarea de utilidad para mejorar las competencias de los ingenieros en electrónica e informática. Adicionalmente de la creación de grupos de trabajo, se espera que surja la semilla del espíritu emprendedor para la asesoría de la UNLaM en medición de RNI.

Metodología

El diseño metodológico del presente proyecto se caracteriza por su enfoque práctico y su alcance teórico práctico teniendo en cuenta el desarrollo y nivelación de los conocimientos de los participantes.

El diseño del proyecto contempla las siguientes etapas de preparación, recolección, procesamiento y análisis e interpretación de los datos relevados.

- a) *Revisión Bibliográfica.* Búsqueda o revisión exhaustiva de la bibliografía sobre las radiaciones y las no ionizantes en particular.
- b) *Conformación de Charlas debate y Exposiciones internas y externas sobre las RNI.*
- c) *Medición de la radiación no ionizante de base, dentro del predio de la universidad.*
- d) *Registro de las mediciones con los datos a continuación detallados:*
 - ✓ Fecha de la medición;
 - ✓ Valor máximo y medio registrados;
 - ✓ Registro fotográfico de la medición;
 - ✓ Registro fotográfico del encargado de la medición;
 - ✓ Registro fotográfico del entorno/contexto del punto de medición.
- a) *Generación de un registro visual de las mediciones.*
- b) *Elaboración de propuestas de capacitación.* Propuestas de capacitación para acompañar a los estudiantes y graduados en el desarrollo de sus proyectos de medición de radiaciones no ionizantes.

II. Resultados

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de acuerdo con los objetivos planteados en el proyecto de investigación teniendo en cuenta las siguientes etapas:

ETAPA 1.

a) *Revisión bibliográfica.*

Esta primera etapa consistió en la búsqueda y selección de material bibliográfico acerca de las radiaciones y la energía electromagnética en general. Cada participante relevó fuentes que aportaran información y conocimiento sobre las emisiones de campos eléctricos y magnéticos. En algunos casos se consultó a especialistas y docentes de las cátedras que guardan relación con la temática.

La intención de esta etapa, con relación a lo pretendido para los alumnos participantes, era la de establecer un nivel de discusión y conocimiento que sería útil para usar de base mientras que superara lo aprendido en las materias de la carrera. Adicionalmente, se hizo necesario profundizar la información sobre el instrumento y las necesidades de calibración y sus respectivos procesos homologados.

Como conclusión de esta etapa, se realizaron dos exposiciones virtuales entre los integrantes del grupo de investigación, atento a que los alumnos que conforman el equipo tenían diferentes disponibilidades horarias y se consideró significativo que existiera un dialogo fluido con todos los miembros. En base a una propuesta surgida de las reuniones se debió profundizar en los procesos de calibración existentes, los previstos y los que serían útiles para crear una independencia tecnológica.

b) Conformación de Charlas debate y Exposiciones internas y externas sobre las RNI.

Dentro de la primera etapa de labor y luego de las exposiciones y discusiones internas se generaron dos caminos de trabajo. El primero, constituir un escrito que plasmara lo investigado bibliográficamente y que además sirviera de material base para la medición in situ. El documento mencionado se adjunta como Anexo I. El segundo camino fue el de organizar y seleccionar las tareas que se realizarían para las mediciones, por ejemplo, relevando de manera previa, las posibles fuentes de emisión EM.

La búsqueda y registro de posibles antenas aportantes de energía EM a la medición, realizada por simple inspección visual en la zona cercana o por relevamiento mediante GoogleMaps cuyo vínculo puede encontrarse en:

<https://www.google.com/maps/d/edit?mid=1jkUxQaGw33AgisqpQ-Wagin8Rg4ceqw&usp=sharing>

Se puede observar en la siguiente figura, obtenida del mapa que, dentro del predio de la universidad no se hallaron torres o antenas de telefonía celular, aunque en una zona alejada de la presencia masiva, se halla una antena de la emisora de radio de la institución. Existen, además, puntos de acceso wi-fi que rinda la entidad para todos los alumnos, pero por su ubicación no ha sido posible hallarlos, ni son representativos del trabajo que se pretendió realizar.

El anexo II exhibe la presentación utilizada como base para la conformación del debate interno, que también se utilizó para las charlas de difusión y exposición externas. Sobre estas últimas, se realizaron dos presentaciones, la primera en el marco de la semana de la ciencia, exposición de la cual se observa el certificado en la siguiente figura:

Figura 1.

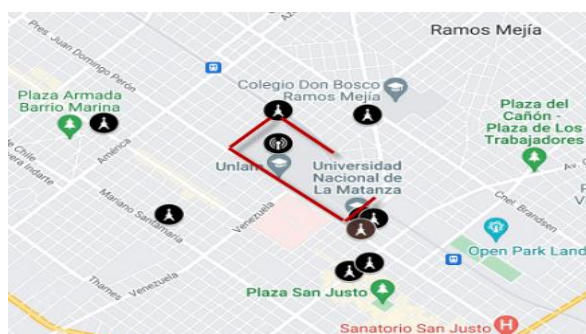
Adicionalmente, la ilustración 3, exhibe imagen de la promoción de la charla en Expo proyecto 2022, que es uno de los eventos de mayor concurrencia de alumnos en la institución. La finalidad de presentar el trabajo realizado estuvo basada en que los alumnos pudieran trasladar a sus pares la experiencia de participar en un proyecto de investigación.

Llegados a este punto debe mencionarse que los públicos esperados para ambas charlas eran diferentes, el primer grupo, conformado por estudiantes de la universidad con algún conocimiento sobre la energía EM por formar parte de los trayectos formativos en las ingenierías, mientras que el público de ExpoProyecto es más heterogéneo ya que en dicha exposición, también exponen alumnos de colegios secundarios matanceros y concurren sus familiares y amigos, además de estudiantes universitarios de otras carreras.

En síntesis, se ha tomado como base la misma presentación adjunta, pero con dos orientaciones definidas de forma diferente, la primera intentando un perfil más técnico mientras que la segunda tuvo la intención de trasladar la experiencia de ser parte de un grupo de investigación.

ETAPA 2.

c) Medición de la radiación no ionizante de base, dentro del predio de la universidad.



Esta etapa del trabajo realizado consistió en realizar la tarea de campo propiamente dicha dentro del predio de la universidad y con el transcurrir de las mediciones se realizaron ajustes y correcciones para facilitar la labor de quien debía ejecutar la medida. El primer ajuste ejecutado fue cambiar la hoja planificada para el registro de la medición, por la dificultad en la operatoria. En principio, las mediciones se planificaron y ejecutaron con por lo menos dos personas, sin embargo, esa estimación no es aplicable a la vida profesional. Los expertos consultados en etapas previas nos indicaron que el trabajo lo hacía solo un operario, aunque la elección nuestra estaba pensada en el traslado de experiencia entre docentes y alumnos.

La planilla pensada como registro en sitio de la medición (anexo III) no resultaba práctica en campo por la complicación de operar una computadora, un instrumento de medición y un GPS, todas tareas ejercitadas por un individuo, razón por la cual se volvió al tradicional Excel en papel con la lista de los siguientes datos (según se muestra la siguiente ilustración) y la originalmente pensada se reservó para registro formal y de consulta posterior o base de datos de mediciones. También se preservará para presentaciones a los entes de control y fuente de argumentación frente a disputas legales.

Figura 2. *Tabla usada en campo*

Número de medición	Día	Hora	Personal que mide	Posición en memoria del instrumento	Valor máximo	Valor Medio	Número de foto	Número de foto	Número de foto	Observaciones

Estos registros están destinados a la foto del instrumento del medidor en contexto y del contexto de medición

ETAPA 3.

d) *Registro de las mediciones con los datos a continuación detallados:*

e)

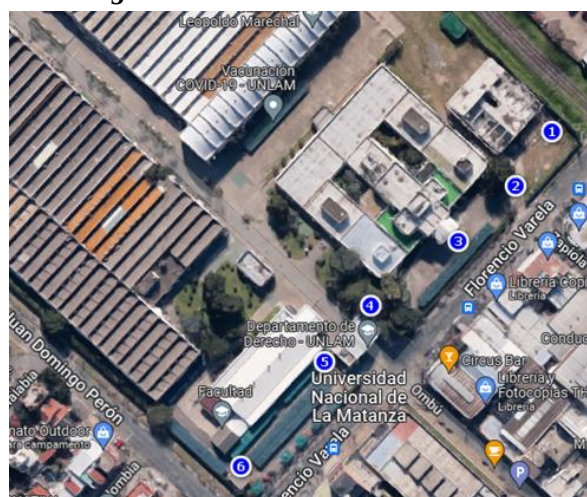
- ✓ Fecha de la medición;
- ✓ Valor máximo y medio registrados;
- ✓ Registro fotográfico de la medición;
- ✓ Registro fotográfico del encargado de la medición;
- ✓ Registro fotográfico del entorno/contexto del punto de medición.

Para esta etapa de trabajo se optó por registrar los puntos de medición de acuerdo con los parámetros previamente establecidos y registrarlos en un mapa actualizable que se puede visualizar en el siguiente enlace:

<https://earth.google.com/earth/d/1K8kJ1XO3YwDSVz12jRYidvCWLisw5G6z?usp=sharing>

Dejaremos dentro del cuadro de los anexos el detalle fotográfico de cada punto de medición, operador y contexto. La primera fecha de medición fue el 11 de agosto de 2022 en el horario inicial de las 19:00 hs, de manera resumida a continuación presentaremos los primeros lugares elegidos y los valores medidos.

Figura 3.

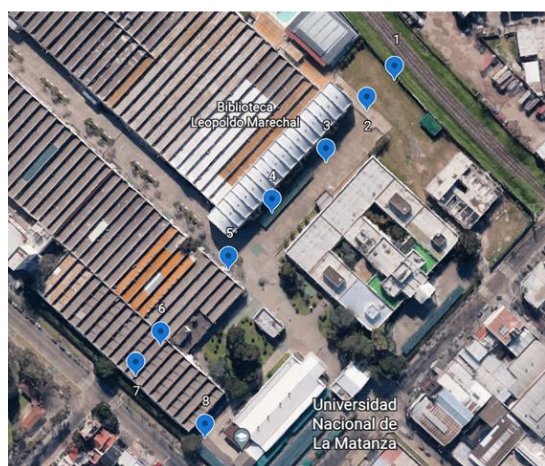


Puntos de medición de RNI:

	Máximos	Promedio
1)	0.0037 mW/cm ²	0.0015 mW/cm ²
2)	0.0012 mW/cm ²	0.0008 mW/cm ²
3)	0.0018 mW/cm ²	0.0010 mW/cm ²
4)	0.0009 mW/cm ²	0.0006 mW/cm ²
5)	0.0014 mW/cm ²	0.0007 mW/cm ²
6)	0.0031 mW/cm ²	0.0006 mW/cm ²

La segunda fecha de medición fue el 19 de agosto de 2022 en el horario inicial de las 19:00 hs, de manera resumida a continuación presentaremos los lugares elegidos y los valores medidos.

Figura 4. Medición del 19 de agosto

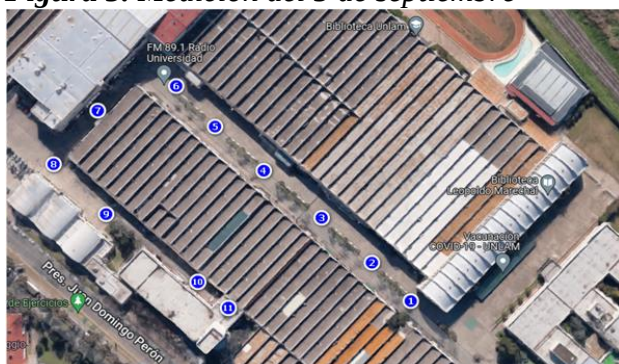


Puntos de medición de RNI:

	Máximos	Promedio
1)	0.0006 mW/cm ²	0.0005 mW/cm ²
2)	0.0022 mW/cm ²	0.0014 mW/cm ²
3)	0.0002 mW/cm ²	0.0002 mW/cm ²
4)	0.0003 mW/cm ²	0.0002 mW/cm ²
5)	0.0004 mW/cm ²	0.0003 mW/cm ²
6)	0.0000 mW/cm ²	0.0000 mW/cm ²
7)	0.0007 mW/cm ²	0.0005 mW/cm ²
8)	0.0031 mW/cm ²	0.0014 mW/cm ²

La tercera fecha de medición fue el 5 de septiembre de 2022 en el horario inicial de las 19:00 hs, de manera resumida a continuación presentaremos los lugares elegidos y los valores medidos.

Figura 5. Medición del 5 de septiembre

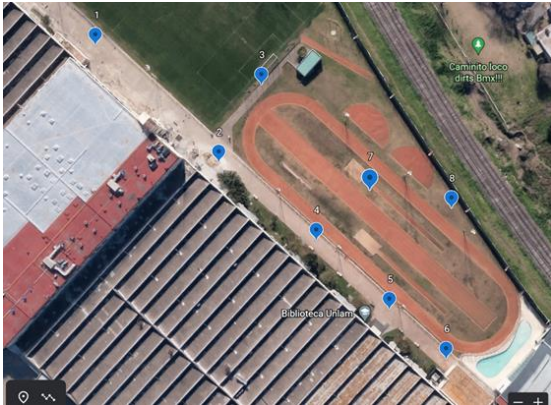


Puntos de medición de RNI:

	Máximos	Promedio
1)	0.0012 mW/cm ²	0.0004 mW/cm ²
2)	0.0005 mW/cm ²	0.0003 mW/cm ²
3)	0.0005 mW/cm ²	0.0004 mW/cm ²
4)	0.0003 mW/cm ²	0.0002 mW/cm ²
5)	0.0003 mW/cm ²	0.0002 mW/cm ²
6)	0.0003 mW/cm ²	0.0001 mW/cm ²
7)	0.0001 mW/cm ²	0.0000 mW/cm ²
8)	0.0002 mW/cm ²	0.0001 mW/cm ²
9)	0.0002 mW/cm ²	0.0002 mW/cm ²
10)	0.0002 mW/cm ²	0.0002 mW/cm ²
11)	0.0010 mW/cm ²	0.0007 mW/cm ² (En ultimo piso escalera)

La cuarta fecha de medición fue el 6 de septiembre de 2022 en el horario inicial de las 18:00 hs, de manera resumida a continuación presentaremos los lugares elegidos y los valores medidos.

Figura 6. Medición del 6 de septiembre



Puntos de medición de RNI:		
	Máximos	Promedio
1)	0.000221 mW/cm ²	0.000026 mW/cm ²
2)	0.000427 mW/cm ²	0.000279 mW/cm ²
3)	0.000452 mW/cm ²	0.000251 mW/cm ²
4)	0.000861 mW/cm ²	0.000379 mW/cm ²
5)	0.000497 mW/cm ²	0.000273 mW/cm ²
6)	0.000324 mW/cm ²	0.000204 mW/cm ²
7)	0.000445 mW/cm ²	0.000251 mW/cm ²
8)	0.000581 mW/cm ²	0.000386 mW/cm ²
9)	0.000747 mW/cm ²	0.000341 mW/cm ²
10)	0.001695 mW/cm ²	0.001007 mW/cm ²

La quinta fecha de medición fue el 24 de septiembre de 2022 en el horario inicial de las 10:00 hs, de manera resumida a continuación presentaremos los lugares elegidos, y los valores medidos.

Figura 7. Medición del 24 de septiembre



Puntos de medición de RNI:		
	Máximos	Promedio
1)	0,000201 mW/cm ²	0,000078 mW/cm ²
2)	0,000201 mW/cm ²	0,000041 mW/cm ²
3)	0,000136 mW/cm ²	0,000082 mW/cm ²
4)	0,000608 mW/cm ²	0,000134 mW/cm ²
5)	0,00045 mW/cm ²	0,000219 mW/cm ²
6)	0,000381 mW/cm ²	0,000178 mW/cm ²
7)	0,000207 mW/cm ²	0,000108 mW/cm ²
8)	0,000334 mW/cm ²	0,000172 mW/cm ²
9)	0,000259 mW/cm ²	0,000168 mW/cm ²
10)	0,000267 mW/cm ²	0,000131 mW/cm ²
11)	0,00065 mW/cm ²	0,000428 mW/cm ²
12)	0,000334 mW/cm ²	0,000221 mW/cm ²
13)	0,001845 mW/cm ²	0,001039 mW/cm ²

Dentro de esta etapa, luego de su participación como parte de un equipo de medición se le pidió a una alumna que generara una nota de divulgación científica para publicar dentro de la revista del Departamento de Ingeniería e investigaciones Tecnológicas. Esa publicación se halla en el proceso de arbitraje para su publicación en el próximo número de la mencionada revista digital y se adjunta como Anexo IV.

III. Conclusiones

La conformación de un grupo de trabajo compuesto por alumnos y docentes para la realización de mediciones de RNI se basó en dos ideas fuerza a llevar a cabo. La primera idea, mejorar los conocimientos prácticos de los participantes interesados y mostrarles una puerta de acceso al universo de la investigación científica y lo que ello conlleva. La segunda, fue la de estimular la noción de que es posible vincular a los alumnos con la generación de su propio emprendimiento de medición. La formación de recursos en investigación y la promoción de las técnicas que son basadas en las ciencias duras fueron promocionadas ante un público neófito en dichas cuestiones.

Por lo antedicho, la primera de las ideas ha resultado cubierta en toda la gama de expectativas porque se realizaron mediciones llevadas con un registro profesional y preciso, acorde a los estándares de medición de los organismos de control del país que adquirió practicidad al momento de la ejecución del trabajo.

La segunda creencia, aunque brinda esperanzas de que pueda crecer y verse realizada, es un espacio demasiado reciente para mostrar un logro significativo. Por último y en relación con el ámbito académico se recibieron propuestas de cátedras de la carrera de ingeniería electrónica para incorporar la charla y la experiencia de medición de RNI como material de trabajo.

En cuanto a los resultados obtenidos en la medición de base, no se han detectado valores de RNI que estén cerca del orden de magnitud para poner en riesgo la salud poblacional. En resumen, se midieron valores de RNI muy por debajo de los límites considerados peligrosos. Dentro del grupo de mediciones, los valores más elevados medidos, que no pueden ser considerados riesgosos se obtuvieron en la escalera de acceso al estudio de TV y en las cercanías de la antena de FM.

La siguiente figura muestra un mapa de calor de las mediciones, indicando en rojo lugares donde, dentro del rango de lo medido en esta investigación, los valores fueron mayores. Debe hacerse hincapié que no son lugares de riesgo, sino que, de todos los valores tomados, son los máximos.

Notas en cuanto a la calibración del instrumento NBM550

Un punto fundamental para tener en cuenta en el proceso técnico/administrativo para presentar una medición válida en el Ente Nacional de Comunicaciones (ENACOM) es poseer un instrumento debidamente calibrado. La documentación que avala la calibración del instrumento debe ser adjuntada a la presentación con las mediciones de RNI del sitio correspondiente para que la ENACOM la considere válida.

El instrumento que posee la universidad fue adquirido por la Cámara de Informática y Comunicaciones de la República Argentina (CICOMRA) y donado a la UNLaM en el año 2011. La calibración del dispositivo expiro el 17 de agosto de 2013 como se puede verificar en la imagen:

Figura 8. Calibración del instrumento Narda NBM550



Figura 9. Mapa de calor de mediciones realizadas



Se realizaron distintas averiguaciones para tomar conocimiento acerca de realizar el calibrado del equipamiento, en primer lugar, la compañía TECNOUS que es la representante local de Narda (fabricante del dispositivo de medición), ofrece un servicio que consiste en enviar el instrumento a la casa matriz (Alemania) para su calibración. Esta opción tiene un costo en dólares y supone un tiempo relativamente extenso para tener el equipo nuevamente en condiciones operativas. Sin embargo, la realización del trabajo en los laboratorios de la casa matriz de la empresa que los fabrica es una tranquilidad sobre todo para los instrumentos que estén dentro del periodo de garantía.

En segundo lugar, dentro de nuestro país, el Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa (CITEDEF), cuenta con la posibilidad de realizar calibraciones de este tipo de instrumental con acuerdo de costo para organismos estatales. Se solicitó un presupuesto por dicho trabajo, con valor de \$118.038 (pesos) que se obtuvo el 6 de octubre de 2022 (se adjunta nota presupuestaria completa en el anexo V). La ENACOM acepta la calibración hecha por el CITEDEF. Si el instrumento estuviese incluido en el período de garantía deberá analizarse que inconvenientes puede acarrear el hecho de no calibrar en la empresa fabricante.

Bibliografía

- Abadia , N. (2014). *Actualización y adecuación de la metodología de medición para el estudio de radiaciones no ionizantes con el equipo Narda NBM-550 en la empresa Telemediciones S.A.*
- Dulce, K., & Alonso, S. (2017). *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*. Obtenido de https://www.uaeh.edu.mx/docencia/P_Presentaciones/prepa_ixtlahuaco/2017/orientacion.pdf
- ENACOM. (s.f.). *ENACOM*. Obtenido de https://www.enacom.gob.ar/multimedia/normativas/2004/Resolucion%203690_04%20CNC.pdf
- Frizzera , V. (2007). *Radiaciones no ionizantes*. , *Comisión Nacional de Telecomunicaciones, Buenos Aires*.
- H. D Young, .. &. (2009). *Física Universitaria con Física Moderna. Volumen 2*. Editorial Pearson.
- https://www.ecofield.net/Legales/BsAs/res87-13_BA.htm. (s.f.). Obtenido de https://www.ecofield.net/Legales/BsAs/res87-13_BA.htm: https://www.ecofield.net/Legales/BsAs/res87-13_BA.htm
- Keysight Technologies 2017. (2021 de 01 de 02). *Understanding the 5G NR Physical Layer*.

- Leach V., W. S. (s.f.). Obtenido de https://www.orsaa.org/uploads/6/7/7/9/67791943/a_novel_database_of_bio-effects_from_non-ionizing_radiation.pdf
- OMS. (s.f.). *Organización Mundial de la Salud*. Obtenido de Campos electromagnéticos y salud pública: teléfonos móviles: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/electromagnetic-fields-and-public-health-mobile-phones>
- radioproteccionsar.org.ar*. (s.f.). Obtenido de https://radioproteccionsar.org.ar/online/doc/congreso_argentino_xii_2019/d3/La_defensa_CABA_frente_a_las_radiaciones_no_ionizantes_parte_2.pdf
- Tamayo y Tamayo, M. (2003). *EL PROCESO DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA incluye evaluación y administración de proyectos de investigación*. México: LIMUSA S.A.