

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**ESCUELA DE POSGRADO**  
**Programa de Maestría en Gestión Ambiental**



**UNS**  
**ESCUELA DE**  
**POSGRADO**

---

---

**“Evaluación de la radiación no ionizante producida  
por antenas de telefonía móvil, Urbanización  
Casuarinas - Nuevo Chimbote, 2023”**

---

---

**Tesis para optar el grado académico de  
Maestro en Ciencias en Gestión Ambiental**

**Autor:**

**Bach. Castillo León, Luis Denis**

**Asesor:**

**Dr. Moreno Rojo, Cesar**

**DNIN°: 32907242**

**Código ORCID: 0000-0002-7143-4450**

**Nuevo Chimbote - PERÚ**  
**2024**

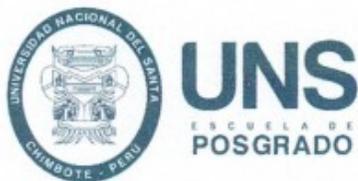


## CERTIFICACIÓN DE ASESORAMIENTO DE LA TESIS

YO, **Dr. Moreno Rojo, Cesar**, por medio de la presente certifico mi asesoramiento de la Tesis titulada: **“Evaluación de la radiación no ionizante producido por antenas de telefonía móvil, Urbanización Casuarinas-Nuevo Chimbote-Ancash, 2023”**. que tiene como autor al **Bach. Castillo León, Luis Denis**, alumno de la **Maestría en Gestión Ambiental**, ha sido elaborado de acuerdo al Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad Nacional del Santa.

Nuevo Chimbote, abril, del 2024

.....  
**Dr. Moreno Rojo, Cesar**  
ASESOR  
CODIGO ORCID 0000-0002-7143-4450  
DNI: 32907242



## CONFORMIDAD DE JURADO EVALUADOR

“EVALUACIÓN DE LA RADIACIÓN NO IONIZANTE PRODUCIDO POR ANTENAS DE TELEFONÍA MÓVIL, URBANIZACIÓN CASUARINAS-NUEVO CHIMBOTE-ANCASH, 2023”. Tesis para optar el Grado de Maestro en Ciencias en Gestión Ambiental

Revisado y Aprobado por el Jurado Evaluador:

.....  
Ms. Castillo Ventura, José Luis  
PRESIDENTE  
CODIGO ORCID 0000-0002-0905-3024  
DNI: 32781530

.....  
Ms. Mendoza Corpus, Carlos Alfredo  
SECRETARIO  
CODIGO ORCID 0000-0001-7464-1116  
DNI: 32952282

.....  
Dr. Moreno Rojo, Cesar  
VOCAL  
CODIGO ORCID 0000-0002-7143-4450  
DNI: 32907242



**UNS**  
ESCUELA DE  
POSGRADO

### ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

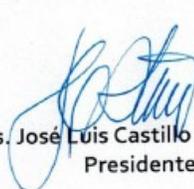
A los veintinueve días del mes de abril del año 2024, siendo las 10.00 horas, en el aula P-01 de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional del Santa, se reunieron los miembros del Jurado Evaluador, designados mediante Resolución Directoral N° 007-2024-EPG-UNS de fecha 16.01.2024, conformado por los docentes: Ms. José Luis Castillo Ventura (Presidente), Ms. Carlos Alfredo Mendoza Corpus (Secretario) y el Dr. Cesar Moreno Rojo (Vocal); con la finalidad de evaluar la tesis titulada "EVALUACIÓN DE LA RADIACIÓN NO IONIZANTE PRODUCIDA POR ANTENAS DE TELEFONÍA MÓVIL, URBANIZACIÓN CASUARINAS- NUEVO CHIMBOTE-ANCASH, 2023"; presentado por el tesista Luis Denis Castillo León, egresado del programa de Maestría en Gestión Ambiental.

Sustentación autorizada mediante Resolución Directoral N° 233-2024-EPG-UNS de fecha 24 de abril de 2024.

El presidente del jurado autorizó el inicio del acto académico; producido y concluido el acto de sustentación de tesis, los miembros del jurado procedieron a la evaluación respectiva, haciendo una serie de preguntas y recomendaciones al tesista, quien dio respuestas a las interrogantes y observaciones.

El jurado después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo y con las sugerencias pertinentes, declara la sustentación como APROBADO, asignándole la calificación de Diecisiete.

Siendo las 11.00 horas del mismo día se da por finalizado el acto académico, firmando la presente acta en señal de conformidad.

  
Ms. José Luis Castillo Ventura  
Presidente

  
Ms. Carlos Alfredo Mendoza Corpus  
Secretario

  
Dr. Cesar Moreno Rojo  
Vocal



## Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: LUIS CASTILLO LEON  
Título del ejercicio: PTI CASTILLO 2  
Título de la entrega: RADICACION-CASTILLO  
Nombre del archivo: INFORME\_DE\_TESIS\_LCL2.doc  
Tamaño del archivo: 17.14M  
Total páginas: 94  
Total de palabras: 19,098  
Total de caracteres: 102,373  
Fecha de entrega: 09-ene.-2024 08:29p. m. (UTC-0500)  
Identificador de la entrega: 2267154873



## RADICACION-CASTILLO

---

### INFORME DE ORIGINALIDAD

---

<b>1</b> %	<b>1</b> %	<b>0</b> %	<b>1</b> %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

---

### FUENTES PRIMARIAS

---

<b>1</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>1</b> %
----------	---	------------

---

Excluir citas      Activo  
Excluir bibliografía      Activo

Excluir coincidencias      < 1%

## DEDICATORIA

A mis padres Luis y  
Dennys por apoyarme en  
el inicio de mi carrera  
profesional.

A mí amada esposa Anais y  
mi hijo Ander, por  
motivarme  
en embarcarme en nuevos  
retos profesionales.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por protegerme durante todo mi camino y darme fuerzas para superar obstáculos y dificultades a lo largo de toda mi vida.

A mi asesor el Dr. Cesar Moreno Rojo por el valioso aporte de sus conocimientos y tiempo para concretar la presente investigación.

A la escuela de Posgrado de la Universidad Nacional del Santa, por darme la oportunidad de grandeza y de inspiración, y a mis maestros que ayudaron a la realización de la presente investigación.

## ÍNDICE GENERAL

CONFORMIDAD DEL JURADO EVALUADOR .....	¡Error! Marcador no definido.
ACTA DE EVALUACION DE SUSTENTACION DE TESIS.....	iii
RECIBO TURNITIN.....	¡Error! Marcador no definido.v
RECIBO PORCENTUAL DE TURNITIN .....	¡Error! Marcador no definido.
DEDICATORIA .....	¡Error! Marcador no definido.
AGRADECIMIENTO .....	¡Error! Marcador no definido.ii
<b>ÍNDICE</b> .....	¡Error! Marcador no definido.iii
INDICE DE TABLAS .....	¡Error! Marcador no definido.x
INDICE DE FIGURAS.....	x
INDICE DE ANEXOS .....	¡Error! Marcador no definido.
RESUMEN .....	¡Error! Marcador no definido.
INTRODUCCION.....	¡Error! Marcador no definido.
<b>CAPITULO I</b> .....	2
PROBLEMA DE INVESTIGACION .....	3
1.1. Planteamiento y fundamentación del problema de investigación.....	3
1.2. Antecedentes de la investigación.....	4
1.3. Formulación del problema de investigación .....	11
1.4. Delimitación del estudio .....	11
1.5. Justificación e importancia de la investigación .....	11
1.6. Objetivos de la investigación: General y específicos .....	13
<b>CAPITULO II</b> .....	14
MARCO TEORICO.....	14
2.1. Fundamentos teóricos de la investigación .....	14
2.2. Marco conceptual.....	38

<b>CAPITULO III</b> .....	42
MARCO METODOLOGICO.....	42
3.1. Hipótesis central de la investigación.....	42
3.2. Variables e indicadores de la investigación.....	42
3.3. Métodos de la investigación.....	42
3.4. Diseño o esquema de la investigación.....	43
3.5. Población y muestra.....	45
3.6. Actividades del proceso investigativo.....	47
3.7. Técnicas e instrumentos de la investigación.....	47
3.8. Procedimiento para la recolección de datos.....	47
3.9. Técnicas de procesamiento y análisis de los datos.....	49
<b>CAPITULO IV</b> .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
4.1. Resultados.....	51
4.2. Discusiones.....	53
<b>CAPITULO V</b> .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b> 4
5.1. Conclusiones.....	74
5.2. Recomendaciones.....	75
<b>REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla N° 01</b>	Espectro que se viene usando para la prestación de servicios en celulares.	<b>32</b>
<b>Tabla N° 02</b>	Normativa Nacional acerca de la evaluación de radiación no ionizante.	<b>35</b>
<b>Tabla N° 03</b>	Niveles máximos de exposición para la población de acuerdo con el DS N° 038-2003-MTC.	<b>36</b>
<b>Tabla N° 04</b>	Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Radiaciones No Ionizantes, DS N° 010-2005-PCM.	<b>37</b>
<b>Tabla N° 05</b>	Matriz de operacionalización de variables.	<b>42</b>
<b>Tabla N° 06</b>	Detalle de los puntos a evaluar.	<b>43</b>
<b>Tabla N° 07</b>	Programación de mediciones.	<b>44</b>
<b>Tabla N° 08</b>	Estratificación de la población de antenas por operador de telefonía.	<b>45</b>
<b>Tabla N° 09</b>	Técnicas e instrumentos por utilizados en la investigación.	<b>48</b>
<b>Tabla N° 10</b>	Resultado de la encuesta realizada con respecto a las antenas de telefonía.	<b>53</b>
<b>Tabla N° 11</b>	Relación de EBC en el distrito de Nuevo Chimbote.	<b>55</b>
<b>Tabla N° 12</b>	Coordenadas de las EBC evaluadas para la investigación.	<b>56</b>
<b>Tabla N° 13</b>	Registro de caracterización EBC de operador Telefónica del Perú S. A. A.	<b>57</b>
<b>Tabla N° 14</b>	Registro de caracterización EBC de operador América Móvil Perú S. A. C.	<b>57</b>
<b>Tabla N° 15</b>	Registro de caracterización EBC de operador Entel Perú S. A.	<b>58</b>
<b>Tabla N° 16</b>	Registro de caracterización EBC de operador Viettel Perú S. A. C.	<b>58</b>
<b>Tabla N° 17</b>	Detalle de ubicación de los puntos de muestreo.	<b>59</b>
<b>Tabla N° 18</b>	Resultado de medición con respecto a la EBC Telefónica del Perú S. A. A.	<b>62</b>
<b>Tabla N° 19</b>	Resultado de medición con respecto a la EBC América Móvil Perú S. A. C.	<b>63</b>
<b>Tabla N° 20</b>	Resultado de medición con respecto a la EBC Entel Perú S. A.	<b>64</b>
<b>Tabla N° 21</b>	Resultado de medición con respecto a la EBC Viettel Perú S. A. C.	<b>65</b>
<b>Tabla N° 22</b>	Estándares de calidad ambiental para Rango de Frecuencias de 400 MHz-2 GHz.	<b>67</b>
<b>Tabla N° 23</b>	Resultados de DP y %DP-ECA por operador.	<b>67</b>
<b>Tabla N° 24</b>	Resultados de ICM y %ICM-ECA por operador.	<b>68</b>
<b>Tabla N° 25</b>	Resultados de ICE y %ICE-ECA por operador.	<b>69</b>
<b>Tabla No 26</b>	Matriz de estrategias para mitigar el impacto social.	<b>71</b>

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura N° 01</b>	Pobladores protestan por la instalación de antenas.	<b>2</b>
<b>Figura N° 02</b>	Partes de una onda.	<b>14</b>
<b>Figura N° 03</b>	Generación de una Onda Electromagnética.	<b>16</b>
<b>Figura N° 04</b>	Propagación de una Onda Electromagnética.	<b>17</b>
<b>Figura N° 05</b>	Espectro Electromagnético.	<b>18</b>
<b>Figura N° 06</b>	Antena irradiando ondas.	<b>20</b>
<b>Figura N° 07</b>	Configuración de la antena de cable.	<b>21</b>
<b>Figura N° 08</b>	Configuración de antenas de apertura.	<b>22</b>
<b>Figura N° 09</b>	Antenas Microstrip rectangulares y circulares (parche).	<b>23</b>
<b>Figura N° 10</b>	Configuraciones típicas de antenas de lente.	<b>24</b>
<b>Figura N° 11</b>	Formas de radiación.	<b>25</b>
<b>Figura N° 12</b>	Estación base de celular ubicada en zona urbana.	<b>28</b>
<b>Figura N° 13</b>	Diagrama de Torre.	<b>29</b>
<b>Figura N° 14</b>	Niveles medidos de las antenas montadas en mástil como un porcentaje de un nivel permitido de $2 \text{ W/m}^2$ .	<b>30</b>
<b>Figura N° 15</b>	Esquema simplificado de un sistema de telefonía celular.	<b>31</b>
<b>Figura N° 16</b>	Mediciones de RNI hecho por el MTC.	<b>34</b>
<b>Figura N° 17</b>	Plano de ubicación de las ETB a monitorear.	<b>44</b>
<b>Figura N° 18</b>	Promedio porcentual de edades de la población encuestada.	<b>52</b>
<b>Figura N° 19</b>	Promedio porcentual del Nivel de educación de la población encuestada.	<b>52</b>
<b>Figura N° 20</b>	Promedio porcentual de escala de Likert por pregunta.	<b>54</b>
<b>Figura N° 21</b>	Valores más altos de la densidad de potencia por distancia.	<b>66</b>
<b>Figura N° 22</b>	Análisis del %DP-ECA por operador de telefonía.	<b>68</b>
<b>Figura N° 23</b>	Análisis del %ICM-ECA por operador de telefonía.	<b>69</b>
<b>Figura N° 24</b>	Análisis del %ICE-ECA por operador de telefonía.	<b>70</b>

## INDICE DE ANEXOS

<b>Anexo N° 01</b>	Formato del instrumento cuestionario	<b>78</b>
<b>Anexo N° 02</b>	Validación del instrumento cuestionario	<b>79</b>
<b>Anexo N° 03</b>	Formato de caracterización de antenas.	<b>85</b>
<b>Anexo N° 04</b>	Equipo para la medición de la radiación no ionizante Gausímetro GIGAHERTZ ME 3951 <sup>a</sup> y certificado de calibración	<b>86</b>
<b>Anexo N° 05</b>	Formato para registro de puntos de muestreo y resultados de cada variable	<b>89</b>
<b>Anexo N° 06</b>	Formato de Matriz de estrategias para reducir el impacto social de la radiación no ionizante.	<b>89</b>
<b>Anexo N° 07</b>	Resolución Ministerial N° 613-2004-MTC Norma técnica sobre Protocolos de Medición de Radiaciones No Ionizantes	<b>90</b>
<b>Anexo No 08</b>	Decreto Supremo N° 010-2005-PCM Estándares de Calidad Ambiental (ECAs) para Radiaciones No ionizantes.	<b>94</b>
<b>Anexo No 09</b>	Plan Nacional de Atribución de Frecuencias (PNAF) aprobado mediante Resolución Ministerial N° 597-2023-MTC	<b>96</b>
<b>Anexo No 10</b>	Panel fotográfico	<b>97</b>

## RESUMEN

Estudios recientes sobre la contaminación ambiental causada por las torres de telefonía celular han suscitado una seria preocupación por sus riesgos de exposición a la radiación. El objetivo del estudio fue evaluar el nivel de radiación no ionizante emitida por antenas de telefonía móvil de los diferentes operadores (Movistar, Claro, Entel y Bitel) y a partir de ello, determinar si existen riesgo a la salud de la población en la urbanización Casuarinas de Nuevo Chimbote. Este estudio partió realizando una encuesta a los pobladores de la Urbanización Casuarinas acerca de la percepción del riesgo asociado a las radiaciones no ionizante que emiten las antenas de telefonía móvil para lo cual se tomó una muestra representativa de 120 personas obteniendo que: el 100% es consciente de la existencia de antenas de telefonía móvil en la urbanización, el 94% no tiene conocimiento de la radiación que emiten estas antenas pero solo el 40% cree que la radiación no ionizante afectaría negativamente su salud.

El método utilizado es la investigación observacional de la naturaleza, que consiste en observar el fenómeno en estudio. Las mediciones del nivel de radiación no ionizante se realizaron de acuerdo con el procedimiento preliminar de medición de campo lejano desarrollado por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC) según Resolución Ministerial 613-2004 MTC/03. Se investigó a radios de acción entre 2, 50 y 100 metros a la redonda de la estación base de distintos operadores de telefonía, registrando mediciones de intensidades de campo eléctrico ((V/m), intensidades de campo magnético (A/m) y densidad de potencia (W/m<sup>2</sup>).

Para realizar las mediciones en campo se utilizó el instrumento Gausímetro GIGAHERTZ ME 3951A, fabricado para dicho fin. Entre los resultados tenemos: 1.35 V/m de campo eléctrico el cual se ubicó a 2 m de la antena de operador CLARO, 0.369 A/m de campo magnético el cual se ubicó a 50 m de la antena de operador CLARO y 0.01488 W/m<sup>2</sup> de densidad de potencia el cual se ubicó a 50 m de la antena de operador ENTEL, estos valores representan menos del 2 % de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental establecidos en el DS N° 010-2005-PCM. Con respecto a las mediciones del campo magnético de la antena CLARO se obtuvieron los siguientes valores:0.123 A/m y 0.121 A/m que se aproximan al estándar establecido por norma que es de 0.159 A/m.

**PALABRAS CLAVES:** Radiación no ionizante, Antenas de telefonía, riesgo, contaminación ambiental.

## INTRODUCCION

El uso generalizado de teléfonos móviles en las últimas décadas ha provocado un gran aumento en el número de torres de telefonía celular (también conocidas como estaciones base) que se están colocando en comunidades. Estas torres cuentan con equipos electrónicos y antenas que reciben y transmiten señales de teléfonos móviles mediante ondas de radiofrecuencia (RF). Cuando las señales de RF se transmiten de ida y vuelta a la estación base durante las llamadas, las ondas de RF producidas en la estación base se emiten al medio ambiente, donde las personas pueden quedar expuestas a ellas. Desde hace algunos años lo que ha despertado gran preocupación entre la población son las antenas de telefonía móvil y su posible relación con enfermedades cancerígenas, esto debido a la desinformación que existe sobre el tema. Para mitigar estas inquietudes se han realizado varios estudios y análisis por medio de la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC), que forma parte de la Organización Mundial de la Salud (OMS), en los cuales se concluyó clasificar a las RNI como posibles fuentes de carcinogénicos para humanos, luego de haber tomado una muestra de personas que usan teléfonos celulares observando en ellas un mayor riesgo de desarrollar glioma.

En este momento, no hay pruebas sólidas de que la exposición a las ondas de radiofrecuencia producto de las estaciones base de telefonía causan efectos notables en la salud. Sin embargo, esto no significa que las agencias expertas como Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) y El Programa Nacional de Toxicología (NTP) de EE. UU., han demostrado que las ondas de las torres de telefonía móvil son absolutamente seguras. Los más expertos de las organizaciones coinciden en que se necesita más investigación para ayudar a aclarar esto, especialmente los posibles efectos a largo plazo. Por lo que, durante el año 2023 se realizó la evaluación de la radiación no ionizante producido por antenas de telefonía móvil en la urbanización Casuarinas de Nuevo Chimbote-Ancash, donde se llevó a cabo mediciones y análisis de las variables que definen las radiaciones no ionizantes en diferentes espacios públicos y en diferentes bandas de frecuencias de telefonía celular, con el fin de hacer comparaciones con los diferentes operadores de telefonía, además de crear un precedente de los niveles de esta energía radiante y poder contribuir en la investigaciones futuras acerca de los posibles efectos sobre la salud.

## CAPITULO I

### PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1. Planteamiento y fundamentación del problema de investigación

A mediados de 2021, una empresa inició la instalación de infraestructura de antenas en la urbanización Casuarinas-Nuevo Chimbote-Ancash. Esto generó desacuerdos y ansiedades entre los residentes y los representantes de la empresa. Algunos lugareños creen que las emisiones de radiación, que podrían afectar negativamente a su salud, eran inaceptables. “La salud es lo primero y todos sabemos que las antenas producen cáncer, entonces los vecinos consientes de eso es que estamos aquí para oponernos, indico uno de los pobladores. (Diario de Chimbote,2021)

Un grupo de ciudadanos organizado cree que las estaciones base de telefonía móvil (antenas) suponen un peligro para la salud, “pero sin evidencia alguna”, solicitaron a la autoridad municipalidad de Nuevo Chimbote, exigir a la empresa, su desinstalación y retiro. Lo expuesto quedó sin efecto, debido a que representante de la municipalidad manifestó “que la empresa Telefónica habría cumplido con los requisitos exigidos para la instalación de la estación base de telefonía móvil”.

#### Figura N° 01

*Pobladores protestan por la instalación de antenas.*



FUENTE: Diario de Chimbote (2021)

Los conflictos sociales por la instalación de estaciones base de telefonía móvil en nuestro país no son nada nuevo. Estos problemas aparecieron hace varios años, siendo un caso muy famoso el de las antenas colocadas en la zona de San Isidro- Lima (julio 2013) y su conexión con el cáncer. Se informó en dicho reportaje que se produjeron unos 12 casos de cáncer en casas cercanas a la antena. Siendo la familia “más afectada”, la del señor Renzo Zazzali, que afirmó que, a su esposa e hijo, luego de que les hicieran pruebas de tomografías, diagnosticaron tumores en la cabeza, afirmando que es producto de la antena. Un dato interesante del caso mencionado en San Isidro-Lima es que fueron estos vecinos los que no pudieron obtener pruebas de la conexión: cáncer y radiación de la antena, porque ellos mismos fueron los que exigieron a la empresa de telefonía que se corrobore sus sospechas. (Panorama, 2013)

Algunas organizaciones internacionales vienen realizando estudios sobre la capacidad de ciertas exposiciones de causar cáncer. Por ejemplo, La Sociedad Estadounidense del Cáncer (ACS) no tiene ninguna posición o declaración oficial sobre si la radiación de radiofrecuencia (RF) de los teléfonos celulares, torres de telefonía celular u otras fuentes es una causa de cáncer. La ACS generalmente recurre a otras organizaciones de expertos para determinar si algo causa cáncer (es decir, si es carcinógeno), incluyendo:

- La Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC), que forma parte de la Organización Mundial de la Salud (OMS).
- El Programa Nacional de Toxicología (NTP) de EE. UU., que está formado por partes de varias agencias gubernamentales diferentes, incluidos los Institutos Nacionales de Salud (NIH), los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC) y la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA).

Hasta ahora, ni la IARC ni el NTP han clasificado específicamente el potencial cancerígeno de las ondas de radiofrecuencia procedentes de las torres de telefonía móvil (American Cancer Society, 2018).

## 1.2. Antecedentes de la investigación

Damiano, U.; Wout, J. & Anke, H. (2014). En el artículo científico “Niveles de exposición a campos electromagnéticos de radiofrecuencia (RF-EMF) en diferentes entornos urbanos exteriores europeos en comparación con los límites reglamentarios”. El objeto de este estudio multicéntrico fue evaluar los niveles medios de exposición en áreas al aire libre en cuatro ciudades europeas diferentes y compararlos con los niveles regulatorios de exposición RF-EMF. Se realizaron las mediciones en las ciudades de Ámsterdam (Países Bajos, límites reglamentarios para bandas de frecuencia de estaciones base de telefonía móvil: 41–61 V/m), Basilea (Suiza, 4–6 V/m), Gante (Bélgica, 3–4,5 V /m) y Bruselas (Bélgica, 2,9–4,3 V/m) utilizando un dispositivo de medición portátil. Al concluir se encontró que los valores de exposición estaban muy por debajo de los límites de referencia internacionales definidos por la ICNIRP (Comisión Internacional sobre Protección contra la Radiación No Ionizante).

Miranda, M. J. (2014). En la tesis “Nivel de percepción de las radiaciones no ionizantes en la localidad de Chosica, 2014”. Este estudio nació con la necesidad de abordar problemas comunes. ¿Cuál es la percepción de la emisión de radiaciones no ionizantes en la ciudad de Chosica en el año 2014?, lo que permitió obtener el nivel de percepción de las Radiaciones No Ionizantes en la ciudad de Chosica durante el año 2014, en el Centro médico Moyopampa de la Micro Red – Chosica DISA Lima Este IV. Utilizando métodos cuantitativos y un diseño descriptivo simple, el estudio estuvo formada por 46 personas, donde la muestra de análisis de 25 trabajadores fue seleccionada por medio de un muestreo, por conveniencia, a cuyas personas se les aplicó; la encuesta, utilizando el software SPSS nos ha facilitado obtener que el “Nivel de Percepción de las Radiaciones No Ionizantes en la localidad de Chosica año 2014”, de acuerdo a la correlación de Spearman de 0,877 significa que es variable aceptable y considerada relevante con respecto a lo planteado.

Gertrude, A.; Akisophel, K.; Tumps, W.; Peter, O. (2017). En el artículo científico “Temporal variation of radiofrequency electromagnetic field exposure from mobile phone base stations in sensitive environments” [Variación temporal de la exposición a campos electromagnéticos de radiofrecuencia de estaciones base de telefonía móvil en entornos sensibles], realizaron mediciones de radiación no ionizante en las bandas celulares GSM900, GSM1800, UMTS2100 y LTE2600 en ubicaciones que consideraron sensibles, como áreas residenciales, áreas comerciales, hospitales, escuelas y universidades, los resultados comparados con las recomendaciones ICNIRP mostraron que estaban por debajo de los valores establecidos. Estos niveles se miden por densidad de potencia y los resultados oscilan entre 0,0000062 W/m<sup>2</sup> y 0,000142 W/m<sup>2</sup>.

Arredondo, J. (2018). En la tesis “Relación entre la radiación electromagnética emitida por el teléfono móvil y su cobertura debido a la presencia de antenas y sus efectos en la salud”. En el trabajo de Tesis se empezó analizando cómo se genera y comporta la Radiaciones No Ionizantes (RNI) de estos equipos, luego se realizó una breve revisión del desempeño de los componentes de comunicaciones móviles, brindando una breve descripción de cada componente, especialmente las antenas de comunicaciones, y probando la potencia de transmisión que salen de las mismas. Para medir esta se utiliza un dispositivo (marca Narda) de medición de potencia radiante a diferentes frecuencias, preconfiguradas para realizar mediciones según estándares nacionales, en el caso de este estudio se realizó en 3 puntos dentro de la ciudad del Cusco, como resultado se encontró que la potencia radiada no supera el 1% de normas aplicables, por lo que podemos concluir que la radiación de los teléfonos móviles no afecta la salud.

Barrera, O. & Mosquera, J. (2018). En el artículo “Contaminación ambiental por ondas electromagnéticas no ionizantes producto de tecnologías inalámbricas en ambientes al aire libre”. El propósito general de la prueba es predecir la contaminación causada por tales ondas electromagnéticas a través de la selección de un área de estudio que sea urbana y densamente poblada (Cúcuta-Colombia) que tenga una EBTM en su extensión y el planteamiento de los valores de los parámetros de ondas electromagnéticas no ionizantes en

ambientes exteriores. Las estimaciones del nivel de contaminación de las ondas electromagnéticas no ionizantes generadas por la tecnología inalámbrica en el ambiente exterior dependen de la distancia a la EBTM, las condiciones topográficas del terreno y la densidad, además del tipo de edificios existentes.

Mamani, C. (2019). En la tesis “Estudio de las radiaciones no ionizantes emitidos por las antenas WI-FI en la Universidad Nacional del Altiplano Puno”. En el siguiente estudio se evaluó las radiaciones no ionizantes del sistema Wi-Fi en la frecuencia 2.4GHz en la Universidad Nacional del Altiplano Puno considerando 11 muestras de medición para obtener los resultados deseados. En los ensayos experimentales de evaluación se hallaron a partir de un ambiente abierto para luego ser comparado con los valores del D.S. N°038-2003-MTC y estándares de calidad ambiental para radiaciones no ionizantes decreto supremo N° 010-2005-PCM. Para esto se utilizan como dispositivos de medición un analizador de radiación no ionizante y un analizador espectral ambos digitales. Se usaron métodos aplicados y experimentales para analizar los patrones espectrales de incidentes en la población universitaria, donde se obtuvo que los límites de radiaciones no ionizantes quienes no superan los límites definidos bajo norma en la frecuencia de 2.4GHz en Wi-Fi.

Magaji, I.; Ibrahim, K.A. & Ahmed I. (2019). En el artículo científico “Measurement and analysis on the health effect of electromagnetic radiation from telecommunication masts in some selected areas in Kaduna Metropolis” [Variación Medición y análisis del efecto sobre la salud de la radiación electromagnética de las torres de telecomunicaciones en algunas áreas seleccionadas de Kaduna Metropolis], analizaron los niveles de radiaciones no ionizantes en coordenadas halladas a 0 m, 20 m, 40 m, 60 m, 80 m y 100 m de las estaciones transmisoras encontradas en la metrópoli de Kaduna-Nigeria de cuatro empresas proveedoras del servicio de telecomunicaciones. Las mediciones se realizaron basándose en la intensidad del campo eléctrico E, el campo magnético H y la densidad de energía S en frecuencias de teléfonos móviles de 900 MHz, 1800 MHz y 2,7 GHz. Midieron un total de 20 estaciones base utilizando un medidor de intensidad EMF RF modelo 480836 de Extech, y las mediciones del campo electromagnético (EMF) se compararon con los

estándares ICNIRP, la Comisión Federal de Comunicaciones (FCC) y el Instituto de Tecnología. IEEE). Las puntuaciones máximas alcanzadas fueron 1,3034% y 1,0687% para Airtel, mientras que las puntuaciones mínimas fueron 0,0308% y 0,0252% para Etisalat; concluyó que estos resultados estaban por debajo de los límites recomendados por ICNIRP. También concluyeron que en este nivel no existe riesgo para la salud de las personas que viven en los alrededores.

Buhari, S.; Nasiru, A.; N.M Yahaya (2020). En el artículo científico “Scientific review of comparative studies on health hazards of non-ionizing radiation emanating from electric power lines and GSM telecommunication masts” [Revisión científica de estudios comparativos sobre los riesgos para la salud de las radiaciones no ionizantes provenientes de líneas eléctricas y torres de telecomunicaciones GSM, ejecutado en Nigeria, realizaron una comparación de los riesgos que corren las personas a partir de la emisión de radiaciones no ionizantes que generan las líneas de transmisión de alto voltaje y las estaciones base de telefonía móvil. Según un estudio de Wertheimer and Leeper, cuyos hogares se encuentran constituidos por niños, y que la vivienda se encontraba exteriormente con un exceso de cableados eléctricos, sugirieron que existen posibles efectos en el desarrollo de cáncer, leucemia, cambio de los niveles de la glucosa, problemas neuronales como el Alzheimer, la razón de esta correlación aun no es concreta. Los hallazgos sugieren que las radiaciones no ionizantes que emanan los cables eléctricos alimentados con energía eléctrica plantean un mayor riesgo para la salud que las antenas de las estaciones base de telefonía móvil.

Espinoza, F.; Lema, A.; Jaime, J.; Reyes, C. (2020). En el artículo científico “Análisis temporal de mediciones de radiación no ionizante”, realizado en Ecuador, un estudio sobre la exposición poblacional de los campos electromagnéticos en la banda 850 MHz que corresponde a la tecnología 2G y 3G en determinados intervalos de tiempo. Los investigadores compararon diferentes valores de medición obtenidos durante un período de 1 a 30 minutos, y el valor máximo de exposición de la población fue de -48,1 dBm.; para ello, utilizaron un analizador de espectros marca FieldFox, modelo N9935A con una antena isotrópica portátil IsoLOG 3D Mobile 9060 cuyo rango de

medición es de 9 kHz a 6 GHz. En este caso, compararon y analizaron las diferencias y el comportamiento que los valores de estos campos podrían mostrar a lo largo del tiempo, y estos resultados mostraron que no muestran cambios significativos por lo que consideraron necesario realizar mediciones extensas y concluyeron que medir dentro de 2 minutos no afectarían los resultados; debido a que varios países utilizan como referencia los intervalos de tiempo para los límites de exposición a las radiaciones no ionizantes, las recomendaciones de la ICNIRP, del Comité Europeo de Normalización Electrónica (Cenelec) y de la FCC, en la que recomiendan hacer monitoreo que oscilen entre 6 a 30 minutos.

Molina, L. (2020). En la tesis “Evaluación de la intensidad de campo electromagnético producido por antenas de telecomunicaciones en la ciudad de Calceta”. El trabajo analizó la intensidad del campo electromagnético generado por estaciones base de telecomunicaciones ubicadas en la ciudad de Calceta (Ecuador). En el caso de las evaluaciones de las variables se usó el equipo TM-195 considerando datos en los ejes X, Y y Z en puntos estratégicos de la ciudad de Calceta, georreferenciados a través de un GPS, resultando como valor del campo electromagnético un promedio de 0.0167 W/m<sup>2</sup> lo que significa un 0.03% del límite dispuesto por el CONATEL siendo este de 48.75 W/m<sup>2</sup> para exposición en el trabajo y 9.75 W/m<sup>2</sup> para exposición de la población en general, demostrándose así que los niveles de radiación que emiten las antenas no supera los límites definidos por norma.

Diniz, A.; Sousa, V.; Rodrigues, M.; Mendonça, H. (2021). En el artículo científico “Non-ionizing radiation analysis in close proximity to antenna tower: a case study in Northeast Brazil” [Análisis de radiación no ionizante en las proximidades de una torre de antena: un estudio de caso en el noreste de Brasil], realizado en la ciudad de Natal (Brasil), donde una investigación a nivel de interpretación explicativo realizó un estudio de los avances científicos relacionados con las radiaciones no ionizantes generadas por las telecomunicaciones. Este trabajo está relacionado en las bases de datos de Web of Science (WOS) y Scopus en los últimos 10 años; uno de los aportes es el estudio que ejecutaron en cuatro edificios diferentes en Natal Brasil cuyos resultados fueron en el P1:9.21µV/m,

P2:12.88  $\mu\text{V}/\text{m}$ , P3: 4.39  $\mu\text{V}/\text{m}$  y P4: 5.19  $\mu\text{V}/\text{m}$ . Este estudio es importante porque las mediciones realizadas en las principales ciudades brasileñas, donde se concentran las torres de telefonía móvil, mostraron que la radiación de RF generada no supera el límite máximo de radiación no ionización según las normas de la Agencia Nacional de Telecomunicaciones de Brasil y los estándares internacionales.

Samanez, J. (2021). En el trabajo de suficiencia profesional “Evaluación de la radiación no ionizante de sistemas de telecomunicaciones en el centro de la ciudad de Huancayo”, realizó mediciones de campos electromagnéticos para evaluar las radiaciones no ionizantes emitidas por los servicios de telecomunicaciones para luego compararlas con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y determinar si la densidad de energía generada por estos servicios excede los límites establecidos por las ECA. Los resultados de las emisiones en los servicios de radiodifusión, fue de  $2064.3 \pm 1555.2 \mu\text{W}/\text{m}^2$  que significa el 0.10 % y en los servicios de telefonía móvil fue de  $1760.5 \pm 3309.6 \mu\text{W}/\text{m}^2$  que significa el 0.025 %. Este trabajo demuestra que el valor de las radiaciones no ionizantes emitidas por los sistemas de telecomunicaciones es inferior al 2% del valor límite fijado por los Estándares de Calidad Ambiental. Las investigaciones muestran que los niveles de radiación no ionizante emitidas por las bandas de telefonía móvil son inferiores a los emitidos por los servicios de radio y televisión.

Astuhuaman, W. & Paredes, W. (2022). En la tesis “Evaluación de las radiaciones no ionizantes producidas por las bandas de telefonía móvil y posibles efectos para la salud en la ciudad de Huancayo”. El objetivo del trabajo de investigación fue estimar el nivel de radiación no ionizante emitida por las antenas de telefonía móvil en el rango de frecuencia de 698 MHz a 2170 MHz y, en base a las mediciones realizadas, determinar la posibilidad de efectos para la salud en la ciudad de Huancayo. Las mediciones del nivel de radiación no ionizante se realizaron de acuerdo con el procedimiento preliminar de medición de campo lejano fijado por el Ministerio de Transporte (MTC) según el Reglamento Ministerial 613-2004 MTC/03. Para realizar las mediciones se utilizó el instrumento de onda selectiva Narda SRM-3006, que está homologado por el

MTC. Los resultados obtenidos van desde los 0.000076 W/m<sup>2</sup> hasta 0.125957 W/m<sup>2</sup>, valores que representan menos del 2 % de los límites máximos permisibles establecidos en el Decreto Supremo N.º 038-2003-MTC. Por lo tanto, se puede concluir que el nivel de radiación no ionizante generada por las bandas de los teléfonos celulares no representa un riesgo para la salud de los habitantes de la ciudad de Huancayo.

Sanchez, J. (2022). En la tesis “Radiación no ionizante en las instalaciones de la autoridad regional ambiental de San Martín, Moyobamba 2021”. Durante la investigación se evaluó la radiación no ionizante en las instalaciones de la Autoridad Regional Ambiental (ARA) de San Martín en la ciudad de Moyobamba, con ese propósito se hizo un diagnóstico a través de la aplicación de una encuesta a los trabajadores obteniéndose que: el 40% del personal tiene entre 30 y 40 años, la jornada laboral son 8 horas, el 9% sufre de enfermedades preexistentes y que más del 50 % de estos no tienen conocimiento sobre las RNI, también se ejecutó la caracterización de las fuentes de radiación y la medición de la intensidad de sus emisiones por trabajador, con el medidor electromagnético de marca AARONIA, obteniendo como valores máximos de campo eléctrico 3,86 V/m y campo magnético 0,0178 A/m, que fueron comparados con los LMP, y representan el 6.32% y 11.13% del valor límite respectivamente, por último se propuso un plan de acción frente a las RNI que a su vez significa un instrumento base para la ARA. Ante lo expuesto se concluyó que la mayoría del personal de la ARA requiere del fortalecimiento de capacidades sobre RNI, que la radiación no ionizante que producen las diversas fuentes en las instalaciones de la Autoridad Regional Ambiental se encuentra muy por debajo de los límites establecidos en el D.S. N°038-2003-MTC; y, que la introducción de las medidas del plan de acción garantizará una buena calidad del entorno respecto a radiaciones no ionizantes.

### **1.3. Formulación del problema de investigación**

¿En qué medida la evaluación de la radiación no ionizante emitida por antenas de telefonía móvil en la urbanización Casuarinas-Nuevo Chimbote se relaciona con los estándares definidos por las normas nacionales asociadas a la calidad ambiental?

### **1.4. Delimitación del estudio**

La investigación se desarrolló en la ciudad de Nuevo Chimbote provincia de Santa en el departamento de Ancash. En esta ciudad se tuvo en cuenta todas las antenas bases instaladas en la urbanización Casuarinas y alrededores. El estudio se llevó a cabo durante 2 meses empezando en mayo y finalizando en junio del 2023.

La muestra incluye estaciones base de telefonía de diferentes compañías (movistar, Claro, Entel y Bitel) puesto que son los operadores más representativos de la región (muestreo por conveniencia).

### **1.5. Justificación e importancia de la investigación**

En los últimos años se ha incrementado el interés por los efectos biológicos y posibles consecuencias para la salud de los campos eléctricos y magnéticos débiles de baja intensidad. Se han presentado estudios sobre los campos magnéticos y el cáncer, sobre la reproducción y sobre las reacciones neurológicas y de comportamiento. A raíz de la cuarentena afrontada en los últimos años se ha visto necesario aumentar medios de comunicación inalámbrica por lo que es necesario hacer un seguimiento del aumento de concentración de este tipo de energía y si está bajo los niveles permisibles.

La investigación proporcionará una visión realista de la magnitud de los campos electromagnéticos generados por las antenas de telecomunicaciones y su posible impacto en la población. Por lo que permitirá a las autoridades municipales planificar el crecimiento ordenado en la prestación de servicios de las empresas de telecomunicaciones ya que vivimos en un país en vías de desarrollo.

Además, se fundamenta en el Reglamento de Protección de Emisiones de Radiación No Ionizante propuesto por el OSIPTEL, establecido bajo las recomendaciones para limitar la exposición a campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos de la Comisión Internacional de Protección Contra la Radiación No Ionizante (ICNIRP,2014), que define los límites permisibles para no presentar amenazas en el ámbito poblacional y ocupacional.

La justificación científica es que los campos electromagnéticos producto de las antenas de telefonía deben cumplir con los estándares de calidad ambiental para Radiaciones No ionizantes.

La justificación social de esta investigación es que permitirá conocer los niveles de radiación que genera las antenas de telefonía móvil en la urbanización Casuarinas-Nuevo Chimbote-Ancash; con lo cual se buscará fortalecer las políticas ambientales para la mejora de la calidad de vida de la población y así evitar conflictos sociales.

Es por lo que se busca determinar, con mediciones in-situ, la intensidad de los campos electromagnéticos en el ambiente provenientes de las antenas de los diferentes operadores de telefonía móvil.

## **1.6. Objetivos de la investigación: General y específicos**

### **1.6.1. Objetivo general**

Evaluar la radiación no ionizante producido por antenas de telefonía móvil, urbanización Casuarinas-Nuevo Chimbote-Ancash, 2023.

### **1.6.2. Objetivos específicos**

- Realizar un diagnóstico de la zona de influencia con respecto a los tipos y características físicas de las antenas presentes en la Urbanización Casuarinas-Nuevo Chimbote- Ancash.
- Cuantificar la intensidad de la Radiaciones No Ionizante de las antenas de telefonía móvil en la urbanización Casuarinas-Nuevo Chimbote- Ancash.
- Comparar los estándares de calidad ambiental de radiación No ionizante establecidos por norma con los niveles de intensidad de campo magnético "ICM", intensidad de campo eléctrico "ICE", densidad de potencia "DP", en la urbanización Casuarinas-Nuevo Chimbote- Ancash.
- Elaborar y proponer una matriz de estrategias para mitigar el impacto social de la exposición a las radiaciones no ionizantes en la urbanización Casuarinas-Nuevo Chimbote- Ancash.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

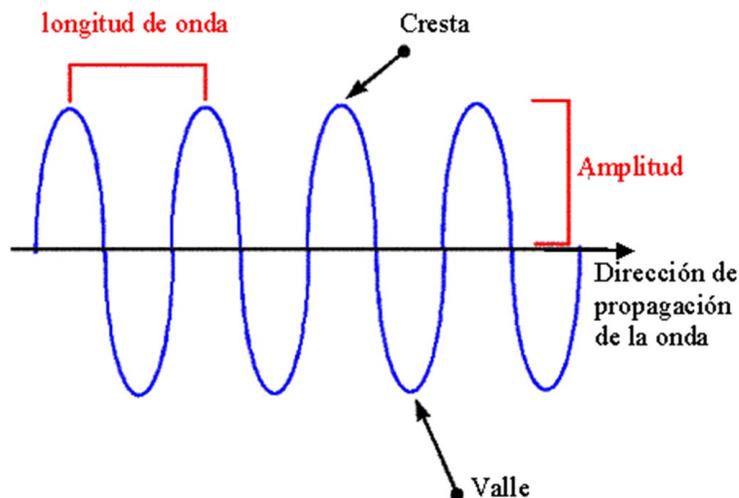
#### 2.1. Fundamentos teóricos de la investigación

##### 2.1.1. Ondas Electromagnéticas

Antes de pasar a la definición de ondas electromagnéticas, definamos qué son las ondas en sí, según Alan Cromer (Cromer, 1996) una onda es una perturbación en un medio que se propaga a través de este a una velocidad constante y característica del medio. Las ondas creadas en una cuerda, como las ondas sonoras, consisten en vibraciones de elementos mecánicos del medio material. Por tanto, las ondas mecánicas pueden entenderse perfectamente a través de las leyes mecánicas que gobiernan el movimiento de los objetos físicos (Cromer, 1996). Estas ondas se pueden mostrar o dibujar como en la Figura 2, donde algunas partes de ellas son visibles.

**Figura N° 02**

*Partes de una onda.*



FUENTE: Gonzáles (2009)

Las partes principales que tiene la onda se describen a continuación:

**Longitud de Onda:** Es la distancia que existe entre las crestas continuas o también entre valles continuos.

**Amplitud:** Es la máxima distancia o perturbación que existe en una onda. También se puede calcular matemáticamente sabiendo la

distancia que existe (medido verticalmente) entre una cresta y un el valle continuo y a esta se saca la mitad y tendríamos el valor de la amplitud.

**Frecuencia:** Se define como la cantidad de veces que se repite una onda cada cierto tiempo. En el sistema internacional la unidad de medida es el Hertz (Hz); Un Hertz seria la cantidad de veces que se repite una onda en cada segundo.

**Periodo:** Es lo contrario (o el inverso multiplicativo) de la frecuencia. Su unidad en el Sistema Internacional es el segundo (s).

**Velocidad:** Es la velocidad con que se propaga (por donde viaje) la onda, esto dependerá del lugar o medio en la que se propague, si la onda se propaga en el vacío tendrá una velocidad igual a la velocidad de la luz que es un valor conocido de  $3 \times 10^8$  m/s. Si se propaga por el aire este valor cambiara, pero es aproximadamente igual a la velocidad con se propaga en el vacío.

Sin embargo, las ondas que nos interesan son las ondas electromagnéticas (OEM), también conocidas como radiación electromagnética, estas ondas a diferencia de las ondas mencionadas anteriormente tienen dos componentes, como se dijo, son eléctricas y magnéticas, es decir, son creadas por partículas eléctricas y magnéticas que vibran al mismo tiempo. Estas partículas al oscilar producen a su alrededor un campo, dando como campo resultante una mezcla de un campo eléctrico y magnético (Serway & Jewett, 2009).

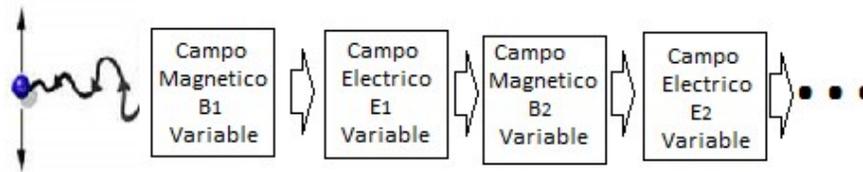
La OEM se crea cuando la carga se acelera y se comporta como corriente alterna. Entonces comienza a perturbarse el campo eléctrico de las cargas aceleradas, a diferencia del campo eléctrico de una carga grande que está estacionaria o se mueve a velocidad constante. La carga acelerada produce un campo magnético variable ( $B_1$ ), pero también todo campo variable produce un campo eléctrico variable ( $E_1$ ). Según la hipótesis de Maxwell, un campo eléctrico variable ( $E_1$ ) genera un campo magnético variable ( $B_2$ ), ahora este campo magnético

variable genera otro campo eléctrico variable ( $E_2$ ) y así sucesivamente (Lumbreras, 2016).

Como resultado, estas radiaciones electromagnéticas crean ondas que viajan a través del aire e incluso en el vacío (como ocurre cuando se envían señales al espacio).

Una partícula cargada eléctrica (o magnética) se mueve hacia arriba y hacia abajo, es decir, vibra, creando ondas, como se muestra en la Figura 3.

**Figura N° 03**  
*Generación de una Onda Electromagnética.*



FUENTE: Díaz & Proaño (2010)

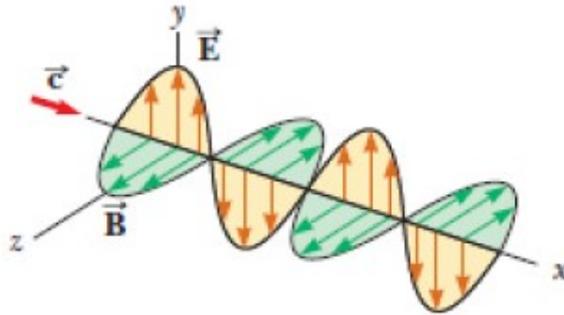
Cuando esta partícula vibra, se crean perturbaciones alrededor de sus oscilaciones que llamamos ondas. Las ondas creadas dependen de la velocidad del movimiento de la partícula, así como de la amplitud de la oscilación y la distancia desde el principio hasta el final del camino. Al cambiar los valores descritos anteriormente, las características de las ondas también cambiarán. En nuestro caso, la partícula analizada tiene dos componentes, uno tiene propiedades eléctricas y el otro tiene propiedades magnéticas por lo que recibiremos radiación electromagnética junto con las ondas electromagnéticas correspondientes.

Gracias a los factores descritos anteriormente, nuestras ondas pueden viajar por el aire a la velocidad de la luz. Sin embargo, estas ondas electromagnéticas, como describimos antes (Fig. 3), no son generadas por una partícula, sino que se requieren dos partículas de diferente naturaleza: una de naturaleza eléctrica y otra de naturaleza magnética.

Otra característica entre estas partículas es que su movimiento es perpendicular entre los dos tipos y se mueven en esa forma. A continuación, mostramos las ondas electromagnéticas. Estas viajan en el eje Z y la otra en el eje Y:

**Figura N° 04**

*Propagación de una Onda Electromagnética.*



FUENTE: Díaz & Proaño (2010)

Estas ondas son una de las formas en que se transmite la energía tanto en el vacío como en el aire. No tienen restricciones y/o barreras, lo que significa que pueden atravesar cuerpos y materia. Por ejemplo, cuando estamos en una habitación y recibimos una llamada, estas ondas penetrarán todas las paredes del lugar donde nos encontremos.

Para entender cómo se propagan, consideremos una aplicación amplia, que es que las ondas emiten una señal desde un punto llamado receptor (aquí es donde se crea la onda) y luego transmiten la señal a través del aire o a través del vacío y luego recibirlo en otro punto llamado receptor (es decir, donde viajará la onda). Esta onda puede, además de energía, también transportar información, pero esta información primero debe convertirse en una señal en forma de onda electromagnética, una vez recibida por el receptor, será decodificada y se recibirá la misma información que se envió. Entonces podremos transmitir información por el aire incluso por el vacío sin necesidad de cables u otro componente físico. (Área tecnología, 2016)

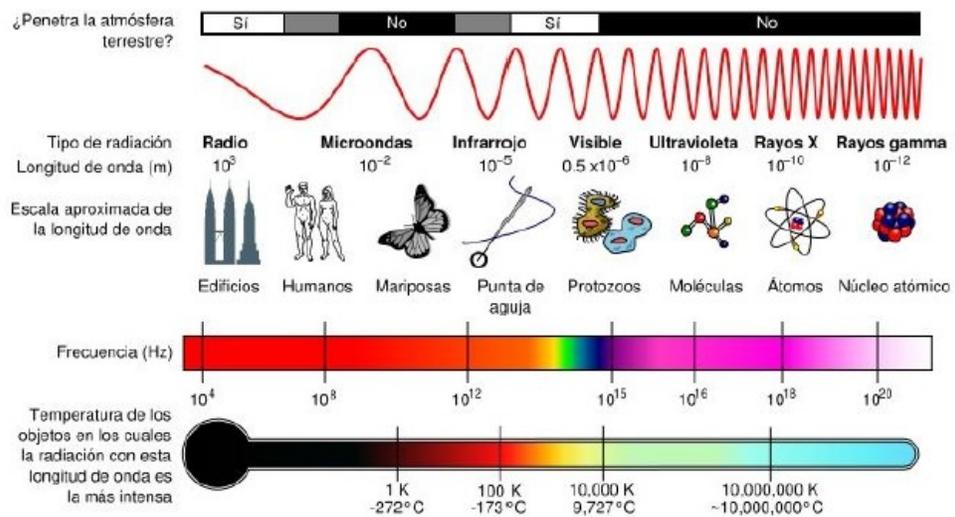
Las ondas electromagnéticas (OEM) se utilizan actualmente en la radio, la televisión, Internet y los teléfonos móviles, entre muchos otros

dispositivos. Hay tantas ondas viajando por el aire que es necesario distinguirlas por su frecuencia.

Para entender este fenómeno, pensemos en la cuerda que estamos moviendo. Si el movimiento es muy lento, creamos ondas muy anchas y con una longitud de onda mayor. Sin embargo, si el movimiento es muy rápido, estas ondas serán más estrechas, lo que significa una longitud de onda más corta. Por lo tanto, podemos concluir que, si la frecuencia aumenta, la longitud de onda se vuelve estrecha o pequeña, y si la frecuencia se vuelve pequeña, la longitud de onda aumenta o se hace grande.

Entonces en una OEM los datos más importantes son la frecuencia ( $f$ ) y la longitud de onda ( $\lambda$ ). A partir de estos datos se han creado muchos tipos de tablas de clasificación de estas ondas, nos ocuparemos de la tabla más general, contenida en la mayor parte de la literatura existente, ordenando las longitudes de onda en orden ascendente u ordenándolas por su frecuencia. En orden descendente proceden del llamado "Espectro Electromagnético". Esta tabla nos dará una idea más clara del rango de frecuencia que se encuentra en un tipo particular de radiación. La Figura 05 muestra una tabla específica.

**Figura N° 05**  
*Espectro Electromagnético.*



FUENTE: Gallegos (2009)

### 2.1.2. Antenas

Es un dispositivo (conductor metálico) capaz de emitir o recibir ondas electromagnéticas de radio hacia el espacio libre. Esta construido por un conjunto de dispositivos eléctricos que le permite radiar (transmitir) ondas electromagnéticas cuando se le aplica un voltaje alterno, es decir transforma energía eléctrica en ondas electromagnéticas, y una receptora realiza la función inversa.

El tamaño de las antenas se relaciona con dos parámetros antes explicados estas son: la longitud de onda de la señal de radiofrecuencia transmitida o recibida, debiendo ser en general, un múltiplo o submúltiplo exacto de esta longitud de onda.

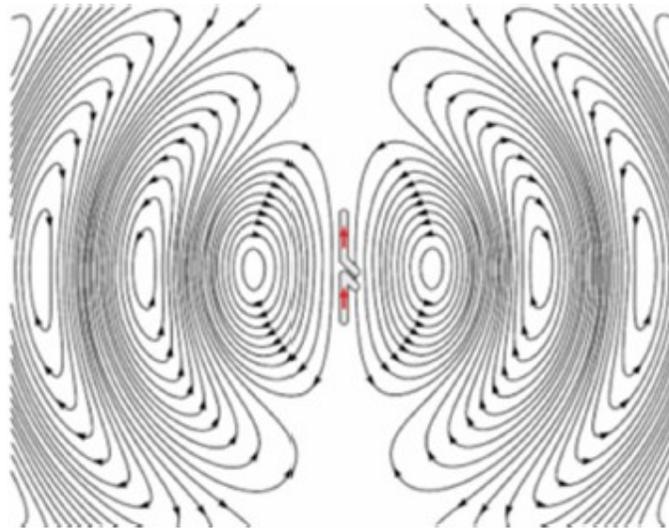
Por eso, a medida que se van utilizando frecuencias mayores las antenas disminuyen su tamaño. Asimismo, dependiendo de su forma y orientación, pueden captar diferentes frecuencias, así como niveles de intensidad.

La antena, al ser alimentado con energía de alta frecuencia, radia esta energía al espacio en forma de ondas electromagnéticas (antena de emisión) o que situado en un campo de ondas electromagnéticas, se hace sed de energía de alta frecuencia (antena de recepción). (PIAT & BRAULT, 1998)

En casos prácticos, es más conveniente utilizar emisores cuyo tamaño sea equivalente a una longitud de onda; En este caso, la distribución de la corriente no es homogénea en toda su longitud y esto debe tenerse en cuenta. Aunque el diseño de antenas es un arte en sí mismo, se pueden ilustrar los principios generales. (Wangness, 2006)

Otra característica muy común de una antena es que depende de la relación entre su tamaño (incluida la forma) y la longitud de onda de la señal de RF que se transmite o recibe. Si el tamaño o dimensiones de las antenas son mucho menores que la longitud de onda se llama fundamentales, si son la mitad de la longitud de onda se llaman resonantes y si sus dimensiones son mucho mayores que la longitud de onda, la antena es directiva. (Cardama, 2002)

**Figura N° 06**  
*Antena irradiando ondas.*



FUENTE: Díaz & Proaño (2010)

### **a. Tipos de antena**

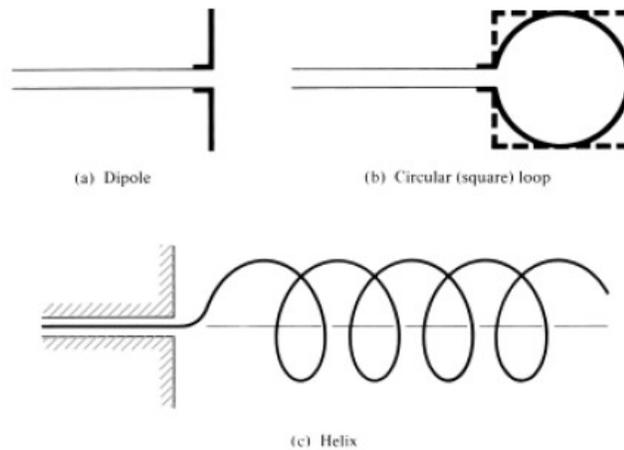
Existen varios tipos de antenas dependiendo de la forma, diseño, método de generación de señal, etc. En esta sección, describiremos brevemente los tipos de antena.

#### **Antenas de cable**

Como su nombre indica, están hechos de alambres o cables, por lo que se pueden ver en muchos lugares como automóviles, edificios, barcos, aviones, naves espaciales, etc. Las antenas de alambre vienen en muchas formas diferentes tales como un alambre recto conocido también como dipolo, el de lazo y el de hélice tal como se muestran en la siguiente figura.

### Figura N° 07

Configuración de la antena de cable.



FUENTE: Balanis (2005)

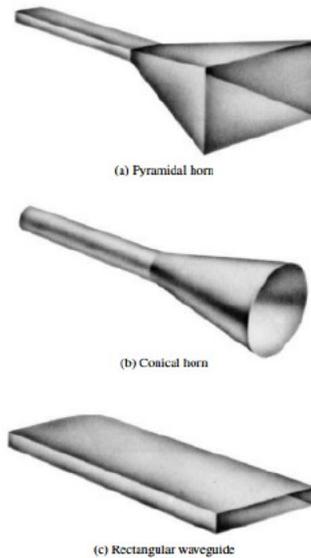
### Antenas de Apertura

Estas antenas son más conocidas hoy en día que las antenas de cable del pasado porque su demanda es cada vez mayor y su uso en frecuencias más altas es cada vez más complejo.

Las antenas de apertura vienen en muchas formas, algunas de estas antenas se muestran en la Figura N 08. Estas antenas se usan más comúnmente en aviones y naves espaciales porque pueden integrarse en el cuerpo o estructura de estos. Además, las antenas pueden recubrirse con un material dieléctrico para protegerlas de condiciones ambientales peligrosas. (Balanis, 2005)

## Figura N° 08

*Configuración de antenas de apertura.*



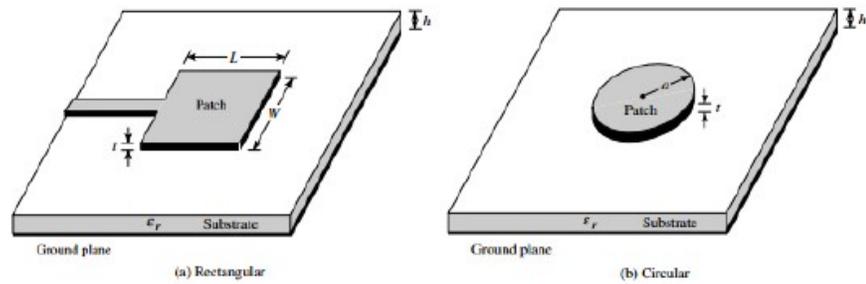
FUENTE: Balanis (2005)

## Antenas Microstrip

Este tipo de antena tiene forma plana y su estructura consta de una placa metálica colocada sobre una base puesta a tierra. Este parche metálico se puede diseñar usando muchos tipos diferentes de software y, por lo tanto, puede tener muchas formas y/o configuraciones diferentes; sin embargo, los parches rectangulares y circulares que se muestran en la Figura 8 son los más populares porque son fáciles de diseñar y fabricar. Una ventaja es que tienen propiedades de radiación atractivas, especialmente con radiación débil de polarización cruzada. Son de perfil bajo, superficies conformarles a planas y no planas, sencillas y económicas de fabricar utilizando tecnología moderna de circuitos impresos, mecánicamente robustas cuando están montadas sobre superficies rígidas, compatibles con diseños MMIC, también son extremadamente versátiles en su frecuencia de resonancia, en su polarización y en su patrón e impedancia. Al igual que las antenas de apertura, también se pueden colocar o instalar en la superficie de naves espaciales, aviones de gran altitud, cohetes, satélites, vehículos y como veremos en nuestro caso es un teléfono móvil. (Balanis,2005)

### Figura N° 09

Antenas Microstrip rectangulares y circulares (parche).



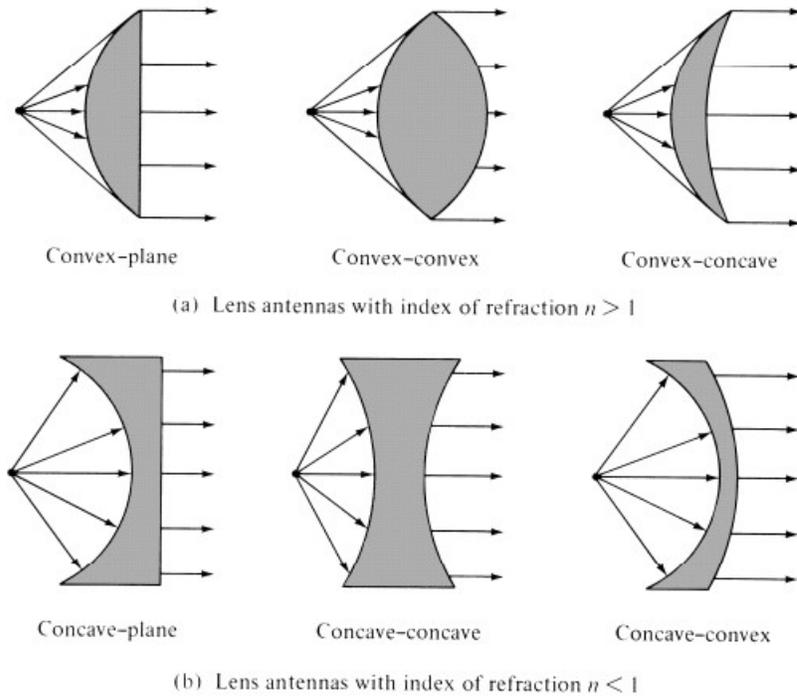
FUENTE: Balanis (2005)

### Antenas de lentes

Se sabe que una lente se utiliza esencialmente para colimar la energía divergente que se transfiere sobre este y así la lente evita que la energía se propague en direcciones no deseadas. Al elegir el material de lente apropiado y ajustarlo adecuadamente, varias formas de energía divergente se convertirán en ondas planas. Básicamente, se pueden utilizar para los mismos fines que los reflectores parabólicos, sobre todo porque se utilizan a frecuencias más altas. Su tamaño y peso se vuelven extremadamente grandes en frecuencias más bajas. Las antenas de este tipo se clasifican según el material del que están fabricadas y la forma geométrica que representan. Las lentes más comunes se muestran en la siguiente figura.

### Figura N° 10

Configuraciones típicas de antenas de lente.



FUENTE: Balanis (2005)

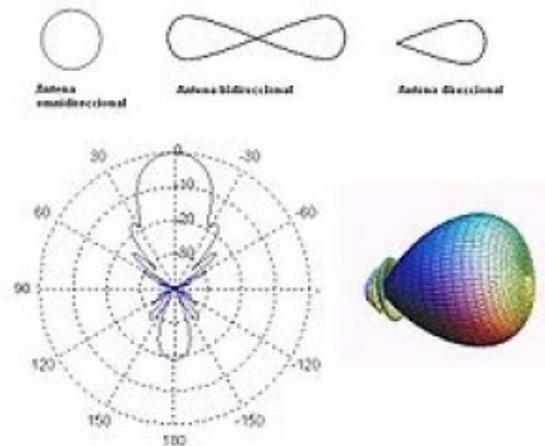
### b. Parámetros de una antena

Las antenas se caracterizan por varios parámetros, de los cuales se describirán los más comunes:

#### Diagrama de radiación

La antena irradia de manera desigual en diferentes direcciones, lo cual se debe a su forma, tamaño o forma de excitación, por lo que es necesario representar gráficamente las características de radiación que representa la antena. Esta es la gráfica que utilizaremos en el presente estudio al representar el teléfono celular y las antenas que tiene a su alrededor. Normalmente se muestra la densidad de potencia radiada, pero también se puede encontrar un diagrama de polarización o un diagrama de fases. La Figura 10 muestra algunos ejemplos que muestran diagramas de radiación.

**Figura N° 11**  
*Formas de radiación.*



FUENTE: Balanis (2005)

Para construir un diagrama de radiación, considere:

- Dirección de apuntamiento
- Lóbulo principal
- Lóbulos secundarios
- Ancho de haz
- Relación de lóbulo principal a secundario

### **Intensidad de radiación**

Es la potencia radiada por unidad de ángulo sólido en una dirección determinada y representa la capacidad de la antena para irradiar energía en esa dirección.

Sus unidades son vatios por estereorradián, y en campo lejano es independiente de la distancia a la que se localiza la antena. (PIAT & BRAULT, 1998)

### **Ancho de banda**

El ancho de banda está determinado por las frecuencias superior e inferior en el área de cobertura, por lo que se debe tener cuidado de no reducir el nivel de potencia en la antena en más de 3 dB. (PIAT & BRAULT, 1998)

## **Directividad**

Se denomina así a la relación entre la intensidad de la radiación emitida por una antena en la dirección máxima y la intensidad de la radiación de la misma antena isotrópica que emite la misma potencia. Por lo que, la Directividad no tendrá unidades así que se expresa en dB (PIAT & BRAULT, 1998)

## **Ganancia**

La ganancia está estrechamente relacionada con la directividad mencionada anteriormente, pero no es solo una relación sino también una dimensión o medida que tiene en cuenta la eficiencia o efectividad de la antena y su directividad. Tenga en cuenta que la directividad es una medida que describe únicamente las características direccionales de una antena y, por lo tanto, está controlada únicamente por el patrón de radiación. La ganancia también se define como "la relación entre la intensidad de la radiación en una dirección determinada y la intensidad de la radiación que se obtendría si la energía recibida por la antena se radiara isotrópicamente". (Balanis, 2005)

## **Eficiencia**

La eficiencia es la relación que existe entre la potencia radiada de una antena y la potencia transmitida a esa misma antena. Otra definición de eficiencia es la relación entre ganancia y directividad.

## **Polarización**

La polarización se define como "la propiedad de una onda electromagnética que describe la dirección del cambio en el tiempo y la magnitud relativa del vector de campo eléctrico"; Específicamente, una figura construida como una función del tiempo por la extremidad del vector en un lugar fijo en el espacio, y el sentido en el cual se traza, como se observa a lo largo de la dirección de propagación. "La polarización es la curva descrita por el punto final de la flecha (vector) que define el campo eléctrico instantáneo". El campo debe ser observado a lo largo de la dirección de propagación (Balanis, 2005).

### 2.1.3 Estaciones Base Celulares (EBC)

Estas son las que han causado gran controversia en la población, desde simples reclamos hasta oponerse totalmente a su instalación. No obstante, es inevitable pensar que, para el sistema telefónico inalámbrico, lo asociemos con la torre del celular, esto es porque las torres son típicamente la única parte visible del sistema telefónico inalámbrico y además es necesario para que se establezca la conexión entre dos celulares.

Las torres celulares contienen montones de antenas de radio en una estructura, una pieza de equipo para manejar las estaciones móviles (teléfonos celulares) en la zona, y en la mayoría de los casos, un sistema de respaldo de batería o un generador de emergencia. Estas torres como mencionamos son visibles en su mayoría ya que se encuentran en la ciudad sobre las casas, o un área específica especialmente diseñado para colocar dicha torre, aunque en algunos casos en ciudades se encuentran camuflados al lado de árboles o cajas.

Así, una EBC cuenta principalmente con los siguientes elementos:

**Estructura de soporte para los equipos:** Torres, postes, mástiles, azoteas, etc.

**Antena:** Es el elemento que irradia las ondas electromagnéticas al espacio usando las bandas de espectro radioeléctrico. Hay antenas para los servicios móviles (esta es la razón por la que en diversos medios usan el término “Antena” para referirse a las EBC).

**Equipamiento de radio:** Para las tecnologías 2G, 3G, 4G, las cuales reciben diversas denominaciones como, BTS, Nodo B y eNodo, respectivamente.

**Equipamiento del enlace de backhaul:** Equipos de enlace microondas, fibra óptica o satelital.

**Sistema de Energía:** Banco de baterías, Sistema de respaldo (UPS), paneles solares, etc.

**Figura N° 12**

*Estación base de celular ubicada en zona urbana.*



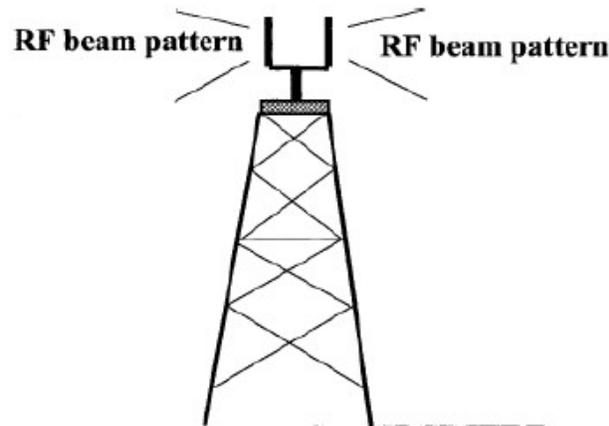
FUENTE: Redes de telefonía móvil y la salud (2008)

#### **2.1.4. Comunicación entre las estaciones base y los celulares**

Las comunicaciones entre el celular y el teléfono se dan mediante las ondas terrestres, estas son ondas electromagnéticas que viajan por la superficie de la Tierra. A estas ondas terrestres también se les llama ondas superficiales y deben estar polarizadas verticalmente. Esto se debe a que el campo eléctrico, en una onda polarizada horizontalmente, sería paralelo a la superficie de la tierra, y esas ondas se pondrían en corto por la conductividad del suelo lo cual sería muy peligroso. Con las ondas terrestres, el campo eléctrico variable induce voltajes en la superficie terrestre, que hacen circular corrientes muy parecidas a las de una línea de transmisión. Por lo tanto, las ondas terrestres se atenúan, es decir bajan su potencia a medida que se propagan o viajan. Se sabe que se propagan mejor sobre una superficie buena conductora, como, por ejemplo, agua salada, y se propagan mal sobre superficies desérticas. Las pérdidas en las ondas terrestres aumentan rápidamente al aumentar la frecuencia. Por consiguiente, su propagación se limita en general a frecuencias menores que 2 MHz (Tomasi, 2003).

Las antenas montadas en torres permiten determinar la altura para adaptarse a la cobertura requerida, sujeto a cualquier normativa nacional de planificación. Un ejemplo simple se muestra en la figura 13. En la práctica, el intercambio de mástiles es común y el número total de antenas en un mástil puede ser considerable, particularmente en cualquier emisor de radiodifusión que comparte con sistemas de antena de telefonía móvil. De hecho, dado que hay un ingreso de alquiler de espacio de alquiler en torres (y techos), existe una tendencia a maximizar el uso de las instalaciones existentes. (Kitchen, 2001)

**Figura N° 13**  
*Diagrama de Torre.*

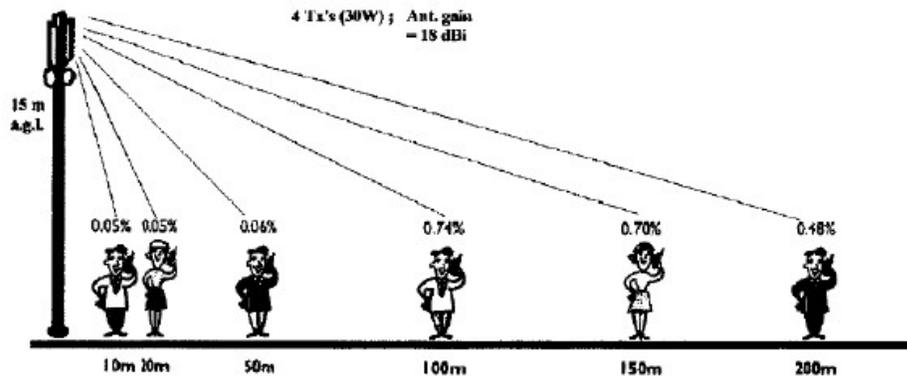


FUENTE: Kitchen (2001)

A continuación, veamos un pequeño ejemplo de cómo se da la comunicación de una torre a un teléfono celular, incluyendo los niveles de potencia, en la figura 14 muestra los niveles medidos para cuatro transmisores en la banda nominal de 900 MHz montada en un mástil. Los resultados se expresan como un porcentaje del límite localmente permitido de  $2Wm^{-2}$ . Contra el límite público actual de ICNIRP, deben dividirse por un factor de  $4,5 / 2 = 2,25$ . Por lo tanto, el nivel más alto en el diagrama (0,74%) se convertiría en 0,33%.

**Figura N° 14**

*Niveles medidos de las antenas montadas en mástil como un porcentaje de un nivel permitido de  $2 \text{ W/m}^2$ .*



FUENTE: Kitchen (2001)

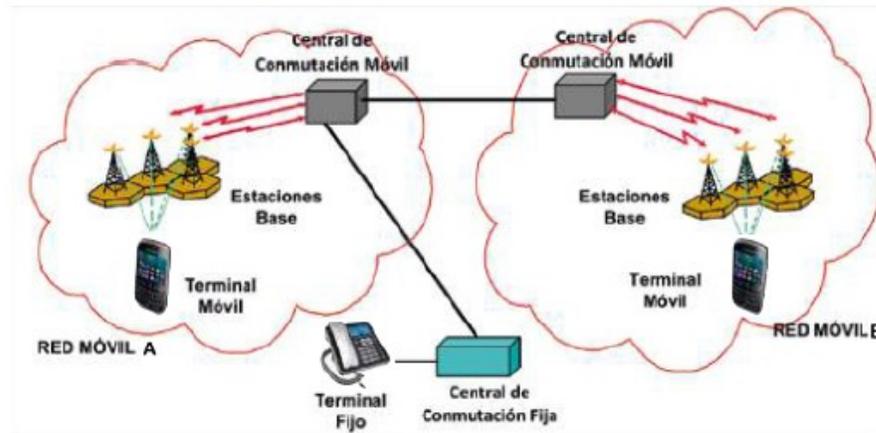
Se sabe por historia que los primeros sistemas de comunicaciones móviles aparecieron a inicios de los años 80, y estos sistemas eran análogos y operaban en las bandas de frecuencias de 450, 800 y 900 MHz. Posteriormente en los 90 aparecen los sistemas digitales, estos sistemas operaban en otra banda, esta banda comprende frecuencias más altas desde los 1800MHz hasta los 1900 MHz, empleando para ello diferentes técnicas de modulación. Recientemente han surgido los sistemas de cuarta generación, las que a nivel nacional operan en las bandas de 700MHz y 2,6 GHz (Badani, 2015).

Los teléfonos móviles operan bajo el principio de la red celular, es decir, en vez de utilizar solo un transmisor que tenga gran potencia y amplia cobertura, subdivide la misma en áreas más pequeñas llamadas células que tienen como elemento central a las estaciones base. Estas estaciones base son instalaciones fijas que se interconectan con los teléfonos móviles mediante ondas electromagnéticas de radiofrecuencia. Por otro lado, es necesario que las estaciones base se comuniquen con las centrales de sus propias redes para comunicarse con otros abonados móviles y con las centrales de telefonía fija, para interconectar a los abonados móviles con los abonados de telefonía fija, lo cual también se realiza utilizando campos electromagnéticos; por lo tanto, las personas en las cercanías tanto del teléfono como de la estación base son expuestas a

radiaciones electromagnéticas (Cruz, 2014). En la figura 15 mostramos de manera esquemática la red de telefonía móvil y sus componentes principales.

**Figura N° 15**

*Esquema simplificado de un sistema de telefonía celular.*



FUENTE: Cruz (2014)

### 2.1.5. Frecuencia y asignación de banda

Como vimos en el subtítulo anterior, describimos como se establece la conexión en una llamada, no obstante este se hace a una frecuencia determinada, esto depende de cada operador móvil y de cada país, esta frecuencia más específicamente frecuencias es asignada por un organismo del estado en el Perú está a cargo del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), en la tabla 01 se muestra los rangos asignados a los operadores de telefonía móvil celular, estas corresponden a las asignaciones realizadas en las bandas de 800 MHz, 900 MHz y 1900 MHz.

**Tabla N° 01**

*Espectro que se viene usando para la prestación de servicios en celulares.*

<b>EMPRESA OPERADORA</b>	<b>FRECUENCIA UTILIZADA</b>
MOVISTAR	120 MHz
CLARO	170 MHz
BITEL	97 MHz
ENTEL	197.4 MHz

**Fuente:** Elaboración subgerencia de Análisis regulatorio-GPRC-OSIPTEL, 2019.

**Nota.** en todos los casos se utilizó el espectro de las bandas de 700 MHz, 800 MHz, 850 MHz, 900 MHz, 1900 MHz, AWS, 2.3 GHz y 2.5 GHz.

### **2.1.6. Exposición Poblacional**

El público en general expuesto a la radiación está mucho más expuesto que los trabajadores y las personas en el lugar de trabajo donde el ambiente está controlado, lo que es sinónimo de alerta de varios peligros y riesgos que están particularmente expuestos al electrosmog emitido por las antenas WLAN.

El nivel de exposición máximo permisible para la población general es 1/5 del nivel de exposición en el trabajo para el espectro desde 10 MHz hasta 300 GHz y debe ser igual a la densidad de potencia requerida para desarrollar un SAR sistémico medio de 0,08 W/kg.

Si el campo de radiofrecuencia está distorsionado (porque los campos están muy juntos), se debe usar la intensidad del campo magnético (E) y el vector (H) para determinar el límite de exposición. (Castillo, 2013)

### **2.1.7. Interacción de los campos electromagnéticos de radiofrecuencia con el tejido biológico**

La interacción de los campos de la telefonía móvil con la materia podría ser detalladas en términos de sus características eléctricas, ya que estas exponen macroscópicamente las interacciones a nivel molecular o celular. Los mecanismos básicos de interacción involucran los fenómenos de relajación debido a la rotación de moléculas polares, tales como las del agua, aminoácidos, proteínas, lípidos, la polarización interfacial de la carga espacial debido a las estructuras

homogéneas (p. ej. membranas celulares), y conducción iónica. Estas interacciones a nivel molecular, a nivel macroscópico se refleja principalmente como absorción de calor por parte del tejido biológico. (Sebastián, Sancho, Miranda, 2006)

#### **2.1.8. El tejido humano y su reacción con las ondas electromagnéticas**

Cuando el tejido se expone a un campo electromagnético, los iones cambian, las moléculas polares del tejido orgánico se alinean y un porcentaje de la energía electromagnética se convierte en calor (liberada en esa forma), aumentando la temperatura del tejido en la superficie expuesta. (Menéndez, 2005)

Se entiende que el efecto biológico de las ondas electromagnéticas depende directamente de la tasa de absorción de energía. Esta energía se llama Tasa de Absorción Específica.

El campo de radiofrecuencia penetra en el cuerpo hasta el punto de que disminuye a medida que aumenta la frecuencia. Para explicar el resultado que esto tiene sobre los tejidos vivos, se necesita calcular la fuerza del campo eléctrico en el cuerpo afectado a tal radiación. Para esto se necesita el análisis de las características eléctricas de las diversas clases de tejidos, ya obtenidas se procede a evaluar las magnitudes de los campos E (intensidad de campo eléctrico) y H (intensidad de campo magnético) emitidos por un instrumento generador de radiación (estación base de telefonía móvil), en partes del cuerpo humano. (Menéndez, 2005)

#### **2.1.9. Medidor de Radiaciones no Ionizantes**

Existen diferentes equipos que hacen la medición, tanto del campo eléctrico como del campo magnético, estos equipos son operados por los ministerios y organismos correspondientes a las telecomunicaciones como el INICTEL de la UNI, el Ministerio de Transporte y Comunicación (MTC), empresas de telefonía, empresas privadas, universidades, entre otros.

Con respecto al MTC, realiza constantemente mediciones de todo tipo incluido las radiaciones de los campos electromagnéticos también conocidos como radiaciones no ionizantes, estas mediciones lo hacen por diferentes zonas del Perú, desde el departamento de Lima hasta todas sus provincias dichas mediciones la hacen para hacer cumplir las normas vigentes por el estado peruano; las mediciones que realiza que mide el MTC son de las antenas en los servicios de radio tanto FM como AM, Televisión , Telefonía móvil, entre otros.

En la figura 16, se muestra una de las tantas mediciones que hizo y hace el MTC, esto debido a las constantes quejas generalmente de los pobladores, por lo cual el MTC recurre ante ese llamado.

**Figura N° 16**

*Mediciones de RNI hecho por el MTC.*



FUENTE: MTC (2019)

**2.1.10. Normas y estándares sobre los límites de RNI**

Existen normas que protegen al ser humano ya que, al avanzar la tecnología y la industria, ha hecho que el mismo ser humano use los recursos de manera descontrolada y esto ha traído consecuencias en el medio ambiente, por ello es que en la actualidad existan normas y Estándares de Calidad Ambiental (ECA), la cual muestra límites admisibles para el ser humano como para el agua, el suelo, el aire, entre otros; esto también se da con respecto a la Radiaciones Electromagnéticas específicamente a las Radiaciones No Ionizantes

(RNI), estas han sido dadas a nivel internacional por el INRCN, IEEE, OMS, entre otros.

A nivel nacional, el Electromog producto de las estaciones base de telefonía móvil, en sus puntos de interacción se pueden considerar que están en el grupo con las radiaciones no ionizantes y se usaron los límites de referencia ICNIRP que se obtiene de varios reglamentos y decretos que norman su uso y se describe en la tabla:

**Tabla N° 02**

*Normativa Nacional acerca de la evaluación de radiación no ionizante.*

NORMA	ID
Establecen límites máximos permisibles de radiación No ionizante en telecomunicaciones.	D.S. N° 038-2003-MTC
Modifican el D.S. N° 038-2003-MTC que determina los límites máximos permisibles para las radiaciones no ionizantes.	D.S. N° 038-2006-MTC
Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Radiaciones No Ionizantes.	D.S. N° 010-2005-. PCM
Norma técnica lineamiento para el desarrollo de los estudios teóricos de radiación No ionizante.	R.M. N° 612-2004-MTC/03
Aprueban Norma Técnica sobre Restricciones Radioeléctricas en Áreas de Uso Público.	R.M. N° 120-2005-MTC/03
Norma técnica sobre protocolos de medición de RNI.	R.M. N° 613-2004-MTC/03
Norma técnica sobre restricciones radioeléctricas en área de uso público.	R.M. N° 120-2005-MTC/03
Aprueban directiva de Certificación de equipos de medición de radiaciones No ionizantes.	R.M. N° 965-2005-MTC/03

**Fuente:** Elaboración propia.

El DECRETO SUPREMO N° 038-2003-MTC, menciona que los Límites Máximos Permisibles de Radiaciones No Ionizantes en Telecomunicaciones, los valores establecidos como niveles de

referencia por la Comisión Internacional de Protección en Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP), tal como se muestran en las tablas siguientes:

**Tabla N° 03**

*Niveles máximos de exposición para la población de acuerdo con el DS N° 038-2003-MTC.*

Intervalo de Frecuencias	Intensidad de Campo Eléctrico(V/m)	Intensidad de Campo Magnético(A/m)	Densidad de Potencia(W/m)
Hasta 1 Hz	–	$3,2 \times 10^4$	–
1 – 8 Hz	10000	$3,2 \times 10^4/f^2$	–
8 Hz – 25 Hz	10000	$4000/f$	–
25 Hz -800 Hz	$250/f$	$4/f$	–
800 Hz – 3 KHz	$250/f$	5	–
3-150 kHz	87	5	–
0.15-1 MHz	87	$0,73/f$	–
1-10 MHz	$87/f^{0.5}$	$0,73/f$	–
10-400 MHz	28	–	2
400-2000 MHz	$1,375 \times f^{0.5}$	$0,0037 \times f^{0.5}$	$f/200$
2-300 GHz	61	0.16	10

**Fuente:** MTC, 2003.

**Nota.** f en las unidades que se señalan en la columna de intervalo de frecuencia.

Según Decreto Supremo N.º 010-2005PCM del 02 febrero de 2005, la Presidencia del Consejo de ministros, aprueba los estándares de calidad ambiental para radiaciones no ionizantes (ECAs), que tiene en cuenta el límite máximo de intensidad de radiación no ionizante

Apruébese los estándares de calidad ambiental (ECAs) para radiaciones no ionizantes, se definan los límites máximos de intensidad de las radiaciones no ionizantes, se recomienda no exceder su presencia en el medio ambiente como receptor para reducir cualquier riesgo para la salud humana y el medio ambiente. Estas normas son esenciales porque están destinadas a proteger la salud humana. (PCM, 2005).

**Tabla N° 04**

*Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Radiaciones No Ionizantes, DS N° 010-2005-PCM.*

Rango de Frecuencias	Intensidad de Campo Eléctrico (H)(V/m)	Intensidad de Campo Magnético (H)(A/m)	Densidad de Flujo Magnético (B)( $\mu$ T)	Densidad de Potencia (Seq)(W/m <sup>2</sup> )	Principales aplicaciones (no restrictiva)
Hasta 1 Hz	—	$3,2 \times 10^4$	$4 \times 10^4$	—	Línea de energía para trenes eléctricos resonancia magnética.
1-8 Hz	10 000	$3,2 \times 10^4/f^2$	$4 \times 10^4/f^2$	—	—
8-25 Hz	10 000	$4 000/f$	$5000/f$	—	Líneas de energía para trenes eléctricos.
0.025-0.8 kHz	$250/f$	$4/f$	$5/f$	—	Redes de energía eléctrica, líneas de energía para trenes, monitores de video.
0.8-3 kHz	$250/f$	5	6.25	—	Monitores de video.
3-150 kHz	87	5	6.25	—	Monitores de video.
0.15-1 MHz	87	$0.73/f$	$0.92/f$	—	Radio AM.
1-10 MHz	$87/f^{0.5}$	$0.73/f$	$0.92/f$	—	Radio AM, diatermia.
10-400 MHz	28	0.073	0.092	2	Radio FM, TV, VHF, Sistemas móviles y de radionavegación aeronáutica, teléfonos inalámbricos, resonancia magnética, diatermia.
400-2000 MHz	$1.375f^{0.5}$	$0.0037f^{0.5}$	$0.0046f^{0.5}$	$f/200$	TV UHF, Telefonía móvil celular, servicio móvil satelital, teléfonos inalámbricos, sistemas de comunicación Personal.
2-300GHz	61	0.16	0.20	10	Redes de telefonía inalámbrica, comunicaciones por microondas y vía satélite, radares, hornos microondas.

**Fuente:** PCM, 2005.

**Nota:** f es la frecuencia que se señala en la columna Rango del mismo  
 Para frecuencias entre 100 kHz y 10 GHz, Seq, E2, H2, y B2, deben ser promediados sobre cualquier periodo de 6 minutos.  
 Para frecuencias por encima de 10 GHz, Seq, E2, H2, y B2, deben ser promediados sobre cualquier periodo de  $68/f1.05$  minutos (f en GHz).

## 2.2. Marco conceptual

**2.2.1. Campo Eléctrico:** El campo eléctrico se define como la fuerza electrostática que se genera alrededor de una carga fuente y mediante la cual se da la interacción con otras cargas. Es la región donde se genera un movimiento en la cual se puede representar cada uno de los puntos mediante una magnitud vectorial llamada intensidad de campo eléctrico  $E$ . Si tenemos entonces cargas eléctricas de signo contrario y entre ellas existe un campo eléctrico por ende también existirá una diferencia de potencial aumente, la intensidad de campo eléctrico también lo hará. (Andrade & Contreras, 2014).

**2.2.2. Campo Magnético:** Región de espacio que rodea una carga en movimiento (i.e: en un conductor) siendo definida en cualquier punto por la fuerza a la que estaría expuesta otra hipotética carga en movimiento. Un campo magnético ejerce fuerza sobre partículas cargadas sólo si están en movimiento, y las partículas cargadas producen campos magnéticos sólo cuando están en movimiento. (Decreto Supremo N°038-2003-MTC, 2003).

**2.2.3. Onda Electromagnética:** Una de las consecuencias más importantes de las ecuaciones de Maxwell fue la predicción de la existencia de las ondas electromagnéticas, antes de que Hertz en 1888 realizar sus experimentos, que le llevaron a la comprobación de la existencia de estas. Las ondas electromagnéticas consisten en campos eléctricos y magnéticos variables que son solución de las ecuaciones de Maxwell. Consideraremos el caso más simple de una onda que se propaga en un medio lineal homogéneo e isótropo, que sea aislante perfecto, es decir  $\mu$  y  $\epsilon$  son constantes y la conductividad  $\sigma$  nula. En este medio no existen ni cargas libres ( $\rho_v = 0$ ) ni corrientes de conducción ( $J = 0$ ). (Cancino, 2013).

**2.2.4. Campo Electromagnético:** Los Campos Electromagnéticos (CEM) son una combinación de ondas eléctricas y magnéticas que se desplazan simultáneamente y se propagan a la velocidad de la luz.

Cuanto más elevada es su frecuencia mayor es la cantidad de energía que transporta la onda. Se clasifican en dos grandes grupos: Radiaciones ionizantes (con capacidad para romper los enlaces entre las moléculas) y

radiaciones no ionizantes (Alonso, García, & Onaindia, 2011). La Organización Mundial de la Salud (OMS) subdivide estas últimas en:

- Campo electromagnético estáticos, se mantiene de forma permanente. Se encuentran por ejemplo en sistemas de resonancia magnética para diagnósticos médicos y sistemas de electrólisis en aplicaciones de laboratorio industrial.

- Campos electromagnéticos de muy baja frecuencia (ELF o ELF) hasta 300 Hz. Presente en equipos utilizados para generar, transmitir o utilizar energía eléctrica de 50 Hz (frecuencia industrial), líneas eléctricas de alta y media tensión y electrodomésticos (refrigerador, lavadora, secadores de cabello, entre otros equipos).

- Campos de frecuencia intermedia (FI), con frecuencias desde 300 Hz hasta 10 MHz algunos ejemplos que podemos mencionar son monitores de computadora, sistemas de seguridad y alarmas antirrobo.

- Campos de radiofrecuencia (RF), con frecuencias desde 10 MHz hasta 300 GHz. ondas de radio, antenas de TV, radares, celulares, dispositivos electrónicos con Wi-Fi, Bluetooth y hornos microondas.

**2.2.5. Radiación No Ionizante:** La radiación no ionizante viene hacer una onda o partícula que no puede quitar electrones del producto que irradia y por lo mucho provoca excitación de los electrones. Ciñéndonos a la radiación electromagnética, como la propiedad de desprender electrones (para ionizar átomos) originada en el caso lineal por la frecuencia de radiación, que se obtiene de la energía de cada fotón, y en el caso no lineal, así como por la "fluencia" (energía por unidad de área) de la radiación; por lo expuesto estamos hablando de ionización no lineal (Díaz & Proaño, 2010).

**2.2.6. Intensidad de campo eléctrico:** La carga eléctrica de los cuerpos cambia el espacio a su alrededor. La medida de la magnitud de este cambio en puntos seleccionados es la intensidad del campo eléctrico.

La intensidad del campo eléctrico es la magnitud del campo vectorial que significa la fuerza en un punto dividida por el nivel de una carga positiva muy

pequeña ( $q$ ), por lo que las unidades de medidas son los voltios sobre metro (V/m). (Zemasky, 2009).

**2.2.7. Intensidad de campo magnético:** El campo magnético es un fenómeno que ocurre entre dos cargas eléctricas llamadas polos magnéticos que pueden atraerse o repelerse creando una fuerza magnética. A diferencia de los campos eléctricos, los campos magnéticos ejercen fuerza sobre los portadores de carga solo cuando están en movimiento, y los portadores de carga solo crean campos magnéticos por sí mismo. (Zemasky, 2009).

**2.2.8. Densidad de Potencia:** Cantidad de energía por unidad de área en una microonda radiada o en otro campo electromagnético; por lo general se mide en vatios sobre  $\text{cm}^2$ . “La densidad de potencia en las emisiones electromagnéticas no es más que la densidad con que se irradian sus longitudes de ondas. Algo así como cuando subimos el volumen del sonido estéreo; entre más densidad le demos (potencia), más lejos llegará el sonido”.

El valor de la intensidad es la potencia radiada por unidad de ángulo sólido en una dirección dada. “La densidad de potencia radiante se expresa como la energía por unidad de área, en una directriz dada. Se mide es Vatios por  $\text{m}^2$ . (Vaclav, 2015).

**2.2.9. Electrosmog:** Es la contaminación por ondas electromagnética de la energía generada por todas las tecnologías que usamos todos los días, como los sistemas y redes eléctricas, los móviles, los hornos de microondas, los teléfonos inalámbricos y especialmente el WIFI.

La radiación electromagnética es energía radiada por los productos de cambios periódicos en los campos eléctricos y magnéticos. Un campo es una zona del espacio donde las fuerzas actúan sobre la materia y además las partículas están en movimiento permanente, al igual que la radiación electromagnética. (Pérez, 2002)

**2.2.10. Comisión Internacional sobre Protección contra la Radiación No Ionizante (ICNIRP):** Proporciona asesoramiento científico y orientación sobre los efectos en la salud y el medio ambiente de la RNI para proteger a las personas y el medio ambiente de la exposición perjudicial a RNI.

ICNIRP brinda recomendaciones sobre la limitación de la exposición de las frecuencias en los diferentes subgrupos RNI. Desarrolla y publica Directrices, declaraciones y revisiones utilizadas por organismos de protección radiológica regionales, nacionales e internacionales, como la Organización Mundial de la Salud.

**2.2.11. Ministerio del Ambiente (MINAM):** Es un ministerio del estado en cuya misión está el asegurar el uso sostenible, la conservación de los recursos naturales y la calidad ambiental en beneficio de las personas y el entorno, de manera normativa, efectiva, descentralizada y articulada con organizaciones públicas y privadas y sociedad civil, en el marco del crecimiento verde y la gobernanza ambiental, uno de los trabajos del es mediante su Dirección General de Calidad Ambiental promueve la mejora y preservación de la calidad del ambiente, mediante la adecuada gestión y control de la calidad del agua, aire y suelo. Para conseguirlo, hemos hecho de la evaluación, control y previsión nuestros pilares (MINAM, 2017).

**2.2.12. Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones (OSIPTEL):** Es una entidad pública descentralizada encargada de regular y supervisar el mercado de servicios públicos de telecomunicaciones, independiente de las empresas operadoras. El OSIPTEL está adscrito a la Presidencia del Consejo de Ministros. Fue creado el 11 de julio de 1991 mediante Decreto Legislativo N° 702, e inició sus actividades con la instalación de su primer Consejo Directivo el 26 de enero de 1994 (OSIPTEL, 2017b).

**2.2.13. Ministerio de Transporte y Comunicación (MTC):** Es un órgano del Poder Ejecutivo, este es el responsable del desarrollo de los sistemas de transporte, la infraestructura de las comunicaciones y telecomunicaciones del país. La Su labor que realiza es importante o hasta se podría decir que es crucial para el desarrollo socioeconómico del país ya que permite la integración nacional, regional e internacional, también trae ventajas como la facilitación del comercio, la reducción de la pobreza y el bienestar del ciudadano.

## CAPITULO III

### MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1 Hipótesis central de la investigación

Los valores obtenidos de la evaluación de la radiación no ionizante emitida por antenas de telefonía móvil en la urbanización Casuarinas-Nuevo Chimbote representaran menos del 5% de los estándares definidos por las normas nacionales asociadas a la calidad ambiental.

#### 3.2. Variables e indicadores de la investigación

**Tabla N° 05**

*Matriz de operacionalización de variables.*

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
V I: Antenas de telefonía móvil de distintos operadores.	El "Institute of Electrical and Electronics Engineers" (IEEE) las define como instrumentos hechos para transmitir (radiar) y captar ondas de radio electromagnéticas (IEEE,1983). Existen diferentes propiedades fundamentales de una antena que deberían ser considerados al momento de seleccionar una específica para su utilización: Ubicación, ancho de banda, Directividad y Polarización.	Características físicas de las antenas.	-Coordenadas Geográficas de la antena. -Tipo de antena. -Frecuencia de operación de las antenas.
V D: Radiación no ionizante producto de las antenas de telefonía móvil.	Radiación no ionizante, es la emisión de intensidad de campo eléctrico (ICE) y campo magnético (ICM). Así como también la emisión de densidad de potencia (DP). (ICNIRP,1995)	Medir la radiación no ionizante.	-Intensidad de campo electromagnético. -Densidad de potencia.

*Nota.* Se analizaron las variables de la presente investigación.

#### 3.3. Métodos de la investigación

El método fue cuantitativo porque la información se recopila en el sitio con evidencia medible para la cuantificación y el análisis. Por lo tanto, la investigación se basó en datos (numéricos) y análisis de datos para predecir tendencias utilizando estadísticas.

El campo electromagnético está formado por 2 elementos: un campo eléctrico y un campo magnético, que se calculan en voltios por metro (V/m) y amperios por metro

(A/m), respectivamente. La densidad de potencia es una combinación de estos dos componentes y se calcula en vatios por metro cuadrado (W/m<sup>2</sup>).

Se uso el equipo Gausímetro GIGAHERTZ ME 3951A para las evaluaciones de intensidades de campo eléctrico y cálculo de la densidad de potencia.

### 3.4. Diseño o esquema de la investigación

La investigación es no experimental- descriptivo. Los puntos de muestreo predefinidos se encuentran in situ, es decir, dentro de un radio de 2 m, 50 m y 100 m. Todas las direcciones, desde el eje de localización de las estaciones base móviles en la urbanización Casuarinas-Nuevo Chimbote-Ancash, georreferenciada usando el sistema de posicionamiento geográfico (GPS).

Los elementos que se evaluaron estuvieron ubicados estratégicamente teniendo en cuenta la accesibilidad dentro de cada radio de operación definido, por la ocupación de viviendas, parques e infraestructura vial(pistas). La toma de lecturas (datos) se realizó en 2 turnos de 07:00-11:00 h y 15:00-18:00 h durante 3 semanas según el horario establecido.

En las siguientes tablas, se da el detalle de los puntos de muestreo y programación:

**Tabla N° 06**

*Detalle de los puntos a evaluar.*

Puntos a:	Descripción
2 m a la redonda	10 puntos considerando el libre tránsito, a 2 m de radio, desde el eje de la localización de la estación base de telefonía móvil en la zona que conforma la urbanización Casuarinas-Nuevo Chimbote-Ancash.
50 m a la redonda	10 puntos considerando el libre tránsito, a 50 m de radio, desde el eje de la localización de la estación base de telefonía móvil en la zona que conforma la urbanización Casuarinas-Nuevo Chimbote-Ancash.
100 m a la redonda	10 puntos considerando el libre tránsito, a 100 m de radio, desde el eje de la localización de la estación base de telefonía móvil en la zona que conforma la urbanización Casuarinas-Nuevo Chimbote-Ancash.

*Nota.* Se detalla los radios de acción de las antenas donde se llevó a cabo la medición.

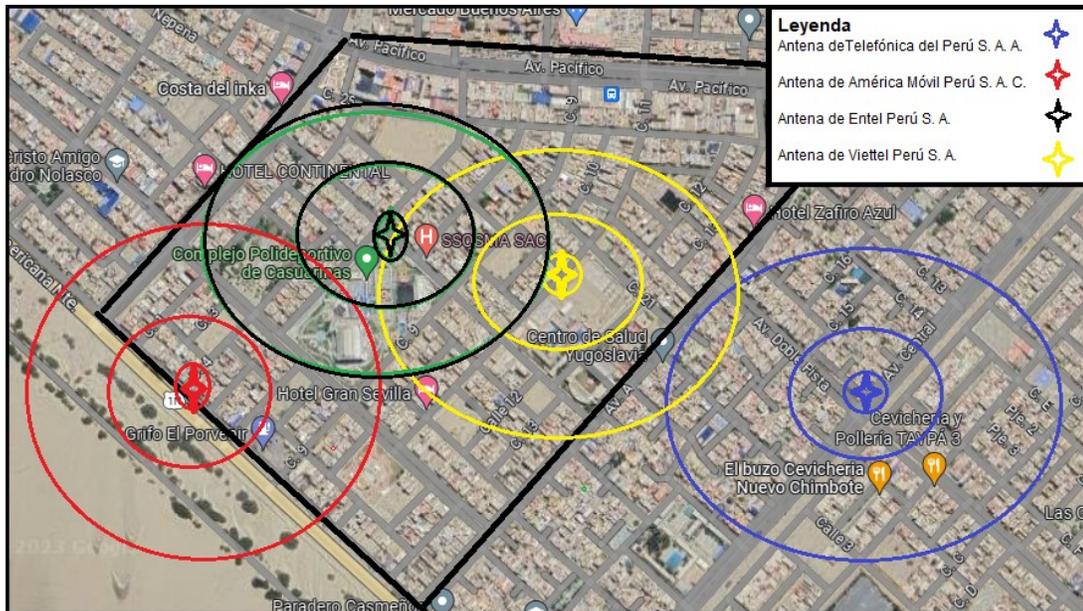
**Tabla N° 07:**

*Programación de mediciones.*

OPERADOR DE ANTENA	SEMANA	DIA-HORA	RADIO DE MEDICION
MOVISTAR, CLARO, ENTEL Y BITEL	1(MOVISTAR Y CLARO)	Lunes (7:00-11:00 h)	2 m
		Miércoles (7:00-11:00 h)	50 m
		Viernes (7:00-11:00 h)	100 m
		Martes (15:00-18:00 h)	2 m
		Jueves (15:00-18:00 h)	50 m
		Sábado (15:00-18:00 h)	100 m
	2(ENTEL Y BITEL)	Lunes (7:00-11:00 h)	2 m
		Miércoles (7:00-11:00 h)	50 m
		Viernes (7:00-11:00 h)	100 m
		Martes (15:00-18:00 h)	2 m
		Jueves (15:00-18:00 h)	50 m
		Sábado (15:00-18:00 h)	100 m
3 (MOVISTAR, CLARO, ENTEL Y BITEL)	Lunes (7:00-11:00 h)	2 m	
	Martes (7:00-11:00 h)	50 m	
		Miércoles (7:00-11:00 h)	100 m

**Figura N° 17**

*Plano de ubicación de las ETB a monitorear.*



FUENTE: Elaboración propia.

### 3.5. Población y muestra

Según Hernández, Fernández & Baptista, (2010) nos orienta que “para seleccionar una muestra, lo primero que hay que hacer es definir la unidad de análisis”. Para cuyo efecto, se lleva a cabo la selección a partir de elementos distintivos que permitan demostrar la correlación entre las variables de estudio (radiación no ionizante) y se considera la muestra estratificada a partir de un grupo de antenas ubicadas en la provincia del Santa.

Para tal fin, se hace uso de juicio de experto para estratificar la población de antenas en la siguiente tabla:

**Tabla N° 08**

*Estratificación de la población de antenas por operador de telefonía.*

	Chimbote	Nuevo Chimbote	Santa	Coishco	Nepeña	Moro	Samanco	Total
CLARO	4	3	2	2	1	1	1	14
BITEL	3	1	3	3	2	2	2	16
MOVISTAR	6	2	8	8	4	2	2	32
ENTEL	6	1	6	6	4	5	4	32

**Fuente:** Servicio web Checa tu señal de OSIPTEL, 2023.

Habiendo estratificado la población de antenas, según este patrón de registro, se procedió a trabajar con el universo de antenas que encuentran en Nuevo Chimbote ya que cuentan con características homogéneas para demostrar la correlación de las variables de investigación; entonces a partir de este subgrupo diferenciado, el cálculo está conformado por un muestreo probabilístico finito, a partir de una población representativa de 7 antenas y aplicando la fórmula que se presenta a continuación:

$$n = \frac{Z_o^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{e^2 (N-1) + Z_o^2 \cdot p \cdot q}$$

Dónde:

n = Muestra

$Z_0 = 95\% = 1.96$  (límite de confianza)

p = Probabilidad de acierto (50%)

q = Probabilidad de no acierto (50%)

N = Población (7)

$e^2 =$  Margen de error (5%)

$1 - \alpha =$  Intervalo de confianza (95%)

$n = \frac{1.96^2 \times 0.95 \times 0.05 \times 303}{0.05^2 (7 - 1) + 1.96^2 \times 0.95 \times 0.05}$

n = 4

Los lugares de medición son puntos accesibles de la población: parques, colegios, hospitales y tiendas.

### 3.6. Actividades del proceso investigativo

- a) Identificación del problema.
- b) Elaboración del marco teórico.
- c) Investigación en bibliografía especializada.
- d) Elaboración de la metodología de la investigación: Determinación de la población, selección de la muestra, objeto de la investigación, selección y elaboración de instrumentos de investigación, aplicación de encuesta y recolección de la información (mediciones en campo).

### **3.7. Técnicas e instrumentos de la investigación**

#### **3.7.1. Técnicas:**

a) Observación directa: Constituye una fuente confiable y practica para las inferencias y generalizaciones, nos permite la identificación y descripción de las estaciones base de telefonía móvil que tomamos como muestra.

b) Encuesta: Es una técnica que se utiliza para recoger información. Que escribe las actividades basado en una intercalación directa o indirecta entre el investigador y encuestado.

c) Análisis documental: Se usarán los registros con respecto a las mediciones que se realizarán en campo en las diferentes fechas de acuerdo con el programa establecido.

#### **3.7.2. Instrumentos:**

a) Cuestionario: Es un instrumento que contiene un conjunto de preguntas que es redactado por el investigador de manera coherente, organizada, y estructurada de acuerdo con una planificación. Cuyo propósito es obtener información.

b) Formatos de caracterización y medición: Es una plantilla para la toma de datos o para anotar los resultados de actividades realizadas. El registro es la propia plantilla, pero ya con datos concretos, es decir, un registro es un formato una vez que ha sido cumplimentado. Los registros son necesarios para el análisis comparativo con límites establecidos bajo norma.

c) Equipo Medidor de RNI: Existen muchos instrumentos para medir radiaciones, pero el usado para esta investigación es de la marca GIGAHERTZ SOLUTIONS, el modelo del equipo es el Gausímetro GIGAHERTZ ME 3951A con número de serie 1300004881, este equipo mide frecuencias de un rango de 5 Hz hasta 4 GHZ, es de fabricación alemana y el año de fabricación es el 2020, es programable y selectivo.

**Tabla N° 09***Técnicas e instrumentos por utilizados en la investigación.*

OBJETIVOS ESPECIFICOS	TECNICAS	INSTRUMENTOS POR UTILIZAR
Realizar un diagnóstico de la zona de influencia con respecto a los tipos y características físicas de las antenas presentes en la Urbanización Casuarinas-Nuevo Chimbote-Ancash.	Encuesta  Análisis documental	Cuestionario dirigido a los pobladores de la urbanización casuarinas-Nuevo Chimbote-Ancash. (Anexo 1)  Formato de caracterización de antenas por operador. (Anexo 2)
Cuantificar la intensidad de la Radiaciones No Ionizante de las antenas de telefonía móvil en la urbanización Casuarinas-Nuevo Chimbote- Ancash.	Observación no experimental	Se realizará con el equipo para la medición de la radiación no ionizante Gausímetro GIGAHERTZ ME 3951A (Anexo 3)
Comparar los estándares de calidad ambiental de radiación No ionizante establecidos por norma con los niveles de intensidad de campo magnético "H", intensidad de campo eléctrico "E", densidad de potencia "S", en la urbanización Casuarinas-Nuevo Chimbote- Ancash.	Análisis documental	Se realizo en registro y análisis de datos en tablas, gráficos, promedios y comparaciones utilizando el software del Excel.  Formato para Datos de intensidad. (Anexo 4)
Elaborar una matriz de estrategias operacionales para reducir el impacto social de la percepción acerca de la radiación no ionizante en la urbanización Casuarinas-Nuevo Chimbote- Ancash.	Análisis documental	Formato de Matriz de estrategias para reducir el impacto social de la radiación no ionizante (Anexo 5)

**Fuente:** Elaboración propia.

### 3.8. Procedimiento para la recolección de datos

#### Observación

Se registraron los datos observados acerca de las estaciones base de telefonía en los distintos puntos de la urbanización, donde se evaluó los siguientes ítems:

- Intervalo de horas de medición
- Puntos de acceso
- Tipo de Antenas
- Distancia de los puntos de acceso
- Número de personas cerca de las antenas

Además, se tomó en cuenta principalmente el ancho de banda y las frecuencias con la que se manejan cada una de las antenas de telefonía presentes en la urbanización Casuarinas-Nuevo Chimbote- Ancash.

### **Mediciones**

Para el monitoreo, se revisó las normas nacionales e internacionales, teniendo en cuenta como guía la Norma Técnica sobre Protocolos de medición de RNI [51], que esta referida en el D.S. N°038-2003-MTC.

La técnica que se usó para obtener la data es realizar las mediciones de RNI de manera directa, existen muchos equipos que realizan estas mediciones, no obstante, en el Perú solo lo tienen algunas compañías privadas de telefonía móvil, el INICTEL y el MTC. Se realizó una visita a las instalaciones del MTC-CHIMBOTE notándose que cuentan con el medidor de campos magnéticos y eléctricos de la marca NARDA y del cual llevan registro de las mediciones.

Los métodos establecidos para medir la radiación no ionizante incluyen los siguientes pasos:

- Determinar un horario de medición adecuado para que sea lo más representativo posible a un límite estándar de alto nivel de tráfico o de utilización.
- Se define el lugar donde se va a realizar la medición.
- Se inspecciona el lugar escogido y se determina las fuentes de radiofrecuencia, tipos de emisión, características de irradiación y entorno circundante.
- La medición comenzará a una distancia donde la sonda muestre una lectura significativa, donde se buscará describir dos líneas perpendiculares en relación con la fuente radiante en forma de cruz con la sonda de medición localizada a 1,50 m de altura.
- Cuando las mediciones exceden los niveles de exposición de la norma se tomarán evaluaciones medias durante 6 minutos, con el propósito de analizar su continuidad en el tiempo.

- Con base en la información obtenida se procederá con la preparación de tablas de medición y gráficas, que muestren los niveles de campo estandarizados frente a los límites máximos permisibles y posteriormente se confecciona los informes respectivos.

### **Encuestas**

A través de las encuestas pude realizar la socialización de nuestra información dentro del área de estudio, con la finalidad de saber una serie de datos como: opinión, comportamiento y actitud frente a la exposición de la radiación No ionizante.

### **3.9. Técnicas de procesamiento y análisis de los datos.**

Después de realizar las medidas en los puntos establecidos por el programa, se procedió a ordenar la información y una vez obtenido los datos se elaboró tablas de Excel. A pesar de que existe muchos softwares para el análisis de datos, vi por conveniente usar EXCEL ya que los datos no son muchos y no requiere mucho procesamiento de estos.

## **CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1. RESULTADOS**

#### **4.1.1. Diagnóstico situacional de la zona de influencia con respecto a los tipos y características físicas de las antenas presentes en la Urbanización Casuarinas-Nuevo Chimbote- Ancash.**

##### **4.1.1.1. Resultados de la encuesta aplicada a la población en la urbanización Casuarinas-Nuevo Chimbote.**

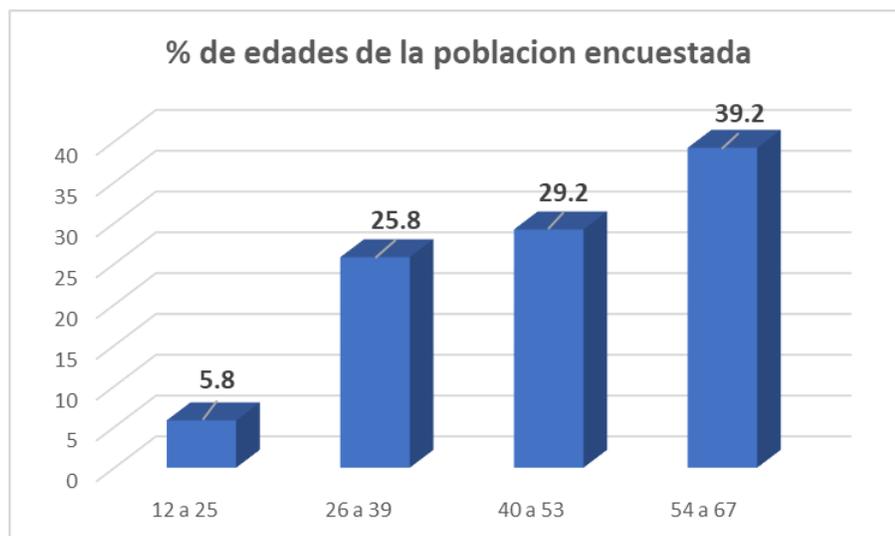
La encuesta (ver anexo 1) fue aplicada para realizar un diagnóstico situacional a la población con respecto a la radiación no ionizante y también la incidencia que consideran que tienen en su salud. Para lo cual se tomó en cuenta a la población total de Nuevo Chimbote que es de aproximadamente 180.000 habitantes, se aplicó la fórmula de población finita considerando la urbanización Casuarinas con una población aproximadamente de 2000 habitantes para obtener la muestra poblacional que fue de 120 personas.

##### **Edad de la población**

El 5.8% de la población encuestada corresponde a una edad de 12 a 25 años, el 25.8% una edad de 26 a 39 años, el 29.2% tiene una edad de 40 a 53 años, mientras que el 39.2% tiene la edad de entre 54 a 67 años. Lo cual demuestra que la mayoría de los habitantes son adultos mayores.

**Figura N°18**

*Promedio porcentual de edades de la población encuestada.*

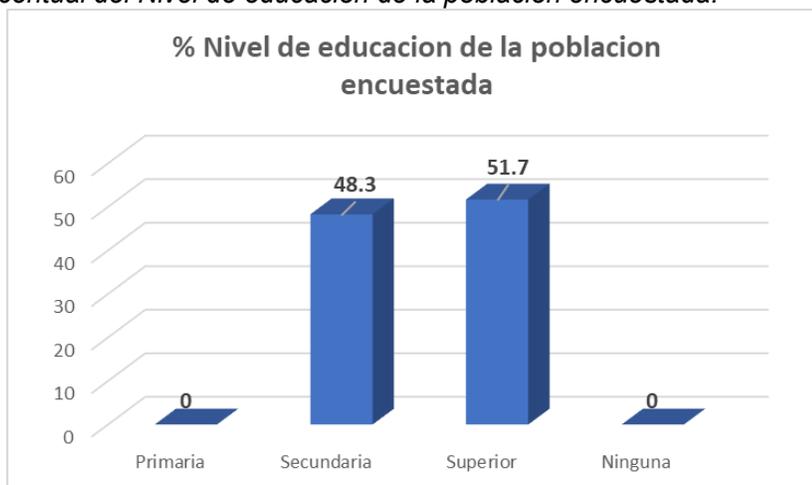


**Nivel de educación de los encuestados**

El 51.7% de las personas encuestadas han cursado una educación superior, esto indica que la mayoría de la población tiene un alto nivel de instrucción, solo el 48.3% tiene secundaria completa.

**Figura N°19**

*Promedio porcentual del Nivel de educación de la población encuestada.*



## Análisis de respuestas asociadas a las antenas y la radiación no ionizante

De las respuestas obtenidas de 120 pobladores encuestados en la urbanización Casuarinas según la escala de Likert se puede obtener la siguiente tabla resumen:

**Tabla N° 10**

*Resultado de la encuesta realizada con respecto a las antenas de telefonía.*

Pregunta	Escala de Likert					Total, de personas encuestados
	Totalmente en desacuerdo (1)	Desacuerdo (2)	Ni acuerdo ni en desacuerdo (3)	De acuerdo (4)	Totalmente de acuerdo (5)	
1	90	25	5	0	0	120
2	0	7	113	0	0	120
3	0	48	52	20	0	120
4	0	15	5	15	85	120
5	0	10	63	30	17	120

Luego de analizar la tabla se puede mencionar los más resaltante con respecto a cada pregunta:

En la pregunta N° 1 ¿Está en de acuerdo con la presencia de antenas de telefonía en la Urb. Casuarinas?, el 75% de la población encuestada está **“Totalmente en desacuerdo”**.

En la pregunta N° 2 ¿Está familiarizado con la radiación no ionizante que emiten las antenas de telefonía móvil?, el 94% de la población encuestada respondió **“Ni de acuerdo ni en desacuerdo”** lo que significa que existe desconocimiento del tema.

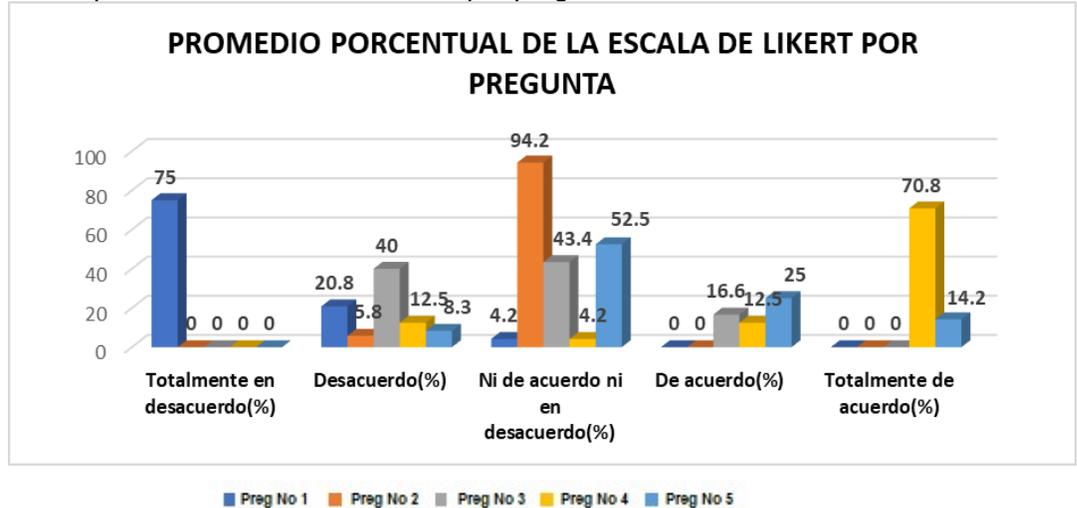
En la pregunta N°3 Con respecto a la proximidad de una antena de telefonía a su hogar, ¿usted considera que se siente seguro?, el 40% de la población encuestada respondió **“Desacuerdo”**.

En la pregunta N°4 ¿Está de acuerdo con la normativa peruana que regula los límites máximos permisibles de radiación no ionizante?, el 70% de la población encuestada respondió **“Totalmente de acuerdo”**.

En la pregunta N° 5 ¿Cree que no afectaría a su salud vivir cerca de antenas de telefonía?, el 52% de la población encuestada respondió **“Ni de acuerdo ni en desacuerdo”** lo que significa que existe desconocimiento del tema.

**Figura N°20**

*Promedio porcentual de escala de Likert por pregunta*



Análisis de la figura N°20: De las respuestas obtenidas de 120 pobladores encuestados en la urbanización Casuarinas se puede evidenciar según la escala de Likert los siguientes promedios porcentuales: **“Totalmente en desacuerdo”** de 15 %, **“Desacuerdo”** de 17.5%, **“Ni de acuerdo ni en desacuerdo”** de 39.7%, **“De acuerdo”** de 10.8% y **“Totalmente de acuerdo”** de 17%.

El resultado es bastante llamativo ya que casi el 94 % de los pobladores encuestados en la urbanización casuarinas desconoce de la energía radiante emitida por las antenas de telefonía, pero solo el 40% no está de acuerdo con su presencia y la considera dañino para su salud.

#### **4.1.1.2. Resultados de la caracterización de las antenas de telefonía existentes en la urbanización Casuarinas distrito de Nuevo Chimbote**

Durante semanas se desarrolló una evaluación sobre la situación actual que vive la población de la urbanización Casuarinas respecto a las radiaciones no ionizantes que emiten las antenas de telefonía, para eso

primero se obtuvo el universo de estas en la ciudad de Nuevo Chimbote (Según el servicio web de OSIPTEL existen alrededor de 22 EBC).

**Tabla N° 11**

*Relación de EBC en el distrito de Nuevo Chimbote.*

<b>Departamento</b>	<b>Provincia</b>	<b>Distrito</b>	<b>Localidad</b>
ANCASH	SANTA	NUEVO CHIMBOTE	BASE 2
ANCASH	SANTA	NUEVO CHIMBOTE	BASE 3(Urb. Casuarinas)
ANCASH	SANTA	NUEVO CHIMBOTE	BASE 5(Urb. Casuarinas)
ANCASH	SANTA	NUEVO CHIMBOTE	BASE 6
ANCASH	SANTA	NUEVO CHIMBOTE	BASE 7(Urb. Casuarinas)
ANCASH	SANTA	NUEVO CHIMBOTE	URB. CASUARINAS
ANCASH	SANTA	NUEVO CHIMBOTE	CAMPO VERDE
ANCASH	SANTA	NUEVO CHIMBOTE	CESAR VALLEJO
ANCASH	SANTA	NUEVO CHIMBOTE	CHAPARRAL
ANCASH	SANTA	NUEVO CHIMBOTE	EL PARAISO
ANCASH	SANTA	NUEVO CHIMBOTE	EL PLATANAL
ANCASH	SANTA	NUEVO CHIMBOTE	LA UNION
ANCASH	SANTA	NUEVO CHIMBOTE	LOS ANGELES
ANCASH	SANTA	NUEVO CHIMBOTE	MEDANO NEGRO
ANCASH	SANTA	NUEVO CHIMBOTE	NUEVA ESPERANZA
ANCASH	SANTA	NUEVO CHIMBOTE	NUEVO AMANECER
ANCASH	SANTA	NUEVO CHIMBOTE	NUEVO HORIZONTE
ANCASH	SANTA	NUEVO CHIMBOTE	NUEVO MUNDO
ANCASH	SANTA	NUEVO CHIMBOTE	PAMPA LA CARBONERA
ANCASH	SANTA	NUEVO CHIMBOTE	PAMPA PRIETO
ANCASH	SANTA	NUEVO CHIMBOTE	TANGAY BAJO
ANCASH	SANTA	NUEVO CHIMBOTE	TERESA DE CALCUTA

**Fuente:** Servicio web Checa tu señal de OSIPTEL, 2023.

De este universo de 22, se buscaron 4 que pertenezcan a diferente operadora de telefonía móvil para luego describir las características

**Tabla N° 12***Coordenadas de las EBC evaluadas para la investigación.*

<b>GEORREFERENCIACIÓN DE LAS ANTENAS</b>			
<b>OPERADOR DE EBC</b>	<b>DIRECCION</b>	<b>COORDENADAS</b>	
		<b>LATITUD</b>	<b>ALTITUD</b>
Telefónica del Perú S. A. A.	Intersección Av. Doble pista y Av. Central	-9.132874	-78.516058
América Móvil Perú S. A. C.	Intersección Av. La marina y calle 5	-9.133130	-78.525809
Entel Perú S. A.	Mz H1 Lt 16 Urb. Casuarinas	-9.130666	-78.522504
Viettel Perú S. A.	Mz W1 Lt 10 Urb. Casuarinas	-9.131147	-78.521740

**Fuente:** Elaboración propia.

Teniendo como referencia a la norma técnica RM 613-2004-MT/03 APRUEBAN NORMA TECNICA SOBRE PROTOCOLOS DE MEDICION DE RADIACIONES NO IONIZANTES (Anexo N° 07) se elaboró el Formato de caracterización de antenas (Anexo N° 03) con el que se procedió al registro de la caracterización de las antenas de telefonía existentes en el casco urbano de la urbanización Casuarinas. Además, se realizó un estudio previo sobre las bandas de frecuencias a medir. Para ello se revisó el Plan Nacional de Atribución de Frecuencias (PNAF) aprobado mediante Resolución Ministerial N° 597-2023-MTC/01.03 y publicado en el Diario Oficial “El Peruano” el 19 de mayo de 2023(Anexo N° 7), dado que este documento indica las bandas en la que se encuentran asignadas el servicio de telefonía móvil. Luego, se procede a constatar en el Registro Nacional de Frecuencias (RNF), para verificar que las frecuencias estén asignadas a las empresas concesionadas por el MTC para brindar el servicio de telefonía móvil tales como Entel, Telefónica, América Móvil, Bitel, etc. A continuación, se presentan el registro de caracterización que incluye las bandas de telefonía con las respectivas frecuencias de ida y retorno que fueron medidas en la investigación.

**Tabla N° 13**

*Registro de caracterización EBC de operador Telefónica del Perú S. A. A.*

<b>OPERADOR MOVIL: Telefónica del Perú S. A. A. (Movistar)</b>		
<b>Fotografía</b>	<b>Características</b>	<b>SISTEMA UMTS</b>
	<b>Frecuencia de funcionamiento</b>	1870 – 1882.5 MHz
		1950 – 1962.5 MHz
	<b>Ancho de banda</b>	1850 – 1910 MHz/1930 – 1990 MHz
	<b>Modulación</b>	UMTS/HDSPA
	<b>Polarización</b>	Cruzada
	<b>Información por transmitir</b>	telefonía y datos
	<b>Estructura de Soporte</b>	Torre tipo monopolo-Mástil

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla N° 14**

*Registro de caracterización EBC de operador América Móvil Perú S. A. C.*

<b>OPERADOR MOVIL: América Móvil Perú S. A. C. (CLARO)</b>		
<b>Fotografía</b>	<b>Características:</b>	<b>SISTEMA UMTS</b>
	<b>Frecuencia de funcionamiento</b>	1850 – 1865 MHz
		1930 – 1945 MHz
	<b>Ancho de banda</b>	1850 – 1910 MHz/1930 1990 MHz
	<b>Modulación</b>	UMTS/HDSPA
	<b>Polarización</b>	Cruzada
	<b>Información por transmitir</b>	telefonía y datos
	<b>Estructura de soporte</b>	Torre auto soportada

**Tabla N° 15**

*Registro de caracterización EBC de operador Entel Perú S. A.*

<b>OPERADOR MOVIL: Entel Perú S. A.</b>		
<b>Fotografía</b>	<b>Características:</b>	<b>SISTEMA UMTS</b>
	<b>Frecuencia de funcionamiento</b>	1882.5 – 1895 MHz
		1962.5 – 1975 MHz
	<b>Ancho de banda</b>	1850 – 1910 MHz/1930 – 1990 MHz
	<b>Modulación</b>	UMTS/HDSPA
	<b>Polarización</b>	Cruzada
	<b>Información por transmitir</b>	telefonía y datos
	<b>Estructura de soporte</b>	Torre tipo monopolo-Mástil

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla N° 16**

*Registro de caracterización EBC de operador Viettel Perú S. A. C.*

<b>OPERADOR MOVIL: Viettel Perú S. A. C.</b>		
<b>Fotografía</b>	<b>Características:</b>	<b>SISTEMA UMTS</b>
	<b>Frecuencia de funcionamiento</b>	1897.5 – 1910 MHz
		1977.5 – 1990 MHz
	<b>Ancho de banda</b>	1850 – 1910 MHz/1930 – 1990 MHz
	<b>Modulación</b>	UMTS/HDSPA
	<b>Polarización</b>	Cruzada
	<b>Información por transmitir</b>	telefonía y datos
	<b>Estructura de Soporte</b>	Torre tipo monopolo-Mástil

**Fuente:** Elaboración propia.

#### 4.1.2. Resultado de la medición de la intensidad de la Radiaciones No Ionizante de las antenas de telefonía móvil en la urbanización Casuarinas-Nuevo Chimbote- Ancash.

Se realizaron las mediciones de los niveles de radiaciones no ionizantes en 120 puntos seleccionados en la ciudad de Nuevo Chimbote que comprende principalmente la urbanización Casuarinas y cuya ubicación denota cercanía principalmente de colegios, hospitales y parques.

**Tabla N° 17**

*Detalle de ubicación de los puntos de muestreo.*

Punto	Referencia	Coordenadas	
		Latitud	Longitud
RNI 1	IE N303 EDEN MARAVILLOSO (BRUCES)	-9.129806	-78.515417
RNI 2	IE N88240 PAZ Y AMISTAD(BRUCES)	-9.131167	-78.5165
RNI 3	IEP SANTA CATALINA(BRUCES)	-9.132083	-78.517444
RNI 4	VIA PUBLICA	-9.135183	-78.51311
RNI 5	VIA PUBLICA	-9.133183	-78.52311
RNI 6	IE N88021 ALFONSO UGARTE(BRUCES)	-9.135389	-78.51825
RNI 7	ESTADIO MUNICIPAL ALEJANDRO LUCES(BRUCES)	-9.137611	-78.519889
RNI 8	VIA PUBLICA	-9.134871	-78.512389
RNI 9	VIA PUBLICA	-9.13561	-78.514539
RNI 10	PARQUE DEL AMOR (OVALO LA FAMILIA)	-9.137611	-78.51123
RNI 11	DOBLE PISTA POR EL OVALA FAMILIA	-9.131991	-78.52213
RNI 12	VIA PUBLICA RESTAURANTE CIELITO Lindo	-9.132398	-78.87631
RNI 13	PARQUE VIA PUBLICA	-9.137111	-78.51983
RNI 14	CUNA MUNDO DE COLORES URB. Casuarinas	-9.131611	-78.518694
RNI 15	VIA PUBLICA	-9.132922	-78.514455
RNI 16	VIA PUBLICA (Frente a tienda)	-9.134569	-78.516731
RNI 17	VIA PUBLICA	-9.131611	-78.519123
RNI 18	CALLE 15	-9.134521	-78.516831
RNI 19	CALLE 14	-9.139022	-78.520946
RNI 20	COLEGIO PAZ Y AMISTAD	-9.137865	-78.517651
RNI 21	VIA PUBLICA PIZERIA GABRIEL	-9.137123	-78.514123
RNI 22	VIA PUBLICA RESTAURANTE EL MESON	-9.134163	-78.511356
RNI 23	HOSTAL ZAFIRO VIA PUBLICA	-9.139752	-78.507111
RNI 24	VIA PUBLICA PARQUE	-9.130971	-78.510124
RNI 25	VIA PUBLICA PARQUE	-9.122191	-78.541123
RNI 26	VIA PUBLICA BODEGA	-9.113409	-78.549112
RNI 27	C.S. YUGOSLAVIA, Urb. Casuarinas	-9.132444	-78.519361
RNI 28	VIA PUBLICA	-9.131567	-78.519629
RNI 29	VIA PUBLICA	-9.132159	-78.519942
RNI 30	VIA PUBLICA	-9.132476	-78.519861

RNI 31	AV. LA MARINA-VIA PUBLICA	-9.137861	-78.520444
RNI 32	CALLE 5 -VIA PUBLICA	-9.133212	-78.525631
RNI 33	PARQUE ZONAL	-9.133117	-78.525647
RNI 34	VIA PUBLICA	-9.133061	-78.525714
RNI 35	AV. LA MARINA-VIA PUBLICA	-9.133149	-78.525851
RNI 36	VIA PUBLICA	-9.133212	-78.525784
RNI 37	AV. LA MARINA-VIA PUBLICA	-9.13336	-78.525673
RNI 38	VIA PUBLICA	-9.133388	-78.525899
RNI 39	AV. LA MARINA-VIA PUBLICA	-9.133277	-78.525188
RNI 40	CALLE 5 -VIA PUBLICA	-9.131211	-78.525611
RNI 41	GRIFO PORVENIR	-9.133571	-78.525169
RNI 42	VIA PUBLICA	-9.133278	-78.525191
RNI 43	HYG VULCANIZADORA	-9.134632	-78.52434
RNI 44	PARQUE ZONAL	-9.132895	-78.52517
RNI 45	AV. LA MARINA-VIA PUBLICA	-9.132725	-78.525344
RNI 46	CALLE 6-VIA PUBLICA	-9.133006	-78.525395
RNI 47	VIA PUBLICA	-9.132778	-78.525586
RNI 48	AV. LA MARINA-VIA PUBLICA	-9.132414	-78.525765
RNI 49	VIA PUBLICA (MZ S)	-9.132778	-78.525123
RNI 50	CALLE 6-VIA PUBLICA	-9.132556	-78.526339
RNI 51	PARQUE DE EXPOSICION Y ARTE	-9.137611	-78.519889
RNI 52	AV. LA MARINA-VIA PUBLICA	-9.137623	-78.519333
RNI 53	CALLE 9-VIA PUBLICA	-9.137611	-78.519254
RNI 54	VIA PUBLICA	-9.132944	-78.523833
RNI 55	VIA PUBLICA (Mz. P1 Urb. Casuarinas)	-9.131889	-78.525083
RNI 56	AV. LAS PALMERAS	-9.132581	-78.524275
RNI 57	VIA PUBLICA	-9.132575	-78.524582
RNI 58	Centro del adulto mayor-ESSALUD Urb. Casuarinas	-9.132917	-78.523556
RNI 59	VIA PUBLICA	-9.132732	-78.524773
RNI 60	VIA PUBLICA	-9.132511	-78.52522
RNI 61	VIA PUBLICA (Mz. J1 Urb. Casuarinas)	-9.130808	-78.522658
RNI 62	VIA PUBLICA (Mz. H1 Urb. Casuarinas)	-9.130775	-78.522633
RNI 63	AV. LOS ALAMOS	-9.130921	-78.522711
RNI 64	CLINICA SSOSMA SAC	-9.130953	-78.522669
RNI 65	VIA PUBLICA	-9.13097	-78.522646
RNI 66	VIA PUBLICA	-9.13091	-78.522609
RNI 67	VIA PUBLICA	-9.130806	-78.522542
RNI 68	VIA PUBLICA	-9.130777	-78.522591
RNI 69	VIA PUBLICA	-9.130833	-78.52261
RNI 70	VIA PUBLICA	-9.130925	-78.522698
RNI 71	POLIDEPORTIVO DE CASUARINAS	-9.13137	-78.523039
RNI 72	VIA PUBLICA (Mz. H1 Urb. Casuarinas)	-9.131508	-78.522653
RNI 73	CALLE 9-VIA PUBLICA(POLIDEPORTIVO)	-9.131545	-78.522333
RNI 74	VIA PUBLICA (Mz. H1 Urb. Casuarinas)	-9.130405	-78.522234
RNI 75	VIA PUBLICA (Mz. J1 Urb. Casuarinas)	-9.13114	-78.52204
RNI 76	IE SONRISAS SCHOOL	-9.130177	-78.522475

RNI 77	VIA PUBLICA (Mz. U1 Urb. Casuarinas)	-9.130177	-78.522202
RNI 78	VIA PUBLICA (Mz. H1 Urb. Casuarinas)	-9.130283	-78.522749
RNI 79	Fiscalía Provincial Corporativa del Santa	-9.130379	-78.523205
RNI 80	JR. LAS MAGNOLIAS-VIA PUBLICA	-9.131258	-78.523009
RNI 81	VIA PUBLICA	-9.131123	-78.521987
RNI 82	VIA PUBLICA (Mz. Y1 Urb. Casuarinas)	-9.131222	-78.521666
RNI 83	VIA PUBLICA (CALLE 11)	-9.131969	-78.521478
RNI 84	VIA PUBLICA	-9.131748	-78.521255
RNI 85	CENTRO DE ADULTO MAYOR	-9.132923	-78.523592
RNI 86	JR. MAGNOLIA/AV LAS PALMERA	-9.131972	-78.524729
RNI 87	PARQUE DE CASUARINAS	-9.130981	-78.524917
RNI 88	VIA PUBLICA	-9.130112	-78.52392
RNI 89	VIA PUBLICA (CALLE 10)	-9.130987	-78.52403
RNI 90	VIA PUBLICA	-9.1309562	-78.52481
RNI 91	VIA PUBLICA PARQUE SAN JOSE Y SU FAMILIA	-9.13103	-78.521803
RNI 92	VIA PUBLICA (CALLE 9)	-9.130991	-78.521853
RNI 93	VIA PUBLICA (Mz. Y1 Urb. Casuarinas)	-9.131055	-78.521917
RNI 94	VIA PUBLICA (CALLE 9)	-9.131102	-78.521933
RNI 95	VIA PUBLICA (CALLE 9)	-9.131137	-78.521968
RNI 96	VIA PUBLICA (Mz. J1 Urb. Casuarinas)	-9.131161	-78.521904
RNI 97	VIA PUBLICA (Mz. Y1 Urb. Casuarinas)	-9.131163	-78.521837
RNI 98	VIA PUBLICA (Mz. J1 Urb. Casuarinas)	-9.131132	-78.521727
RNI 99	VIA PUBLICA (Mz. J1 Urb. Casuarinas)	-9.131044	-78.521716
RNI 100	VIA PUBLICA (Mz. Y1 Urb. Casuarinas)	-9.130989	-78.521754
RNI 101	VIA PUBLICA (CALLE 20)	-9.130716	-78.520928
RNI 102	VIA PUBLICA (Mz V1 Urb. Casuarinas)	-9.130562	-78.521081
RNI 103	VIA PUBLICA (Mz. V1 Urb. Casuarinas)	-9.130504	-78.521142
RNI 104	VIA PUBLICA (Mz. J1 Urb. Casuarinas)	-9.130581	-78.522258
RNI 105	VIA PUBLICA (Mz. J1 Urb. Casuarinas)	-9.130435	-78.522233
RNI 106	VIA PUBLICA (Mz. J1 Urb. Casuarinas)	-9.130329	-78.522215
RNI 107	VIA PUBLICA (Mz. F1 Urb. Casuarinas)	-9.131828	-78.522521
RNI 108	VIA PUBLICA (CALLE 11)	-9.1316	-78.520981
RNI 109	COLEGIO YUGOSLAVIO	-9.131709	-78.521107
RNI 110	VIA PUBLICA (Mz. X1 Urb. Casuarinas)	-9.131354	-78.520732
RNI 111	VIA PUBLICA (CALLE 21)	-9.130157	-78.520726
RNI 112	VIA PUBLICA (Mz. L1 Urb. Casuarinas)	-9.130117	-78.520783
RNI 113	CALLE9/CALLE 21	-9.130051	-78.52092
RNI 114	VIA PUBLICA (Mz. H1 Urb. Casuarinas)	-9.130374	-78.522234
RNI 115	VIA PUBLICA (Mz. H1 Urb. Casuarinas)	-9.130419	-78.522288
RNI 116	VIA PUBLICA (CALLE 9)	-9.130459	-78.522368
RNI 117	ACADEMIA DE TAEKWONDO D&D	-9.132389	-78.521781
RNI 118	VIA PUBLICA (CALLE 11)	-9.132511	-78.521893
RNI 119	VIA PUBLICA (CALLE 10)	-9.132188	-78.522234
RNI 120	VIA PUBLICA (CALLE 10)	-9.132289	-78.522203

**Fuente:** Elaboración propia.

Con el equipo Gausímetro GIGAHERTZ ME 395A se procedió según el protocolo establecido en el Decreto Supremo 613-2004-MTC, se obtuvo los promedios temporales de los valores medidos en el rango de tiempo deseado, que fue de 6 minutos, de tal forma que se consiguió las medidas de las 3 variables de estudio:

**Tabla N° 18**

*Resultado de medición con respecto a la EBC Telefónica del Perú S. A. A.*

Antena de operador	Radio	Punto	Densidad de potencia (W/m <sup>2</sup> )		Campo eléctrico (V/m)		Campo magnético (A/m)	
			ECA	DP	ECA	ICE	ECA	ICM
Telefónica del Perú S. A. A.	2 m	RNI 1	9.25	0.001385	59.14	0.882	0.159	0.018
		RNI 2		0.004463		0.881		0.025
		RNI 3		0.000411		0.874		0.019
		RNI 4		0.004332		0.845		0.022
		RNI 5		0.000132		0.822		0.018
		RNI 6		0.00534		0.814		0.025
		RNI 7		0.000194		0.812		0.019
		RNI 8		0.000294		0.799		0.022
		RNI 9		0.001132		0.777		0.018
		RNI 10		0.000552		0.763		0.025
	50 m	RNI 11		0.002019		0.762		0.019
		RNI 12		0.000194		0.734		0.022
		RNI 13		0.000894		0.733		0.026
		RNI 14		0.00539		0.732		0.025
		RNI 15		0.002463		0.713		0.019
		RNI 16		0.000422		0.711		0.027
		RNI 17		0.005332		0.703		0.032
		RNI 18		0.000142		0.694		0.025
		RNI 19		0.000385		0.654		0.019
		RNI 20		0.001322		0.653		0.022
	100 m	RNI 21		0.00531		0.652		0.018
		RNI 22		0.000211		0.633		0.025
		RNI 23		0.001232		0.603		0.019
		RNI 24		0.000612		0.562		0.022
		RNI 25		0.003019		0.444		0.018
		RNI 26		0.000234		0.423		0.025
		RNI 27		0.000634		0.415		0.019
		RNI 28		0.001732		0.353		0.022
		RNI 29		0.000952		0.332		0.029
		RNI 30		0.004419		0.079		0.026

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla N° 19**

*Resultado de medición con respecto a la EBC América Móvil Perú S. A. C.*

Antena de operador	Radio	Punto	Densidad de potencia (W/m <sup>2</sup> )		Campo eléctrico (V/m)		Campo magnético (A/m)	
			ECA	DP	ECA	ICE	ECA	ICM
América Móvil Perú S.A.C.	2 m	RNI 31	<b>9.25</b>	0.000294	<b>59.14</b>	<b>0.159</b>	1.35	0.022
		RNI 32		0.000854			1.03	0.018
		RNI 33		0.000085			1.02	0.033
		RNI 34		0.000463			0.995	0.017
		RNI 35		0.000122			0.982	0.021
		RNI 36		0.000732			0.903	0.018
		RNI 37		0.000342			0.893	0.021
		RNI 38		0.008019			0.881	0.123
		RNI 39		0.000314			0.873	0.159
		RNI 40		0.000724			0.873	0.015
	50 m	RNI 41		0.000075			0.862	0.264
		RNI 42		0.000693			0.811	0.065
		RNI 43		0.000123			0.803	0.102
		RNI 44		0.000731			0.771	0.021
		RNI 45		0.000342			0.751	0.003
		RNI 46		0.00812			0.744	0.063
		RNI 47		0.000118			0.735	0.079
		RNI 48		0.000443			0.715	0.031
		RNI 49		0.000015			0.682	0.064
		RNI 50		0.000663			0.671	0.035
	100 m	RNI 51		0.000772			0.635	0.069
		RNI 52		0.000332			0.615	0.041
		RNI 53		0.000142			0.614	0.013
		RNI 54		0.002019			0.613	0.053
		RNI 55		0.000614			0.612	0.089
		RNI 56		0.000414			0.602	0.011
		RNI 57		0.000095			0.561	0.022
		RNI 58		0.000313			0.512	0.064
		RNI 59		0.000322			0.512	0.063
		RNI 60		0.000532			0.502	0.071

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla N° 20**

*Resultado de medición con respecto a la EBC Entel Perú S. A.*

Antena de operador	Radio	Punto	Densidad de potencia (W/m <sup>2</sup> )		Campo eléctrico (V/m)		Campo magnético (A/m)	
			ECA	DP	ECA	ICE	ECA	ICM
Entel Perú S.A.	2 m	RNI 61	9.25	0.000141	59.14	0.744	0.159	0.059
		RNI 62		0.006019		0.681		0.023
		RNI 63		0.001215		0.644		0.071
		RNI 64		0.007763		0.631		0.083
		RNI 65		0.000111		0.616		0.081
		RNI 66		0.006832		0.616		0.077
		RNI 67		0.000832		0.612		0.091
		RNI 68		0.006019		0.611		0.082
		RNI 69		0.000184		0.607		0.053
		RNI 70		0.000194		0.589		0.061
	50 m	RNI 71		0.002212		0.584		0.028
		RNI 72		0.000952		0.572		0.027
		RNI 73		0.001333		0.562		0.064
		RNI 74		0.009713		0.531		0.091
		RNI 75		0.01488		0.522		0.062
		RNI 76		0.001832		0.521		0.072
		RNI 77		0.000712		0.517		0.098
		RNI 78		0.005019		0.515		0.087
		RNI 79		0.000172		0.512		0.047
		RNI 80		0.000154		0.507		0.055
	100 m	RNI 81		0.000211		0.497		0.046
		RNI 82		0.000852		0.487		0.037
		RNI 83		0.004019		0.477		0.029
		RNI 84		0.000214		0.469		0.029
		RNI 85		0.000244		0.459		0.012
		RNI 86		0.001912		0.453		0.003
		RNI 87		0.000452		0.433		0.004
		RNI 88		0.001223		0.421		0.013
		RNI 89		0.008712		0.412		0.021
		RNI 90		0.000221		0.411		0.039

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla N° 21**

*Resultado de medición con respecto a la EBC Viettel Perú S. A. C.*

Antena de operador	Radio	Punto	Densidad de potencia (W/m <sup>2</sup> )		Campo eléctrico (V/m)		Campo magnético (A/m)	
			ECA	DP	ECA	ICE	ECA	ICM
Viettel Perú S.A. C.	2 m	RNI 91		0.001842		0.834		0.026
		RNI 92		0.000792		0.814		0.017
		RNI 93		0.002019		0.721		0.019
		RNI 94		0.000142		0.704		0.029
		RNI 95		0.000194		0.683		0.081
		RNI 96		0.009012		0.673		0.041
		RNI 97		0.000802		0.644		0.031
		RNI 98		0.001219		0.64		0.012
		RNI 99		0.001234		0.639		0.022
		RNI 100		0.007163		0.638		0.038
	50 m	RNI 101		0.000222		0.638		0.012
		RNI 102		0.001822		0.637		0.018
		RNI 103		0.000732		0.624		0.031
		RNI 104		0.009019		0.622		0.081
		RNI 105		0.000104		0.614		0.071
		RNI 106	<b>9.25</b>	0.000124	<b>59.14</b>	0.604	<b>0.159</b>	0.106
		RNI 107		0.002012		0.604		0.101
		RNI 108		0.000922		0.573		0.112
		RNI 109		0.001233		0.564		0.122
		RNI 110		0.009313		0.504		0.138
100 m	RNI 111		0.003111		0.473		0.120	
	RNI 112		0.005832		0.472		0.121	
	RNI 113		0.000612		0.423		0.1197	
	RNI 114		0.005018		0.413		0.0178	
	RNI 115		0.000182		0.322		0.055	
	RNI 116		0.002254		0.309		0.014	
	RNI 117		0.008812		0.303		0.0021	
	RNI 118		0.001113		0.279		0.002	
	RNI 119		0.004411		0.272		0.1083	
	RNI 120		0.005132		0.262		0.0064	

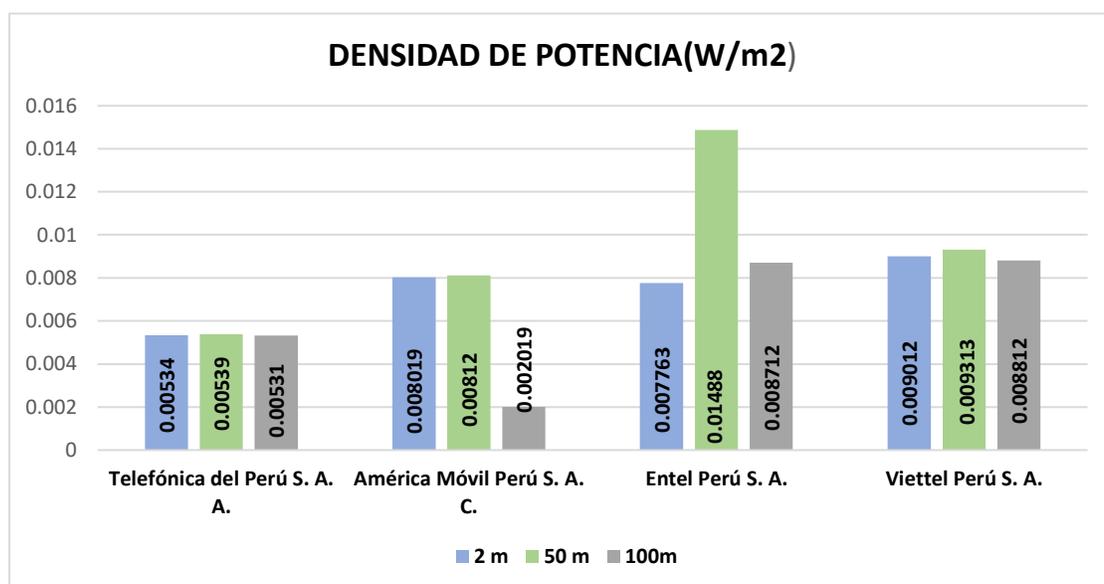
**Fuente:** Elaboración propia.

Como se muestra en las tablas la exposición más alta o el nivel más alto en las frecuencias de telefonía móvil fue en el punto RNI 75(0.01488 W/m<sup>2</sup>). Este resultado se encuentra por debajo de los límites establecidos por la norma Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Radiaciones No Ionizantes, DS N° 010-2005-PCM que para las frecuencias de 400 – 2000 MHz es de 3.515 W/m<sup>2</sup>. Esto quiere decir que el valor máximo obtenido no sobrepasa los estándares de calidad ambiental; en consecuencia, los niveles medidos cumplen con la normativa asociada a la calidad ambiental y con la normativa de los organismos internacionales como la OMS, la ICNIRP, entre otros.

A continuación, se muestra un gráfico con los valores más altos de la densidad de potencia(W/m<sup>2</sup>) comparado con la distancia de las estaciones bases en los diferentes operadores.

**Figura N° 21**

*Valores más altos de la densidad de potencia por distancia*



Con esto se evidencia que los niveles más altos de radiación se dan a 50 m de radio de distancia de las estaciones base, además que la empresa de telefonía con nivel más alto pertenece a la ENTEL PERU S.A.

**4.1.3. Comparación de los estándares de calidad ambiental de radiación No ionizante establecidos por norma con los niveles de intensidad de campo magnético “ICM”, intensidad de campo eléctrico “ICE”, densidad de potencia “DP”, en la urbanización Casuarinas-Nuevo Chimbote-Ancash.**

Para poder realizar esta comparación primero es necesario obtener cuales son los límites establecidos de las variables que hemos medido para esto no apoyamos de la norma Estándares Nacionales de Calidad Ambiental, DS N° 010-2005-PCM. (Tabla N° 4)

En resumen, se tienen los siguientes límites:

**Tabla N° 22**

*Estándares de calidad ambiental para Rango de Frecuencias de 400 MHz-2 GHz.*

<b>Rango de frecuencias</b>	<b>Intensidad de campo eléctrico(V/m)</b>	<b>Intensidad de campo magnético(A/m)</b>	<b>Densidad de potencia(W/m<sup>2</sup>)</b>
400 MHz-2 GHz	<b>59.14</b>	<b>0.159</b>	<b>9.25</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

Del procesamiento de los resultados obtenidos en las mediciones de campo se pudo construir la tabla N° 22, en la que se muestra los valores de densidad de potencia (DP) máximos para las frecuencias de los diferentes operadores de telefonía móvil en cada uno de los puntos de monitoreo, así como el porcentaje que representa cada DP respecto del ECA (%DP-ECA).

**Tabla N° 23**

*Resultados de DP y %DP-ECA por operador.*

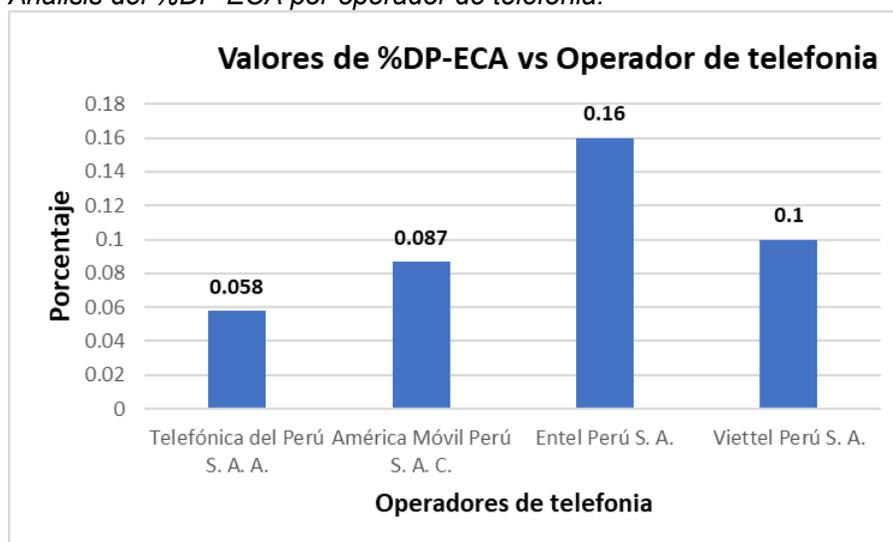
<b>OPERADORES DE TELEFONIA</b>	<b>Resultados para frecuencias de Telefonía Móvil</b>	
	<b>DP (W/m<sup>2</sup>)</b>	<b>%DP-ECA</b>
Telefónica del Perú S. A. A.	0.00539	0.058
América Móvil Perú S. A. C.	0.00812	0.087
Entel Perú S. A.	0.01488	0.16
Viettel Perú S. A.	0.009313	0.10

**Fuente:** Elaboración propia.

Asimismo, en la figura N° 26 muestra que el nivel más alto proviene del operador Entel Perú en el punto RNI 75 a un radio de distancia de 50 m con un valor de 0.01488 W/m<sup>2</sup>. Dicho valor representa el 0.16% de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental establecidos en el DS N° 010-2005-PCM; en consecuencia, los niveles medidos cumplen con la normativa nacional asociada a los estándares de calidad ambiental y con la normativa de los organismos internacionales como la OMS, la ICNIRP, entre otros.

**Figura N° 22**

*Análisis del %DP-ECA por operador de telefonía.*



Del procesamiento de los resultados obtenidos en las mediciones de campo se pudo construir la tabla N° 23, en la que se muestra los valores de intensidad de campo magnético (ICM) máximos para las frecuencias de los diferentes operadores de telefonía móvil en cada uno de los puntos de monitoreo, así como el porcentaje que representa cada ICM respecto del ECA (%ICM-ECA).

**Tabla N° 24**

*Resultados de ICM y %ICM-ECA por operador.*

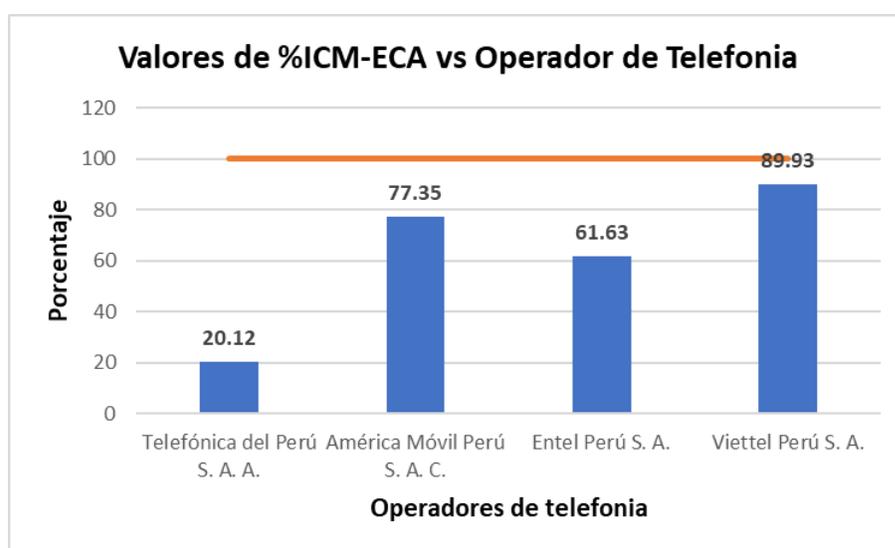
OPERADORES DE TELEFONIA	Resultados para frecuencias de Telefonía Móvil	
	ICM (A/m)	%ICM-ECA
Telefónica del Perú S. A. A.	0.032	20.12
América Móvil Perú S. A. C.	0.123	77.35
Entel Perú S. A.	0.098	61.63
Viettel Perú S. A.	0.143	89.93

**Fuente:** Elaboración propia.

Asimismo, la figura N° 26 muestra que el nivel más alto proviene del operador Viettel Perú en el punto RNI 106 a un radio de distancia de 50 m con un valor de 0.143 A/m. Dicho valor representa el 89.93% de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental establecidos en el DS N° 010-2005-PCM; en consecuencia, los niveles medidos cumplen con la normativa nacional asociada a los estándares de calidad ambiental y con la normativa de los organismos internacionales como la OMS, la ICNIRP, entre otros.

**Figura N° 23**

*Análisis del %ICM-ECA por operador de telefonía.*



Del procesamiento de los resultados obtenidos en las mediciones de campo se pudo construir la tabla N° 24, en la que se muestra los valores de intensidad de campo eléctrico (ICE) máximos para las frecuencias de los diferentes operadores de telefonía móvil en cada uno de los puntos de monitoreo, así como el porcentaje que representa cada ICE respecto del ECA (%ICE-ECA).

**Tabla N° 25**

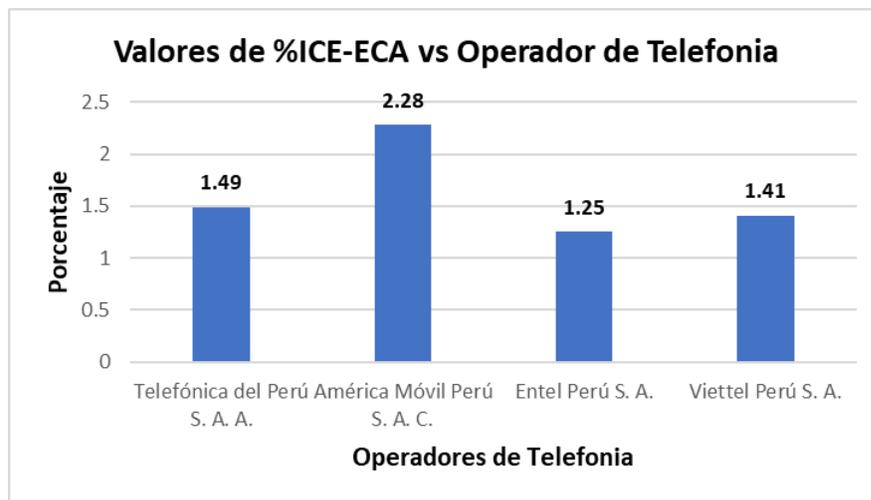
*Resultados de ICE y %ICE-ECA por operador.*

OPERADORES DE TELEFONIA	Resultados para frecuencias de Telefonía Móvil	
	ICE (V/m)	%ICE-ECA
Telefónica del Perú S. A. A.	0.882	1.49
América Móvil Perú S. A. C.	1.35	2.28
Entel Perú S. A.	0.744	1.25
Viettel Perú S. A.	0.834	1.41

Asimismo, en la figura N° 28 muestra que el nivel más alto proviene del operador América Móvil Perú S. A. C. en el punto RNI 31 a un radio de distancia de 2 m con un valor de 1.35 V/m. Dicho valor representa el 2.28% de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental establecidos en el DS N° 010-2005-PCM; en consecuencia, los niveles medidos cumplen con la normativa nacional asociada a los estándares de calidad ambiental y con la normativa de los organismos internacionales como la OMS, la ICNIRP, entre otros.

**Figura N° 24**

*Análisis del %ICE-ECA por operador de telefonía.*



**4.1.4. Propuesta de matriz de estrategias para mitigar el impacto social de la exposición a las radiaciones no ionizantes en la urbanización Casuarinas-Nuevo Chimbote- Ancash.**

**Tabla N° 25**

*Matriz de estrategias para mitigar el impacto social.*

	<b>FORTALEZAS(F)</b>	<b>DEBILIDADES(D)</b>
		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El organismo competente (MTC) realiza mediciones de RNI.</li> <li>2. La municipalidad distrital cuenta con la gerencia de gestión ambiental.</li> </ol>
<b>OPORTUNIDADES (O)</b>	<b>ESTRATEGIA(FO)</b>	<b>ESTRATEGIA(DO)</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Gestionar de manera proactiva el posible impacto ambiental.</li> <li>2. Promover la responsabilidad empresarial a través de la implementación de SGA.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Elaborar campañas de difusión acerca de las mediciones de RNI.</li> <li>2. Promover una política ambiental por parte de la municipalidad distrital.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Empresarios y medios de comunicación deben fomentar el trabajo de educación ambiental.</li> <li>2. Promover la participación de la población en los diversos niveles de la gestión ambiental.</li> </ol>
<b>AMENAZAS(A)</b>	<b>ESTRATEGIA(FA)</b>	<b>ESTRATEGIA(DA)</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1.Contaminación ambiental por RNI.</li> <li>2.Conflictos sociales con las empresas de telefonía.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Promover programas orientados a la comprensión y toma de conciencia de los problemas ambientales.</li> <li>2. Fortalecer las relaciones con las partes interesadas.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Replanteamiento de políticas ambientales locales que permitan asegurar la tranquilidad de la población.</li> <li>2. Realizar monitoreos constantes de la RNI como parte del programa de gestión ambiental.</li> </ol>

ESTRATEGIA	ACTIVIDADES	RECURSOS	RESPONSABLE	INDICADOR	META
<b>Promover una política ambiental por parte de la municipalidad distrital.</b>	-Crear una política de gestión ambiental a nivel municipal. -Desarrollar alianzas estratégicas con instituciones principalmente educativas para fomentar la política de gestión.	-Legislación ambiental nacional e internacional. -Recursos para formación y capacitación.	Gerencia de Gestión ambiental	% N° Población capacitada/ N° Población total	100%
<b>Promover programas orientados a la toma de conciencia y acción de los problemas ambientales.</b>	-Crear un programa anual orientado a reducir el impacto ambiental. -Colaborar con organizaciones e investigaciones que pongan en evidencia el fortalecimiento en la gestión ambiental.	-Personal competente -Equipos informáticos -Presupuesto -Requisitos de organismos reguladores	Gerencia de Gestión ambiental	% N° de actividades ejecutadas/N° de actividades programadas	100%
<b>Realizar monitoreos periódicos de la RNI como parte del programa de gestión ambiental.</b>	-Asignar recursos para la ejecución de programa y hacer que los responsables tomen el trabajo de incorporar esta evidencia en la política de gestión.	-Personal competente -Equipo de medición de RNI	Gerencia de Gestión ambiental	% N° de mediciones ejecutadas/N° de mediciones programadas	100%
<b>Empresarios y medios de comunicación deben fomentar el trabajo de educación ambiental.</b>	-Se difundirán la información a través de diferentes medios de comunicación, pero principalmente a través de redes sociales por paginas oficiales.	-Internet -Equipos informáticos -Redes sociales	Partes interesadas(empresas) y Municipio	N° de publicaciones realizadas a través de redes por mes	4

*Nota.* Esta matriz detalla como se pueden desarrollar diferentes estrategias para minimizar el impacto social que pudiese provocar la contaminación ambiental en el caso de la investigación asociado a la radiación No ionizante de las antenas de telefonía

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1. Conclusiones**

Con respecto al diagnóstico de la zona de influencia de las antenas de telefonía se pudo obtener lo siguiente: Se logró definir las características físicas de las 4 antenas analizadas asociado a su Modulación, Polarización y Estructura de Soporte; De la encuesta aplicada se determinó que casi el 30 % de la población de la urbanización Casuarinas cuyo rango de edad fluctúa entre 40-67 años considera a las antenas potencialmente dañina para su salud pero desconoce de la energía que emanan (radiación no ionizante). Lo cual es un indicador que existe desconocimiento con respecto al mismo lo cual muchas veces desencadena los conflictos sociales que se hacen mención.

Con respecto a la cuantificación de la intensidad de la Radiaciones No Ionizante de las antenas de telefonía móvil y la comparación con los estándares de calidad ambiental (ECA) en la urbanización Casuarinas-Nuevo Chimbote- Ancash se obtuvo lo siguiente: De los 120 puntos medidos, con respecto a la densidad de potencia (DP) se obtuvo el valor más elevado en el RNI75 ( $0.01488 \text{ W/m}^2$ ) cuya frecuencia de transmisión pertenece a Entel Perú S.A. donde el estándar de calidad ambiental según el DS N° 010-2005-PCM y la norma ICNIRP es de  $9.25 \text{ W/m}^2$ .

De los 120 puntos medidos, con respecto a la intensidad de campo magnético (ICM) se obtuvo el valor más elevado en el RNI106 ( $0.143 \text{ A/m}$ ) cuya frecuencia de transmisión pertenece a Viettel Perú S.A. donde el estándar de calidad ambiental según el DS N° 010-2005-PCM y la norma ICNIRP es de  $0.159 \text{ A/m}$ .

De los 120 puntos medidos, con respecto a la intensidad de campo eléctrico (ICE) se obtuvo el valor más elevado en el RNI31 ( $1.35 \text{ A/m}$ ) cuya frecuencia de transmisión pertenece a América Móvil Perú S. A. C. donde el estándar de calidad ambiental según el DS N° 010-2005-PCM y la norma ICNIRP es de  $59.14 \text{ V/m}$ .

De las mediciones realizadas si bien es cierto se encuentran por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) no se podrían concluir que no existe riesgo para la salud, para esto es necesario estudios continuos e investigaciones más precisas que quizás concluyan mejor los efectos de la radiación en la salud de la población.

Las variables de radiaciones no ionizantes más elevados corresponden a la empresa América Móvil Perú S. A. C. (Intensidad de campo eléctrico y campo magnético) sin embargo, estos niveles se encuentran por debajo de los estándares calidad ambiental tanto nacionales como internacional establecidos. Asimismo, se observó que, los niveles de los demás operadores no presentan una diferencia significativa entre sí.

Con respecto a la hipótesis donde se planteaba que el cumplimiento porcentual con respecto a la ECA (%DP-ECA, %ICM-ECA y %ICE-ECA) serian menos al 5% solo se cumplió para las variables Densidad de potencia e intensidad de campo eléctrico.

Con respecto a la matriz de estrategias para mitigar el impacto social de la exposición a la radiación no ionizante lo que se debe priorizar es en: Promover una política ambiental desde la jurisdicción municipal además de ejecutar programas orientados a la toma de conciencia y acción de los problemas ambientales por parte de la población.

## 5.2. Recomendaciones

Los estándares de exposición a la radiación que limitan la exposición humana a los CEM deben basarse en estudios de diversas disciplinas de las ciencias de la salud, incluidas la biología, la epidemiología y la medicina, así como la física y la ingeniería. Todos ellos desempeñan importantes funciones individuales y colectivas a la hora de identificar posibles efectos adversos sobre la salud y de proporcionar información sobre la necesidad y los niveles adecuados de protección.

Se recomienda realizar mediciones periódicas de las variables que determinan la radiación no ionizante que producen las diferentes antenas de telefonía móvil con el fin de determinar una trazabilidad de evolución de estas.

Se debe de seguir una correcta metodología para las mediciones de radiaciones no ionizantes y para tener valores más exactos de dichas mediciones, se recomienda ejecutarlas en un ambiente controlado libre de tránsito, ruido o vibraciones que podrían alterar el resultado.

Se recomienda que la instalación y operación de torres de telefonía celular estén sujetas a protocolos o lineamientos, buscar ubicaciones alternativas para las torres de telefonía celular con monitoreo antes y después de la instalación, y realizar estudios de laboratorio y monitores. Investigación externa sobre el biosistema y ecosistema.

Es necesario crear espacios para relacionarse con la ciudadanía, socializar y difundir los resultados obtenidos a través de estrategias previamente identificadas para ganar confianza y credibilidad.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade, D. M., & Contreras, C. F. (2014). *Medición y análisis del nivel de exposición a radiaciones no ionizantes (RNI) en ambientes indoor en la ciudad de Cuenca, dentro del espectro radioeléctrico en la banda de frecuencia de telefonía celular* [Tesis para optar el Título de Ingeniero Electrónico, Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador]. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7092/1/UPS-CT003850.pdf>
- Cruz, V. M. (2009). Riesgo para la Salud por Radiaciones No ionizantes de las Redes de Telecomunicaciones en el Perú. *Revista Peruana de Medicina Experimental Y Salud Publica*. [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S17264634200900100017&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S17264634200900100017&lng=es&nrm=iso)
- Damiano Urbinello, Wout Joseph y Anke Huss (2014). *Radio-frequency electromagnetic field (RF-EMF) exposure levels in different European outdoor urban environments in comparison with regulatory limits*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24704639/>
- Daniel, L. (2017). *Cell Phone Location Evidence for Legal Professionals: Understanding Cell Phone Location Evidence from the Warrant to the Courtroom*. [https://books.google.com.pe/books?id=qFkIDgAAQBAJ&pg=PA1&hl=es&source=gbs\\_toc\\_r&cad=3#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=qFkIDgAAQBAJ&pg=PA1&hl=es&source=gbs_toc_r&cad=3#v=onepage&q&f=false)
- Decreto Supremo Nº 010-2005-PCM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECAs) para Radiaciones No Ionizantes. 03 de Febrero del 2005(Perú). [http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2013/10/ds-010-2005-pcm\\_eca\\_rni.pdf](http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2013/10/ds-010-2005-pcm_eca_rni.pdf)
- Gallego Serna, L. M., Torres Osoyo, J. I., & Castañeda Salazar, J. A. (2014). Análisis dimensional del riesgo percibido por la exposición del público a radiaciones electromagnéticas emitidas por estaciones base de telefonía móvil. *Luna Azul*. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S190924742014000200007&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S190924742014000200007&lng=en&nrm=iso)
- Giménez, Xavier (2015). Teléfonos móviles y microondas: ¿son peligrosos o no? *Investigación y Ciencia*. <https://www.investigacionyciencia.es/blogs/fisica-y-quimica/39/posts/telfonos-mviles-y-microondas-son-peligrosos-o-no-12995>
- INICTEL. (2017). Instituto Nacional de Investigación y Capacitación de Telecomunicaciones - INICTEL-UNI. <http://www.inictel-uni.edu.pe/institucional/historia>
- ICNIRP: International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. (1998) Recommendations to limit exposure to electric fields, magnetic fields and electromagnetic fields (up to 300 GHz).
- Leal, M. H., Abellán, J. A., & Casas, M. P. (2005). Telefonía móvil. ¿Una apuesta con nuestra salud? *Atención Primaria*. <https://doi.org/10.1157/13074798>
- Lira, Julio (04 de Junio de 2014). Perú necesita 22,000 antenas de telefonía móvil al 2016 para asegurar calidad del servicio. *Diario Gestión*. <https://gestion.pe/economia/mercados/peru-necesita-22-000-antenas-telefonía-movil-2016-asegurar-calidad-servicio-62073-noticia/>

- Ministerio del Ambiente (2014). *Evaluación de las Radiaciones No Ionizantes (RNI) producidas por los Servicios de Telecomunicaciones y Redes Eléctricas en Lima. Perú*. <https://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wpcontent/uploads/sites/22/2013/10/Evaluaci%C3%B3n-de-Radiaciones-No-Ionizantes-producidas-por-los-Servicios-de-Telecomunicaciones.compressed.pdf>
- Macedo, A. (2012). *Tasa de absorción específica (SAR) de tejidos biológicos bajo distintas condiciones de exposición a radiaciones no ionizantes* [Tesis para optar el Título de Ingeniero de las Telecomunicaciones, Pontificia Universidad Católica del Perú]. [https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/1556/MACEDO\\_LAZO\\_MANUEL\\_SAR\\_RNI.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/1556/MACEDO_LAZO_MANUEL_SAR_RNI.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Organización Internacional del Trabajo (2001). *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo*. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.
- Ordinales, R. (2007). Prontuario de la Radiación Electromagnética. *El Escéptico*. [https://digital.csic.es/bitstream/10261/12715/1/RadiacionElectromagnetica\\_Esceptico\\_24.pdf](https://digital.csic.es/bitstream/10261/12715/1/RadiacionElectromagnetica_Esceptico_24.pdf)
- OSIPTEL. (2019). Líneas en servicio por departamento - OSIPTEL. <https://www.osiptel.gob.pe/articulo/21-lineas-en-servicio-pordepartamento>
- Programa Panorama de Panamericana Televisión. (06 de Octubre de 2013). *Antenas bajo la mira: radiación por telefonía móvil causa temor en San Isidro* [Archivo de Video]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=ZF9Yuyd7Blk>
- Rios, J. (2013). *Estudio de radiaciones no ionizantes para una estación base gsm 850 mhz ubicada en la universidad privada Antenor Orrego de Trujillo*. [Tesis para optar por el título profesional de ingeniero electrónico, Universidad Privada Antenor Orrego]. [http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/781/1/REP\\_ING.ELECT\\_JORGE.R%C3%8DOS\\_ESTUDIO.RADIACIONES.NO.IONIZANTES.ESTACI%C3%93N.BASE.GSM.850.MHZ.UNIVERSIDAD.PRIVADA.ANTENOR.ORREGO.TRUJILLO.pdf](http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/781/1/REP_ING.ELECT_JORGE.R%C3%8DOS_ESTUDIO.RADIACIONES.NO.IONIZANTES.ESTACI%C3%93N.BASE.GSM.850.MHZ.UNIVERSIDAD.PRIVADA.ANTENOR.ORREGO.TRUJILLO.pdf)
- Sabine Heinrich, Silke Thomas y Christian Heumann (2011). *The impact of exposure to radio frequency electromagnetic fields on chronic well-being in young people--a cross-sectional study based on personal dosimetry*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412010001261?via%3Dihub>
- Tubón, G. (2010). *Estudio estadístico comparativo sobre emisiones no ionizantes emitidas por radio bases de telefonía móvil celular y estaciones de transmisoras de radio y televisión en la ciudad de Riobamba. Riobamba*. [Tesis para optar por el título profesional de ingeniero electrónico, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador]. <http://dspace.espace.edu.ec/handle/123456789/628>
- Terzi, M., Ozberk, B., Deniz, O. G., & Kaplan, S. (2016). *The role of electromagnetic fields in neurological disorders. Journal of Chemical Neuroanatomy*. <https://doi.org/10.1016/j.jchemneu.2016.04.003>
- Vargas Marcos, F., & Crespo Del Arco, P. (2009). Telefonía móvil: ¿representa algún riesgo para la salud? *Medicina Clínica*. <https://doi.org/10.1016/j.medcli.2008.09.028>

## ANEXOS

### Anexo N° 01: Formato del instrumento cuestionario

#### Encuesta dirigida a los habitantes de la Urbanización Casuarinas, Nuevo Chimbote, Ancash.

Estimado (a) vecino me encuentro realizando mi trabajo de titulación profesional que consiste en la evaluación del campo electromagnético producto de las antenas de telecomunicaciones en la Urbanización Casuarinas, por esta razón, solicito sus opiniones al respecto. De antemano agradezco su colaboración.

**Datos generales:** Marque según corresponda.

**Edad:**

12 a 25 ( ) 26 a 39 ( ) 40 a 53 ( ) 54 a 67 ( )

**Nivel de Educación:**

Primaria ( ) Secundaria ( ) Superior ( ) Ninguna ( )

**Instrucciones de la encuesta:** Necesitamos conocer su opinión por lo que solicito a usted lea cada uno de los ítem y responda según la siguiente valoración

**Totalmente en desacuerdo: 1    Desacuerdo: 2    Ni acuerdo y desacuerdo: 3    De acuerdo: 4    Excelente: 5**

Nº	Preguntas Ítem	Cumplimiento				
		Totalmente en desacuerdo	Desacuerdo	Ni de acuerdo ni desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
1	¿Está de acuerdo con la presencia de antenas de telefonía en la Urb. Casuarinas?					
2	¿Está familiarizado con la radiación no ionizante que emiten las antenas de telefonía móvil?					
3	Con respecto a la proximidad de una antena de telefonía a su hogar, ¿usted considera que se siente seguro?					
4	¿Está de acuerdo con la normativa peruana que regula los límites máximos permisibles de radiación no ionizante?					
5	¿Cree que no afectaría a su salud vivir cerca de antenas de telefonía?					

## Anexo No 02: Validación del instrumento cuestionario

JUICIO DE EXPERTO SOBRE LA PERTINENCIA DEL INSTRUMENTO:

CUESTIONARIO

TITULO DE LA INVESTIGACION: **"Evaluación de la radiación no ionizante producido por antenas de telefonía móvil, urbanización Casuarinas-Nuevo Chimbote-Ancash, 2023"**

INSTRUCCIONES:

Coloque en cada casilla la letra correspondiente al aspecto cualitativo que le parece que cumple cada ítem y alternativa de respuestas, según los criterios que a continuación se detallan.

E= Excelente/ B= Bueno/ M=Mejorar/ X=Eliminar/ C=Cambiar

Las categorías por evaluar son: Redacción, contenido, congruencia y pertinencia. En la casilla de observaciones puede sugerir el cambio o correspondencia.

No	Pregunta Ítem	Calificación					Observaciones
		E	B	M	X	C	
1	¿Está de acuerdo con la presencia de antenas de telefonía en la Urb. Casuarinas?		X				
2	¿Está familiarizado con la radiación no ionizante que emiten las antenas de telefonía móvil?		X				
3	Con respecto a la proximidad de una antena de telefonía a su hogar, ¿usted considera que se siente seguro?		X				
4	¿Está de acuerdo con la normativa peruana que regula los límites máximos permisibles de radiación no ionizante?		X				
5	¿Cree que no afectaría a su salud vivir cerca de antenas de telefonía?		X				

Evaluador por



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DEL CUESTIONARIO

TITULO DE LA INVESTIGACION: "Evaluación de la radiación no ionizante producido por antenas de telefonía móvil, urbanización Casuarinas-Nuevo Chimbote-Ancash, 2023"

Yo, Wendy Arias Luna Con DNI N° 70567876 de profesión Ing. Ambiental, ejerciendo actualmente como Gerente General de Consultora

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación del instrumento (CUESTIONARIO), a los efectos de su aplicación en la población de la urb. Casuarinas Nvo. Chimbote

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Apreciaciones	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente
Congruencia de items			X	
Amplitud de contenido			X	
Redacción de los items			X	
Claridad y precisión			X	
Pertinencia			X	

En Nuevo Chimbote, a los 15 días del mes de Mayo del 2023

Sello y firma del validador

  
ING. WENDY S. ARIAS LUNA  
Ing Ambiental  
C.I.P. 298047  
Gerente General  
**ANTAY**  
INGENIERIA Y CONSULTORA

JUICIO DE EXPERTO SOBRE LA PERTINENCIA DEL INSTRUMENTO:

CUESTIONARIO

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN: **"Evaluación de la radiación no ionizante producido por antenas de telefonía móvil, urbanización Casuarinas-Nuevo Chimbote-Ancash, 2023"**

INSTRUCCIONES:

Coloque en cada casilla la letra correspondiente al aspecto cualitativo que le parece que cumple cada ítem y alternativa de respuestas, según los criterios que a continuación se detallan.

E= Excelente/ B= Bueno/ M=Mejorar/ X=Eliminar/ C=Cambiar

Las categorías por evaluar son: Redacción, contenido, congruencia y pertinencia. En la casilla de observaciones puede sugerir el cambio o correspondencia.

No	Pregunta Item	Calificación					Observaciones
		E	B	M	X	C	
1	¿Está de acuerdo con la presencia de antenas de telefonía en la Urb. Casuarinas?		X				
2	¿Está familiarizado con la radiación no ionizante que emiten las antenas de telefonía móvil?		X				
3	Con respecto a la proximidad de una antena de telefonía a su hogar, ¿usted considera que se siente seguro?		X				
4	¿Está de acuerdo con la normativa peruana que regula los límites máximos permisibles de radiación no ionizante?		X				
5	¿Cree que no afectaría a su salud vivir cerca de antenas de telefonía?		X				

Evaluator por

  
Ing. Eusebio Víctor Cándor Ivarista  
Director General

JUICIO DE EXPERTO SOBRE LA PERTINENCIA DEL INSTRUMENTO:

CUESTIONARIO

TITULO DE LA INVESTIGACION: "Evaluación de la radiación no ionizante producido por antenas de telefonía móvil, urbanización Casuarinas-Nuevo Chimbote-Ancash, 2023"

INSTRUCCIONES:

Coloque en cada casilla la letra correspondiente al aspecto cualitativo que le parece que cumple cada ítem y alternativa de respuestas, según los criterios que a continuación se detallan.

E= Excelente/ B= Bueno/ M=Mejorar/ X=Eliminar/ C=Cambiar

Las categorías por evaluar son: Redacción, contenido, congruencia y pertinencia. En la casilla de observaciones puede sugerir el cambio o correspondencia.

Pregunta		Calificación					Observaciones
No	Item	E	B	M	X	C	
1	¿Está de acuerdo con la presencia de antenas de telefonía en la Urb. Casuarinas?		B				
2	¿Está familiarizado con la radiación no ionizante que emiten las antenas de telefonía móvil?		X				
3	Con respecto a la proximidad de una antena de telefonía a su hogar, ¿usted considera que se siente seguro?		X				
4	¿Está de acuerdo con la normativa peruana que regula los límites máximos permisibles de radiación no ionizante?		X				
5	¿Cree que no afectaría a su salud vivir cerca de antenas de telefonía?		X				

Evaluador por *Jose Quiros Salas*

  
Msc. JOSÉ VUIS QUEQUEJANA  
Especialista Ambiental  
C O P 579

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DEL CUESTIONARIO

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN: "Evaluación de la radiación no ionizante producido por antenas de telefonía móvil, urbanización Casuarinas-Nuevo Chimbote-Ancash, 2023"

Yo, Jose Inguerosa Salsol Con DNI N° 45937111 de profesión Combate público CCP, ejerciendo actualmente como Especialista Ambiental

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación del instrumento (CUESTIONARIO), a los efectos de su aplicación en la población de la urb Casuarinas N. Chimbote

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Apreciaciones	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente
Congruencia de Items			X	
Amplitud de contenido			X	
Redacción de los Items			X	
Claridad y precisión			X	
Pertinencia			X	

En Nuevo Chimbote, a los 15 días del mes de Mayo del 2023

Sello y firma del validador

  
 Msc. JOSE INIS QUEQUEJANA  
 Especialista Ambiental  
 C O P 079

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DEL CUESTIONARIO

TITULO DE LA INVESTIGACION: "Evaluación de la radiación no ionizante producido por antenas de telefonía móvil, urbanización Casuarinas-Nuevo Chimbote-Ancash, 2023"

Yo, Eusebio Condor Evaristo Con DNI N° 40556680 de profesión Ing. Químico, ejerciendo actualmente como Consultor Monitoreo

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación del instrumento (CUESTIONARIO), a los efectos de su aplicación en la población de la Urb. Casuarina Machim

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Apreciaciones	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente
Congruencia de ítems			X	
Amplitud de contenido			X	
Redacción de los ítems			X	
Claridad y precisión			X	
Pertinencia			X	

En Nuevo Chimbote, a los 15 días del mes de Mayo del 2023

Sello y firma del validador

  
Ing. Eusebio Victor Condor Evaristo  
Consultor Monitoreo

**Anexo N° 03: Formato de caracterización de antenas.**

<b>FORMATO DE CARACTERIZACION DE ANTENAS</b>			
<b>OPERADOR MOVIL:</b>			
<b>Fotografía</b>	<b>Características:</b>	<b>SISTEMA GMS</b>	<b>SISTEMA UMTS</b>
	<b>Estructura de soporte</b>		
	<b>Frecuencia de funcionamiento</b>		
	<b>Ancho de banda</b>		
	<b>Modulación</b>		
	<b>Polarización</b>		
	<b>Información a transmitir</b>		

**Anexo N° 04: Equipo para la medición de la radiación no ionizante Gausímetro  
GIGAHERTZ ME 3951<sup>a</sup> y certificado de calibración.**

Machine Translated by Google



**Deutsch**

page 1

**Niederfrequenz-Analyser**

for electrical and magnetic  
NF-Wechselfelder

**Bedienungsanleitung**

**español**

Page 7

**Low Frequency Analyzer**

for electric and magnetic LF-fields

**Manual**



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
CALIBRATION CERTIFICATE  
LMI-EM881-2023

Fecha de emisión: 05/01/2023  
Issue date

**1.- SOLICITANTE** : INVESTIGACIONES ECONOMICAS EN MINERIA, ENERGIA E HIDROCARBUROS S.A.C.  
Applicant  
Dirección : CAL. LUIS ROMERO NRO. 1050 URB. ROMA, LIMA - LIMA - CERCADO DE LIMA  
Address

**2.- INSTRUMENTO DE MEDICIÓN:** Detector de campo electromagnético  
Measuring Instrument Electromagnetic field detector  
Marca : Gigahertz solution Serie : 1300004881 Resolución: Fine Range - 0.1 nT (0.001 mG)  
Brand : Gigahertz solution Serial Coarse Range - 1 nT (0.01 mG)  
Modelo : ME3951A Procedencia : USA Fine Range - 0.1 V/m  
Model Coarse Range - 1 V/m  
Made in

**3.- FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN** Calibrado el día 05/01/2023 en el Laboratorio de INVEMSAC.  
Date and place of calibration Calibrated on 05/01/2023 in the INVEMSAC Laboratory

**4.- MÉTODO DE CALIBRACIÓN**  
Calibration method  
Método de comparación directa según INV\_IM\_F\_01  
Direct comparison method according INV\_IM\_F\_01

**5.- INSTRUMENTOS / EQUIPOS DE MEDICIÓN Y TRAZABILIDAD**  
Instruments / Measuring equipment and traceability

INSTRUMENTO / EQUIPO Instrument / Equipment	MARCA Brand	MODELO Model	NÚMERO DE SERIE Serial number	CERTIFICADO Certificate
Higró termo-anemómetro	EXTECH	45160	A.070549	LCT-151-2022*
Generador arbitrario de ondas	BK Precision	4047B	515C17124	---

(\*): Certificado de Calibración LCT-151-2023 realizado por RELES equipos de laboratorio.

**6.- RESULTADOS**  
Result  
Los resultados se muestran en la página 02 del presente documento  
The results are shown on page 02 of this document

**7.- CONDICIONES DE CALIBRACIÓN**  
Calibration conditions

	Temperatura Ambiente Environment temperature	Humedad Relativa Relative humidity	Presión Atmosférica Atmospheric pressure
INICIAL Initial	24.2 °C	65.2 %	1000 mbar
FINAL Final	24.3 °C	65.3 %	1000 mbar

**8.- OBSERVACIONES**  
Observations  
Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.  
The results should not be used as a certification of conformity with product standards or how Quality System Certificate of Entity that produce it.



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

CALIBRATION CERTIFICATE

LMI-EM881-2023

Fecha de emisión: 05/01/2023

Issue date

**9.- RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN**

CALIBRATION RESULTS

Frecuencia a 16 Hz

Campo eléctrico

VALOR NOMINAL Nominal value (V/m)	VALOR ENCONTRADO Value found (V/m)	DESVIACIÓN Deviation (V/m)	INCERTIDUMBRE Uncertainty (V/m)
21.5	24.5	3.0	0.5
75.2	79.3	4.1	0.5
150.5	157.4	6.9	0.5
1575	1596	21	5

Frecuencia a 16 Hz

Campo magnético

VALOR NOMINAL Nominal value (nT)	VALOR ENCONTRADO Value found (nT)	DESVIACIÓN Deviation (nT)	INCERTIDUMBRE Uncertainty (nT)
35.2	36.1	0.9	0.5
90.5	91.4	0.9	0.5
130.2	130.1	0.1	0.5
189.4	189.5	0.1	0.5
856	852	-4	5
1525	1528	3	5

INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICA EN  
METROLOGÍA Y LABORATORIOS S.A.S.  
*[Signature]*  
Msc. Grm. CARMEN LUIS BORGUARANA C.  
Directora General



FIN DEL DOCUMENTO  
END OF DOCUMENT

Pág. 2 de 2

Calle Luis Romero N° 1050 – Urb. Roma – Cercado de Lima

Central Telefónica: (01) 686 1292

E-mail: [invemsac@invemsac.com.pe](mailto:invemsac@invemsac.com.pe)

[www.invemsac.com.pe](http://www.invemsac.com.pe)

**Anexo N° 05. Formato para registro de puntos de muestreo y resultados de cada variable.**

<b>COMPARACIÓN DE VALORES DE EXPOSICIÓN CAMPO ELECTROMAGNÉTICO</b>					
<b>Operador de antena</b>					
<b>Punto de mediación</b>	<b>Ubicación (coordenadas)</b>	<b>Fecha hora</b>	<b>VALOR INTENSIDAD CAMPO ELÉCTRICO (V/m)</b>	<b>VALOR INTENSIDAD CAMPO MAGNÉTICO (A/m)</b>	<b>VALOR DENSIDAD POTENCIA"S" (W/m2)</b>
<b>RNI-1</b>					
<b>RNI-2</b>					
<b>RNI-3</b>					
<b>RNI-4</b>					
<b>RNI-5</b>					
<b>RNI-6</b>					
<b>RNI-7</b>					
<b>RNI-8</b>					
<b>RNI-9</b>					
<b>RNI-10</b>					

**Anexo 06. Formato de Matriz de estrategias para reducir el impacto social de la radiación no ionizante.**

	<b>FORTALEZAS(F)</b>	<b>DEBILIDADES(D)</b>
<b>OPORTUNIDADES (O)</b>	<b>ESTRATEGIA(FO)</b>	<b>ESTRATEGIA(DO)</b>
<b>AMENAZAS(A)</b>	<b>ESTRATEGIA(FA)</b>	<b>ESTRATEGIA(DA)</b>

## Anexo N° 07: Resolución Ministerial N° 613-2004-MTC Norma técnica sobre Protocolos de Medición de Radiaciones No Ionizantes.

Pág. 274822

El Peruano

NORMAS LEGALES

Lima, jueves 19 de agosto de 2004

y/o formular denuncias a nombre del Estado es necesario la expedición previa de la Resolución Ministerial autoritativa;

De conformidad a lo dispuesto en la Ley N° 27444, Ley del Procedimiento Administrativo General, la Ley N° 27791, Decretos Leyes N° 17537 y 17667, el Reglamento Nacional de Administración de Transportes, aprobado por Decreto Supremo N° 040-2001-MTC, aplicable en virtud de la Décimo Segunda Disposición Transitoria del Reglamento Nacional de Administración de Transportes, aprobado por Decreto Supremo N° 009-2004-MTC;

### SE RESUELVE:

**Artículo 1°.-** Autorizar al Procurador Público encargado de los asuntos judiciales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones para que, en representación y defensa de los intereses del Estado, inicie y culmine las acciones legales destinadas a obtener la nulidad del artículo primero de la Resolución Directoral N° 1111-2002-MTC/15.18, por los fundamentos expuestos en la parte considerativa de la presente resolución.

**Artículo 2°.-** Remitir copia de esta Resolución, así como los antecedentes del caso al mencionado Procurador Público, para los fines correspondientes.

Regístrese y comuníquese y publíquese.

JOSÉ JAVIER ORTIZ RIVERA  
Ministro de Transportes y Comunicaciones

14958

## Aprueban norma técnica sobre Protocolos de Medición de Radiaciones No Ionizantes

### RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 613-2004 MTC/03

Lima, 17 de agosto de 2004

### CONSIDERANDO:

Que, mediante Decreto Supremo N° 038-2003-MTC, se establecen los Límites Máximos Permisibles de Radiaciones No Ionizantes en Telecomunicaciones, instrumento de gestión ambiental prioritario para prevenir y controlar la contaminación generada por actividades comprendidas en el subsector comunicaciones, sobre la base de una estrategia destinada a proteger la salud, mejorar la competitividad del país y promover el desarrollo sostenible;

Que, la Primera Disposición Complementaria y Transitoria del citado Decreto Supremo dispone que a efectos de complementar lo dispuesto en la citada norma y garantizar su cumplimiento, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones aprobará las normas técnicas y directivas que sean necesarias, entre las que contempla la norma técnica sobre Protocolos de Medición de Radiaciones no ionizantes;

Que, con fecha 2 de febrero del 2004 se publicó para comentarios en el Diario Oficial El Peruano, el proyecto de norma sobre Protocolos de Medición de Radiaciones no ionizantes;

Que, habiéndose recibido y evaluado los comentarios de los interesados, corresponde emitir el acto administrativo respectivo aprobando la acotada norma técnica;

De conformidad con lo dispuesto en el Texto Único Ordenado de la Ley de Telecomunicaciones aprobado por Decreto Supremo N° 013-93-TCC, el Texto Único Ordenado del Reglamento General de la Ley de Telecomunicaciones aprobado por Decreto Supremo N° 027-2004-MTC y el Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones aprobado por Decreto Supremo N° 041-2002-MTC;

### SE RESUELVE:

**Artículo Único.-** Aprobar la norma técnica sobre Protocolos de Medición de Radiaciones no ionizantes, la misma que consta de cinco (5) artículos y dos (2) anexos, que forma parte integrante de la presente resolución.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

JOSÉ JAVIER ORTIZ RIVERA  
Ministro de Transportes y Comunicaciones

### PROTOCOLOS DE MEDICIÓN DE RADIACIONES NO IONIZANTES

#### Artículo 1°.- Finalidad

La presente norma tiene por finalidad establecer los protocolos de medición de radiaciones no ionizantes a efectos de obtener una correcta cuantificación de los valores de emisión individual y emisiones múltiples, resultantes de la operación de los servicios de telecomunicaciones que utilizan espectro radioeléctrico.

#### Artículo 2°.- Ámbito de aplicación

La presente norma es de cumplimiento obligatorio por el Estado y las personas naturales o jurídicas debidamente registradas ante el Ministerio de Transportes y Comunicaciones para la realización de las mediciones de radiaciones no ionizantes.

Para efectos de la aplicación de la presente norma se tendrá en cuenta el Glosario de Términos y Definiciones contenido en el Anexo I.

#### Artículo 3°.- Aspectos Generales

##### 3.1 Las mediciones se clasifican en:

- Mediciones en emplazamientos fijos.  
- Mediciones en equipos móviles, equipos portátiles y / o terminales portátiles que utilicen espectro radioeléctrico.

##### 3.2 Las magnitudes por medir son las siguientes:

Para los emplazamientos fijos:

- Densidad de potencia.  
- Intensidad de campo eléctrico.  
- Intensidad de campo magnético.

Para los equipos móviles:

- Intensidad de campo eléctrico.

Para los equipos portátiles y/o terminales portátiles:

- Tasa de Absorción Específica (SAR).

3.3 Las mediciones de los emplazamientos fijos, serán, en la mayoría de casos, mediciones en la región de campo lejano. Las mediciones en los equipos móviles, equipos portátiles y/o terminales portátiles serán mediciones de campo cercano.

3.4 Los protocolos de medición que se establezcan en la presente norma, serán aplicables a cualquier servicio o sistema de telecomunicaciones comprendidos en el artículo 2° del Decreto Supremo N° 038-2003-MTC.

3.5 A efectos de realizar una selección apropiada de los instrumentos de medición indispensables para una correcta evaluación, se debe determinar la mayor cantidad de parámetros técnicos que caractericen de manera fiel, las fuentes que generan los campos electromagnéticos.

3.6 Los cálculos teóricos expuestos en la Norma Complementaria sobre "Lineamientos para el desarrollo de Estudios Teóricos de Radiaciones No Ionizantes", se pueden emplear para obtener estimados de la intensidad de campo en la región de campo lejano para la selección del instrumento adecuado.

Las variaciones de intensidad de campo debidas a la reflexión en tierra, entre otras, pueden provocar un incremento de hasta cuatro veces sobre los valores estimados de campo, y aún mayor si existiera efecto de enfoque.

#### Artículo 4°.- Tipos de mediciones y equipamiento utilizado

##### 4.1 Mediciones en la región de campo lejano: Fuente única

La medición de un campo electromagnético de onda plana, linealmente polarizado, cuya fuente de radiación tiene características físicas conocidas tales como: ubicación, frecuencia y polarización puede llevarse a cabo con un medidor de intensidad de campo sintonizable con un rango de frecuencia que incluya la frecuencia de interés y que tenga la precisión requerida. Alternativamente se puede emplear un analizador de espectro o un receptor equipado con pantalla de presentación del espectro.

Este instrumento deberá emplearse con una antena convencional calibrada tal como una bocina o un dipolo.

Para el caso de otras polarizaciones e incluso para emisiones linealmente polarizadas, podrá utilizarse una sonda de tipo isotrópica.

Se entiende por precisión requerida, cuando el dispositivo de medición debe ser elegido, de tal manera que la incertidumbre de medición sea menor o igual a 4db, con un nivel de confiabilidad del 95%.

#### 4.2 Mediciones en la región de campo lejano: Fuente múltiple

Para efectuar mediciones del campo electromagnético resultante, compuesto por emisiones provenientes de fuentes múltiples, desconocidas en frecuencia, polarización o dirección de propagación es necesario emplear una sonda isotrópica de banda ancha con analizador de campo electromagnético. Considerando que pueden aparecer efectos de ondas estacionarias y diferentes interferencias entre las emisiones múltiples, es necesario examinar un volumen del espacio en las zonas de interés.

Se deberán tomar las precauciones para evitar alteraciones en el campo electromagnético, introducidas por el instrumental y el inspector al efectuar las mediciones.

En el caso de fuentes múltiples de polarización desconocida, se debe emplear mediciones con orientación en tres ejes ortogonales.

#### 4.3 Mediciones en la región de campo cercano

Para efectuar mediciones en la región de campo cercano, la medición de intensidad de campo eléctrico y campo magnético deberán realizarse en forma separada. Considerando que, la polarización de los campos es generalmente desconocida, deberá emplearse una sonda isotrópica.

En el caso que la frecuencia y polarización sean conocidas, no será necesario emplear un instrumento de banda ancha, en su lugar deberá emplearse una sonda de banda angosta con respuesta uniforme.

Para las mediciones en la región de campo cercano, deberán tomarse las precauciones de seguridad (tales como: empleo de sondas con rango dinámico adecuado, evitar el contacto con las superficies radiantes, etc.) ante la existencia de campos intensos potencialmente peligrosos.

#### 4.4 Mediciones de tasa de absorción específica (SAR)

No existe una relación simple entre un campo eléctrico externo y campo eléctrico interno dentro del cuerpo humano, por lo tanto la determinación del SAR para exposición de campo cercano es difícil y compleja, llevándose a cabo en modelos simulados del cuerpo humano bajo condiciones de laboratorio. Se deben emplear paquetes computacionales que utilizan métodos numéricos para los cálculos del SAR, tales como: el método de las diferencias finitas en el dominio del tiempo y otros.

En consecuencia, las mediciones del SAR deberán ser realizadas en laboratorio que disponga de cámara anecoica, fantoma y paquetes computacionales para el fin previsto.

#### 4.5 Características de las mediciones.

La medición de radiación no ionizante, se refiere generalmente a la medición de magnitudes electromagnéticas resultantes de la contribución de emisiones múltiples presentes en el lugar de medición, siendo necesario contar con la información técnica de las estaciones radioeléctricas del entorno.

En el rango de frecuencias de 10 MHz hasta 30 GHz, se deberá medir densidad de potencia; para el rango de frecuencias entre 9 KHz y 10 MHz, se deberá realizar mediciones de intensidad de campo eléctrico y/o campo magnético.

Las mediciones en los puntos de prueba deben ser realizadas considerando la promediación temporal y espacial, según sea el caso.

##### 4.5.1 Promediación temporal

Es el tiempo requerido para promediar los valores de intensidad de campo eléctrico y/o campo magnético en un intervalo determinado.

El intervalo de tiempo relevante para la medición de radiaciones no ionizantes es de 6 minutos en el rango de frecuencias desde 100 KHz hasta 10 GHz, y, para frecuencias mayores a 10 GHz., el tiempo de promediación se obtendrá aplicando la fórmula (1):

$$T = 68f^{0.66} \quad (1)$$

Donde:  $T$  : Tiempo en minutos  
 $f$  : Frecuencia en GHz

Algunos equipos disponen de la función de promediación temporal incorporada. Para el caso de frecuencias menores a 10 GHz., la intensidad de campo eléctrico o intensidad de campo magnético, en RMS con promediación temporal podrá ser calculado mediante las siguientes fórmulas:

$$E = \left[ \frac{1}{6} \sum_{i=1}^n E_i^2 \Delta t_i \right]^{1/2} \quad (2)$$

$$H = \left[ \frac{1}{6} \sum_{i=1}^n H_i^2 \Delta t_i \right]^{1/2} \quad (3)$$

Donde:

$E$  : Intensidad del Campo Eléctrico en valor rms (V/m)  
 $E_i$  : Intensidad del Campo Eléctrico en valor rms medido en el punto  $i$ , siendo considerado constante en el intervalo de tiempo  $T_i$  (V/m)  
 $H$  : Intensidad del Campo Magnético en valor rms (A/m)  
 $H_i$  : Intensidad del Campo Magnético en valor rms medido en el punto  $i$ , siendo considerado constante en el intervalo de tiempo  $T_i$  (A/m)  
 $\Delta t_i$  : Duración del intervalo de tiempo expresados en minutos, del intervalo de tiempo  $T$   
 $n$  : Número de periodos de tiempo en el intervalo de 6 minutos

Asimismo los valores de  $T_i$  deben satisfacer la siguiente relación:

$$\sum_{i=1}^n \Delta t_i = 6 \text{ minutos} \quad (4)$$

##### 4.5.2 Promediación Espacial

Es el valor promedio obtenido de las medidas instantáneas realizadas en distintos puntos situados en una línea vertical perpendicular a la superficie de referencia en el punto de medición.

Se empleará promediación espacial sólo en el caso de que los valores medidos en un punto tengan un valor cercano o mayor al límite de exposición expresado en el Decreto Supremo Nº 038-2003-MTC y donde el campo tiene poca uniformidad.

Un método para llevar a cabo la promediación espacial en sentido vertical es el siguiente:

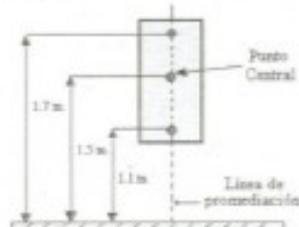
1. Determinar el lugar donde el campo es máximo.
2. Establecer sobre el lugar encontrado, una línea vertical con tres puntos de medición localizados a 1.1 m, 1.5 m y 1.7 m., sobre la superficie de referencia (piso).
3. Medir el campo en todos los puntos mencionados.
4. Calcular el campo promedio, mediante la siguiente fórmula:

$$E = \frac{1}{\sqrt{3}} \left[ \sum_{i=1}^3 E_i^2 \right]^{1/2} \quad (5)$$

Donde:

$E$  : Intensidad del Campo Eléctrico en valor rms (V/m)  
 $E_i$  : Intensidad del Campo Eléctrico en valor rms medido en el punto  $i$  (V/m)

Un ejemplo de la línea de promediación se muestra en la figura siguiente:



- Calibración operativa
- Certificación de calibración y trazabilidad.

La mayoría de instrumentos diseñados para la medición de campos electromagnéticos son de banda ancha. Ninguno de ellos cubre todo el rango de frecuencia del espectro electromagnético, ni son capaces de medir todos los parámetros de interés potencial.

#### 5.2.4 Selección de la técnica de medición

La selección de la técnica de medición dependerá de la magnitud electromagnética por medir y del servicio de telecomunicaciones por evaluar y se define en el numeral siguiente.

#### 5.2.5 Métodos de Medición

Los métodos de medición, involucran fijar los procedimientos, técnicas de medición y los equipos para efectuarlas.

Definimos tres casos de medición, los cuales determinan los métodos de medición que serán especificados en los casos mencionados a continuación:

- Caso 1 Medición Preliminar
- Caso 2 Medición Selectiva
- Caso 3 Medición Detallada

Dependiendo del equipamiento utilizado, se podrá optar por el método de medición a efectuar considerando las facilidades con que cuente el equipo para una medición preliminar, selectiva o detallada.

Los casos de medición no necesariamente resultarán ser un procedimiento consecutivo. Dependerá de la persona natural o jurídica registrada optar por el caso 1, 2 ó 3, teniendo en consideración las excepciones y resultados descritos seguidamente.

##### 5.2.5.1 Caso 1 Medición Preliminar

El método de medición en este caso permitirá evaluar si en algún punto del entorno de la estación radioeléctrica hasta una distancia radial máxima de 100 metros respecto de la base del sistema irradiante, se exceden los límites máximos permisibles de exposición.

La técnica de medición empleada será de banda ancha para emisiones múltiples y podrá emplearse en el campo cercano y en el campo lejano de emplazamientos de telecomunicaciones.

No se debe aplicar este método de medición, cuando:

- Se necesite conocer el nivel de radiación no ionizante en una frecuencia específica.
- El valor medido por el equipo excede el nivel de decisión, necesiéndose otro método de medida más preciso.

##### 5.2.5.1.1 Equipos de medición

Un monitor portátil analizador de campo electromagnético con respuesta ponderada de acuerdo a lo especificado en el Decreto Supremo N° 038-2003-MTC, operando en el rango de frecuencias comprendidas entre los 9 KHz. a los 300 GHz.

##### 5.2.5.1.2 Procedimiento

Se deberá verificar la calibración operativa del monitor y configurarlo para la detección de niveles mayores al nivel de umbral, fijado al 50% de los límites máximos permisibles, según se especifica a continuación:

- Para la evaluación de las áreas donde transita el público en general, el nivel de umbral deberá fijarse al 50% de los límites máximos permisibles para exposición poblacional.
- Para la evaluación de las áreas donde operan los equipos electrónicos de la estación radioeléctrica y/o transitan trabajadores, el nivel de umbral deberá fijarse al 50% de los límites máximos permisibles para exposición ocupacional.

El inspector portará el monitor con el cual recorrerá en forma discrecional el emplazamiento a evaluar hasta una distancia radial de 100 metros respecto a la base del sistema irradiante, para registrar los lugares donde se excede los límites máximos permisibles según el área en evaluación.

Si en todos los puntos de evaluación no se supera el nivel de umbral fijado para el área bajo examen, no será necesario efectuar otra medición y el emplazamiento cumplirá con la norma. En el caso contrario será necesario realizar la evaluación según se describe en el caso 2.

Los resultados serán registrados en la tabla 1 del anexo II.

##### 5.2.5.2 Caso 2 Medición Selectiva

Este método será aplicado cuando:

- Se requiera realizar evaluación de campo lejano.
- Se requiera conocer el nivel de emisión por frecuencia que existe en el emplazamiento.
- Se necesite determinar la contribución individual de las emisiones múltiples, que se encuentren presentes en el punto de medición.
- Cuando empleado el método para el caso 1, el valor obtenido excede el nivel de umbral.

La técnica de medición es de banda estrecha en el rango de frecuencia comprendida entre los 9 KHz a los 3 GHz. Para frecuencias mayores a los 3 GHz, referirse al método empleado en el caso 3.

No se debe aplicar este método de medición, cuando:

- El emplazamiento está en la zona de campo cercano.
- Se requiere medir altos niveles de intensidad de campo eléctrico y magnético.
- Se requiere medir emisiones pulsadas, discontinuas o de banda ancha.

##### 5.2.5.2.1 Equipo de medición

Equipos de medición tales como analizadores de espectro, analizadores de campo electromagnético y/o medidores de intensidad de campo utilizando sondas o antenas de banda angosta, con un rango de frecuencia de operación comprendido entre los 9 KHz. a los 3 GHz.

##### 5.2.5.2.2 Procedimiento

Todos los equipos de medición deberán ser puestos a cero y efectuar la calibración operativa correspondiente. En el caso de usar antenas, se tomará en cuenta el factor de pérdida de las mismas.

Se elijan los puntos de medición según se indica en el numeral 5.2.6 de la presente norma. Eventualmente, se evaluarán los puntos que exceden el nivel de umbral del caso 1. En cada punto de medición se ejecutará promediación temporal y espacial si fuera pertinente.

Las antenas y/o sondas de radiación electromagnética deberán encontrarse instaladas en tripodes no conductivos al efectuar las mediciones.

Se obtienen los niveles máximos de cada componente espectral, expresando la medida en la magnitud adecuada (E, H, B) con el fin de que puedan ser comparados con los límites máximos permisibles establecidos en el Decreto Supremo N° 038-2003-MTC.

En el caso de presentarse contribuciones fraccionales, las más relevantes serán medidas con el propósito de dar cumplimiento a lo establecido en el numeral 3 del anexo II del Decreto Supremo N° 038-2003-MTC.

Si en todos los puntos de medición no se supera el nivel de referencia máximo permisible para el área bajo examen, no será necesario efectuar otra medición y el emplazamiento cumplirá con la norma. En el caso contrario, será necesario realizar la evaluación según se describe en el caso 3.

Los resultados serán registrados en la tabla 2 del anexo II.

##### 5.2.5.3 Caso 3 Medición Detallada

Las técnicas de medición empleadas en este caso son variadas, incluyendo técnicas de medida en campo cercano de los emplazamientos fijos, de emisiones pulsadas y de campos de alta intensidad; generalmente estas medidas serán de banda angosta en el rango de frecuencias comprendido entre los 9 KHz a 3GHz.

Este caso se aplica cuando la medición preliminar y medición selectiva excedan los límites máximos permisibles de radiaciones no ionizantes o cuando el lugar de medición se encuentre en los supuestos de excepción descritos en el acápite 5.2.5.2.

## ANEXO II

## MODELO DE REPORTE DE MEDICIÓN DE RADIACIONES NO IONIZANTES

Para cada estación se adjuntarán los datos especificados, pudiéndose agregar y/o modificar las características relevantes para las mediciones.

DATOS DE LA EMPRESA		
Nombre o Razón Social :		
Domicilio Legal :		
Representante :	DNI:	
Teléfono :	E-mail:	Código Postal :

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA ESTACIÓN RADIOELÉCTRICA					
<b>1. DATOS</b>					
Nombre:					
Av. / Jr. / Calle / Pasaje :					
Urb. / AAHH / Otros :					
Distrito :					
Provincia :					
Departamento :					
Coordenadas Geográficas	WGS 84	Longitud Oeste			Latitud Sur
	UTM	Zona	Banda	Ref. Este ( m )	Ref. Norte ( m )
Altitud ( m ) :					
Tipo de Servicio :					
<b>2. EQUIPAMIENTO</b>					
Equipo o Aparato de Transmisión :					
Marca :					
Modelo :					
Potencia de Salida (Watts/dBm) :					
Frecuencia(s) de Transmisión :					
Tipo de emisión :					
Tipo de Modulación :					

3. SISTEMA RADIANTE					
Tipo de Antena :					
Marca :					
Modelo :					
Ganancia (numérica) :					
Polarización :					
Patrón de Radiación Horizontal ( se adjunta diagrama ):					
Patrón de Radiación Vertical ( se adjunta diagrama ):					
Acimut de máxima radiación (grados) :					
<b>Apertura horizontal del haz (grados) :</b>					
Apertura vertical del haz (grados) :					
Inclinación del haz (grados) :					
Relleno de Nulos :					
Configuración del arreglo :					
Dimensiones de la antena o del arreglo ( m ):					
Altura de la Torre ( m ) :					
Altura de la edificación / Altura sobre el suelo ( m ) :					
Altura del centro de radiación sobre la altura promedio del terreno ( m ) :					
Altura del centro de radiación sobre el nivel del mar ( m ) :					
Coordenadas Geográficas de la Torre	WGS 84	Longitud Oeste			Latitud Sur
	UTM	Zona	Banda	Ref. Este ( m )	Ref. Norte ( m )
Altitud ( m ) :					

## Anexo N° 08: Decreto Supremo N° 010-2005-PCM Estándares de Calidad Ambiental (ECAs) para Radiaciones No ionizantes.

### PODER EJECUTIVO

### PCM

#### Rectifican ítem 170 del Art. 1° del D.S. N° 095-92-PCM, referente a donaciones y transferencias efectuadas por el Despacho Presidencial

DECRETO SUPREMO  
N° 009-2005-PCM

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

Que, mediante Decreto Supremo N° 095-92-PCM expedido el 30 de diciembre de 1992, se autorizó las donaciones y transferencias que en forma definitiva efectuó el Programa 01 - Despacho Presidencial - Palacio de Gobierno, de un lote de 500 unidades de vehículos motorizados, a favor de diversas organizaciones públicas e instituciones sociales;

Que, en la elaboración del Acta de Entrega - Recepción a la Comunidad Campesina de San Juan de Occopampa se incurrió en error al consignar su denominación, así como los datos del vehículo materia de donación, error que se ha reproducido en el Decreto Supremo antes citado, razón por la cual el donatario no ha podido sanear la titularidad del vehículo donado;

Que, la denominación correcta de la Comunidad Campesina de San Juan de Occopampa ha sido confirmada con la Ficha N° 055 y la Partida N° 11000236, remitidas mediante Oficio N° 070-2004-Z.R. N° XI/ORH por la Oficina Registral Huanta - Z. R. N° XI, y los datos del vehículo con el Certificado Policial de Identificación Vehicular;

De conformidad con el inciso 24) del Artículo 118° de la Constitución Política del Perú, el Decreto Legislativo N° 500 - Ley del Poder Ejecutivo, y la Ley N° 26869 - Ley Marco para la Producción y Sistematización Legislativa;

DECRETA:

**Artículo 1°.- Rectificación del Decreto Supremo N° 095-92-PCM.**

Rectificar el ítem 170 del artículo 1° del Decreto Supremo N° 095-92-PCM de la siguiente manera:

NO	CIUDAD	CANT.	ENTIDAD RECEPTORA DE DONACIÓN	MARCA	CHASIS	MOTOR	VALOR SOLES
170	HUANCAVEICA	1	Comunidad Campesina de San Juan de Occopampa	MITSUBISHI	FET26-111895 (ECH-PF)	4DRS-751624E5	15 513,53

**Artículo 2°.- Refrendo**

El presente Decreto Supremo será refrendado por el Presidente del Consejo de Ministros.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los dos días del mes de febrero del año dos mil cinco.

ALEJANDRO TOLEDO

Presidente Constitucional de la República

CARLOS FERRERO

Presidente del Consejo de Ministros

02491

#### Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECAs) para Radiaciones No Ionizantes

DECRETO SUPREMO  
N° 010-2005-PCM

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

Que, la Constitución Política del Perú establece en su artículo 2° inciso 22), que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida, y en su artículo 67°, que el Estado determina la política nacional del ambiente;

Que, el Decreto Legislativo N° 613 - Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, en el artículo 1 de su Título Preliminar, establece que todos tienen la obligación de conservar el ambiente, correspondiéndole al Estado la obligación de prevenir y controlar cualquier proceso de deterioro o degradación de los recursos naturales que puedan interferir con el normal desarrollo de toda forma de vida y de la sociedad;

Que, los Estándares de Calidad Ambiental para Radiaciones No Ionizantes son instrumentos de gestión ambiental prioritarios para prevenir y planificar el control de la contaminación por radiaciones no ionizantes sobre la base de una estrategia destinada a proteger la salud, mejorar la competitividad del país y promover el desarrollo sostenible;

Que, de acuerdo con el inciso e) del artículo 4° de la Ley N° 26410 - Ley del Consejo Nacional del Ambiente, modificada por la Ley N° 28245 - Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental, es función del Consejo Nacional del Ambiente - CONAM dirigir el proceso de elaboración de los Estándares de Calidad Ambiental (ECAs), los que serán remitidos a la Presidencia del Consejo de Ministros para su aprobación mediante Decreto Supremo;

Que, en consecuencia, corresponde aprobar los Es-

tándares de Calidad Ambiental (ECAs) para Radiaciones No Ionizantes;

Que, el inciso k) del artículo 4° de la Ley N° 26410 modificada por el artículo 9° de la Ley N° 28245, establece que es función del CONAM dictar la normatividad requerida para el adecuado funcionamiento de los instrumentos de gestión ambiental;

Que, asimismo, el numeral 10.1 del artículo 10° de la Ley N° 28245 prevé que el CONAM está facultado para dictar, dentro del ámbito de su competencia, las normas requeridas para la ejecución de los instrumentos de Planeamiento y Gestión Ambiental por parte del Gobierno Central, Gobiernos Regionales y Locales, así como del sector privado y la sociedad civil;

Que, de acuerdo con las normas mencionadas, corresponde al CONAM dictar las disposiciones que regularán el adecuado funcionamiento y ejecución de los Estándares de Calidad Ambiental (ECAs) para Radiaciones No Ionizantes, como instrumentos de gestión ambiental, por los sectores y niveles de gobierno involucrados en su cumplimiento;

De conformidad con lo dispuesto en el inciso 24) del Artículo 118° de la Constitución Política del Perú, el Decreto Legislativo N° 500, Ley del Poder Ejecutivo, la Ley N° 26410 y la Ley N° 28245;

DECRETA:

**Artículo 1°.- Aprueban los Estándares de Calidad Ambiental (ECAs) para Radiaciones No Ionizantes, contenidos en el Anexo adjunto que forma parte integrante del presente Decreto Supremo, que establecen los niveles máximos de las intensidades de las radiaciones no ionizantes, cuya presencia en el ambiente en su calidad de cuerpo receptor es recomendable no exceder para evitar riesgo a la salud humana y el ambiente. Estos estándares se consideran prioritarios por estar destinados a la protección de la salud humana.**

**Artículo 2°.- El Consejo Nacional del Ambiente - CONAM dictará las normas que regularán el adecuado funcionamiento y ejecución de los Estándares de Calidad Ambiental (ECAs) para Radiaciones No Ionizantes, como instrumentos de gestión ambiental, por los sectores y niveles de gobierno involucrados en su cumplimiento.**

**Artículo 3°.-** El presente Decreto Supremo será refrendado por el Presidente del Consejo de Ministros.

ALEJANDRO TOLEDO  
Presidente Constitucional de la República

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los dos días del mes de febrero del año dos mil cinco.

CARLOS FERRERO  
Presidente del Consejo de Ministros

ANEXO - DECRETO SUPREMO Nº 010-2005-PCM

ESTÁNDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA RADIACIONES NO IONIZANTES

Rango de Frecuencias (f)	Intensidad de Campo Eléctrico (E) (V/m)	Intensidad de Campo Magnético (H) (A/m)	Densidad de Flujo Magnético (B) (μT)	Densidad de Potencia (S <sub>av</sub> ) (W/m <sup>2</sup> )	Principales aplicaciones (no restrictiva)
Hasta 1 Hz	-	3,2 x 10 <sup>6</sup>	4 x 10 <sup>4</sup>	-	Líneas de energía para trenes eléctricos, resonancia magnética
1 - 8 Hz	10 000	3,2 x 10 <sup>6</sup> / f <sup>2</sup>	4 x 10 <sup>4</sup> / f <sup>2</sup>	-	
8 - 25 Hz	10 000	4 000 / f	5 000 / f	-	Líneas de energía para trenes eléctricos
0,025 - 0,8 kHz	250 / f	4 / f	5 / f	-	Redes de energía eléctrica, líneas de energía para trenes, monitores de video
0,8 - 3 kHz	250 / f	5	6,25	-	Monitores de video
3 - 150 kHz	87	5	6,25	-	Monitores de video
0,15 - 1 MHz	87	0,73 / f	0,92 / f	-	Radio AM
1 - 10 MHz	87 / f <sup>0,5</sup>	0,73 / f	0,92 / f	-	Radio AM, diatermia
10 - 400 MHz	28	0,073	0,092	2	Radio FM, TV VHF, Sistemas móviles y de radionavegación aeronáutica, teléfonos inalámbricos, resonancia magnética, diatermia
400 - 2000 MHz	1,375 / f <sup>0,5</sup>	0,0037 / f <sup>0,5</sup>	0,0045 / f <sup>0,5</sup>	f / 200	TV UHF, telefonía móvil celular, servicio troncalizado, servicio móvil satelital, teléfonos inalámbricos, sistemas de comunicación personal
2 - 300 GHz	61	0,16	0,20	10	Redes de telefonía inalámbrica, comunicaciones por microondas y vía satélite, radares, hornos microondas

- f está en la frecuencia que se indica en la columna Rango de Frecuencias
- Para frecuencias entre 100 MHz y 10 GHz, S<sub>av</sub>, E<sup>2</sup>, H<sup>2</sup>, y B<sup>2</sup>, deben ser promediados sobre cualquier período de 6 minutos.
- Para frecuencias por encima de 10 GHz, S<sub>av</sub>, E<sup>2</sup>, H<sup>2</sup>, y B<sup>2</sup>, deben ser promediados sobre cualquier período de 60 / f<sup>1/2</sup> minutos (f en GHz).

02493

## Anexo N° 09: Plan Nacional de Atribución de Frecuencias (PNAF) aprobado mediante Resolución Ministerial N° 597-2023-MTC



**Bandas 1 850 – 1 910 MHz y 1 930 – 1 990 MHz**  
**Banda declarada en Reserva (\*)**

Banda	Rango de Frecuencias (MHz)		Empresa	Área de Asignación
	Ida	Retorno		
A	1 850 - 1 865	1 930 - 1 945	América Móvil Peru S.A.C.	A Nivel Nacional
D	1 865 - 1 870	1 945 - 1 950	Entel Peru S.A.	A Nivel Nacional
B	1 870 - 1 882,5	1 950 - 1 962,5	Telefonica del Peru S.A.A.	A Nivel Nacional
E	1 882,5 - 1 895	1 962,5 - 1 975	Entel Peru S.A.	A Nivel Nacional
F	1 895 - 1 897,5	1 975 - 1 977,5	América Móvil Peru S.A.C.	A Nivel Nacional
C	1 897,5 - 1 910	1 977,5 - 1 990	Viettel Perú S.A.C.	A Nivel Nacional

**Nota P51A del Plan Nacional de Atribución de Frecuencias establece:**

*"Las bandas de frecuencias 450-470 MHz (Nota 5.286AA del Reglamento de Radiocomunicaciones del 2020 – RR2020), 698 – 960 MHz (Nota 5.317A del RR2020), 1 427- 1 518 MHz (Nota 5.341B del RR2020), 1 710- 1 885 MHz, 2 300-2 400 MHz, 2 500-2 690 MHz (5.384A del RR2020), 1 885-2 025 MHz, 2 110-2 200 MHz (5.388 del RR2020), 3 400-3 600 MHz (5.431B del RR2020), 3 300 – 3 400 MHz (5.429D del RR2020), 3 600 – 3 800 MHz (referencia parcial 5.434 del RR2020) y 24,25-27,5 GHz (5.532AB del RR2020), se han identificado para su utilización para las Telecomunicaciones Móviles Internacionales (IMT); lo que no impide su utilización para los otros servicios que fueron atribuidos en dichas bandas, ni establece prioridad alguna en el Plan Nacional de Atribución de Frecuencias. (CMR 19)".*

**(\*) Nota P65 del Plan Nacional de Atribución de Frecuencias establece:**

*"Las bandas 1 850 – 1 910 MHz y 1 930 – 1 990 MHz están atribuidas para servicios públicos de telecomunicaciones utilizando sistemas de acceso inalámbrico. Los referidos rangos de frecuencias se declaran en reserva; mientras dure tal situación, el Ministerio no realizará nuevas asignaciones en estas bandas. (...)"*

**Nota 1 de la Notas de Aplicación General al Cuadro de Atribución de Frecuencias de la Sección V del artículo 4 del Plan Nacional de Atribución de Frecuencias, aprobado mediante Resolución Ministerial N° 187-2005-MTC/03 y modificado mediante Resolución Ministerial N° 687-2018-MTC/01.03 publicada el 30 de agosto de 2018 en el Diario Oficial "El Peruano"**

*"1. Las modificaciones de oficio de frecuencias asignadas, en aplicación de lo dispuesto en el artículo 217 del Texto Único Ordenado del Reglamento General de la Ley de Telecomunicaciones u otras disposiciones previstas en la normativa para el reordenamiento de las bandas o frecuencias asignadas, no se encuentran sujetas al mecanismo de concurso público de ofertas.  
En caso de bandas de frecuencias fuera de la Provincia de Lima y la Provincia Constitucional del Callao, la asignación del espectro radioeléctrico requerida para la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones y atribuidas a título primario, se realiza por concurso público, salvo disposición normativa que establezca lo contrario y para los casos de radioenlaces digitales para la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones en las bandas atribuidas como tales en el PNAF."*

**Canalización de las Bandas 1 850 – 1 910 MHz y 1 930 – 1 990 MHz (\*\*)**

Banda	Rango de Frecuencias (MHz)	
	Ida	Retorno
A	1 850 - 1 865	1 930 - 1 945
D	1 865 - 1 870,0	1 945 - 1 950
B	1 870 - 1 882,5	1 950 - 1 962,5
E	1 882,5 - 1 895	1 962,5 - 1 975
F	1 895 - 1 897,5	1 975 - 1 977,5
C	1 897,5 - 1 910	1 977,5 - 1 990

(\*\*) Canalización vigente según R.V.M. N° 056-2023-MTC/03 publicada el 4 de mayo de 2023, en el Diario Oficial "El Peruano"

## Anexo N° 10: Panel fotográfico



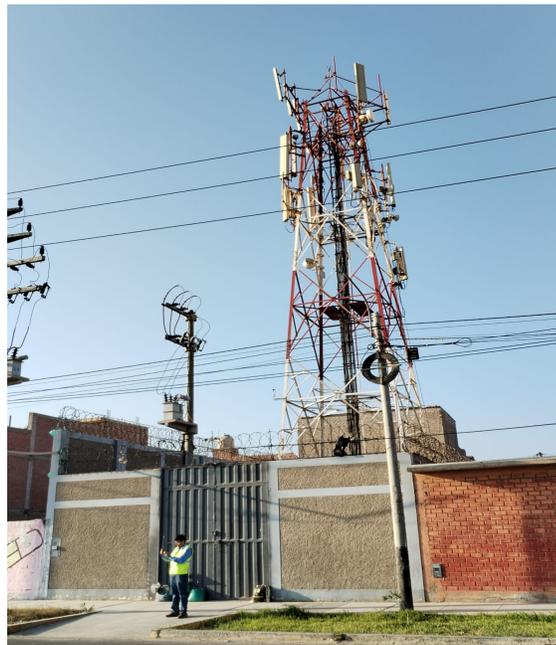
**Foto 01:** Mediciones in-situ a 100 m de radio de acción.



**Foto 02:** Mediciones in-situ a 50 m de radio de acción.



**Foto 03:** Mediciones in-situ a 50 m de radio de acción.



**Foto 04:** Mediciones in-situ a 2 m de radio de acción.