

**UNIVERSIDAD NACIONAL
“SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO”
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**“DETERMINACIÓN DE LA TASA DE ABSORCIÓN
ESPECÍFICA EN TEJIDOS BIOLÓGICOS
HUMANOS A EFECTOS DE RADIACIÓN NO
IONIZANTE EMITIDOS POR LA ESTACIÓN BASE
DE TELEFONÍA MÓVIL, URBANIZACIÓN ROSA
DE AMÉRICA-COMAS-LIMA, PERÍODO
NOVIEMBRE 2018 - AGOSTO 2019”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL**

AUTOR:

Bach. CRISTIAN ANDREI OLIVERA TORRES

ASESOR:

Ing. FRANCISCO CLAUDIO LEÓN HUERTA

**Huaraz, Ancash, Perú
Setiembre, 2019**

**UNIVERSIDAD NACIONAL
“SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO”
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**“DETERMINACIÓN DE LA TASA DE ABSORCIÓN
ESPECÍFICA EN TEJIDOS BIOLÓGICOS
HUMANOS A EFECTOS DE RADIACIÓN NO
IONIZANTE EMITIDOS POR LA ESTACIÓN BASE
DE TELEFONÍA MÓVIL, URBANIZACIÓN ROSA
DE AMÉRICA-COMAS-LIMA, PERÍODO
NOVIEMBRE 2018 - AGOSTO 2019”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL**

AUTOR:

Bach. CRISTIAN ANDREI OLIVERA TORRES

ASESOR:

Ing. FRANCISCO CLAUDIO LEÓN HUERTA

**Huaraz, Ancash, Perú
Setiembre, 2019**



FORMATO DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS Y TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN, PARA OPTAR GRADOS ACADÉMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL - UNASAM

Conforme al Reglamento Nacional de Trabajos de Investigación – RENATI
Resolución de Consejo Directivo de SUNEDU N° 033-2016-SUNEDU/CD

1. Datos del Autor:

Apellidos y Nombres: OLIVERA TORRES CRISTIAN ANDREI

Código de alumno: 072.0506.237

Teléfono: 989245517

Correo electrónico: Crisand.olivera.torres@gmail.com

DNI: 43843827

2. Datos del Autor:

Trabajo de investigación

Trabajo académico

Trabajo de suficiencia profesional

Tesis

3. Título profesional o grado académico:

Bachiller

Título

Segunda especialidad

Licenciado

Magister

Doctor

4. Título del trabajo de investigación:

DETERMINACIÓN DE LA TASA DE ABSORCIÓN ESPECÍFICA EN TEJIDOS BIOLÓGICOS HUMANOS A EFECTOS DE RADIACIÓN NO IONIZANTE EMITIDOS POR LA ESTACIÓN BASE DE TELEFONÍA MÓVIL, URBANIZACIÓN ROSA DE AMÉRICA - COMAS - LIMA, PERÍODO NOVIEMBRE 2018 – AGOSTO 2019.

5. Facultad de: CIENCIAS DEL AMBIENTE

6. Escuela, Carrera o Programa: INGENIERÍA AMBIENTAL

7. Asesor:

Apellidos y Nombres: LEÓN HUERTA FRANCISCO CLAUDIO

Teléfono: 975343434

Correo electrónico: fleonh20@hotmail.com

DNI: 32647148

A través de este medio autorizo a la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, publicar el trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional Digital, Repositorio Nacional Digital de Acceso Libre (ALICIA) y el Registro Nacional de Trabajos de Investigación (RENATI).

Asimismo, por la presente dejo constancia que los documentos entregados a la UNASAM, versión impresa y digital, son las versiones finales del trabajo sustentado y aprobado por el jurado y son de autoría del suscrito respecto de la legislación en materia de propiedad intelectual.

Firma: 

D.N.I.: 43843827

FECHA: Huaraz, 11 de Setiembre de 2019



"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

ACTA DE SUSTENTACIÓN Y DEFENSA DE TESIS

Los Miembros del Jurado en pleno que suscriben, reunidos en la fecha, en el Auditorium de la FCAM-UNASAM, de conformidad a la normatividad vigente conducen el Acto Académico de Sustentación y Defensa de Tesis DETERMINACIÓN DE LA TASA DE ABSORCIÓN ESPECÍFICA EN TEJIDOS BIOLÓGICOS HUMANOS A EFECTOS DE RADIACIÓN NO IONIZANTE EMITIDOS POR LA ESTACIÓN BASE DE TELEFONÍA MÓVIL, URBANIZACIÓN ROSA DE AMÉRICA - COMAS - LIMA, PERIODO NOVIEMBRE 2018 - AGOSTO 2019, que presenta **OLIVERA TORRES CRISTIAN ANDREI** para optar el **Título Profesional de Ingeniero Ambiental**.

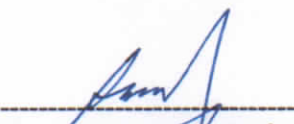
En seguida, después de haber atendido la exposición oral y escuchada las respuestas a las preguntas y observaciones formuladas, lo declaramos:

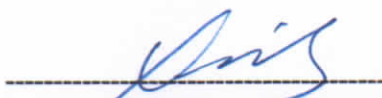
APROBADO


Con el calificativo de: Dieciséis (16)

En consecuencia, **OLIVERA TORRES CRISTIAN ANDREI** queda expedito para que el Consejo de Facultad de la Facultad de Ciencias del Ambiente de la Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo" apruebe el otorgamiento de su **Título Profesional de Ingeniero Ambiental** de conformidad al Art. 113 numeral 113.9 del Reglamento General de la UNASAM (Resolución de Consejo Universitario N° 399-2015-UNASAM), el Art. 48° del Reglamento General de Grados y Títulos de la UNASAM (Resolución de Consejo Universitario - Rector N° 761-2017-UNASAM) y el Art. 160° del Reglamento de Gestión de la Programación, Ejecución y Control de las Actividades Académicas (Resolución de Consejo Universitario - Rector N° 232-2017-UNASAM).

Huaraz, 05 de setiembre de 2019


Ing. **ARNULFO SERNA ROMÁN**
Presidente
Jurado de sustentación


Ing. **CIRIO WALTER FERNÁNDEZ ROSALES**
Primer miembro
Jurado de sustentación


MSc. **MARTÍN MIGUEL HUAMÁN CARRANZA**
Segundo miembro
Jurado de sustentación


Ing. **FRANCISCO CLAUDIO LEÓN HUERTA**
Asesor de tesista



DEDICATORIA

A mi familia por su incondicional soporte, guía y consejos en todos los ámbitos de mi vida. Y quiénes son y serán el motivo de todas mis alegrías y logros.

Cristian Andrei Olivera Torres

AGRADECIMIENTOS

Ante todo a Dios por permitirme estar con todas mis cualidades físicas y mentales aptas para la realización de esta investigación. A mí familia por el apoyo constante y desinteresado. Especialmente a mi padre el Dr. Edgar Olivera De La Cruz y mi madre Luzmila Torres Espinoza quienes siempre confiaron en mí. También a mis profesores que me brindaron las herramientas necesarias para ser un profesional de primer nivel, a mis amigos de la facultad y de otras facultades por todos los momentos compartidos sociales como académicos, a mi asesor que siempre mostró su disposición y apoyo.

A las autoridades de la municipalidad distrital de Comas que me brindaron las facilidades necesarias para poder realizar las mediciones y recolección de datos programados.

Una mención también a todos aquellos docentes de los primeros ciclos y cursos generales que me brindaron los cimientos para el desarrollo de esta hermosa carrera.

RESUMEN

La demanda creciente de la población por los servicios de telefonía móvil hace necesario la instalación de estaciones base de telefonía móvil (antenas de radiofrecuencia para celulares). Sin embargo, existe natural preocupación de los grupos de interés y pobladores (potenciales usuarios de los servicios de telefonía móvil), en los probables riesgos a la que podrían estar expuestos.

El propósito de la investigación es a razón de búsqueda en conocer la tasa de absorción específica para tejidos biológicos humanos a partir de afirmar que la intensidad de campo eléctrico (E), la intensidad de campo magnético (H) y la densidad de potencia (S), se encuentran dentro de estándares de calidad ambiental (ECA), a efectos de radiaciones no ionizantes emitidos por la estación base de telefonía móvil en la urbanización Rosa de América-Comas-Lima.

El objetivo de la investigación fue determinar la tasa de absorción específica en tejidos biológicos humanos a efectos de radiación no ionizante emitidos por la estación de telefonía móvil de la de la urbanización Rosa de América-Comas-Lima. Se investigó a radios de acción entre 2, 50 y 100 metros a la redonda de la estación base de telefonía, registrando mediciones de intensidades de campo eléctrico ((V/m), intensidades de campo magnético (A/m) y densidades de potencia (W/m^2), en un periodo de seis meses.

El marco teórico-conceptual que sustenta la presente investigación, está basado en la aplicación de conocimientos básicos de las emisiones de radiaciones electromagnéticas, expresados como intensidades de campo eléctrico, intensidades de campo magnético y densidades de potencia, que permiten determinar las tasas de absorción específica para tejidos biológicos humanos, además de comparar con los estándares de calidad ambiental para radiaciones no ionizantes.

La base metodológica aplicada en la investigación corresponde a la determinación de la tasa de absorción específica (SAR) en Wkg^{-1} para tejidos biológicos humanos (piel y músculo), mediante cálculos por el método Polk Charles y Postow Elio, que considera las intensidades de campo eléctrico medidos in-situ, la densidad y conductividad eléctrica de los tejidos biológicos, y para facilitar las mediciones in-situ se usó el equipo Narda NBM 520, instrumental diseñado para tales mediciones.

Los resultados de las intensidades de campo eléctrico a efectos de radiación no ionizante, registran valores máximos de: 11,0067 V/m a 2 m a la redonda, 9,1350 V/m

a 50 m a la redonda y 8,2733 V/m a 100 m a la redonda, por debajo del estándar de calidad ambiental (ECA) para radiaciones no ionizantes que viene a ser 41,25 V/m.

Los resultados de las tasas de absorción específica (SAR) a efectos de radiación no ionizante, para la piel registran valores máximos de: 0,0406 Wkg⁻¹ a 2 m a la redonda, 0,0281 Wkg⁻¹ a 50 m a la redonda y 0,0229 Wkg⁻¹ a 100 m a la redonda, en tanto que, para el músculo registran valores máximos de: 0,0103 Wkg⁻¹ a 2 m a la redonda, 0,0071 Wkg⁻¹ a 50 m a la redonda y 0,0058 Wkg⁻¹ a 100 m a la redonda. En ambos casos, muy por debajo de 0,08 Wkg⁻¹, calculadas para las restricciones básicas a exposiciones a campos eléctricos y magnéticos para frecuencias hasta 10 GHz.

Los resultados de tasas de absorción específica para tejidos biológicos humanos a efectos de radiación no ionizante emitidos por la estación de telefonía móvil de la urbanización Rosa de América-Comas-Lima, están comprendidos entre 0,0183 W/kg y 0,0406 W/kg para la piel y entre 0,0047 W/kg y 0,0103 W/kg para el músculo, respectivamente.

Asimismo, los resultados como valores máximos de intensidad de campo eléctrico 11,0950 V/m, intensidad de campo magnético 0,0325 A/m y densidad de potencia 1,7600 W/m², se encuentran dentro de los estándares de calidad ambiental para radiaciones no ionizantes (DS N° 010-2005-PCM), esto es, intensidad de campo eléctrico 41,25 V/m, intensidad de campo magnético 0,111 A/m y densidad de potencia 4,5 W/m², respectivamente.

Palabras clave: estación base de telefonía móvil, campo eléctrico, densidad de potencia, campo magnético, radiación, tejidos biológicos.

ABSTRACT

The increasing demand of the population for services of mobile necessitates the installation of station ones mobile phone base (antennas radio frequency mobile). However, there is a natural concern of interest groups and residents (potential users of mobile phone services), in the likely risks to which they could be exposed.

The purpose of the research is based on the search to know the specific absorption rate for human biological tissues based on the fact that the electric field strength (E), the magnetic field strength (H) and the power density (S), are within the environmental quality standards (ECA), for the purpose of non-ionizing radiation emitted by the mobile telephone base station in the urbanizacion Rosa of América-Comas-Lima.

The aim of the investigation was to determine the specific absorption rate in human biological tissues for purposes of non-ionizing radiation emitted by the mobile station of the urbanizacion Rosa of America-Comas-Lima. It was investigated ranges of between 2, 50 and 100 meter radius of the station telephone base, recording measurements of electric field strength (V/m), magnetic field strengths (A/m) and densities power (W/m^2), in a period of six months.

The theoretical-conceptual framework that supports this research is based on the application of basic knowledge of electromagnetic radiation emissions, expressed as electric field intensities, magnetic field intensities and power densities, which allow specific absorption rates to be determined for human biological tissues, in addition to comparing with the environmental quality standards for non-ionizing radiation.

The methodological basis applied in the investigation corresponds to the determination of the specific absorption rate (SAR) in W/kg^{-1} for human biological tissues (skin and muscle), through calculations by the Polk Charles and Postow Elio method, which considers the intensities of electric field measured in-situ, the density and electrical conductivity of biological tissues, and to facilitate in-situ measurements Narda NBM 520, an instrument designed for such measurements was used

The results of the electric field intensities for non-ionizing radiation, record maximum values of: 11,0067 V/m at 2 m round, 9,1350 V/m at 50 m round and 8,2733 V/m 100 m round, below of the environmental quality standard (ECA) for non-ionizing radiation, which is 41,25 V / m.

The results of the specific absorption rates (SAR) for non-ionizing radiation, for the skin recorded maximum values of: 0,0406 Wkg⁻¹ to 2 m round, 0,0281 Wkg⁻¹ to 50 m round and 0,0229 Wkg⁻¹ at 100 m round, while, for the muscle they register maximum values of: 0,0103 Wkg⁻¹ to 2 m round, 0,0071 Wkg⁻¹ to 50 m round and 0,0058 Wkg⁻¹ to 100 m round. In both cases, well below 0,08 Wkg⁻¹, calculated for basic restrictions on exposures to electric and magnetic fields for frequencies up to 10 GHz.

The results of specific absorption rates for human biological tissues for the purposes of non-ionizing radiation emitted by the mobile telephone station of the urbanizacion. Rosa of América-Comas-Lima, are between 0,0183 W/kg and 0,0406 W/kg for Skin and between 0,0047 W/kg and 0,0103 W/kg for the Muscle, respectively .

Likewise, the results as maximum values of Electric Field Intensity 11,0950 V/m, magnetic field intensity 0,0325 A/m and power density 1,7600 W/m², are within the environmental quality standards for non-ionizing radiation (DS N 010-2005-PCM), that is, electric field intensity 41,25 V/m, magnetic field intensity 0,111 A/m and power density 4,5. W/m², respectively.

Keywords: Mobile telephone base station, electric field, power density, magnetic field, radiation, biological tissues.

ÍNDICE

CONTENIDO	Pág.
AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN	i
ACTA DE SUSTENTACIÓN	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
RESUMEN	v
ABSTRACT	vii
ÍNDICE	ix
LISTA DE TABLAS	xii
LISTA DE GRÁFICOS	xii
LISTA DE IMÁGENES	xiii
SIGLAS	xiii
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del problema	2
1.2. Formulación del problema	3
1.3. Hipótesis	4
1.4. Objetivos	4
1.4.1. General	4
1.4.2. Específicos	4
1.5. Justificación	5
1.6. Limitaciones de la investigación	5
1.7. Descripción del ámbito de la investigación	5
CAPÍTULO II	
MARCO TEÓRICO - CONCEPTUAL	7
2.1. Antecedentes	7
2.2. Base teórica	8
2.2.1. Campos electromagnéticos	8
2.2.2. Onda electromagnética	9
2.2.3. Radiaciones	9
2.2.4. Intensidad de campo eléctrico	12
2.2.5. Intensidad de campo magnético	12
2.2.6. Densidad de potencia	12
2.2.7. Telefonía móvil automática (TMA)	13

2.2.8	Interacción entre organismos biológicos y radiaciones no ionizantes	15
2.2.9	Tejidos humanos	16
2.2.10	Tejidos humanos y su relación con las ondas electromagnéticas	18
2.2.11.	Densidades y conductividades de los tejidos biológicos	19
2.2.12	Tasa de absorción específica	20
2.3	Marco legal	21
2.3.1	Límites de exposición a campos electromagnéticos	21
2.3.2	La exposición poblacional	22
2.3.3	Estándares de calidad ambiental para radiaciones no ionizantes	23
2.4	Definición de términos	25
CAPÍTULO III		
METODOLOGÍA		
3.1	Tipo y nivel de investigación	26
3.2	Método	26
3.3	Diseño de la investigación	26
3.3.1	Variables	28
3.3.2	Operacionalización de variables	28
3.4	Universo y muestra	28
3.5	Técnicas de acopio de información	29
3.5.1	Delimitación del ámbito	29
3.5.2	Establecimiento de puntos de muestreo	29
3.5.3	Mediciones de intensidades de campo eléctrico	30
3.6	Procesamiento de datos	32
3.7	Análisis de resultados y contrastación de hipótesis	33
CAPÍTULO IV		
RESULTADOS		
4.1	Resultados de las intensidades de campo eléctrico a efectos de radiaciones no ionizantes	34
4.2	Resultados de las tasas de absorción específica para la piel a efectos de radiación no ionizante	36
4.3	Resultados de las tasas de absorción específica para el músculo a efectos de la radiación no ionizante	38
4.4	Resultados de los valores de: intensidades de campo eléctrico, intensidades de campo magnético y densidades de potencia, con los estándares de calidad ambiental para radiaciones no ionizantes	40

CAPÍTULO V	
DISCUSIONES	44
5.1 Discusiones de los resultados de las intensidades de campo eléctrico a efectos de radiaciones no ionizantes	44
5.2 Discusiones de los resultados de las tasas de absorción específica para la piel a efectos de radiación no ionizante	45
5.3 Discusión de los resultados de las tasas de absorción específica para el músculo a efectos de la radiación no ionizante	46
5.4 Discusión de los resultados de los valores de intensidades de campo eléctrico, intensidades de campo magnético y densidades de potencia, con los estándares de calidad ambiental para radiaciones no ionizantes	46
CAPÍTULO VI	
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	48
5.1. Conclusiones	48
5.2. Recomendaciones	50
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	51
ANEXOS	
Anexo 01 Testimonios de pobladores de la urbanización Rosa de América-Comas-Lima	
Anexo 02 Certificado e calibración del equipo Narda NBM 520	
Anexo 03 Reportes de mediciones In-situ	
Anexo 04 Extractos de normatividad	
Anexo 05 Panel fotográfico	

LISTA DE TABLAS

CONTENIDO		Pág.
Tabla 01	Ubicación geográfica de la urbanización Rosa de América	6
Tabla 02	Clasificación de las ondas en telecomunicaciones	10
Tabla 03	Radiaciones electromagnéticas	11
Tabla 04	Densidades y características eléctricas de los tejidos biológicos	19
Tabla 05	Restricciones básicas para exposiciones a campo eléctricos y magnéticos para frecuencias hasta 10 GHz	22
Tabla 06	Límites de exposición poblacional, DS N° 038-2003-MTC	23
Tabla 07	Estándares nacional de calidad ambiental para radiaciones no ionizantes; DS N° 010-2005-PCM	24
Tabla 08	ECAs para rango de frecuencias de 400 MHz-2GHz	25
Tabla 09	Descripción de los puntos de muestreo	30
Tabla 10	Promedios horarios de intensidades de campo eléctrico	35
Tabla 11	Promedios horarios de tasas de absorción específica para la piel	37
Tabla 12	Promedios horarios tasas de absorción específica para el músculo	39
Tabla 13	Intensidades de campo eléctrico Vs ECA	41
Tabla 14	Intensidades de campo magnético Vs ECA	42
Tabla 15	Densidades de potencia Vs ECA	43

LISTA DE GRÁFICOS

CONTENIDO		Pág.
Gráfico 01	Promedios horarios de E (V/m)	35
Gráfico 02	Promedios horarios de SAR para la Piel	37
Gráfico 03	Promedios horarios de SAR para el músculo	39
Gráfico 04	Promedios horarios de E Vs ECA	41
Gráfico 05	Promedios horarios de H Vs ECA	42
Gráfico 06	Promedios horarios de S Vs ECA	43

LISTA DE IMÁGENES

CONTENIDO	Pág.
Imagen 01 Delimitación de la urbanización Rosa de América y ubicación de la estación base de telefonía móvil	6
Imagen 02 Interconexión de elementos básicos del TMA	15
Imagen 03 Estructura de las capas de la piel	17
Imagen 04 Plano de ubicación de los puntos de muestro	30

SIGLAS

BSC	Controlador de Estación Base
CTM	Central de Telefonía Móvil
EB	Estación Base
ECA	Estándar de Calidad Ambiental
EM	Estación Móvil
GPS	Sistema de Posicionamiento Geográfico
ICNIRP	International Commission on non Ionizing Radiation Protection
LMP	Límite Máximo Permisible
MINAM	Ministerio del Ambiente
MTC	Ministerio de Transportes y Comunicaciones
SAR	Tasa de Absorción Específica
TMA	Telefonía Móvil Automática
ZC	Zona de Cobertura

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la creciente demanda por los servicios de telefonía móvil ha sido generada por la necesidad de los usuarios de una mayor conectividad móvil para datos y voz. Demanda que ha llevado a la empresa Movistar (filial de la multinacional de telecomunicaciones Telefónica en el Perú), instalar estación base de telefonía móvil (antena de radiofrecuencia para celulares), en la urbanización Rosa de América-Comas-Lima. Pero, los pobladores manifiestan su preocupación por los probables potenciales riesgos de exposición a los campos electromagnéticos (CEM), preguntándose ¿cuáles son los efectos negativos o adversos de la estación base de telefonía móvil?

En el Perú, se viene incrementado las estaciones base de telefonía móvil. “Se estima que para finales del 2019 se tendrán aproximadamente unas veinticinco mil estaciones base de telefonía móvil, sólo en Lima y Callao existen unos 3500, según el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones” (Diario Gestión, 2014). En consecuencia, el incremento de estaciones base de telefonía móvil (antenas) en nuestro país es algo inevitable, debido a esto, se hace necesario brindar información certera a la población para evitar futuros conflictos sociales. La tasa de absorción específica es una medida idónea y sencilla de entender por las personas para saber cuánta radiación se está absorbiendo.

La persistencia de conflictos sociales, cada vez que se promueve y/o instala estación base de telefonía móvil, hace necesaria investigar sobre la emisión de radiaciones no ionizantes y contrastar con la normatividad peruana e internacional que establecen los límites permisibles, de tal manera que se brinde información confiable a los habitantes, en aras de la transparencia. Si bien existen algunos estudios, éstos no son difundidos con información adecuada, sobre los efectos, generándose conflictos sociales, cada vez que se instala una estación base de telefonía móvil.

1.1. Planteamiento del problema

A inicios del año 2014, la empresa Telefónica comenzó con los trabajos de instalación de la estación base de telefonía, en la urbanización Rosa de América-Comas-Lima. A partir de entonces, se generaron discrepancias y malestar entre la población y los gestores de la empresa de telefonía Telefónica. Algunos residentes, argumentaron probable emisión de radiaciones por encima de los límites permisibles y potencial consecuencia negativa en la salud de los pobladores. Por tal razón, la empresa Telefónica en salvaguarda de su seguridad patrimonial y de su personal, decidió suspender la instalación de la estación base de telefonía móvil. Asimismo, en agosto del año 2014, la municipalidad distrital de Comas, emite la autorización resolutive para la instalación de la estación base de telefonía móvil en la urbanización Rosa de América-Comas-Lima. En seguida, la empresa Telefónica, con la participación de efectivos de seguridad privada, acordonaron el lugar y lograron la instalación de la estación base de telefonía móvil-antena. La población organizada, aduciendo que la estación base de telefonía móvil (antena de celular), es un peligro para la salud de las personas, “pero sin evidencia alguna” (según documentos presentados a la municipalidad), solicitó a la autoridad municipalidad de Comas, exigir a la empresa Telefónica, su desinstalación y retiro. Lo solicitado quedó sin efecto, debido a que la autoridad municipal expreso “que la empresa Telefónica habría cumplido con los requisitos exigidos para la instalación de la estación base de telefonía móvil”. (Anexo 01)

Ley N° 30228, que modifica a la Ley N° 29022, Ley para la Expansión de Infraestructura en Telecomunicaciones, establece:

- Artículo 3°.- Ámbito de aplicación de la Ley, “La presente Ley es de aplicación y observancia obligatorio de todas las entidades de la administración pública de nivel nacional, regional y local”.
- Artículo 5°.- Régimen de permisos y/o autorizaciones, 5.1. “Los permisos sectoriales, regionales, municipales, o de carácter administrativo en general que se requieran para instalar en propiedad pública o privada la infraestructura necesaria para la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones se sujetan a un procedimiento administrativo de aprobación automática, debiendo presentar un plan de trabajo de obras públicas, de acuerdo a las condiciones, procedimientos y requisitos que se establezcan en las normas reglamentarias o complementarias de la presente Ley”.

- Artículo. 7, numeral 7.1., inciso h) “La infraestructura necesaria para la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones que sea instalada por los concesionarios de servicios públicos de telecomunicaciones, no puede: generar radiación no ionizante en telecomunicaciones sobre los límites máximos permisibles establecidos por la regulación sectorial, de acuerdo a los estándares internacionales”.

Decreto Supremo N° 003-2015-MTC, Reglamento de la Ley N° 29022, Ley para el Fortalecimiento de la Expansión de Infraestructura en Telecomunicaciones, Modificada por la Ley N° 30228, en su artículo 35, numeral 35.1., inciso c), establece: “Son infracciones graves de los operadores y Proveedores de Infraestructura Pasiva: Incumplir las disposiciones contenidas en el numeral 7.1 del artículo 7° de la Ley N° 30228, que modifica a la Ley 29022, Ley para la Expansión de Infraestructura en Telecomunicaciones”

Los conflictos sociales por las instalaciones de estaciones base de telefonía móvil en nuestro país no son recientes. Estos problemas datan desde hace varios años, un caso muy sonado fue el de las antenas ubicadas en el distrito de San Isidro-Lima (julio 2013) y su relación con el cáncer. Se denunció, que en viviendas cercanas a las antenas aparecieron aproximadamente doce casos de cáncer. 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 curioso acerca del caso mencionado en San Isidro-Lima, es que son los mismos vecinos que no pueden obtener evidencia de la relación: cáncer y radiación por la antena, porque ellos mismos fueron los que pidieron a la empresa de telefonía que se corrobore sus sospechas. (Panorama, 2013)

1.2. Formulación del problema

Como desde agosto del año 2014, viene operando la estación base de telefonía móvil en la urbanización Rosa de América-Comas-Lima. Luego de haber observado y evaluado a priori la estación base de telefonía móvil y su ámbito de influencia, fue necesario investigar, cuanto de radiación pueden estar llegando a absorber los pobladores expuestas a emisiones no ionizantes y si la empresa Movistar (filial de la multinacional de telecomunicaciones Telefónica en el Perú) está cumpliendo o no con la normatividad vigente en cuanto a límites permisibles. Entonces, se hace necesario responder la siguiente interrogante:

¿Cuál es la tasa de absorción específica para tejidos biológicos humanos a efectos de radiación no ionizante emitidos por la estación base de telefonía móvil en la urbanización Rosa de América-Comas-Lima?

1.3. Hipótesis

La radiación no ionizante cuantificada en: intensidad de campo eléctrico (E), la intensidad de campo magnético (H) y la densidad de potencia (S), se encuentran dentro de estándares de calidad ambiental (ECA), a efectos de radiaciones no ionizantes emitidos por la estación base de telefonía móvil en la urbanización Rosa de América-Comas-Lima.

1.4. Objetivos

1.4.1. General

Determinar la tasa de absorción específica para tejidos biológicos humanos a efectos de radiación no ionizante emitidos por la estación de telefonía móvil de la de la urbanización Rosa de América-Comas-Lima.

1.4.2. Específicos

- Determinar las intensidades de campo eléctrico a efectos de radiación no ionizante emitidas por la estación base de telefonía móvil de la urbanización Rosa de América-Comas-Lima, a distintos radios de acción.
- Determinar las tasas de absorción específica para la piel a efectos de radiación no ionizante emitidos por la estación de telefonía móvil de la urbanización Rosa de América-Comas-Lima, a distintos radios de acción.
- Determinar las tasas de absorción específica para el músculo a efectos de radiación no ionizante emitidos por la estación de telefonía móvil de la urbanización Rosa de América-Comas-Lima, a distintos radios de acción.
- Contrastar los valores de intensidad de campo eléctrico “E” (V/m), intensidad de campo magnético “H” (A/m), y densidad de potencia “S” (W/m²), con los estándares de calidad ambiental para radiaciones no ionizantes, en el ámbito de la urbanización Rosa de América-Comas-Lima.

1.5. Justificación

En los últimos años el uso de teléfonos móviles está aumentando rápidamente. Esto trae como consecuencia el aumento del número de estaciones base, a menudo situadas en zonas urbanas como el caso de la estación base de telefonía móvil en la urbanización Rosa de América-Comas-Lima.

Si bien, existen estudios sobre radiaciones no ionizantes emitidos por las estaciones base de telefonía móvil. Éstos son pocos, y se orientan a la medición y evaluación de las radiaciones provenientes de las antenas, mas no se enfocan en el hombre como centro de investigación y uno de los componentes principales del medio ambiente.

Es por ello que la investigación se justifica, porque busca determinar teóricamente, con mediciones in-situ, cuanta radiación es absorbida por tejidos biológicos humanos a efectos de radiación provenientes de la estación base.

1.6. Limitaciones de la investigación

Acopio de testimonios de los actores del entorno (autoridades, dirigentes de organizaciones de base local y/o personas naturales) sobre conflictos sociales y/o puntos de vista, en relación a la estación base de telefonía móvil instalada en la urbanización Rosa de América-Comas-Lima, por cuanto han perdido credibilidad ante la empresa y las autoridades.

Falta de colaboración para acceder a la información sobre la estación base de telefonía móvil, tanto en la empresa Telefónica, como en la municipalidad de Comas.

Resistencia de los pobladores e impedimento en la realización de las mediciones in-situ, por cuanto manifiestan que uno es parte de la empresa y que se estaría haciendo trabajos para ampliar las redes de telecomunicaciones.

1.7. Descripción del ámbito de la investigación

La investigación se llevó a cabo en el ámbito de la urbanización Rosa de América-Comas-Lima, con 352 habitantes (INEI 2017), donde se encuentra instalada y operativa una estación base de telefonía móvil. Se ubica al lado sur Oeste con referencia a la plaza de armas del distrito de Comas, con una extensión aproximada de 0,05 km² y limitando por el Este con la Av. Metropolitana, Oeste con

la Av. Rosa de América, por el Norte con la Av. Universitaria y por el Sur con la Av. El Maestro Peruano.

En relación a la urbanización Rosa de América, se presenta el detalle y la descripción de su ubicación geográfica, así como y las coordenadas UTM WGS 84 de la estación base de telefonía móvil (Tabla 01). En tanto que, la delimitación de la urbanización Rosa de América y ubicación de la estación base de telefonía móvil se observa en la imagen satelital (Imagen 01).

Tabla 01: Ubicación geográfica de la urbanización Rosa de América

Detalle	Descripción
Departamento	Lima
Provincia	Lima
Distrito	Comas
Urbanización	Rosa de América
Coordenadas UTM WGS 84	119636895,77 m E, 770634166,17 m S



Imagen 01: Delimitación de la urbanización Rosa de América y ubicación de la estación base de telefonía móvil

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO-CONCEPTUAL

2.1. Antecedentes

En Lima el año 2012, mediante una investigación a nivel de Tesis se determinó la tasa de absorción específica en tejidos biológicos bajo distintas condiciones de exposición a radiaciones no ionizantes. Específicamente a frecuencias entre 900 MHz y 1800 MHz correspondientes a telefonía celular. Los resultados fueron:

Tasa de absorción específica promedio para la piel 0,0177 W/kg medidos en el mismo punto de ubicación de la antena con frecuencia de 900 MHz y 0,087 W/kg de tasa para la piel medidos en el mismo punto de otra antena con frecuencia de 1800 MHz. Llegando a la conclusión que resultados obtenidos de la tasa de absorción específica (SAR) promedio es menor al valor difundido en los estándares. Así como el valor máximo de absorción siempre fue menor al valor límite de exposición que exige la International Commission on non Ionizing Radiation Protection ICNIRP (Macedo, 2012).

En el año 2013, en la Tesis de pregrado se midió nivel de radiaciones no ionizantes para estación-base de frecuencia 850 MHz en universidad privada Antenor Orrego de Trujillo. Las mediciones se ejecutaron en 3 sectores. Los resultados indican que las densidades de potencia están por debajo de los límites máximos permisibles (LMP), resultando un valor máximo de 0,0430 W/m² para el sector 2. Las intensidades de campo magnético están por debajo de los límites máximos permisibles, con un valor máximo de 0,0139 A/m en el sector 2 y las intensidades de campo eléctrico estimadas fueron inferiores a los LMP. Por lo tanto se demostró que todas las mediciones están por debajo de los LMP de radiaciones no ionizantes establecido en la normativa del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC). (Ríos, 2013).

El año 2013, una investigación periodística realizada por un programa de televisión (Panorama) difundió información sobre mediciones aleatorias de radiaciones no ionizantes realizadas en casas cercanas a las antenas de telefonía móvil, indicando como conclusión “que las densidades de potencia promedio alcanza $16000 \mu\text{W}/\text{m}^2$, excediendo de manera alarmante los límites máximos permisibles” (Panorama, 2013).

En Guayaquil-Ecuador el año 2013, en un trabajo de Tesis, se evaluó y describió a las radiaciones generadas por diferentes tipos de antenas de telefonía celular. Donde se llegó a la conclusión “Que las instalaciones de estas estaciones debían ser remodeladas debido a la poca altura que éstas poseen, a su vez, que mientras mayor tiempo esté operando la antena, se tendrá un valor significativo en la densidad de potencia de la misma, por lo que aumenta el riesgo de posibles efectos en la salud humana” (Castillo, 2013).

En año 2014, el Ministerio del Ambiente (MINAM) realizó mediciones de radiaciones no ionizantes emitidas por los servicios de telecomunicaciones en los distritos de San Miguel y Pueblo Libre, registrando los resultados siguientes:

Promedios de intensidad de campo eléctrico de $15,12 \text{ V}/\text{m}$ para Pueblo libre y $14,29 \text{ V}/\text{m}$ para San Miguel, promedios de intensidad de campo magnético de $0,035 \text{ A}/\text{m}$ para Pueblo libre y $0,028 \text{ A}/\text{m}$ para San Miguel, y promedio de densidad de potencia de $1,15 \text{ W}/\text{m}^2$ para Pueblo Libre y de $1,23 \text{ W}/\text{m}^2$ para San Miguel. En consecuencia, se concluye que las radiaciones no ionizantes emitidas por las estaciones de telefonía móvil no exceden los límites máximos permisibles y estándares de calidad ambiental para exposición poblacional establecidos por el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (MINAM, 2014).

2.2. Base teórica

2.2.1. Campos electromagnéticos

Existen diversas fuentes naturales y artificiales que generan energía en forma de ondas electromagnéticas. “Un campo electromagnético es la asociación de un campo magnético y otro eléctrico que varían en el tiempo y se propagan por el espacio. Estos campos son susceptibles de transportar cargas eléctricas” (Menéndez, 2005). Así, los campos electromagnéticos se caracterizan por numerosas propiedades físicas, principalmente por la

frecuencia y longitud de onda, su intensidad y su potencia. Son capaces de interactuar de forma diferente con los sistemas biológicos, incluidos los seres humanos.

2.2.2. Onda electromagnética

Todas las radiaciones conocidas son ondas electromagnéticas, como los rayos X, gamma, infrarrojos o ultravioleta. La forma en que las ondas electromagnéticas afectan a los sistemas biológicos viene determinada por la intensidad de campo eléctrico y por la cantidad de energía de cada fotón. (Menéndez, 2005).

La luz es energía que se transmite por medio de fotones en forma de onda electromagnética. La energía de cada fotón es directamente proporcional a la longitud de onda. (Menéndez, 2005).

En la investigación se considera la intensidad de campo eléctrico “E”, la intensidad de campo magnético “H” y la densidad de potencia “S”, que son los parámetros con los que se mide los niveles de radiaciones no ionizantes. En electromagnetismo hay cuatro cantidades de campo vectoriales: intensidad de campo eléctrico E, densidad de flujo eléctrico o desplazamiento eléctrico D, densidad de flujo magnético B e intensidad de campo magnético H. (Cheng, 1998).

2.2.3. Radiaciones

A la emisión de energía o de partículas que producen algunos cuerpos y que se propaga a través del espacio, se conoce como radiación.

Las radiaciones son fenómenos físicos que consisten en la emisión, propagación y absorción de energía por parte de la materia, tanto en forma de ondas (radiaciones sonoras o electromagnéticas), como de partículas subatómicas (corpúsculares). (Cortés, 2007, pg. 468).

Las radiaciones se caracterizan:

- a. **Por su frecuencia (f):** número de ondas que pasan por un punto en el espacio en la unidad de tiempo. Se mide en Hertz (Hz).
- b. **Por su longitud de onda (λ):** distancia medida a lo largo de la línea de propagación entre dos puntos en fase de ondas adyacentes. Se mide en unidad de longitud, desde nm hasta Km.

Atendiendo a su longitud de onda, la radiación electromagnética recibe diferentes nombres.

Varía desde los energéticos como los rayos gamma (con una longitud de onda del orden de picómetro) hasta las ondas de radio (longitudes de onda del orden de kilómetros). El rango completo de longitudes de onda es lo que se denomina el espectro electromagnético.

En telecomunicaciones se clasifican las ondas mediante un convenio internacional de frecuencias en función del empleo al que están destinadas. En la Tabla 02, se presenta tal clasificación.

Tabla 02: Clasificación de las ondas en telecomunicaciones

Sigla	Rango	Denominación	Empleo
VLF	10 kHz a 30 kHz	Muy baja frecuencia	Radio gran alcance
LF	30 kHz a 300 kHz	Baja frecuencia	Radio, navegación
MF	300 kHz a 3 MHz	Frecuencia media	Radio de onda media
HF	3 MHz a 30 MHz	Alta frecuencia	Radio de onda corta
VHF	30 MHz a 300 GHz	Muy alta frecuencia	TV, radio
UHF	300 MHz a 3 GHz	Ultra alta frecuencia	TV, radar, telefonía móvil
SHF	3 GHz a 30 GHz	Súper alta frecuencia	Radar
EHF	30 GHz a 300 GHz	Extremadamente alta frecuencia	Radar

Fuente: Convenio internacional de Ginebra

Como se observa en la Tabla 02, las estaciones de telefonía móvil están en el rango de frecuencia 300 MHz a 3 GHz con código UHF. Así, la estación de telefonía móvil de la urbanización Rosa de América-Comas-Lima, se encuentra en el rango de frecuencias entre 890 y 910 MHz.

c. **Por su energía (E):** es proporcional a la frecuencia, se mide en energía por fotón y su unidad es el eV.

De acuerdo con las características indicadas, las radiaciones se clasifican en: radiaciones ionizantes “RI” y radiaciones no ionizantes “RNI” (Cortés, 2007). La radiación electromagnética se presenta en la Tabla 03, tal como:

Tabla 03: Radiaciones electromagnéticas

Tipo de Radiación	Frecuencia	Longitud de Onda	Energía/Fotón
IONIZANTE (RI)	> 3000 THz	> 100 nm	> 12.1 eV
NO IONIZANTE (RNI)	< 3000 THz	< 100 nm	< 12.4 eV
- Ultravioleta	3000 - 750 THz	100 - 400 nm	12.4 - 3.1 eV
- Visible	750 - 385 THz	400 - 780 nm	3.1 - 1.59 eV
- Infrarroja (IR)	385 - 0.3 THz	0.78 - 1000 μ m	1590 - 1.24 meV
- Microondas (MO)	300 - 0.3 GHz	1 - 1000 nm	1240 - 1.24 μ eV
- Radiofrecuencias	300 - 0.1 MHz	1 - 3000 m	1240 - 0.41 neV
- Extremadamente bajas frecuencias (FEB)	3000 - 0 Hz	= 5000 km	
- Ultrasonidos	< 20 KHz	< 17 nm	

Fuente: Cortés, 2007, pg 468

d. Tipos de radiaciones

▪ Radiación Ionizante

Se caracterizan por su capacidad al incidir sobre la materia de producir el fenómeno de ionización. Pueden clasificarse en ondulatorias y corpusculares. (Cortés, 2007).

▪ Radiación No Ionizante.

Las radiaciones no ionizantes son de baja energía, es decir, no son capaces de ionizar la materia con la que interaccionan.

El campo de este tipo de radiaciones, situadas en la parte del espectro electromagnético que son incapaces de producir fenómenos de ionización, ha aumentado considerablemente en los últimos años, tanto en la industria como en la vida en común, debido al auge de productos electrónicos que usan o emiten radiaciones

(rayos láser, hornos microondas, equipos de inspección por infrarrojos, fotocopiadoras, telecomunicaciones, etc.). (Cortés, 2007).

2.2.4. Intensidad de campo eléctrico

La carga eléctrica de los cuerpos altera el espacio que los rodea. La magnitud que mide esta alteración en un punto determinado es la intensidad del campo eléctrico en dicho punto.

La intensidad de campo eléctrico es una cantidad de campo vectorial que representa la fuerza producida por una carga de prueba positiva infinitesimal (q) en un punto, dividida entre el valor de dicha carga eléctrica, cuyas unidades de medida son el voltio sobre metro (V/m). Se expresa matemáticamente con la letra mayúscula "E". (Zemasky, 2009).

2.2.5. Intensidad de campo magnético

Un campo de fuerza creado como consecuencia del movimiento de cargas eléctricas (flujo de la electricidad).

El campo magnético es un fenómeno que ocurre por la interacción de dos cargas denominadas polos, que se pueden atraer o repeler entre sí, apreciándose fuerzas magnéticas. A diferencia del campo eléctrico, 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. (Zemasky 2009).

2.2.6. Densidad de Potencia

Cantidad de potencia por unidad de superficie en una microonda radiada o en otro campo electromagnético; generalmente se expresa en vatios por centímetro cuadrado. "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". Así, la intensidad de radiación es la potencia radiada por unidad de ángulo sólido en una determinada dirección. "La densidad de potencia radiada se define como la potencia por unidad de superficie, en una determinada dirección. Las unidades son Vatios/m² (Vaclav, 2015).

2.2.7. Telefonía móvil automática (TMA)

Sistema de comunicación para la transmisión de sonidos a larga distancia que permite hacer y recibir llamadas desde cualquier lugar, siempre que sea dentro del área de cobertura del servicio que lo facilita.

El sistema de radio telefonía constituye un paso hacia el teléfono personal, ya que el usuario puede desplazarse libremente con el terminal y establecer comunicaciones con cualquier otro abonado fijo o móvil de la red de telefónica pública desde cualquier lugar en el cual exista cobertura por radio en una estación base. En los sistemas TMA se necesita conseguir una amplia cobertura con gran capacidad de tráfico y con número limitado de frecuencias. Esto se consigue gracias a la reutilización sistemática de las frecuencias. Lo que se logra mediante estructuras celulares. (Cabezas, 2007).

a. Elementos del Sistema TMA

Para la presente investigación se toma en cuenta las estaciones base, que son la fuente de las emisiones de radiaciones no ionizantes (reciben y transmiten señales de radio). “Los elementos básicos del TMA son: La central e telefonía móvil (CTM), estación base (EB), zona de cobertura (ZC), y las estaciones móviles (EM)” (Cabezas, 2007).

b. Estaciones base

Las estaciones base son los equipos que establecen el contacto con los teléfonos móviles y por tanto determinan la cobertura radioeléctrica del sistema. Las estaciones base están constituidas por antenas que reciben y transmiten la señal de radio desde y hacia el terminal móvil.

Las estaciones base están constituidas por antenas que reciben y transmiten la señal de radio desde y hacia el terminal móvil. Son los puntos de conexión del terminal con la red celular. Es el elemento básico del sistema celular; cada célula o celda radiante tiene un área de responsabilidad en la superficie a la cual da servicio o cobertura. (Menéndez, 2005).

Consisten en un ordenador y en un transmisor/receptor conectado a una antena. Este conjunto se conecta a los componentes de

terminales móviles (CTM) mediante circuitos delicados y enlaza con las estaciones móviles por radio a través de radio canales que tienen asignados. (Cabezas, 2007).

Una estación base de telefonía móvil es un sistema celular que consta de células, cubiertas cada una por un sistema de radio que permite la conexión de los terminales móviles al sistema (estación base), y un sistema de conmutación (centro de servicios móviles) que permite la interconexión entre las estaciones base y la conexión del sistema a la red de conmutación pública. Las estaciones base controlan la conexión de los terminales móviles, y permiten tener permanentemente localizados a los distintos usuarios (siempre que el móvil esté encendido), se encuentran en el subsistema de estación base de la telefonía móvil celular, este subsistema está constituido por un Controlador de Estación Base (BSC) del que dependen una o más estaciones base. (Figuroa, 2013).

c. Características y funciones de una estación base

Toda estación base se constituye de características. Está constituida por un conjunto de transceptores que cubren una misma área y antenas usadas en cada célula de la red y que suelen estar situadas en el centro de la célula. (Figuroa, 2013). Las funciones de las estaciones base son:

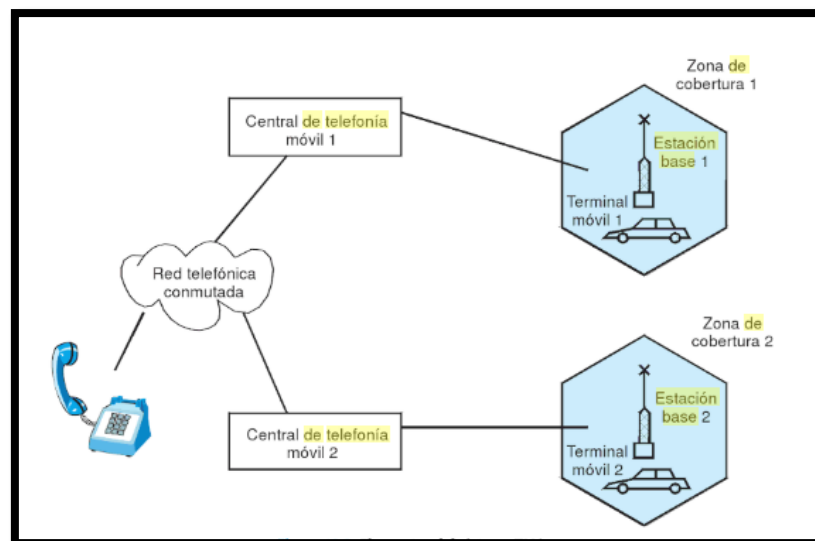
- Supervisión de canales libres y envío de información de éstos hacia el controlador.
- Detección de accesos al sistema por parte de terminales móviles.
- Codificación y entrelazado para protección de errores.
- Medidas de intensidad de campo y calidad de las señales recibidas de las terminales móviles.
- Construcción de los mensajes de aviso a partir de la información recibida desde el controlador.

d. Patrón de radiación de una estación base

Se define al patrón de radiación de una estación base como la radiación posible de cualquier tipo de antena existente. Dentro de los tipos de radiaciones de antenas, se encuentra: el patrón de radiación absoluta, donde su distancia es variable y posee potencia fija; y el patrón de radiación relativa, donde posee potencia variable y distancia fija. (Brault, 1998).

e. Estación de telefonía móvil

Toda estación de telefonía móvil, es un sistema, conformada de componentes. “La importancia de las estructuras celulares (estaciones base) y la relación que existen entre todos los elementos básicos del TMA”. (Cabezas, 2007). En la Imagen 02, la interconexión de sus elementos básicos.



Fuente: Cabezas, 2007, Pg. 155

Imagen 02: Interconexión de elementos básicos del TMA

2.2.8. Interacción entre organismos biológicos y radiaciones no ionizantes

La medición de campos eléctricos magnéticos dentro del organismo resulta complicado por depender de muchas variables y factores

La interacción entre los organismos biológicos y las radiaciones está dada por la energía que es absorbida por un cuerpo expuesto a los campos eléctrico y magnético. Esta energía absorbida está

directamente relacionada con los campos internos: eléctrico y magnético dentro del organismo vivo. (Sebastian, Sancho, Miranda, 2006).

Los campos eléctricos y magnéticos se miden directamente desde que éstos son emitido por la fuente (ejemplo estación base de telefonía móvil).

Los organismos vivos además de su conformación biológica conocida, están formados por compuestos iónicos, conductores y materias aislantes, resultando un conjunto débilmente conductor. Cuando es sometido a un campo de radiaciones una parte de ellas es reflejada, no penetra en el cuerpo, y otra es absorbida, penetran en el organismo, pudiendo ser origen de efectos biológicos no deseados. Los factores que pueden intervenir son: las características físicas de la radiación, características referentes al tipo (tejido, forma y dimensiones del sistema biológico), finalmente se considera los factores ambientales (temperatura y humedad) a los que se encuentra sometido el sistema biológico. (Menéndez, 2005).

Las nuevas evidencias publicadas en relación a campos electromagnéticos y salud pública, confirman:

Que no hay efectos adversos para la salud derivados de la exposición a las radiofrecuencias emitidas por las antenas de telefonía móvil, transmisión de radio y televisión y sistemas inalámbricos (Wi-Fi) utilizados en el trabajo, la escuela o el hogar. A pesar de ello, se considera que se han producido pocos avances en el grado de conocimiento e información de la población sobre los efectos de los campos electromagnéticos. (Fernández, 2016).

2.2.9. Tejidos humanos

Referido a un grupo de células similares, que tiene la misma función en cualquier parte del cuerpo. “Los tejidos son asociaciones de células homogéneas y diferenciadas de sus derivados, las sustancias intercelulares, y ejercen una o varias funciones determinadas. Distinguimos habitualmente cuatro tipos de tejidos: tejido epitelial, tejidos conjuntivos, tejido muscular y tejido nervioso. (Fuller, 1999).

a. Estructura y función de la piel

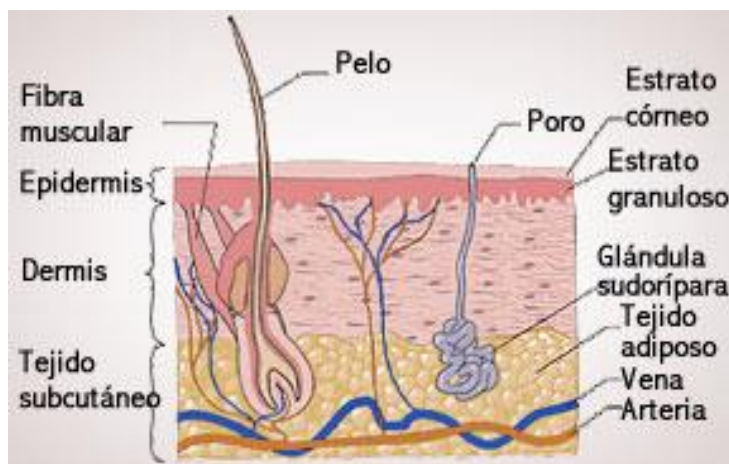
La piel, órgano dinámico constantemente cambiante, se compone en tres capas principales: epidermis, dermis y subcutis o tejido subcutáneo, cada una de las cuales cumpliendo funciones específicas.

La piel es un órgano superficial (no un órgano compacto) que reviste y protege la superficie externa del organismo. La superficie global (en el adulto) es de unos 1,6 - 2 m² y su espesor oscila entre 1,5 y 4 mm (sin tejido subcutáneo). A nivel de los orificios corporales la piel se continúa con las mucosas que revisten las superficies internas. Estas mucosas próximas a la piel se pueden ver afectadas por los procesos patológicos de la misma y en ocasiones en ella se produce la primera manifestación. (Rassner, 1999).

b. Componentes

La piel no es solamente un órgano superficial formado por tejidos sino que tiene capas, siendo tres las principales:

- Epidermis: epitelio plano poli estratificado queratinizado. Es la capa que está expuesta al medio ambiente.
- Dermis (Corion): tejido conjuntivo rico en fibras; al conjunto de epidermis y dermis se le denomina cutis.
- Tejido Subcutáneo: tejido graso subcutáneo, que une la piel con las fascias del cuerpo.



Fuente: Rassner, 1999, Pg. 6

Imagen 03: Estructura de las capas de la piel

c. Función sensitiva

Para la investigación la piel es considerada como el primer tejido expuesto a las radiaciones no ionizantes.

La piel tiene receptores sensitivos repartidos en toda su superficie que le permiten el reconocimiento del medio ambiente y la defensa ante los peligros. Los estímulos adecuados provocan las sensaciones de tacto, presión, temperatura y dolor y permiten el reconocimiento de la intensidad y la procedencia del estímulo. (Rassner, 1999).

2.2.10. Tejidos humanos y su relación con las ondas electromagnéticas

Es natural que exista relación entre tejidos humanos y las ondas electromagnéticas, y de distinta naturaleza.

Cuando un tejido se encuentra sometido a un campo eléctrico puede desplazar los iones y orientar las moléculas polares que forman el tejido biológico y una parte de la energía electromagnética se transforma en calor (se expulsa como calor), que inicialmente produce un aumento de la temperatura de la zona o área afectada. (Menéndez, 2005).

Se debe entender que los efectos biológicos de las ondas electromagnéticas dependen de la tasa de absorción de energía. Esta tasa de absorción de energía se denomina Tasa de Absorción Específica.

Los campos de radiofrecuencia penetran en el cuerpo en una extensión que decrece con el aumento de la frecuencia. Para entender el efecto que esto puede tener en los tejidos biológicos, es necesario determinar las magnitudes de los campos dentro del cuerpo que está expuesto a tal radiación. Esto requiere el conocimiento de las propiedades eléctricas de los diferentes tipos de tejidos y una vez que han sido determinadas es posible calcular las magnitudes de los campos E (intensidad de campo eléctrico) y H (intensidad de campo magnético) producidos por una determinada fuente de radiación (estación base de telefonía móvil), en cada parte del cuerpo. Siendo m , σ y ρ la masa, conductividad y densidad del tejido, respectivamente. Y E el valor de la intensidad de campo eléctrico, la tasa de energía P

absorbida por tal tejido está dada por (Universidad de Tarapacá, 2001):

Esto decir: $P = \frac{m \sigma E^2}{\rho} [W]$;donde:

- P : Tasa de energía
- m : Masa
- σ : Conductividad
- ρ : Densidad del tejido
- W : Watts

2.2.11. Densidades y conductividades de los tejidos biológicos

En la Tabla 04 se proporciona datos específicos de densidades y conductividades de diversos tejidos biológicos. Y lo más importante es que estos valores están seleccionados por frecuencias.

Tabla 04: Densidades y características eléctricas de los tejidos biológicos

Tissue	$\rho(Km\ m^{-3})$	900 MHz		1800 MHz		2170 MHz	
		ϵ_r	S ($S^{m^{-1}}$)	ϵ_r	S ($S^{m^{-1}}$)	ϵ_r	S ($S^{m^{-1}}$)
Skin	1125	36.59	0.693	38.4	0.999	37.87	1.175
Tendon	1151	46.72	0.951	45.23	1.367	44.53	1.613
Fat/yellow marrow	943	4.786	0.053	4.507	0.067	4.483	0.077
Cortical bone	1850	12.61	0.172	11.93	0.302	11.78	0.366
Cancellous bone	1080	18.62	0.308	17.79	0.469	17.61	0.544
Boood	10.57	55.48	1.868	5418	2.283	53.62	2.523
Muscle	1059	60.73	1.198	57.03	1.84	56.36	2.14
Grey matter	1035.5	52.8	1.009	47.79	1.525	47.22	1.842
White matter	1027.4	37.77	0.665	36.58	1.081	36.1	1.235
Cerebrospinal fluit	1000	68.29	2.426	67.39	2.842	67.02	3.064
Sclera/comea	1151	51.79	1.192	52.69	1.683	52.14	1.933
Vitreous humour	1000	67.9	1.686	67.19	2.092	66.91	2,323
Bladde	1132	17.22	0.362	16.64	0.504	16.5	0.574
Nerve	1112	33.36	0.606	32.09	0.868	31.81	1.006
Cartilage	1171	40.62	0.828	38.24	1,241	37.59	1.435
Gall bladder bile	928	74.57	1.784	71.51	2.32	67.8	2.598
Thyroid	1035.5	57.29	1.041	57.39	1.599	56.79	1.889
Stmach/oesophagus	1126	71.78	1.301	68.75	2.044	68.28	2.34
Lung	563	50.96	0.88	49.07	1.343	48.55	1.591
Kidney	1147	53.9	1.349	53.38	1.785	52.74	2.046
Testis	1158	62.6	1.341	60.22	1.914	59.58	2.216
Lens	1163	51.48	0.908	49.47	1.342	48.9	1.573
Smal intestine	1153	67.77	2.398	59.15	29.6	57.98	3.285

Fuente: "On the safety assessment of human exposure en the proximity of cellular communications base-station antennas at 900, 1800 and 2170 MHz" (MAR2005)

Cálculos de densidades y conductividades

- Densidad de piel:

$$\rho = 1125 \text{ kg/m}^3 * (1 \text{ m}^3 / 3,28^3 \text{ pies}^3) * (2,2 \text{ lb/1kg}) / 21,51$$

$$\rho = 3,289 \text{ lb/pie}^3$$

- Conductividad de piel:

$$\sigma = 0,693 \text{ S/m} * (3,28 \text{ pies} / 1000 \text{ mm}) / (1,92) = 0,0011$$

$$\sigma = 0,0011 \text{ S/m}$$

- Densidad de músculo:

$$\rho = 1059 \text{ kg/m}^3 * (1 \text{ m}^3 / 3,28^3 \text{ pies}^3) * (2,2 \text{ lb/1kg}) / 5,2$$

$$\rho = 12,6 \text{ lb/pie}^3$$

- Conductividad de músculo:

$$\sigma = 1,198 \text{ S/m} * (3,28 \text{ pies} / 1000 \text{ mm}) / (3,4) = 0,00107$$

$$\sigma = 0,00107$$

2.2.12. Tasa de absorción específica

La tasa de absorción específica, se deriva del inglés Specific Absorption Rate (SAR). Permite determinar y calcular el SAR de tejidos biológicos expuestos a radiación no ionizantes a diferentes campos eléctricos. "Para calcular la tasa de absorción específica, para tejidos biológicos humanos expuestos a radiación electromagnética a diferentes campos eléctricos, se formula la ecuación SAR" (Polk Charles; Postow Elliot, 1996). Desde entonces, el método nos permite calcular SAR para tejidos biológicos expuestos a radiación electromagnética a diferentes campos eléctricos. Matemáticamente Polk Charles; Postow Elliot, definen la tasa de absorción tal como:

$$SAR = \frac{d}{dt} \left(\frac{dU}{dm} \right) = \frac{d}{dt} \left(\frac{dU}{\rho dv} \right)$$

O bien: $SAR = \sigma \frac{E^2}{\rho}$

Donde:

ρ : Densidad de masa del material ($\frac{kg}{m^3}$).

E: Intensidad de campo eléctrico ($\frac{V}{m}$).

σ : Conductividad del material ($\frac{S}{m}$).

Asimismo, la tasa de absorción específica, también se explica como: “coeficiente o medida de la cantidad de energía que es absorbida por los tejidos del cuerpo humano y se expresa en watt por kilogramo (W/kg) (Maskana Cedia 2015).

2.3. Marco legal

Se cuenta con la normativa internacional, específicamente de las recomendaciones dadas International Commission on Non Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) y la normativa de nuestro país dadas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC).

LA ICNIRP es la Comisión Internacional de Protección de Radiación No Ionizante (ICNIRP), es una comisión internacional especializada en protección de radiación no ionizante. Las actividades de la organización incluyen determinar límites de exposición para campos electromagnéticos utilizados por dispositivos como teléfonos celulares.

2.3.1. Límites de exposición a campos electromagnéticos

Consideración para exposición de campos electromagnéticos. “Límites de referencia y las restricciones básicas a los campos electromagnéticos, emitidas por la Comisión Internacional de Radiaciones no Ionizantes (ICNIRP) aceptadas a nivel mundial”. (ICNIRP, 1998).

➤ Restricciones Básicas

Se ha establecido en consideración a tiempo de exposición en relación a salud humana.

Son las restricciones a la exposición a campos electromagnéticos variables en el tiempo que están basadas directamente en los efectos en la salud bien establecidos. Dependiendo de la frecuencia del campo, las cantidades físicas usadas para especificar estas restricciones son la densidad de corriente (J), la tasa de absorción específica (SAR) y la densidad de potencia (S). (ICNIRP, 1998)

En la Tabla 05 se presentan los límites de exposición y las restricciones básicas para densidades de corriente y SAR de cuerpo entero promedio, SAR localizado y densidad de potencia para frecuencias hasta 300GHz.

Tabla 05: Restricciones básicas para exposiciones a campos eléctricos y magnéticos para frecuencias hasta 10 GHz

Características de la exposición	Rango de frecuencia	Densidad de corriente para cabeza y tronco (mA m-2) (ms)	SAR promedio en todo el cuerpo (Wkg-1)	SAR localizado cabeza y tronco (Wkg-1)	SAR localizado (extremidades) (Wkg-1)
Exposición ocupacional	Hasta 1 Hz	40	--	--	--
	1 – 4 Hz	40/f	--	--	--
	4 Hz – 1 kHz	10	--	--	--
	1 – 100 kHz	F/100	--	--	--
	100 kHz – 10 Mhz	F/100	0.4	10	20
	10 MHz – 10 GHz	--	0.4	10	20
Exposición al público en general	Hasta 1 Hz	8	--	--	--
	1 – 4 Hz	8/f	--	--	--
	4 Hz – 1 kHz	2	--	--	--
	1 – 100 kHz	F/500	--	--	--
	100 kHz – 10 Mhz		0.08	2	4
	10 MHz – 10 GHz	--	0.08	2	4

Fuente: ICNIRP 1998

2.3.2. La exposición poblacional para radiaciones no ionizantes

Según Decreto Supremo N° 038-2003-MTC del 03.julio.2003, el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, aprueba como límites máximos permisibles para radiaciones no ionizantes en telecomunicaciones. Los valores en la Tabla 06, toma como niveles de referencia está dada por

la Comisión Internacional de Protección en Radiaciones No Ionizantes-ICNIRP

Tabla 06 : Límites de exposición poblacional, DS N° 038-2003-MTC

Rango de Frecuencias	Intensidad de Campo Eléctrico (Vm)	Intensidad de Campo Magnético (A/m)	Densidad de potencia (W/m ²)
Hasta 1 Hz	--	3,2 x 10 ⁴	--
1 – 8 Hz	10000	3,2 x 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 KHz – 150 KHz	87	5	--
150 KHz – 1 MHz	87	0,73/f	--
1 MHz – 10 MHz	87/f ^{0.5}	0,73/f	--
10 MHz – 400 MHz	28	0,073	2
400 MHz – 2 GHz	1,375xf ^{0.5}	0,0037 x f ^{0.5}	f/200
2 GHz – 300 GHz	61	0.16	10

Fuente: MTC, 2003

2.3.3. Estándares de calidad ambiental para radiaciones no ionizantes

Según Decreto Supremo N° N° 010:2005PCM del 02 febrero de 2005, la Presidencia del Consejo de Ministros, aprueba los estándares de calidad ambiental para radiaciones no ionizantes (ECAs), donde se establecen los niveles máximos de las intensidades de las radiaciones no ionizantes.

Apruébese los estándares de calidad ambiental (ECAs) para radiaciones no ionizantes,, 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 primarios por estar destinados a la protección de la salud humana (PCM, 2005).

Tabla 07 : Estandares Nacionales de Calidad Ambiental para Radiaciones No Ionizantes, DS N° 010-2005-PCM

Rango de Frecuencias (f)	Intensidad de Campo Eléctrico (H) (V/m)	Intensidad de Campo Magnético (H) (A/m)	Densidad de Flujo Magnético (B) (μT)	Densidad de Potencia (Seq) (W/m^2)	Principales aplicaciones (no restrictiva)
Hasta 1 Hz	--	3.2×10^4	4×10^4	--	Líneas 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	$1.375 f^{0.5}$	$0.0037 f^{0.5}$	$0.0046 f^{0.5}$	$f / 200$	TV UHF, Telefonía móvil celular, servicio troncalizado, 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 está en la frecuencia que se indica en la columna Rango de Frecuencias

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 $68 / f^{1.05}$ minutos (f en GHz)

Usando lo resaltado de la Tabla 07, reemplazamos la frecuencia (f) de 900 y se tiene lo siguiente:

- Cálculo de ECA en intensidad de campo eléctrico para 900 MHz:

$$\text{reemplazando f en: } 1,375 \times (900)^{0.5} = 41,25 \text{ V/m}$$

- Cálculo de ECA en de intensidad de campo magnético para 900 Mhz:

$$\text{reemplazando f en } 0,0037 \times (900)^{0.5} = 0,111$$

- Cálculo de ECA en Densidad de Potencia para 900 Mhz:

$$\text{reemplazando f en: } 900 / 200 = 4,5$$

En resumen se tienen los ECAs, en la tabla siguiente:

Tabla 08 : ECAs para Rango de Frecuencias de 400 MHz-2 GHz

Rango de Frecuencias	Intensidad de Campo Eléctrico (V/m)	Intensidad de Campo Magnético (A/m)	Densidad de potencia (W/m ²)
400 MHz – 2 GHz	41,25	0,111	4,5

2.4. Definición de términos

Campo eléctrico, zona del espacio en cuyos puntos se concreta la definición de la intensidad de una fuerza eléctrica.

Campo magnético, sector de espacio sobre el cual tiene incidencia un elemento magnético.

Campo electromagnético, combinación de campos de fuerzas eléctricos y magnéticos invisibles.

Densidad de potencia, se define como la potencia por unidad de área (W/m²) o Watts por metro cuadrado, pero es común el uso de densidades de potencia expresadas en miliwatts por centímetro cuadrado (mW/cm²), o también en microwatts por centímetro cuadrado (μW/cm²), siendo equivalentes a 10 W/m² y 0,01 W/m², respectivamente

Frecuencia, número entero de períodos o ciclos alcanzados en la unidad de tiempo por una magnitud o fenómeno periódico (onda acústica o electromagnética). Es el valor inverso del período de una onda sinusoidal. Se expresa en Hertz (Hz).

ICNIRP, siglas de International Commission on non Ionizing Radiation Protection. Es una comisión científica independiente creada por la Asociación Internacional de Protección contra la Radiación (IRPA) para fomentar la protección contra la radiación no ionizante (RNI) en beneficio de las personas y del medio ambiente

Radiación, energía en movimiento que está presente en nuestro mundo de forma natural o artificial. La radiación de los sistemas de comunicaciones móviles es de naturaleza electromagnética

Onda, oscilación periódica que se define por su amplitud, fase y frecuencia

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Tipo de investigación

La investigación es descriptiva, porque pretende describir en un contexto geográfico y temporal, la energía absorbida (radiación electromagnética) por los tejidos en el cuerpo humano (piel y músculo), como tasa de absorción específica, expresado en watt por kilogramo (W/kg); a efectos de las radiaciones no ionizantes emitidos por la estación base de telefonía móvil en la urbanización Rosa de América-Comas-Lima.

3.2. Método

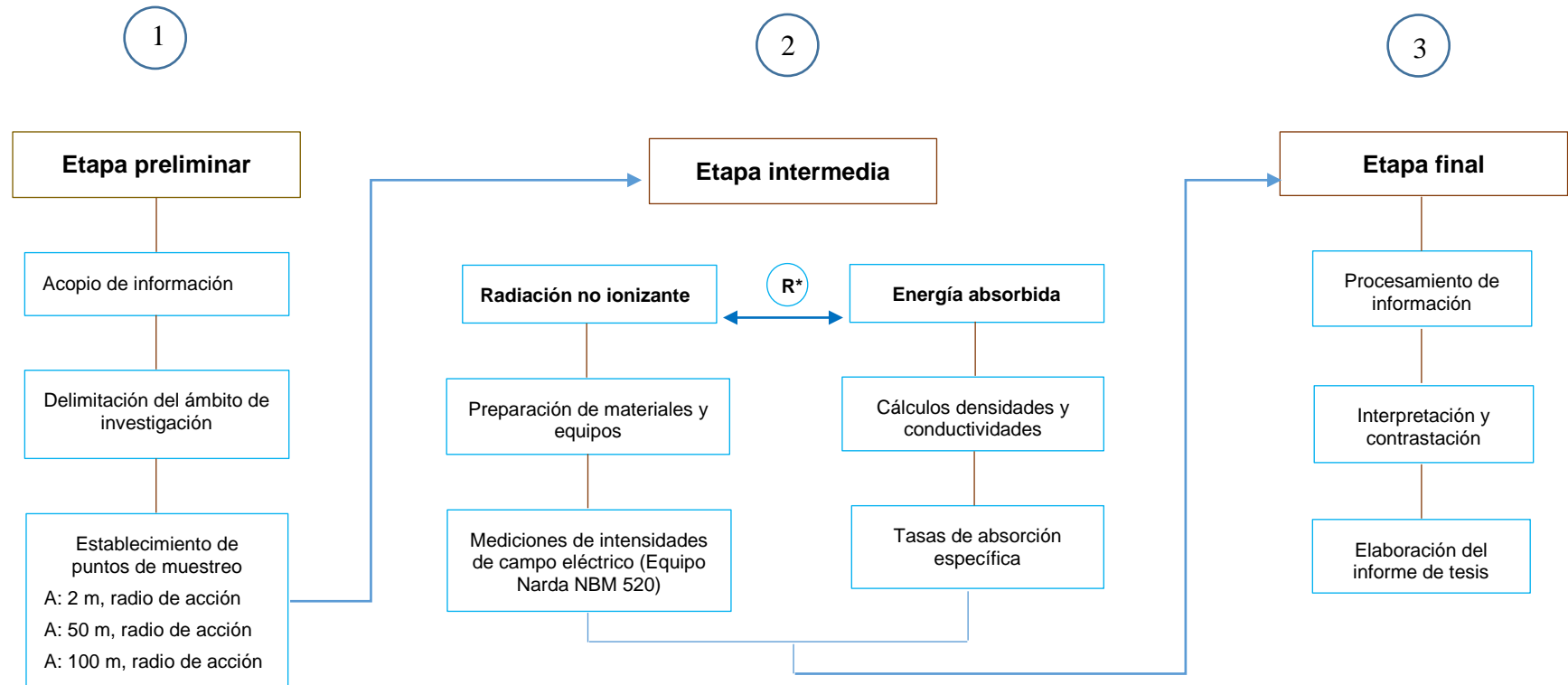
El método cuantitativo, se desarrolla en la presente investigación, porque se acopia información in-situ de evidencias medibles a ser cuantificado y procesado. Es decir, la presente investigación depende de datos (números) y el análisis de datos mediante la estadística para proyectar tendencia.

3.3. Diseño de la investigación

La investigación es no experimental, descriptivo a partir de la prospección en el contexto geográfico y temporal, de la energía absorbida por los tejidos en el cuerpo humano (piel y músculo) a efectos de las radiaciones no ionizantes emitidos por la estación base de telefonía móvil en la urbanización Rosa de América-Comas-Lima.

ESQUEMA: PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN:

DETERMINACIÓN DE LA TASA DE ABSORCIÓN ESPECÍFICA EN TEJIDOS BIOLÓGICOS HUMANOS A EFECTOS DE RADIACIÓN NO IONIZANTE EMITIDOS POR LA ESTACION BASE DE TELEFONÍA MÓVIL, URBANIZACIÓN ROSA DE AMÉRICA-COMAS-LIMA, 2018-2019



R*: relación entre variable independiente y dependiente

3.3.1. Variables

- **Independiente**

Radiación no ionizante, es la emisión de intensidad de campo eléctrico (E), expresado en voltio sobre metro (V/m). Así como también la emisión de densidad de potencia (S) e intensidad de campo magnético (H). Es una cantidad de campo vectorial que representa la fuerza producida por una carga de prueba positiva infinitesimal (q) en un punto, dividida entre el valor de dicha carga eléctrica, cuyas unidades de medida son el voltio sobre metro (V/m).

- **Dependiente**

Energía absorbida, viene a ser la recepción de la radiación electromagnética, como la tasa de absorción específica (SAR), coeficiente o medida de la cantidad de energía que es absorbida por los tejidos en el cuerpo humano, expresado en watt por kilogramo (W/kg), esto es:

$$SAR = (\sigma \times E^2)/\rho$$

3.3.2. Operacionalización de variables

El proceso metodológico en descomponer deductivamente las variables que componen el problema de investigación, es tal como:

Variables	Indicador	Medición	Unidad de medida
Independiente Radiación no ionizante	Intensidad de campo eléctrico a 2 m de radio de acción. Intensidad de campo eléctrico a 50 m de radio de acción. Intensidad de campo eléctrico a 100 m de radio de acción.	Equipo NARDA SRM 3006	(V/m)
Dependiente Energía absorbida	Tasa de absorción específica para el músculo Tasa de absorción específica para la piel	SAR = $(\sigma \times E^2)/\rho$	(W/kg)

3.4. Universo y muestra

El universo o población está conformada por todas las estaciones base de telefonía móvil del distrito Comas-Lima, con capacidad de cobertura hasta 150

metros de radio de acción, de conformidad a las especificaciones técnicas sustentado en el tipo de estación y por el tipo de sus celdas radiantes.

La muestra para esta investigación está conformada por la estación base de telefonía móvil de la urbanización Rosa de América-Comas-Lima y por las delimitaciones de 2 m, 50 m y 100 m de radios de acción, dentro de la capacidad de cobertura de la estación de telefonía móvil.

3.5. Técnicas de acopio de información

La presente investigación se desarrolla a partir de la observación y comprensión de la problemática social que viene ocurriendo en el ambiente de influencia de la estación base de telefonía móvil en la urbanización Rosa de América-Comas-Lima. Se revisó información bibliográfica diversa para el marco teórico y la factibilidad en los aspectos económica, social y ambiental. Para concretar, se empleó la técnica de la entrevista, la observación y el registro de datos (información) y el instrumento que facilitó fue el uso del equipo Narda NBM 520. En consecuencia, el acopio de información valorada se llevó a cabo tal como:

3.5.1. Delimitación del ámbito de investigación

La delimitación del ámbito de la investigación se realizó con el apoyo de información cartográfica (google Earth), estableciendo preliminarmente los puntos de muestreo a radios de acción 2 m., 50 m. y 100 m. a la redonda, a partir del eje de la ubicación de la estación base de telefonía móvil en la urbanización Rosa de América-Comas-Lima. (Imagen 01, Pág. 6)

3.5.2. Establecimiento de puntos de muestreo

Se confirmaron in-situ, los puntos de muestreo establecidos preliminarmente, esto es, a radios de acción 2 m., 50 m. y 100 m. a la redonda, a partir del eje de la ubicación de la estación base de telefonía móvil en la urbanización Rosa de América-Comas-Lima, georeferenciada con el auxilio del sistema de posicionamiento geográfico (GPS).

Cada punto de muestreo, se ubicó estratégicamente considerando accesibilidad a lo largo de cada radio de acción establecido, debido a la existencia de casas vivienda, árboles e infraestructura vial. El registro de lecturas (datos), se llevó a cabo con intervalos de una hora a partir de las 06:00 horas hasta las 23:00 horas, durante el período de 6 meses (noviembre

2018-Abril 2019), 1 día por mes para cada radio de acción definido. En la Tabla 09, se presenta la descripción de los puntos de muestreo, tal como:

Tabla 09: Descripción de los puntos de muestreo

Puntos a:	Descripción
2 m a la redonda	18 puntos ubicados estratégicamente considerando accesibilidad, a 2 m a la redonda, a partir del eje de la ubicación de la estación base de telefonía móvil en la urbanización Rosa de América-Comas-Lima.
50 m a la redonda	18 puntos ubicados estratégicamente considerando accesibilidad, a 50 m a la redonda, a partir del eje de la ubicación de la estación base de telefonía móvil en la urbanización Rosa de América-Comas-Lima.
100 m a la redonda	18 puntos ubicados estratégicamente considerando accesibilidad, a 100 m a la redonda, a partir del eje de la ubicación de la estación base de telefonía móvil en la urbanización Rosa de América-Comas-Lima.

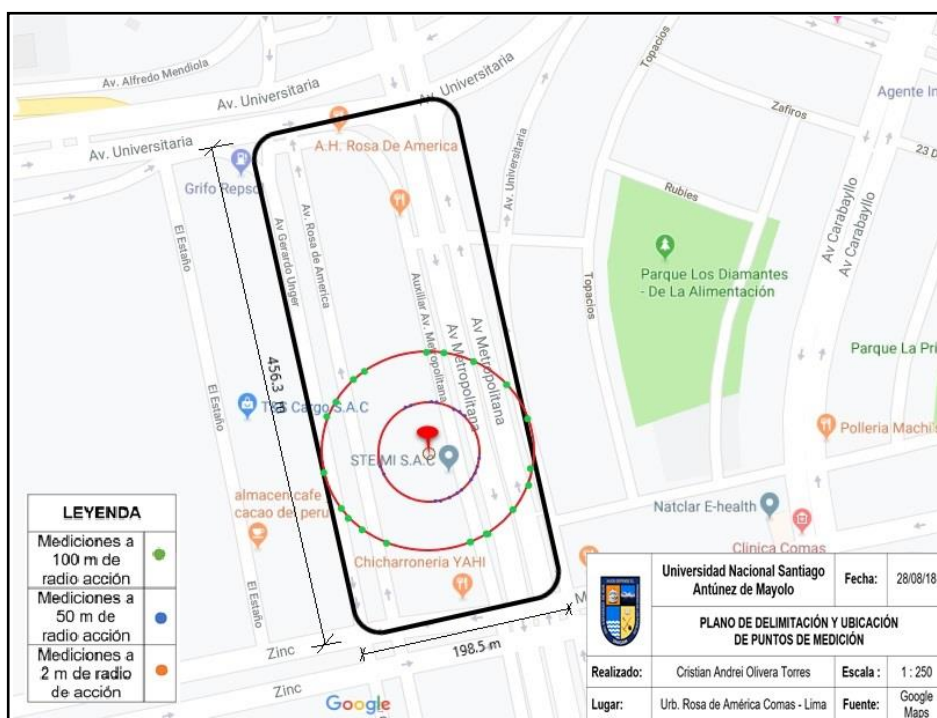


Imagen 04: Plano de ubicación de los puntos de muestreo

3.5.3. Mediciones de intensidad de campo eléctrico

▪ Preparación de materiales y equipo

Previa a cada medición y/o registro de datos con el equipo Narda NBM 520, se verificó el buen estado de materiales (formato para registro de mediciones, lapicero, lápiz, mesa pequeña, linterna de mano, baterías de cambio y extensión de corriente eléctrica de 10 metros.) y equipos (laptop, cámara fotográfica y celulares).

Se Verificó cada punto de muestreo, un día antes o dos horas antes como mínimo, al inicio de las mediciones de intensidades de campo eléctrico y los registros correspondientes, de conformidad a lo programado. Se garantizó en cada punto de muestreo, libre de residuos sólidos, autos estacionados, kioscos u otros factores de peligro que pudieran generar riesgos para las mediciones.

Se verificó el buen estado del equipo Narda NBM 520, en cuanto a su calibración y funcionamiento, respectivamente.

Se instaló el equipo Narda NBM 520 y la laptop, en cada punto de muestreo establecido, treinta minutos antes de la hora de inicio de las mediciones de intensidades de campo eléctrico y los registros correspondientes.

▪ **Mediciones con el equipo Narda NBM 520**

Para las mediciones de intensidades de campo eléctrico se hizo uso de la técnica instrumental, para ello se contó con el equipo Narda NBM 520, cuyas características generales responden para:

- Tipo de emplazamiento.- fija, estación base
- Magnitudes a medir.- intensidad de campo eléctrico y densidad de potencia
- Tipo de cálculo de SAR.- teórico
- Tipo de medición.- campo cercano, fuente única
- Rango de medición.- de 2100 KZH a 10 GHZ

Se ha considerado, para las mediciones de intensidades de campo eléctrico, las recomendaciones establecidas por el MINAM, en su protocolo RM N° 613-2004-MTC. La secuencia de trabajo consistió en:

- En la proximidad de cada punto de muestreo, ubicado la laptop en la mesa, se instaló por encima de ésta, el equipo Narda NBM 520, con orientación de la antena en posición perpendicular respecto a la

superficie, en aplicación del protocolo RM N° 613-2004-MTC. Importante anotar que el protocolo no especifica la separación entre el equipo y la laptop, sólo menciona que la antena del equipo Narda NBM 520 debe estar a 2,0 metros sobre la superficie de referencia o respecto al suelo, para ayudar a estabilizar el equipo en caso de interferencias.

- Instalado el equipo Narda NBM 520 en el punto de medición, es conectado a la laptop y programado para dieciocho mediciones (datos) de intensidad de campo eléctrico, en cada punto de muestreo, a cada hora de intervalos de tiempo, registrando para cada medición promedios de mediciones continuas de diez minutos, en cada día del periodo establecido. Se inició con las mediciones a las 06:00 horas y se finalizó las 23:00 horas.

- **Registro de mediciones (datos)**

Las mediciones han sido tomadas y registradas en formatos debidamente diseñados, con una frecuencia de una hora (06:00-23:00 Hrs.), en seis meses (tres monitoreos por mes), totalizando 324 registros de intensidad de campo eléctrico, 324 registros de intensidad de campo magnético y 324 registros de densidad de potencia, obtenidas con el equipo Narda NBM 520 (Anexo 03).

3.6. Procesamiento de datos

Las densidades y conductividades eléctricas necesarias para el cálculo de la tasa de absorción específica se han obtenido a partir de la Tabla 04: Densidades y características eléctricas de los tejidos biológicos, tal como:

$\rho = \left(\frac{kg}{m^3}\right)$, donde:

ρ : Densidad de masa piel o musculo $\left(\frac{kg}{m^3}\right)$.

$\sigma = \left(\frac{S}{m}\right)$, donde:

σ : Conductividad del piel o musculo $\left(\frac{S}{m}\right)$.

Registrado las mediciones de las intensidades de campo eléctrico, obtenidas con el equipo Narda NBM 520, se procedió a procesar mediante el programa Excel 2016.

Asimismo, la tasa de absorción específica (SAR), para los tejidos humanos, esto es, tanto para la piel como para el músculo, se calculó mediante el método Polk Charles y Postow Ellio, que considera las intensidades de campo eléctrico medidos in-situ, así como, la densidad y conductividad eléctrica de los tejidos biológicos. Por lo tanto:

$$SAR = (\sigma \times E^2)/\rho, \text{ donde:}$$

$$E = \text{Intensidad de campo eléctrico (V/m)}$$

En síntesis, se ha usado la técnica de procesamiento de datos estadísticos, mediante tabulación de datos y resultados, organizándolos en tablas y gráficos, respectivamente.

3.7. Análisis de resultados y contrastación de la hipótesis

El análisis de resultados es la explicación de los resultados obtenidos y comparados estos con datos obtenidos por otros investigadores, se presenta una evaluación de los resultados teniendo en cuenta los trabajos de otros investigadores, entrelazando o contrastando datos y resultados que se han encontrado en la presente investigación con los datos o información de la base teórica y los antecedentes. También se tuvo en cuenta la normativa existente para en la contraste de los resultados

En tanto que, la contraste de la hipótesis viene a ser el reforzamiento de la hipótesis planteada o la negación de ésta.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Resultados de las intensidades de campo eléctrico a efectos de radiaciones no ionizantes

Las mediciones de las intensidades de campo eléctrico “E” en V/m, se ejecutaron con el equipo Narda NBM 520 y se presentan en el Anexo 3 (18 reportes de análisis in-situ), totalizando 324 mediciones registradas entre los meses de noviembre 2018 y abril 2019, respectivamente.

Las mediciones se llevaron a cabo a radios de acción definidos a 2 m, 50 m y 100 m (18 mediciones en cada radio de acción por vez), a partir del eje de la estación base de telefonía móvil ubicada en la urbanización Rosa de América-Comas-Lima.

Las frecuencias entre las mediciones fue a cada hora entre las 06:00 horas y 23:00 horas, un día por mes, durante un período de seis meses (noviembre 2018 a abril 2019), para cada radio de acción definidos.

Procesado estadísticamente, haciendo uso del programa Excel de Office, las mediciones in-situ de las intensidades de campo eléctrico “E” en V/m, se presentan los resultados en la Tabla 10 y Gráfico 01, como consolidados en promedios horarios.

Tabla 10: Promedios horarios de intensidades de campo eléctrico

Monitoreo (Horas)	Intensidades de campo eléctrico (V/m), a radios de acción:		
	2 m	50 m	100 m
06:00	9.4850	8.3567	7.4583
07:00	9.5400	8.4283	7.4700
08:00	9.8400	8.6583	7.5483
09:00	9.9800	8.6600	7.8600
10:00	10.1717	8.5583	8.0183
11:00	10.5350	8.6800	8.1367
12:00	10.7567	9.1350	8.2733
13:00	11.0067	9.1633	8.2217
14:00	10.9950	8.8633	7.8717
15:00	10.6083	8.7900	7.5250
16:00	10.2517	8.5983	7.4350
17:00	10.5250	8.5167	7.5883
18:00	10.9700	8.9333	7.9700
19:00	11.0183	8.9817	8.0700
20:00	10.6467	8.4750	7.7917
21:00	10.4983	8.3650	7.4883
22:00	10.2900	8.0150	7.4267
23:00	10.0200	7.8450	7.4050

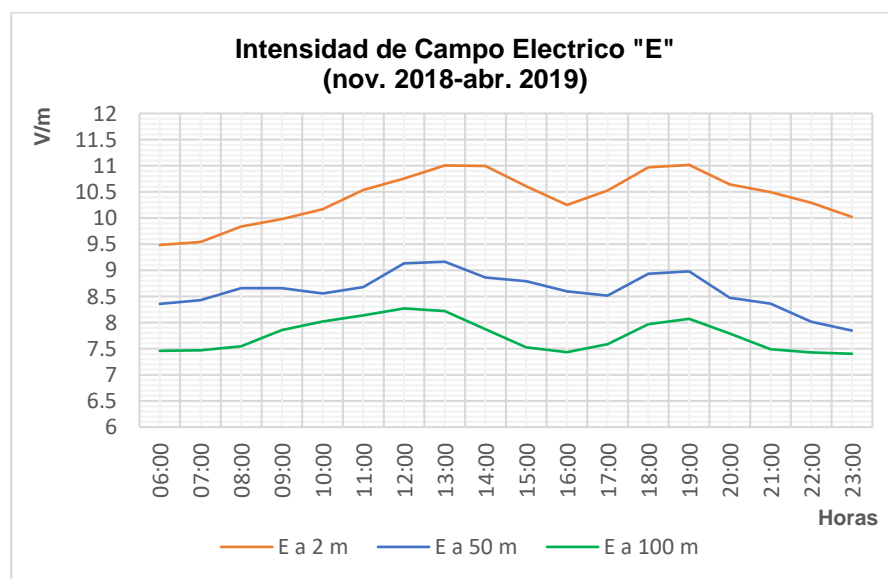


Gráfico 01: Promedios horarios de E (V/m)

4.2. Resultados de las tasas de absorción específica para la piel a efectos de radiación no ionizante

Para determinar las tasas de absorción específica para la piel a efectos de radiación no ionizante emitidos por la estación de telefonía móvil de la urbanización Rosa de América-Comas-Lima, se usaron los registros de las intensidades de campo eléctrico, así como, la densidad y conductividad de piel, previamente calculados.

Cálculos de la densidad y conductividad de piel, teniendo en cuenta los datos de la Tabla 04 y realizando las conversiones, se tienen:

- **Densidad de piel:**

$$\rho = 1125 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho = 1125 \text{ kg/m}^3 \times (1\text{m}^3/3,28^3 \text{ pies}^3)$$

$$\rho = 1125 \text{ kg/m}^3 \times (1\text{m}^3/3,28^3 \text{ pies}^3) \times (2,2 \text{ lb/1kg})/21,51$$

$$\rho = 3,289 \text{ lb/pie}^3$$

- **Conductividad de piel:**

$$\sigma = 0,693 \text{ S/m}$$

$$\sigma = 0,693 \text{ S/m} \times (3,28 \text{ pies}/1000\text{mm})/(1,92)$$

$$\sigma = 0,0011 \text{ S/m}$$

En seguida, para cada intensidad de campo eléctrico a efectos de radiación no ionizante, expresados como resultados, se han determinado las tasas de absorción específica para la piel a efectos de radiación no ionizante, mediante el método de Polk Charles y Postow Elliot, esto es, $\text{SAR} = \sigma(E^2/\rho)$.

Efectuado los cálculos correspondientes, se presenta en la Tabla 11 las tasas de absorción específica para la piel a efectos de radiaciones no ionizantes (SAR-piel), consolidadas en promedios horarios. Asimismo, se presenta el Gráfico 02, esto es, sobre el comportamiento de las tasas de absorción específica a cada radio de acción definidos.

Tabla 11: Promedios horarios de tasas de absorción específica para la piel

Monitoreo (Horas)	Tasas de absorción específica para la piel, a radios de acción:		
	2 m	50 m	100 m
06:00	0.0301	0.0234	0.0186
07:00	0.0304	0.0238	0.0187
08:00	0.0324	0.0251	0.0191
09:00	0.0333	0.0251	0.0207
10:00	0.0346	0.0245	0.0215
11:00	0.0371	0.0252	0.0221
12:00	0.0387	0.0279	0.0229
13:00	0.0405	0.0281	0.0226
14:00	0.0404	0.0263	0.0207
15:00	0.0376	0.0258	0.0189
16:00	0.0351	0.0247	0.0185
17:00	0.0370	0.0243	0.0193
18:00	0.0402	0.0267	0.0212
19:00	0.0406	0.0270	0.0218
20:00	0.0379	0.0240	0.0203
21:00	0.0369	0.0234	0.0188
22:00	0.0354	0.0215	0.0184
23:00	0.0336	0.0206	0.0183

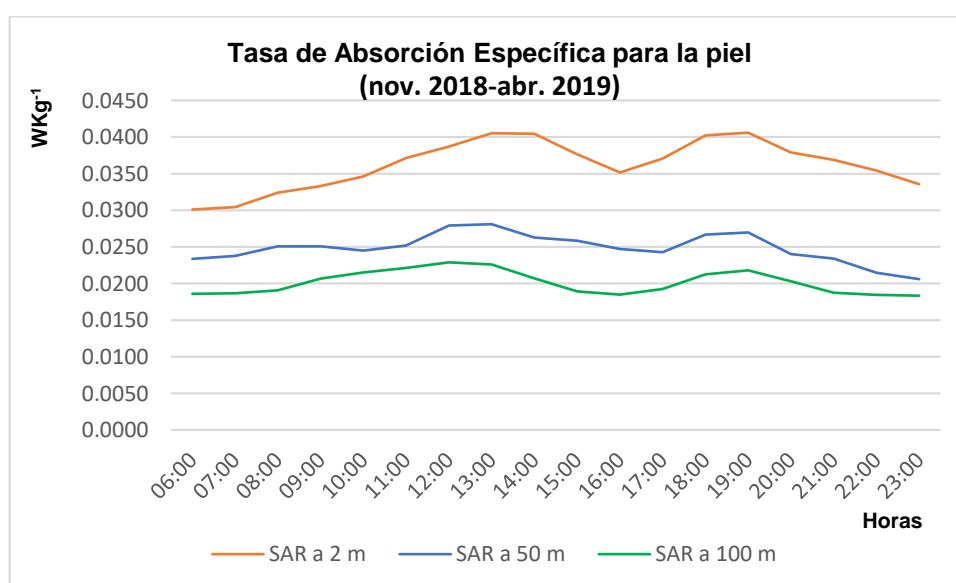


Gráfico 02: Promedios horarios de SAR para la piel

4.3. Resultados de las tasas de absorción específica para el músculo a efectos de la radiación no ionizante

Para determinar las tasas de absorción específica para el músculo a efectos de radiación no ionizante emitidos por la estación de telefonía móvil de la urbanización Rosa de América-Comas-Lima, se usaron los registros de las intensidades de campo eléctrico, así como, la densidad y conductividad en el músculo, previamente calculados.

Cálculos de la densidad y conductividad para el músculo, teniendo en cuenta los datos de la Tabla 04 y realizando las conversiones, se tienen:

- **Densidad del músculo:**

$$\rho = 1059 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho = 1059 \text{ kg/m}^3 \times (1\text{m}^3/3,28^3 \text{ pies})$$

$$\rho = 1059 \text{ kg/m}^3 \times (1\text{m}^3/3,28^3 \text{ pies}) \times (2,2 \text{ lb}/1\text{kg})/5,2$$

$$\rho = 12,6 \text{ lb/pie}^3$$

- **Conductividad del músculo:**

$$\sigma = 1,198 \text{ S/m}$$

$$\sigma = 1,198 \text{ S/m} \times (3,28 \text{ pies}/1000\text{mm})/(3,4)$$

$$\sigma = 0,00107$$

En seguida, para cada intensidad de campo eléctrico a efectos de radiación no ionizante, expresados como resultados, se han determinado las tasas de absorción específica para el músculo a efectos de radiación no ionizante, mediante el método de Polk Charles y Postow Elliot, esto es, $SAR = \sigma(E^2/\rho)$.

Efectuado los cálculos correspondientes, se presenta en la Tabla 12 las tasas de absorción específica para el músculo a efectos de radiación no ionizante (SAR-piel), consolidados en promedios horarios. Asimismo, se presenta el Gráfico 03, esto es, sobre el comportamiento de las tasas de absorción específica a cada radio de acción definidos.

Tabla 12: Promedios horarios de tasas de absorción específica para el músculo

Monitoreo (Horas)	Tasas de absorción específica para el músculo, a radios de acción		
	2 m	50 m	100 m
06:00	0.0076	0.0059	0.0047
07:00	0.0077	0.0060	0.0047
08:00	0.0082	0.0064	0.0048
09:00	0.0085	0.0064	0.0052
10:00	0.0088	0.0062	0.0055
11:00	0.0094	0.0064	0.0056
12:00	0.0098	0.0071	0.0058
13:00	0.0103	0.0071	0.0057
14:00	0.0103	0.0067	0.0053
15:00	0.0096	0.0066	0.0048
16:00	0.0089	0.0063	0.0047
17:00	0.0094	0.0062	0.0049
18:00	0.0102	0.0068	0.0054
19:00	0.0103	0.0069	0.0055
20:00	0.0096	0.0061	0.0052
21:00	0.0094	0.0059	0.0048
22:00	0.0090	0.0055	0.0047
23:00	0.0085	0.0052	0.0047

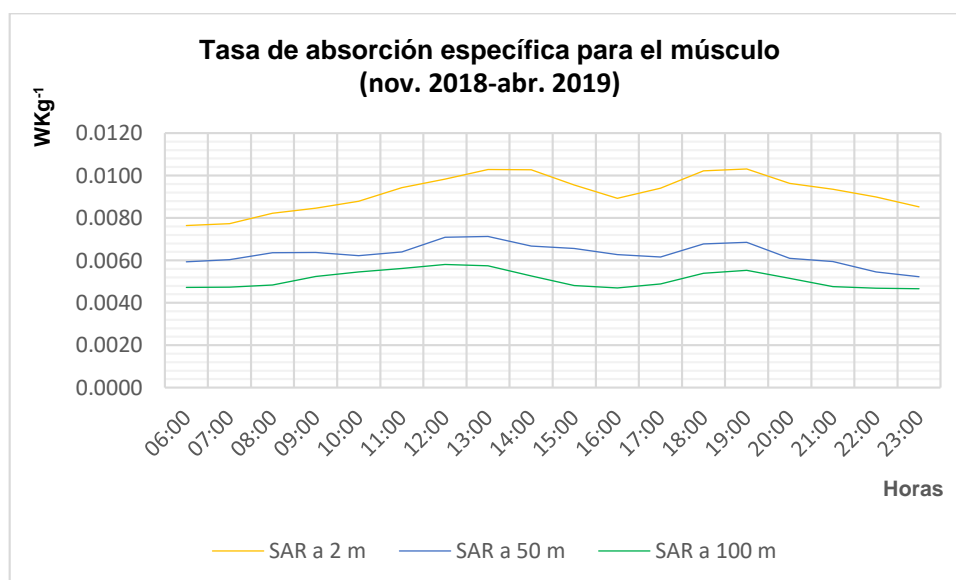


Gráfico 03: Promedios horarios de SAR para el músculo

4.4. Resultados de los valores de: intensidades de campo eléctrico, intensidades de campo magnético y densidades de potencia, con los estándares de calidad ambiental para radiaciones no ionizantes

Las mediciones de las intensidades de campo eléctrico, intensidades de campo magnético y densidades de potencia, se ejecutaron con el equipo Narda NBM 520, registradas en los 18 reportes de análisis (Anexo 3), ejecutadas entre las 06:00 horas y 23:00 horas, un día por mes, durante un período de seis meses (noviembre 2018 a abril 2019), para cada radio de acción definidos.

Para obtener los resultados como valores de: intensidades de campo eléctrico, intensidades de campo magnético y densidades de potencia, se procesó estadísticamente haciendo uso del programa Excel de Office, y consolidar en promedios horarios.

En la Tabla 13 y Gráfico 04, se presentan los resultados en promedios horarios de las Intensidades de campo eléctrico “E” (V/m), a radios de acción de 2m, 50 m y 100 a partir de la ubicación de la estación base de telefonía móvil de la urbanización Rosa de América-Comas-Lima.

Asimismo, en la Tabla 14 y Gráfico 05, se presentan los resultados en promedios horarios de las intensidades de campo magnético “H” (A/m), a radios de acción de 2m, 50 m y 100 a partir de la ubicación de la estación base de telefonía móvil de la urbanización Rosa de América-Comas-Lima.

Finalmente, en la Tabla 15 y Gráfico 06, se presentan los resultados en promedios horarios de las densidades de potencia “S” (W/m²), a radios de acción de 2m, 50 m y 100 a partir de la ubicación de la estación base de telefonía móvil de la urbanización Rosa de América-Comas-Lima.

En tanto que, en la Tabla 08 (página 25) se presentan los valores de los estándares de calidad ambiental para radiaciones no ionizantes para intensidad de campo eléctrico, intensidad de campo magnético y densidad de potencia, teniendo en cuenta que la estación de telefonía móvil ubicada en la urbanización Rosa de América-Comas-Lima, tiene como rango de frecuencia 900 Mhz: y considerando que se ubica dentro del rango de frecuencias de 400 MHz-2 GHz.

Tabla 13: Intensidades de campo eléctrico Vs ECA

Monitoreo (Horas)	Intensidades de campo eléctrico (V/m)		
	2 m	50 m	100 m
06:00	9.4850	8.3567	7.4583
07:00	9.5400	8.4283	7.4700
08:00	9.8400	8.6583	7.5483
09:00	9.9800	8.6600	7.8600
10:00	10.1717	8.5583	8.0183
11:00	10.5350	8.6800	8.1367
12:00	10.7567	9.1350	8.2733
13:00	11.0067	9.1633	8.2217
14:00	10.9950	8.8633	7.8717
15:00	10.6083	8.7900	7.5250
16:00	10.2517	8.5983	7.4350
17:00	10.5250	8.5167	7.5883
18:00	10.9700	8.9333	7.9700
19:00	11.0183	8.9817	8.0700
20:00	10.6467	8.4750	7.7917
21:00	10.4983	8.3650	7.4883
22:00	10.2900	8.0150	7.4267
23:00	10.0200	7.8450	7.4050

Nota: ECA Intensidad de Campo Eléctrico, viene a ser $E = 41,25 \text{ V/m}$

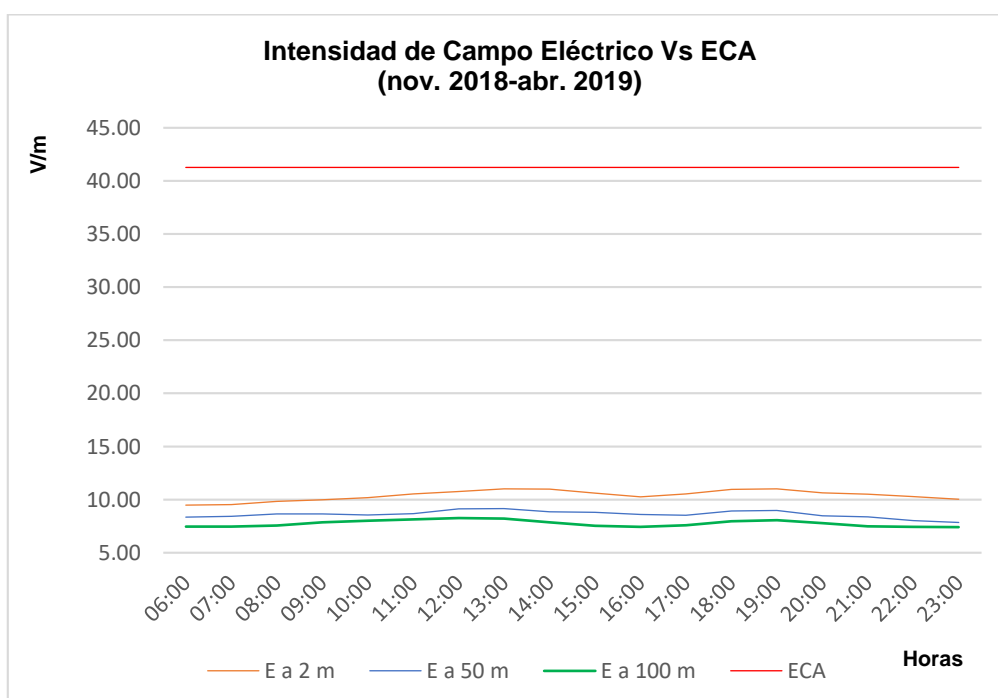


Gráfico 04: Promedios horarios de E Vs ECA

Tabla 14: Intensidades de campo magnético Vs ECA

Monitoreo (Horas)	Intensidades de campo magnético (A/m)		
	2 m	50 m	100 m
06:00	0.0197	0.0180	0.0188
07:00	0.0198	0.0200	0.0193
08:00	0.0238	0.0213	0.0190
09:00	0.0227	0.0217	0.0215
10:00	0.0255	0.0223	0.0228
11:00	0.0270	0.0252	0.0243
12:00	0.0305	0.0293	0.0285
13:00	0.0293	0.0307	0.0283
14:00	0.0252	0.0265	0.0243
15:00	0.0222	0.0220	0.0223
16:00	0.0242	0.0212	0.0217
17:00	0.0253	0.0230	0.0232
18:00	0.0280	0.0292	0.0285
19:00	0.0262	0.0290	0.0290
20:00	0.0240	0.0242	0.0237
21:00	0.0208	0.0230	0.0238
22:00	0.0207	0.0222	0.0218
23:00	0.0206	0.0187	0.0223

Nota: ECA Intensidad de Campo Magnético, viene a ser $H = 0,111$ A/m

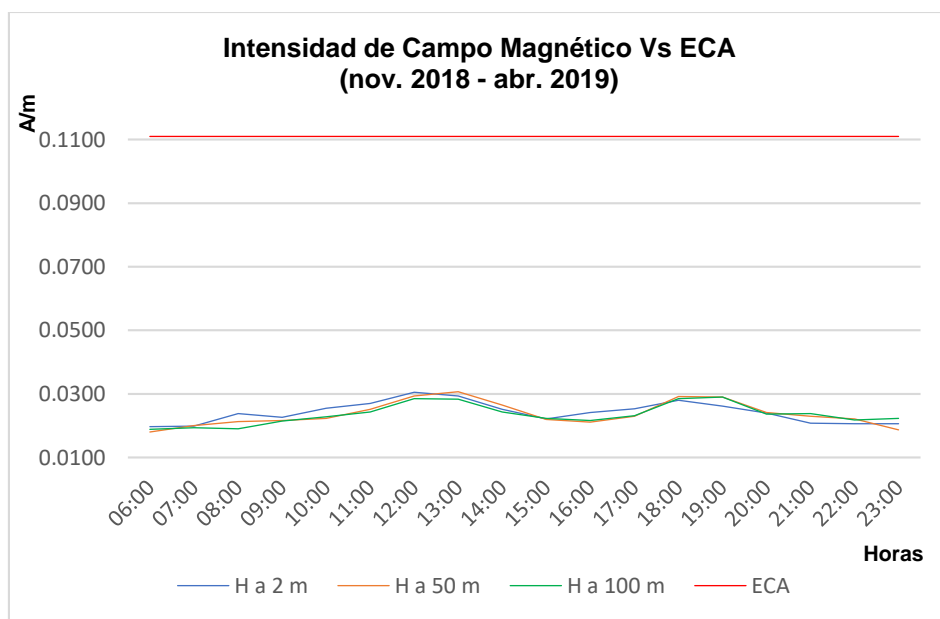


Gráfico 05: Promedios horarios de H Vs ECA

Tabla 15: Densidades de potencia Vs ECA

Monitoreo (Horas)	Densidades de potencia (W/m)		
	2 m	50 m	100 m
06:00	1.2733	1.4383	1.6283
07:00	1.2967	1.4700	1.6317
08:00	1.3200	1.4650	1.6450
09:00	1.3083	1.4983	1.6467
10:00	1.3533	1.5450	1.7117
11:00	1.4150	1.5750	1.7250
12:00	1.4433	1.6167	1.7467
13:00	1.4583	1.6400	1.7450
14:00	1.3917	1.5883	1.7050
15:00	1.3300	1.5250	1.6700
16:00	1.3233	1.4867	1.6333
17:00	1.3300	1.5200	1.6617
18:00	1.3783	1.5767	1.7300
19:00	1.4183	1.5983	1.7483
20:00	1.4017	1.5633	1.7133
21:00	1.3517	1.5200	1.6633
22:00	1.3217	1.4933	1.6417
23:00	1.2750	1.4633	1.6050

Nota: ECA Densidad de Potencia, viene a ser $S = 4,5 \text{ W/m}^2$

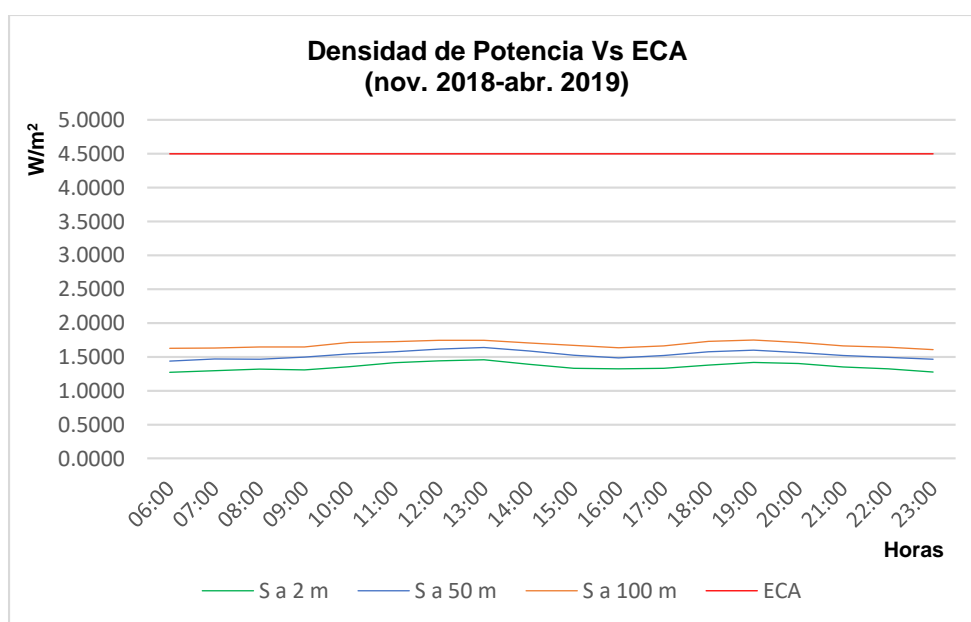


Gráfico 06: Promedios horarios de S Vs ECA

CAPÍTULO V

DISCUSIONES

5.1. Discusiones de los resultados de las intensidades de campo eléctrico a efectos de radiaciones no ionizantes

A radio de acción 2 m, se registran intensidades de campo eléctrico de 11,0183 V/m a las 19:00 horas, como el más alto y de 9,4850 V/m a las 06:00 horas como el más bajo. Las intensidades de campo eléctrico, entre las 06:00-23:00 horas, fluctúa en un rango de 1,5333 V/m.

A radio de acción 50 m, se registran intensidades de campo eléctrico de 9,1633 V/m a las 13:00 horas, como el más alto y de 7,8450 V/m a las 23:00 horas como el más bajo. Las intensidades de campo eléctrico, entre las 06:00-23:00 horas, fluctúa en un rango de 1,3183 V/m.

A radio de acción 100 m, se registran intensidades de campo eléctrico de 8,2733 V/m a las 12:00 horas, como el más alto y de 7,4050 V/m a las 23:00 horas como el más bajo. Las intensidades de campo eléctrico, entre las 06:00-23:00 horas, fluctúa en un rango de 0,8683 V/m.

A radios de acción 2 m y 100 m, se registran las intensidades de campo eléctrico de 11,0183 V/m como el más alto y de 7,4050 V/m como el más bajo, por tanto fluctuando en un rango de 2,6133 V/m hasta el radio de acción de 100 m a la redonda de la estación base de telefonía móvil ubicada en la urbanización Rosa de América-Comas-Lima.

El gráfico, muestra que las intensidades de campo eléctrico, a radios de acción 2 m, 50 m y 100 m, presentan fluctuaciones leves, por tanto, estas no presentan picos

marcados, tanto hacia arriba como hacia abajo. Asimismo, se evidencia que las intensidades de campo eléctrico, tienen un comportamiento descendente o de caída, cuanto más se aleja a partir del eje de la estación base de telefonía móvil, esto es, a mayor radio de acción menores intensidades de campo eléctrico

Comparativamente, el valor promedio horario más alto de 11,0183 V/m a 2 m de radio de acción, registrado a las 19:00 horas, se encuentra por debajo de los promedios de intensidad de campo eléctrico de 15,12 V/m para Pueblo Libre y 14,29 V/m para San Miguel, realizados el año 2014 por MINAM.

5.2. Discusiones de los resultados de las tasas de absorción específica para la piel a efectos de radiación no ionizante

Según la Tabla 11, en promedios horarios, la amplitud de variación de las tasas de absorción específica para la piel, está comprendida entre 0,0183 WKg⁻¹ y 0,0406 WKg⁻¹, esto es, circunscrito en un rango de ,0213 WKg⁻¹.

Como se observa en el Gráfico 02, las tasas de absorción específica para la piel, muestran tendencias a disminuir, cuanto más se alejan a partir del eje de la estación base de telefonía móvil, esto es, a mayor radio de acción menores tasas de absorción específica.

Asimismo, se deduce de la Tabla 11 y Gráfico 02, como horas pico de las tasas de absorción específica para la piel entre 12:00 a 13:00 horas

Comparativamente, con el valor promedio horario más alto de la tasa de absorción específica para la piel de 0,0406 W/Kg a 2 m de radio de acción, calculado para las 19:00 horas, esto se encuentra por debajo de la tasa de absorción específica promedio para la piel de 0,177 W/kg medidos en el mismo punto de ubicación de la antena con frecuencia de 900 MHz, según lo investigado a nivel de tesis "Tasa de absorción específica (SAR) de tejidos biológicos bajo distintas condiciones de exposición a radiaciones no ionizantes año 2012. (Macedo, 2012).

De conformidad a las restricciones básicas para exposiciones a campos eléctricos y magnéticos para frecuencias hasta 10 GHz, corresponde para la investigación, exposición al público en general como característica, cuyo valor es de 0,08 Wkg⁻¹ para todo el cuerpo. En consecuencia, las tasas de absorción específica para la piel entre 0,0183 WKg⁻¹ y 0,0406 WKg⁻¹, se ubican muy por debajo de la restricción establecida.

5.3. Discusión de los resultados de las tasas de absorción específica para el músculo a efectos de la radiación no ionizante

Según la Tabla 12, en promedios horarios, la amplitud de variación de las tasas de absorción específica para el músculo, está comprendida entre $0,0047 \text{ WKg}^{-1}$ y $0,0103 \text{ WKg}^{-1}$, esto es, circunscrito en un rango de $0,0056 \text{ WKg}^{-1}$.

Como se observa en el Gráfico 03, las tasas de absorción específica para el músculo, muestran tendencias a disminuir, cuanto más se alejan a partir del eje de la estación base de telefonía móvil, esto es, a mayor radio de acción menores tasas de absorción específica.

Asimismo, se deduce de la Tabla 12 y Gráfico 03, como horas pico de las tasas de absorción específica para el músculo entre 12:00 a 13:00 horas

De conformidad a las restricciones básicas para exposiciones a campos eléctricos y magnéticos para frecuencias hasta 10 GHz, corresponde para la investigación, exposición al público en general como característica, cuyo valor es de $0,08 \text{ WKg}^{-1}$ para todo el cuerpo. En consecuencia, las tasas de absorción específica para el músculo entre $0,0047 \text{ WKg}^{-1}$ y $0,0103 \text{ WKg}^{-1}$, se ubican muy por debajo de la restricción establecida.

Considerando las restricciones a la exposición a campos electromagnéticos variables en el tiempo (ICNIRP, 1998). Teniendo en cuenta el valor más alto de $0,0103 \text{ WKg}^{-1}$ a 2 m de radio de acción, esto explicaría que es el coeficiente o medida de la cantidad de energía que es absorbida por el músculo.

5.4. Discusión de los resultados de los valores de intensidades de campo eléctrico, intensidades de campo magnético y densidades de potencia, con los estándares de calidad ambiental para radiaciones no ionizantes

Según la Tabla 13 y el Gráfico 04, los valores promedios de intensidades de campo eléctrico "E" (V/m) en los radios de acción establecidas, se encuentran muy por debajo del estándar de calidad ambiental de intensidad de campo eléctrico ($E = 41,25 \text{ V/m}$). En consecuencia, la diferencia a favor entre el ECA y el valor más alto de $11,0183 \text{ V/m}$ a 2 m de radio de acción, viene a ser de $30,2317 \text{ V/m}$.

Según la Tabla 14 y el Gráfico 05, los valores promedios de densidades de campo magnético "H" (A/m) en los radios de acción establecidas, se encuentran muy por debajo del estándar de calidad ambiental de intensidad de campo magnético ($H = 0,111 \text{ A/m}$).

En consecuencia, la diferencia a favor entre el ECA y el valor más alto de 0,0305 V/m a 2 m de radio de acción, viene a ser de 0,0805 V/m.

Según la Tabla 15 y el Gráfico 06, los valores promedios de densidades de potencia "S" (W/m^2) en los radios de acción establecidas, se encuentran muy por debajo del estándar de calidad ambiental de densidad de potencia ($S = 4,5 W/m^2$). En consecuencia, la diferencia a favor entre el ECA y el valor más alto de $1,7483 W/m^2$ a 100 m de radio de acción, viene a ser de $2,7517 W/m^2$.

Sin embargo, como la estación base se ubica dentro del área urbano, es concordante asumir la conclusión "Que las instalaciones de estas estaciones debían ser remodeladas debido a la poca altura que éstas poseen, a su vez, que mientras mayor tiempo esté operando la antena, se tendrá un valor significativo en la densidad de potencia de la misma, por lo que aumenta el riesgo de posibles efectos en la salud humana" a la que arribo en una Tesis en Guayaquil-Ecuador (Castillo, 2013).

Según una investigación del MINAM, de mediciones realizadas el año 2014, muestran para distritos de Lima Metropolitana de Pueblo Libre ($E = 15,12 V/m$, $H = 0,035 A/m$ y $S = 1,15 W/m^2$) y San Miguel ($E = 14,29 V/m$, $0,028 A/m$ y $S = 1,23 W/m^2$), que comparadas con los obtenidos para la urbanización Rosa de América-Comas-Lima, las diferencias no son significativas. Por consiguiente, encontrándose muy por debajo de los estándares de calidad ambiental para radiaciones no ionizantes de $E = 41,25 V/m$, $H = 0,111 A/m$ y $S = 4,5 W/m^2$, respectivamente. (MINAM, 2014).

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Las intensidades de campo eléctrico a efectos de radiación no ionizante emitidas por la estación base de telefonía móvil de la urbanización Rosa de América-Comas-Lima, registran valores máximos de: 11,0067 V/m a 2 m a la redonda, 9,1350 V/m a 50 m a la redonda y 8,2733 V/m a 100 m a la redonda. En consecuencia, los valores máximos se encuentran dentro de las intensidades de campo eléctrico a efectos de la radiación no ionizante de 41,25 V/m calculados según los estándares de calidad ambiental para radiaciones no ionizantes (DS N° 010-2005-PCM), para estaciones base de telefonía móvil de las características similares a la investigada.
- Las tasas de absorción específica en la piel a efectos de radiación no ionizante emitidos por la estación de telefonía móvil de la urbanización Rosa de América-Comas-Lima, registran valores máximos de: 0,0406 Wkg⁻¹ a 2 m a la redonda, 0,0281 Wkg⁻¹ a 50 m a la redonda y 0,0229 Wkg⁻¹ a 100 m a la redonda. De conformidad a las restricciones básicas para exposiciones a campos eléctricos y magnéticos para frecuencias hasta 10 GHz, corresponde para la investigación, exposición al público en general como característica, cuyo valor es de 0,08 Wkg⁻¹. En consecuencia, los valores máximos se encuentran dentro de la restricción establecida

- Las tasas de absorción específica en el músculo a efectos de radiación no ionizante emitidos por la estación de telefonía móvil de la urbanización Rosa de América-Comas-Lima, registran valores máximos de: $0,0103 \text{ Wkg}^{-1}$ a 2 m a la redonda, $0,0071 \text{ Wkg}^{-1}$ a 50 m a la redonda y $0,0058 \text{ Wkg}^{-1}$ a 100 m a la redonda. De conformidad a las restricciones básicas para exposiciones a campos eléctricos y magnéticos para frecuencias hasta 10 GHz, corresponde para la investigación, exposición al público en general como característica, cuyo valor es de $0,08 \text{ Wkg}^{-1}$. En consecuencia, los valores máximos se encuentran dentro de la restricción establecida
- En el ámbito de radio de acción de la estación de telefonía móvil de la urbanización Rosa de América-Comas-Lima, registran valores máximos de: intensidad de campo eléctrico $11,0950 \text{ V/m}$, intensidad de campo magnético $0,0325 \text{ A/m}$ y densidad de potencia $1,7600 \text{ W/m}^2$. Por tanto, los valores se encuentran dentro de los estándares de calidad ambiental para radiaciones no ionizantes (DS N° 010-2005-PCM), esto es, intensidad de campo eléctrico $41,25 \text{ V/m}$, intensidad de campo magnético $0,111 \text{ A/m}$ y densidad de potencia $4,5 \text{ W/m}^2$, respectivamente.
- Se han determinado las tasas de absorción específica para tejidos biológicos humanos a efectos de radiación no ionizante emitidos por la estación de telefonía móvil de la urbanización Rosa de América-Comas-Lima, están comprendidos entre $0,0183 \text{ W/kg}$ y $0,0406 \text{ W/kg}$ para la piel y entre $0,0047 \text{ W/kg}$ y $0,0103 \text{ W/kg}$ para el músculo, respectivamente.

5.2. Recomendaciones

Ejecutar similares investigaciones en otras estaciones de telefonía móvil, teniendo en consideración condiciones de emplazamiento (costa, sierra, selva, áreas urbanas, áreas periurbanas).

Ejecutar investigaciones de las interacciones entre la energía irradiada y las posibles barreras (infraestructuras civiles, cableado de alta tensión, otros) que puedan estar mermando la absorción en los tejidos biológicos.

Generar espacios de acercamiento con la población, para socializar y difundir los resultados obtenidos, a través de una estrategia previamente definida, de tal manera que se logre confianza y credibilidad.

Aun cuando es complicado determinar la tasa de absorción específica en seres humanos (específicamente en la cabeza), sería necesario investigar, para confirmar o desmentir los comentarios de la población, que manifiestan resistencia para no instalar estaciones de telefonía móvil, con el argumento de que es dañino

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Brault, R. (1998). Las Antenas. 3º Edición. Editorial Paraninfo. Madrid, España.
- Cabezas, J. (2007). Sistemas de Telefonía. Sistemas de Telecomunicación e informática. Electricidad Electrónica. Editorial Gráficas Rogar. Madrid, España.
- Castillo, L. (2013). Estudio de los niveles de radiación electromagnética no ionizantes producidas por las antenas de radio, televisión y estaciones base de telefonía celular en varias zonas de la ciudad de Riobamba. Tesis de grado previa obtención del título de ingeniero en electrónica, telecomunicaciones y redes. Ecuador.
- Cortés, J. (2007). Seguridad e Higiene en el Trabajo. Técnicas de prevención de riesgos laborales. 9º Edición. Editorial Tevar. Madrid, España.
- Cheng, D. (1998). Fundamentos de electromagnetismo para ingeniería. Versión en español por Morales, E. Universidad de complutense. Madrid, España.
- Diario Gestión. (2014). "Perú necesita 22,000 antenas de telefonía móvil al 2016 para asegurar calidad del servicio". Lima, Perú. Recuperado de <https://gestion.pe/economia/mercados/peru-necesita-22-000-antenas-telefonía-movil-2016-asegurar-calidad-servicio-62073-noticia/>.
- Faller, A. (1999) & Schünke, M. & Schünke G. Estructura y función del cuerpo humano. Introducción a su estructura y función. Editorial Paidotribo. Barcelona, España.
- Fernández R. (2016). Campos Electromagnéticos y Salud Pública. Revista ASINEC. Madrid, España
- 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)
- 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. Lima, Perú

- Maskana Cedia (2015). Resumen de la Revista Científica Maskana. Actas del III congreso ecuatoriano de tecnologías de la información y comunicación por Romero. A.
- Menéndez, F. (2005). Higiene Industrial. Manual para la formación del especialista. 4° Edición. Editorial. Lex Nova. España. Ministerio del Ambiente. (2014). Evaluación de las Radiaciones No Ionizantes (RNI) producidas por los Servicios de Telecomunicaciones y Redes Eléctricas en Lima. Perú.
- Polk, C. & P. (1996) Biologically Effects of Electromagnetic fields,. 2da edición.
- Presidencia de consejo de Ministros. (2005). Decreto Supremo N° 010-2005-PCM. Estánd de Calidad Ambiental para Radiaciones No Ionizantes.
- Rassner, G. & Steniner, U. & Schlagenhauff, B. (1999). Manual y Atlas de Dermatología. 5° Edición. Editorial Harcourt. Madrid, España.
- 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 tesis para optar por el título profesional de ingeniero electrónico. Trujillo. Perú.
- Rodriguez, G. & Vasquez, M. (2003). Antenas bajo la mira: radiación por telefonía móvil causa temor en San Isidro. Panorama. San Isidro, Perú. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=ZF9Yuyd7Blk>
- Sebastián, J & Muñoz, S. & Sancho, M. & Miranda, J. (2006). Medición de radiaciones en seres vivos.
- Universidad de Tarapacá. (2001). Revista de Facultad de Ingeniería. Volumen 9. Arica. Chile.
- Vaclav Smil. (2015). Power Density. A key understanding energy sources and uses. Massachusetts Institute of Technology. United States of America
- Zemasky, S. (2009). Física Universitaria con física moderna. 12° Edición. México

ANEXOS

ANEXO 1

TESTIMONIOS DE POBLADORES DE LA URBANIZACIÓN ROSA DE AMÉRICA-COMAS- LIMA

Extracto de 5 testimonios y opiniones de los pobladores de la urbanización Rosa de América respecto a la estación base de telefonía móvil. Se recogieron un total de 25 opiniones.

N°1: Sra. Reyna Bedon Cáceres, Edad: 59 años

Manifestación textual: no estoy de acuerdo con la instalación de la antena por que causa daño a la salud. Muchos de nosotros tenemos dolores de cabeza, estrés, ansiedad. Ni siquiera nos han consultado para que pongan esa antena. Debemos de preocuparnos todos por esto y exigir a la municipalidad que se retire la antena.

N° 2: Sra. Glicería Rubina Cerna; Edad: 54 años

Manifestación textual: los que estamos más cerca a la antena somos los más perjudicados. Los vecinos que viven alejados de la antena no se preocupan, porque a ellos no les va afectar. Por eso ni se interesan por realizar reclamos. Si bien yo no soy preparada, yo sé que estas antenas cusan daño con los años, te da hasta cáncer y la empresa Telefónica sabe eso y no le importa con tal de llenarse de plata. Aquí los vecinos queremos organizarnos nuevamente para que se exija el retiro de esa antena.

N°3: Sr. Augusto Rodríguez Porras; Edad: 42 años

Manifestación Textual: yo vivo en Comas más de 30 años y estas antenas no son de ahora, las antenas existen desde hace más de 15 años en todo Lima, y aquí en nuestro distrito también hay antenas por todos lados. En nuestro barrio esta antena tengo entendido que tiene aproximadamente 5 años y en todo ese tiempo a mi familia y a mí no nos ha causado daño alguno. Lo que pasa es que la gente no se informa de estos temas y sólo se dejan mover por habladurías. Yo estoy de acuerdo con las antenas por que traen beneficio para el país, nos ayudan a que la comunicación sea más fluida y rápida.

N° 4: Sr. Jaime Ríos Centeno / Edad: 34 años

Manifestación textual: no estoy de acuerdo con la instalación de la antena porque éstas producen radiaciones peligrosas para nosotros. Aquí a menos de 500 metros tenemos colegios donde estudian nuestros hijos, y las autoridades deberían tener en cuenta esto. No sentimos el apoyo de la municipalidad, al contrario le dan todas las facilidades a Telefónica para que instale antenas donde se les da la gana. Tengo entendido que en las reuniones

vecinales ya se tocó este tema y están organizándose para retomar los reclamos y exigir el desalojo de la antena. Yo participaré en esto activamente para proteger a nuestras familias.

N° 5: Sra. Catherine Mejía Torres; Edad: 28

Manifestación textual: no estoy de acuerdo con la antena, porque causa daños a la salud, sobre todo a los más pequeños. Vi un reportaje en Panorama donde en San Isidro estaban denunciando que estas antenas causan cáncer y varios de los que viven hay tenían cáncer. Por eso deben retirar esa antena y buscar otros lugares que estén alejados de la población para instalarla.

ANEXO 02

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DEL EQUIPO NARDA NBM 520



MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

DIRECCION GENERAL DE CONTROL Y SUPERVISION DE COMUNICACIONES
CERTIFICADO DE CONFORMIDAD DE USO DE EQUIPO DE
MEDICION DE RADIACIONES NO IONIZANTES

Código: EMRNI0028	
Emisión 27/02/2015	Vencimiento 27/02/2020

SE CERTIFICA QUE: Visto el INFORME N° 0942-2015-MTC/29.01.01 del 27/02/2015, en el cual se indica que el equipo que a continuación se describe, es apto para realizar mediciones de Radiaciones No Ionizantes, según lo dispuesto en la Directiva de Certificación de Equipos de Medición de Radiaciones No Ionizantes, aprobado por Resolución Ministerial N° 965-2005-MTC/03 publicado el 29/12/2005, por lo que se permite su uso en el territorio nacional para realizar mediciones de Radiaciones No Ionizantes, bajo las siguientes condiciones:

1. El presente certificado tiene una vigencia de cinco (5) años a partir de la fecha de emisión.
2. El certificado se otorga por el plazo señalado, renovable a solicitud de parte hasta el último día de su vencimiento.
3. El certificado es válido para todos los equipos de igual marca y modelo por el periodo establecido en el presente certificado; sin embargo, al momento de realizar las Mediciones de Radiaciones No Ionizantes, el equipo adicionalmente debe contar con el certificado de calibración vigente (Certificado de Calibración expedido por el Laboratorio que realizó las pruebas correspondientes, con trazabilidad que permita especificar el patrón de referencia); en concordancia a lo dispuesto en el inciso g del numeral VII, de la Resolución Ministerial N° 534-2005-MTC/03 que aprobó la Directiva para la habilitación de registro de personas autorizadas para la realización de Estudios Teóricos y Mediciones de Radiaciones No Ionizantes.
4. La expedición del presente certificado no enerva la facultad de la administración de realizar mediciones y comprobaciones técnicas para verificar la calibración del equipo, durante el plazo de vigencia del presente certificado.
5. El presente certificado no constituye título habilitante para realizar Mediciones de Radiaciones No Ionizantes.
6. En caso de comprobarse algún tipo de falsedad con respecto a los requisitos que dieron origen al presente certificado el órgano competente procederá a cancelar el certificado otorgado, independiente de las acciones administrativas o penales a las que hubiere lugar.

FABRICANTE

Nombre	: NARDA SAFETY TEST SOLUTION GMBH	
Dirección	: Sandwiesenstrasse 7. D-72793 Pfullingen.	País : ALEMANIA

DATOS TECNICOS DEL EQUIPO

Descripción	: MONITOR	
Función	: Medidor de banda ancha de campos electromagnéticos de 100kHz a 60GHz	
Marca	: NARDA	Modelo : NBM-520
Nota	: Para la certificación se usó como referencia el medidor modelo NBM-520 con número de serie A-0065.	



[Signature]

 Lorenzo Ramón Orrego Luna
 Director General de Control y Supervisión de Comunicaciones

ANEXO 03

REPORTE DE MEDICIONES IN-SITU

REPORTE 1: MEDICIONES IN-SITU

MEDICIONES INTENSIDAD DE CAMPO ELÉCTRICO "E"
 INTENSIDAD DE CAMPO MAGNÉTICO "H"
 DENSIDAD DE POTENCIA "S"
REFERENCIA ESTACIÓN BASE DE TELEFONÍA MÓVIL
 RANGO DE FRECUENCIAS: 890-910 MHz
PUNTOS A LA REDONDA DE LA ESTACIÓN BASE DE TELEFONÍA MÓVIL
 RADIO DE ACCIÓN, 2 METROS
UBICACIÓN COORDENADAS 119636895,45 m E 770634166,35 m S
 LATITUD S11°43'44.27"
LUGAR URBANIZACIÓN ROSA DE AMÉRICA-COMAS-LIMA
FECHA 14/noviembre/2018

Horas	E (V/m)	H (A/m)	S (W/m ²)
06:00	9.5500	0.0180	1.2700
07:00	9.5800	0.0180	1.2800
08:00	9.9200	0.0250	1.3200
09:00	9.9400	0.0270	1.3100
10:00	10.0700	0.0320	1.3600
11:00	10.7300	0.0280	1.4300
12:00	10.9600	0.0320	1.4900
13:00	11.1800	0.0290	1.4800
14:00	11.1200	0.0240	1.4300
15:00	10.8700	0.0210	1.3200
16:00	10.2200	0.0220	1.3400
17:00	10.8700	0.0260	1.3100
18:00	11.0200	0.0280	1.3700
19:00	11.0300	0.0260	1.4100
20:00	10.9400	0.0220	1.4200
21:00	10.8800	0.0200	1.3800
22:00	10.6900	0.0210	1.3600
23:00	10.2800	0.0210	1.2900

MÉTODO Cuantitativo
EQUIPO **Narda NBM 520**, permite medición in-situ, para:
 Tipo de emplazamiento-Fija, estación base
 Magnitudes a medir-Intensidad de campo eléctrico y densidad de potencia
 Tipo de medición-Campo cercano, fuente única
 Rango de medición-De 2100 KZH a 10 GHZ

Urbanización Rosa de América, 4/noviembre/2018

Bach. **OLIVERA TORRES CRISTIAN ANDREI**
 Código: 072.0506.237
 Tesista EPIA-FCAM

REPORTE 2: MEDICIONES IN-SITU

MEDICIONES INTENSIDAD DE CAMPO ELÉCTRICO "E"
 INTENSIDAD DE CAMPO MAGNÉTICO "H"
 DENSIDAD DE POTENCIA "S"
REFERENCIA ESTACIÓN BASE DE TELEFONÍA MÓVIL
 RANGO DE FRECUENCIAS: 890-910 MHz
PUNTOS A LA REDONDA DE LA ESTACIÓN BASE DE TELEFONÍA MÓVIL
 RADIO DE ACCIÓN, 50 METROS
UBICACIÓN COORDENADAS 119636945,18m E 770634166,42 m S
 LATITUD S11°51'33.87"
LUGAR URBANIZACIÓN ROSA DE AMÉRICA-COMAS-LIMA
FECHA 15/noviembre/2018

Horas	E (V/m)	H (A/m)	S (W/m ²)
06:00	8.29	0.018	1.47
07:00	8.42	0.024	1.48
08:00	8.92	0.026	1.5
09:00	8.86	0.022	1.51
10:00	8.45	0.026	1.58
11:00	8.64	0.027	1.57
12:00	9.22	0.033	1.63
13:00	9.21	0.031	1.66
14:00	9.05	0.026	1.59
15:00	8.98	0.026	1.48
16:00	8.92	0.026	1.43
17:00	8.46	0.029	1.49
18:00	8.56	0.034	1.57
19:00	8.55	0.032	1.61
20:00	7.94	0.026	1.58
21:00	7.88	0.028	1.53
22:00	7.76	0.026	1.47
23:00	7.83	0.022	1.41

MÉTODO Cuantitativo
EQUIPO Narda NBM 520, permite medición in-situ, para:
 Tipo de emplazamiento-Fija, estación base
 Magnitudes a medir-Intensidad de campo eléctrico y densidad de potencia
 Tipo de medición-Campo cercano, fuente única
 Rango de medición-De 2100 KZH a 10 GHZ

Urbanización Rosa de América, 15/noviembre/2018

Bach. **OLIVERA TORRES CRISTIAN ANDREI**
 Código: 072.0506.237
 Tesista EPIA-FCAM

REPORTE 3: MEDICIONES IN-SITU

MEDICIONES	INTENSIDAD DE CAMPO ELÉCTRICO "E" INTENSIDAD DE CAMPO MAGNÉTICO "H" DENSIDAD DE POTENCIA "S"		
REFERENCIA	ESTACIÓN BASE DE TELEFONÍA MÓVIL RANGO DE FRECUENCIAS: 890-910 MHz		
PUNTOS	A LA REDONDA DE LA ESTACIÓN BASE DE TELEFONÍA MÓVIL RADIO DE ACCIÓN, 100 METROS		
UBICACIÓN	COORDENADAS	119636995,76 m E	770634216,22 m S
	LATITUD	S11°58'41.87"	
LUGAR	URBANIZACIÓN ROSA DE AMÉRICA-COMAS-LIMA		
FECHA	16/noviembre/2018		

Horas	E (V/m)	H (A/m)	S (W/m ²)
06:00	7.44	0.018	1.64
07:00	7.38	0.021	1.62
08:00	7.73	0.022	1.62
09:00	8.19	0.022	1.61
10:00	8.22	0.021	1.71
11:00	8.31	0.023	1.72
12:00	8.34	0.029	1.76
13:00	8.31	0.031	1.76
14:00	7.94	0.026	1.71
15:00	7.56	0.023	1.68
16:00	7.44	0.022	1.64
17:00	7.81	0.025	1.68
18:00	8.19	0.029	1.76
19:00	8.23	0.029	1.76
20:00	7.84	0.026	1.71
21:00	7.57	0.026	1.68
22:00	7.54	0.021	1.66
23:00	7.52	0.026	1.59

MÉTODO	Cuantitativo
EQUIPO	Narda NBM 520 , permite medición in-situ, para: Tipo de emplazamiento-Fija, estación base Magnitudes a medir-Intensidad de campo eléctrico y densidad de potencia Tipo de medición-Campo cercano, fuente única Rango de medición-De 2100 KZH a 10 GHZ

Urbanización Rosa de América, 16/noviembre/2018

Bach. **OLIVERA TORRES CRISTIAN ANDREI**
Código: 072.0506.237
Tesis EPIA-FCAM

REPORTE 4: MEDICIONES IN-SITU

MEDICIONES INTENSIDAD DE CAMPO ELÉCTRICO "E"
 INTENSIDAD DE CAMPO MAGNÉTICO "H"
 DENSIDAD DE POTENCIA "S"
REFERENCIA ESTACIÓN BASE DE TELEFONÍA MÓVIL
 RANGO DE FRECUENCIAS: 890-910 MHz
PUNTOS A LA REDONDA DE LA ESTACIÓN BASE DE TELEFONÍA MÓVIL
 RADIO DE ACCIÓN, 2 METROS
UBICACIÓN COORDENADAS 119636895,45 m E 770634166,35 m S
 LATITUD S11°43'44.27"
LUGAR URBANIZACIÓN ROSA DE AMÉRICA-COMAS-LIMA
FECHA 12/diciembre/2018

Horas	E (V/m)	H (A/m)	S (W/m ²)
06:00	9.45	0.022	1.28
07:00	9.48	0.019	1.31
08:00	9.86	0.028	1.31
09:00	10.16	0.022	1.29
10:00	10.64	0.021	1.32
11:00	10.85	0.027	1.39
12:00	11.04	0.029	1.41
13:00	11.15	0.028	1.42
14:00	10.87	0.026	1.37
15:00	9.88	0.024	1.35
16:00	9.95	0.019	1.32
17:00	10.04	0.025	1.31
18:00	10.82	0.028	1.37
19:00	10.94	0.027	1.41
20:00	9.68	0.025	1.38
21:00	9.93	0.023	1.32
22:00	9.65	0.021	1.29
23:00	9.69	0.022	1.27

MÉTODO Cuantitativo
EQUIPO **Narda NBM 520**, permite medición in-situ, para:
 Tipo de emplazamiento-Fija, estación base
 Magnitudes a medir-Intensidad de campo eléctrico y densidad de potencia
 Tipo de medición-Campo cercano, fuente única
 Rango de medición-De 2100 KZH a 10 GHZ

Urbanización Rosa de América, 12/diciembre/2018

Bach. **OLIVERA TORRES CRISTIAN ANDREI**
 Código: 072.0506.237
 Tesista EPIA-FCAM

REPORTE 5: MEDICIONES IN-SITU

MEDICIONES INTENSIDAD DE CAMPO ELÉCTRICO "E"
 INTENSIDAD DE CAMPO MAGNÉTICO "H"
 DENSIDAD DE POTENCIA "S"
REFERENCIA ESTACIÓN BASE DE TELEFONÍA MÓVIL
 RANGO DE FRECUENCIAS: 890-910 MHz
PUNTOS A LA REDONDA DE LA ESTACIÓN BASE DE TELEFONÍA MÓVIL
 RADIO DE ACCIÓN, 50 METROS
UBICACIÓN COORDENADAS 119636945,18 m E 770634166,42 m S
 LATITUD S11°51'33.87"
LUGAR URBANIZACIÓN ROSA DE AMÉRICA-COMAS-LIMA
FECHA 13/diciembre/2018

Horas	E (V/m)	H (A/m)	S (W/m ²)
06:00	8.45	0.016	1.41
07:00	8.58	0.016	1.44
08:00	8.82	0.019	1.43
09:00	8.85	0.022	1.47
10:00	8.64	0.021	1.51
11:00	8.85	0.024	1.54
12:00	9.14	0.029	1.58
13:00	9.21	0.029	1.59
14:00	8.82	0.027	1.54
15:00	8.63	0.023	1.46
16:00	8.41	0.021	1.41
17:00	8.74	0.022	1.43
18:00	8.99	0.026	1.49
19:00	9.01	0.028	1.47
20:00	8.78	0.023	1.44
21:00	8.43	0.019	1.39
22:00	8.27	0.021	1.37
23:00	8.25	0.017	1.38

MÉTODO Cuantitativo
EQUIPO **Narda NBM 520**, permite medición in-situ, para:
 Tipo de emplazamiento-Fija, estación base
 Magnitudes a medir-Intensidad de campo eléctrico y densidad de potencia
 Tipo de medición-Campo cercano, fuente única
 Rango de medición-De 2100 KZH a 10 GHZ

Urbanización Rosa de América, 13/diciembre/2018

Bach. **OLIVERA TORRES CRISTIAN ANDREI**
 Código: 072.0506.237
 Tesista EPIA-FCAM

REPORTE 6: MEDICIONES IN-SITU

MEDICIONES INTENSIDAD DE CAMPO ELÉCTRICO "E"
 INTENSIDAD DE CAMPO MAGNÉTICO "H"
 DENSIDAD DE POTENCIA "S"

REFERENCIA ESTACIÓN BASE DE TELEFONÍA MÓVIL
 RANGO DE FRECUENCIAS: 890-910 MHz

PUNTOS A LA REDONDA DE LA ESTACIÓN BASE DE TELEFONÍA MÓVIL
 RADIO DE ACCIÓN, 100 METROS

UBICACIÓN COORDENADAS 119636995,76 m E 770634216,22 m S
 LATITUD S11°58'41.87"

LUGAR URBANIZACIÓN ROSA DE AMÉRICA-COMAS-LIMA

FECHA 14/diciembre/2018

Horas	E (V/m)	H (A/m)	S (W/m ²)
06:00	7.46	0.018	1.62
07:00	7.48	0.016	1.66
08:00	7.43	0.019	1.68
09:00	7.58	0.022	1.68
10:00	7.79	0.024	1.71
11:00	7.96	0.026	1.7
12:00	8.22	0.029	1.75
13:00	8.14	0.028	1.74
14:00	8.01	0.023	1.71
15:00	7.88	0.022	1.68
16:00	7.45	0.023	1.65
17:00	7.46	0.025	1.69
18:00	7.97	0.031	1.72
19:00	8.08	0.032	1.75
20:00	7.72	0.026	1.71
21:00	7.42	0.027	1.67
22:00	7.33	0.023	1.65
23:00	7.29	0.022	1.61

MÉTODO Cuantitativo

EQUIPO **Narda NBM 520**, permite medición in-situ, para:
 Tipo de emplazamiento-Fija, estación base
 Magnitudes a medir-Intensidad de campo eléctrico y densidad de potencia
 Tipo de medición-Campo cercano, fuente única
 Rango de medición-De 2100 KZH a 10 GHZ

Urbanización Rosa de América, 14/diciembre/2018

Bach. **OLIVERA TORRES CRISTIAN ANDREI**
 Código: 072.0506.237
 Tesista EPIA-FCAM

REPORTE 7: MEDICIONES IN-SITU

MEDICIONES INTENSIDAD DE CAMPO ELÉCTRICO "E"
 INTENSIDAD DE CAMPO MAGNÉTICO "H"
 DENSIDAD DE POTENCIA "S"
REFERENCIA ESTACIÓN BASE DE TELEFONÍA MÓVIL
 RANGO DE FRECUENCIAS: 890-910 MHz
PUNTOS A LA REDONDA DE LA ESTACIÓN BASE DE TELEFONÍA MÓVIL
 RADIO DE ACCIÓN, 2 METROS
UBICACIÓN COORDENADAS 119636895,45 m E 770634166,35 m S
 LATITUD S11°43'44.27"
LUGAR URBANIZACIÓN ROSA DE AMÉRICA-COMAS-LIMA
FECHA 16/enero/2019

Horas	E (V/m)	H (A/m)	S (W/m ²)
06:00	9.51	0.017	1.25
07:00	9.56	0.019	1.26
08:00	9.86	0.021	1.31
09:00	9.94	0.019	1.29
10:00	10.12	0.023	1.35
11:00	10.59	0.023	1.41
12:00	10.89	0.027	1.45
13:00	11.18	0.031	1.48
14:00	11.12	0.029	1.41
15:00	10.92	0.022	1.34
16:00	10.42	0.036	1.31
17:00	10.44	0.024	1.33
18:00	11.02	0.029	1.37
19:00	11.03	0.027	1.44
20:00	10.94	0.024	1.42
21:00	10.88	0.019	1.35
22:00	10.76	0.021	1.32
23:00	10.28	0.019	1.24

MÉTODO Cuantitativo
EQUIPO **Narda NBM 520**, permite medición in-situ, para:
 Tipo de emplazamiento-Fija, estación base
 Magnitudes a medir-Intensidad de campo eléctrico y densidad de potencia
 Tipo de medición-Campo cercano, fuente única
 Rango de medición-De 2100 KZH a 10 GHZ

Urbanización Rosa de América, 16/enero/2019

Bach. **OLIVERA TORRES CRISTIAN ANDREI**
 Código: 072.0506.237
 Tesista EPIA-FCAM

REPORTE 8: MEDICIONES IN-SITU

MEDICIONES INTENSIDAD DE CAMPO ELÉCTRICO "E"
 INTENSIDAD DE CAMPO MAGNÉTICO "H"
 DENSIDAD DE POTENCIA "S"
REFERENCIA ESTACIÓN BASE DE TELEFONÍA MÓVIL
 RANGO DE FRECUENCIAS: 890-910 MHz
PUNTOS A LA REDONDA DE LA ESTACIÓN BASE DE TELEFONÍA MÓVIL
 RADIO DE ACCIÓN, 50 METROS
UBICACIÓN COORDENADAS 119636945,18 m E 770634166,42 m S
 LATITUD S11°51'33.87"
LUGAR URBANIZACIÓN ROSA DE AMÉRICA-COMAS-LIMA
FECHA 17/enero/2019

Horas	E (V/m)	H (A/m)	S (W/m ²)
06:00	8.31	0.018	1.45
07:00	8.32	0.022	1.49
08:00	8.36	0.019	1.48
09:00	8.46	0.024	1.54
10:00	8.48	0.024	1.56
11:00	8.04	0.027	1.59
12:00	9.08	0.03	1.63
13:00	9.18	0.032	1.67
14:00	8.72	0.029	1.61
15:00	8.64	0.021	1.54
16:00	8.62	0.018	1.51
17:00	8.62	0.019	1.51
18:00	9.01	0.029	1.59
19:00	9.02	0.029	1.61
20:00	8.74	0.025	1.61
21:00	8.88	0.023	1.56
22:00	7.76	0.021	1.51
23:00	7.28	0.019	1.47

MÉTODO Cuantitativo
EQUIPO **Narda NBM 520**, permite medición in-situ, para:
 Tipo de emplazamiento-Fija, estación base
 Magnitudes a medir-Intensidad de campo eléctrico y densidad de potencia
 Tipo de medición-Campo cercano, fuente única
 Rango de medición-De 2100 KZH a 10 GHZ

Urbanización Rosa de América, 17/enero/2019

Bach. **OLIVERA TORRES CRISTIAN ANDREI**
 Código: 072.0506.237
 Tesista EPIA-FCAM

REPORTE 9: MEDICIONES IN-SITU

MEDICIONES INTENSIDAD DE CAMPO ELÉCTRICO "E"
 INTENSIDAD DE CAMPO MAGNÉTICO "H"
 DENSIDAD DE POTENCIA "S"
REFERENCIA ESTACIÓN BASE DE TELEFONÍA MÓVIL
 RANGO DE FRECUENCIAS: 890-910 MHz
PUNTOS A LA REDONDA DE LA ESTACIÓN BASE DE TELEFONÍA MÓVIL
 RADIO DE ACCIÓN, 100 METROS
UBICACIÓN COORDENADAS 119636995,76 m E 770634216,22 m S
 LATITUD S11°58'41.87"
LUGAR URB. ROSA DE AMÉRICA - COMAS - LIMA
FECHA 18/enero/2019

Horas	E (V/m)	H (A/m)	S (W/m ²)
06:00	7.51	0.018	1.66
07:00	7.45	0.019	1.62
08:00	7.64	0.022	1.63
09:00	8.24	0.023	1.61
10:00	8.34	0.026	1.73
11:00	8.38	0.028	1.72
12:00	8.43	0.029	1.75
13:00	8.44	0.027	1.73
14:00	7.94	0.027	1.66
15:00	7.56	0.023	1.68
16:00	7.44	0.022	1.64
17:00	7.66	0.024	1.68
18:00	7.89	0.028	1.76
19:00	8.04	0.029	1.76
20:00	7.84	0.021	1.68
21:00	7.57	0.024	1.63
22:00	7.53	0.023	1.63
23:00	7.52	0.022	1.59

MÉTODO Cuantitativo
EQUIPO **Narda NBM 520**, permite medición in-situ, para:
 Tipo de emplazamiento-Fija, estación base
 Magnitudes a medir-Intensidad de campo eléctrico y densidad de potencia
 Tipo de medición-Campo cercano, fuente única
 Rango de medición-De 2100 KZH a 10 GHZ

Urbanización Rosa de América, 18/enero/2019

Bach. **OLIVERA TORRES CRISTIAN ANDREI**
 Código: 072.0506.237
 Tesista EPIA-FCAM

REPORTE 10: MEDICIONES IN-SITU

MEDICIONES INTENSIDAD DE CAMPO ELÉCTRICO "E"
 INTENSIDAD DE CAMPO MAGNÉTICO "H"
 DENSIDAD DE POTENCIA "S"
REFERENCIA ESTACIÓN BASE DE TELEFONÍA MÓVIL
 RANGO DE FRECUENCIAS: 890-910 MHz
PUNTOS A LA REDONDA DE LA ESTACIÓN BASE DE TELEFONÍA MÓVIL
 RADIO DE ACCIÓN, 2 METROS
UBICACIÓN COORDENADAS 119636895,45 m E 770634166,35 m S
 LATITUD S11°43'44.27"
LUGAR URBANIZACIÓN ROSA DE AMÉRICA-COMAS-LIMA
FECHA 13/febrero/2019

Horas	E (V/m)	H (A/m)	S (W/m ²)
06:00	9.47	0.02	1.26
07:00	9.43	0.021	1.29
08:00	9.81	0.022	1.33
09:00	9.98	0.019	1.32
10:00	9.98	0.026	1.35
11:00	10.09	0.029	1.43
12:00	10.14	0.031	1.42
13:00	10.45	0.03	1.46
14:00	11.07	0.024	1.34
15:00	10.88	0.021	1.34
16:00	10.25	0.019	1.31
17:00	10.91	0.023	1.36
18:00	11.11	0.028	1.39
19:00	10.98	0.029	1.44
20:00	10.54	0.026	1.39
21:00	10.26	0.022	1.35
22:00	9.91	0.022	1.32
23:00	9.88	0.019	1.29

MÉTODO Cuantitativo
EQUIPO **Narda NBM 520**, permite medición in-situ, para:
 Tipo de emplazamiento-Fija, estación base
 Magnitudes a medir-Intensidad de campo eléctrico y densidad de potencia
 Tipo de medición-Campo cercano, fuente única
 Rango de medición-De 2100 KZH a 10 GHZ

Urbanización Rosa de América, 13/febrero/2019

Bach. **OLIVERA TORRES CRISTIAN ANDREI**
 Código: 072.0506.237
 Tesista EPIA-FCAM

REPORTE 11: MEDICIONES IN-SITU

MEDICIONES INTENSIDAD DE CAMPO ELÉCTRICO "E"
 INTENSIDAD DE CAMPO MAGNÉTICO "H"
 DENSIDAD DE POTENCIA "S"
REFERENCIA ESTACIÓN BASE DE TELEFONÍA MÓVIL
 RANGO DE FRECUENCIAS: 890-910 MHz
PUNTOS A LA REDONDA DE LA ESTACIÓN BASE DE TELEFONÍA MÓVIL
 RADIO DE ACCIÓN, 50 METROS
UBICACIÓN COORDENADAS 119636945,18 m E 770634166,42 m S
 LATITUD S11°51'33.87"
LUGAR URBANIZACIÓN ROSA DE AMÉRICA-COMAS-LIMA
FECHA 14/febrero/2019

Horas	E (V/m)	H (A/m)	S (W/m ²)
06:00	8.15	0.019	1.43
07:00	8.22	0.021	1.46
08:00	8.31	0.018	1.48
09:00	8.45	0.022	1.51
10:00	8.64	0.026	1.56
11:00	8.85	0.031	1.61
12:00	9.12	0.029	1.63
13:00	9.01	0.033	1.64
14:00	8.69	0.027	1.61
15:00	8.73	0.022	1.55
16:00	8.53	0.024	1.51
17:00	8.63	0.024	1.55
18:00	9.04	0.028	1.59
19:00	9.34	0.029	1.64
20:00	8.87	0.025	1.63
21:00	8.56	0.023	1.56
22:00	8.37	0.024	1.51
23:00	8.09	0.021	1.47

MÉTODO Cuantitativo
EQUIPO Narda NBM 520, permite medición in-situ, para:
 Tipo de emplazamiento-Fija, estación base
 Magnitudes a medir-Intensidad de campo eléctrico y densidad de potencia
 Tipo de medición-Campo cercano, fuente única
 Rango de medición-De 2100 KZH a 10 GHZ

Urbanización Rosa de América, 14/febrero/2019

Bach. **OLIVERA TORRES CRISTIAN ANDREI**
 Código: 072.0506.237
 Tesista EPIA-FCAM

REPORTE 12: MEDICIONES IN-SITU

MEDICIONES INTENSIDAD DE CAMPO ELÉCTRICO "E"
 INTENSIDAD DE CAMPO MAGNÉTICO "H"
 DENSIDAD DE POTENCIA "S"
REFERENCIA ESTACIÓN BASE DE TELEFONÍA MÓVIL
 RANGO DE FRECUENCIAS: 890-910 MHz
PUNTOS A LA REDONDA DE LA ESTACIÓN BASE DE TELEFONÍA MÓVIL
 RADIO DE ACCIÓN, 100 METROS
UBICACIÓN COORDENADAS 119636995,76 m E 770634216,22 m S
 LATITUD S11°58'41.87"
LUGAR URBANIZACIÓN ROSA DE AMÉRICA-COMAS-LIMA
FECHA 15/febrero/2019

Horas	E (V/m)	H (A/m)	S (W/m ²)
06:00	7.26	0.022	1.63
07:00	7.35	0.019	1.65
08:00	7.45	0.017	1.65
09:00	7.61	0.021	1.69
10:00	8.01	0.021	1.73
11:00	8.04	0.018	1.74
12:00	8.19	0.029	1.73
13:00	8.04	0.027	1.74
14:00	7.57	0.022	1.73
15:00	7.28	0.021	1.62
16:00	7.41	0.02	1.63
17:00	7.38	0.022	1.64
18:00	7.87	0.029	1.71
19:00	8.01	0.03	1.74
20:00	7.64	0.022	1.73
21:00	7.43	0.023	1.66
22:00	7.26	0.023	1.63
23:00	7.29	0.019	1.61

MÉTODO Cuantitativo
EQUIPO **Narda NBM 520**, permite medición in-situ, para:
 Tipo de emplazamiento-Fija, estación base
 Magnitudes a medir-Intensidad de campo eléctrico y densidad de potencia
 Tipo de medición-Campo cercano, fuente única
 Rango de medición-De 2100 KZH a 10 GHZ

Urbanización Rosa de América, 5/febrero/2019

Bach. **OLIVERA TORRES CRISTIAN ANDREI**
 Código: 072.0506.237
 Tesista EPIA-FCAM

REPORTE 13: MEDICIONES IN-SITU

MEDICIONES INTENSIDAD DE CAMPO ELÉCTRICO "E"
 INTENSIDAD DE CAMPO MAGNÉTICO "H"
 DENSIDAD DE POTENCIA "S"

REFERENCIA ESTACIÓN BASE DE TELEFONÍA MÓVIL
 RANGO DE FRECUENCIAS: 890-910 MHz

PUNTOS A LA REDONDA DE LA ESTACIÓN BASE DE TELEFONÍA MÓVIL
 RADIO DE ACCIÓN, 2 METROS

UBICACIÓN COORDENADAS 119636895,45 m E 770634166,35 m S
 LATITUD S11°43'44.27"

LUGAR URBANIZACIÓN ROSA DE AMÉRICA-COMAS-LIMA

FECHA 13/marzo/2019

Horas	E (V/m)	H (A/m)	S (W/m ²)
06:00	9.56	0.018	1.29
07:00	9.76	0.02	1.31
08:00	9.84	0.023	1.34
09:00	9.94	0.023	1.35
10:00	10.23	0.025	1.39
11:00	10.64	0.026	1.42
12:00	10.88	0.033	1.46
13:00	11.13	0.032	1.49
14:00	11.12	0.027	1.43
15:00	10.92	0.024	1.32
16:00	10.42	0.025	1.34
17:00	10.44	0.025	1.35
18:00	11.02	0.026	1.39
19:00	11.09	0.021	1.4
20:00	10.94	0.023	1.41
21:00	10.88	0.019	1.37
22:00	10.76	0.018	1.35
23:00	10.28	0.022	1.29

MÉTODO Cuantitativo

EQUIPO **Narda NBM 520**, permite medición in-situ, para:
 Tipo de emplazamiento-Fija, estación base
 Magnitudes a medir-Intensidad de campo eléctrico y densidad de potencia
 Tipo de medición-Campo cercano, fuente única
 Rango de medición-De 2100 KZH a 10 GHZ

Urbanización Rosa de América, 13/marzo/2019

Bach. **OLIVERA TORRES CRISTIAN ANDREI**
 Código: 072.0506.237
 Tesista EPIA-FCAM

REPORTE 14: MEDICIONES IN-SITU

MEDICIONES INTENSIDAD DE CAMPO ELÉCTRICO "E"
 INTENSIDAD DE CAMPO MAGNÉTICO "H"
 DENSIDAD DE POTENCIA "S"
REFERENCIA ESTACIÓN BASE DE TELEFONÍA MÓVIL
 RANGO DE FRECUENCIAS: 890-910 MHz
PUNTOS A LA REDONDA DE LA ESTACIÓN BASE DE TELEFONÍA MÓVIL
 RADIO DE ACCIÓN, 50 METROS
UBICACIÓN COORDENADAS 119636945,18 m E 770634166,42 m S
 LATITUD S11°51'33.87"
LUGAR URBANIZACIÓN ROSA DE AMÉRICA-COMAS-LIMA
FECHA 14/marzo/2019

Horas	E (V/m)	H (A/m)	S (W/m ²)
06:00	8.45	0.018	1.43
07:00	8.53	0.019	1.47
08:00	8.81	0.022	1.45
09:00	8.49	0.021	1.48
10:00	8.45	0.019	1.53
11:00	8.87	0.021	1.57
12:00	9.08	0.028	1.61
13:00	9.23	0.029	1.65
14:00	9.18	0.024	1.61
15:00	9.13	0.019	1.56
16:00	8.92	0.019	1.51
17:00	8.44	0.023	1.52
18:00	9.02	0.029	1.59
19:00	9.03	0.028	1.62
20:00	7.94	0.024	1.57
21:00	7.88	0.021	1.56
22:00	7.76	0.019	1.59
23:00	7.53	0.017	1.54

MÉTODO Cuantitativo
EQUIPO **Narda NBM 520**, permite medición in-situ, para:
 Tipo de emplazamiento-Fija, estación base
 Magnitudes a medir-Intensidad de campo eléctrico y densidad de potencia
 Tipo de medición-Campo cercano, fuente única
 Rango de medición-De 2100 KZH a 10 GHZ

Urbanización Rosa de América, 14/marzo/2019

Bach. **OLIVERA TORRES CRISTIAN ANDREI**
 Código: 072.0506.237
 Tesista EPIA-FCAM

REPORTE 15: MEDICIONES IN-SITU

MEDICIONES INTENSIDAD DE CAMPO ELÉCTRICO "E"
 INTENSIDAD DE CAMPO MAGNÉTICO "H"
 DENSIDAD DE POTENCIA "S"
REFERENCIA ESTACIÓN BASE DE TELEFONÍA MÓVIL
 RANGO DE FRECUENCIAS: 890-910 MHz
PUNTOS A LA REDONDA DE LA ESTACIÓN BASE DE TELEFONÍA MÓVIL
 RADIO DE ACCIÓN, 100 METROS
UBICACIÓN COORDENADAS 119636995,76 m E 770634216,22 m S
 LATITUD S11°58'41.87"
LUGAR URBANIZACIÓN ROSA DE AMÉRICA-COMAS-LIMA
FECHA 15/marzo/2019

Horas	E (V/m)	H (A/m)	S (W/m ²)
06:00	7.49	0.018	1.65
07:00	7.63	0.019	1.63
08:00	7.65	0.017	1.62
09:00	8.14	0.022	1.64
10:00	8.34	0.024	1.68
11:00	8.32	0.025	1.74
12:00	8.41	0.028	1.75
13:00	8.21	0.028	1.76
14:00	7.94	0.027	1.73
15:00	7.56	0.027	1.68
16:00	7.44	0.026	1.64
17:00	7.66	0.021	1.68
18:00	7.93	0.027	1.75
19:00	8.04	0.026	1.75
20:00	7.84	0.026	1.71
21:00	7.57	0.024	1.63
22:00	7.54	0.019	1.63
23:00	7.52	0.021	1.59

MÉTODO Cuantitativo
EQUIPO **Narda NBM 520**, permite medición in-situ, para:
 Tipo de emplazamiento-Fija, estación base
 Magnitudes a medir-Intensidad de campo eléctrico y densidad de potencia
 Tipo de medición-Campo cercano, fuente única
 Rango de medición-De 2100 KZH a 10 GHZ

Urbanización Rosa de América, 15/marzo/2019

Bach. **OLIVERA TORRES CRISTIAN ANDREI**
 Código: 072.0506.237
 Tesista EPIA-FCAM

REPORTE 16: MEDICIONES IN-SITU

MEDICIONES INTENSIDAD DE CAMPO ELÉCTRICO "E"
 INTENSIDAD DE CAMPO MAGNÉTICO "H"
 DENSIDAD DE POTENCIA "S"
REFERENCIA ESTACIÓN BASE DE TELEFONÍA MÓVIL
 RANGO DE FRECUENCIAS: 890-910 MHz
PUNTOS A LA REDONDA DE LA ESTACIÓN BASE DE TELEFONÍA MÓVIL
 RADIO DE ACCIÓN, 2 METROS
UBICACIÓN COORDENADAS 119636895,45 m E 770634166,35 m S
 LATITUD S11°43'44.27"
LUGAR URBANIZACIÓN ROSA DE AMÉRICA-COMAS-LIMA
FECHA 17/abril/2019

Horas	E (V/m)	H (A/m)	S (W/m ²)
06:00	9.37	0.021	1.29
07:00	9.43	0.023	1.33
08:00	9.75	0.022	1.31
09:00	9.92	0.024	1.29
10:00	9.99	0.026	1.35
11:00	10.31	0.026	1.41
12:00	10.63	0.029	1.43
13:00	10.95	0.031	1.42
14:00	10.67	0.026	1.37
15:00	10.18	0.021	1.31
16:00	10.25	0.021	1.32
17:00	10.45	0.024	1.32
18:00	10.83	0.029	1.38
19:00	11.04	0.029	1.41
20:00	10.84	0.027	1.39
21:00	10.16	0.024	1.34
22:00	9.97	0.022	1.29
23:00	9.71	0.021	1.27

MÉTODO Cuantitativo
EQUIPO **Narda NBM 520**, permite medición in-situ, para:
 Tipo de emplazamiento-Fija, estación base
 Magnitudes a medir-Intensidad de campo eléctrico y densidad de potencia
 Tipo de medición-Campo cercano, fuente única
 Rango de medición-De 2100 KZH a 10 GHZ

Urbanización Rosa de América, 17/abril/2019

Bach. **OLIVERA TORRES CRISTIAN ANDREI**
 Código: 072.0506.237
 Tesista EPIA-FCAM

REPORTE 17: MEDICIONES IN-SITU

MEDICIONES INTENSIDAD DE CAMPO ELÉCTRICO "E"
 INTENSIDAD DE CAMPO MAGNÉTICO "H"
 DENSIDAD DE POTENCIA "S"

REFERENCIA ESTACIÓN BASE DE TELEFONÍA MÓVIL
 RANGO DE FRECUENCIAS: 890-910 MHz

PUNTOS A LA REDONDA DE LA ESTACIÓN BASE DE TELEFONÍA MÓVIL
 RADIO DE ACCIÓN, 50 METROS

UBICACIÓN COORDENADAS 119636945,18 m E 770634166,42 m S
 LATITUD S11°51'33.87"

LUGAR URBANIZACIÓN ROSA DE AMÉRICA-COMAS-LIMA

FECHA 18/abril/2019

Horas	E (V/m)	H (A/m)	S (W/m ²)
06:00	8.49	0.019	1.44
07:00	8.5	0.018	1.48
08:00	8.73	0.024	1.45
09:00	8.85	0.019	1.48
10:00	8.69	0.018	1.53
11:00	8.83	0.021	1.57
12:00	9.17	0.027	1.62
13:00	9.14	0.03	1.63
14:00	8.72	0.026	1.57
15:00	8.63	0.021	1.56
16:00	8.19	0.019	1.55
17:00	8.21	0.021	1.62
18:00	8.98	0.029	1.63
19:00	8.94	0.028	1.64
20:00	8.58	0.022	1.55
21:00	8.56	0.024	1.52
22:00	8.17	0.022	1.51
23:00	8.09	0.016	1.51

MÉTODO Cuantitativo

EQUIPO **Narda NBM 520**, permite medición in-situ, para:
 Tipo de emplazamiento-Fija, estación base
 Magnitudes a medir-Intensidad de campo eléctrico y densidad de potencia
 Tipo de medición-Campo cercano, fuente única
 Rango de medición-De 2100 KZH a 10 GHZ

Urbanización Rosa de América, 18/abril/2019

Bach. **OLIVERA TORRES CRISTIAN ANDREI**
 Código: 072.0506.237
 Tesista EPIA-FCAM

REPORTE 18: MEDICIONES IN-SITU

MEDICIONES INTENSIDAD DE CAMPO ELÉCTRICO "E"
 INTENSIDAD DE CAMPO MAGNÉTICO "H"
 DENSIDAD DE POTENCIA "S"
REFERENCIA ESTACIÓN BASE DE TELEFONÍA MÓVIL
 RANGO DE FRECUENCIAS: 890-910 MHz
PUNTOS A LA REDONDA DE LA ESTACIÓN BASE DE TELEFONÍA MÓVIL
 RADIO DE ACCIÓN, 100 METROS
UBICACIÓN COORDENADAS 119636995,76 m E 770634216,22 m S
 LATITUD S11°58'41.87"
LUGAR URBANIZACIÓN ROSA DE AMÉRICA-COMAS-LIMA
FECHA 19/abril/2019

Horas	E (V/m)	H (A/m)	S (W/m ²)
06:00	7.59	0.019	1.57
07:00	7.53	0.022	1.61
08:00	7.39	0.017	1.67
09:00	7.4	0.019	1.65
10:00	7.41	0.021	1.71
11:00	7.81	0.026	1.73
12:00	8.05	0.027	1.74
13:00	8.19	0.029	1.74
14:00	7.83	0.021	1.69
15:00	7.31	0.018	1.68
16:00	7.43	0.017	1.6
17:00	7.56	0.022	1.6
18:00	7.97	0.027	1.68
19:00	8.02	0.028	1.73
20:00	7.87	0.021	1.74
21:00	7.37	0.019	1.71
22:00	7.36	0.022	1.65
23:00	7.29	0.024	1.64

MÉTODO Cuantitativo
EQUIPO **Narda NBM 520**, permite medición in-situ, para:
 Tipo de emplazamiento-Fija, estación base
 Magnitudes a medir-Intensidad de campo eléctrico y densidad de potencia
 Tipo de medición-Campo cercano, fuente única
 Rango de medición-De 2100 KZH a 10 GHZ

Urbanización Rosa de América, 19/abril/2019

Bach. **OLIVERA TORRES CRISTIAN ANDREI**
 Código: 072.0506.237
 Tesista EPIA-FCAM

ANEXO 04

EXTRACTOS DE NORMATIVIDAD

Ley N° 29022 y su modificatoria la ley N° 30228: Ley para el fortalecimiento de la expansión de Infraestructura en Telecomunicaciones.

Artículo 1: Objeto

La presente Ley tiene por objeto establecer un régimen especial y temporal en todo el territorio nacional, para la **instalación y expansión de los servicios públicos de telecomunicaciones**, en especial en áreas rurales y de preferente interés social y zonas de frontera, a través de la adopción de medidas que promuevan la inversión privada en infraestructura necesaria para la prestación de esos servicios, así como de medidas que faciliten dichas actividades y que eliminen las barreras que impidan llevarlas a cabo.

D.S. N° 003 - 2015 - MTC (Reglamento de la Ley N° 29022)

Artículo 3: Declaratoria de Interés Nacional y Necesidad Pública

De conformidad con lo dispuesto por el artículo 1° de la Ley, los servicios públicos de telecomunicaciones son de interés nacional y necesidad pública, constituyéndose como base fundamental para la integración de los peruanos y el desarrollo social y económico del país; en consecuencia:

*i) **Las competencias y funciones municipales se cumplen en armonía con la declaración de interés nacional y necesidad pública que la Ley atribuye a los servicios públicos de telecomunicaciones, por tanto las Entidades deben facilitar el despliegue de la Infraestructura de Telecomunicaciones, absteniéndose de establecer barreras o requisitos distintos o adicionales a los establecidos en el Reglamento.***

En tal sentido, las atribuciones y competencias municipales se deben ejercer garantizándose que ninguna exigencia impida o afecte la calidad en la prestación de los Servicios Públicos de Telecomunicaciones.

R.M. N° 610 - 2004 - MTC: Protocolo para 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 3: Aspectos Generales

3.2 Las magnitudes por medir son las siguientes:

- Densidad de potencia.
- Intensidad de campo eléctrico.
- Intensidad de campo magnético.
- Tasa de absorción específica (SAR).

D.S. N° 038 - 2003 – MTC: Exposición poblacional para Radiaciones No Ionizantes

Artículo 3°.- *Apruébese y adóptese como 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 muestra en la siguiente tabla: (MTC, 2003)*

Artículo 2°.- *Ámbito de aplicación*

*La presente norma se aplicará en todo el territorio de la República del Perú y su cumplimiento es obligatorio por el Estado y las personas naturales y jurídicas cas, nacionales y extranjeras que realicen actividades de telecomunicaciones utilizando espectro radio eléctrico y, cuya emisión de Campos Electromagnéticos (EMF), de sus equipos de telecomunicaciones, se encuentre entre las **frecuencias de 9 kHz a 300GHz.***

D.S N° 010-2005-PCM: Estándares de Calidad Ambiental para Radiaciones no Ionizantes

Artículo 1: Apruébese 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 primarios 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.

Comisión internacional de Protección contra radiaciones no ionizantes (ICNIRP):
Límites de exposición a campos electromagnéticos hasta 300 GHz

Límites de referencia y las restricciones básicas a los campos electromagnéticos, emitidas por la Comisión Internacional de Radiaciones no Ionizantes (ICNIRP) son las más ampliamente aceptadas a nivel mundial. (ICNIRP, 1998).

ANEXO 05

PANEL FOTOGRÁFICO



Foto 01: Entrevistando a pobladores



Foto 02: Etapa inicial



Foto 03: Verificación de equipo y materiales



Foto 04: Mediciones in-situ a 100 m de radio de acción



Foto 05: Mediciones in-situ a 100 m de radio de acción



Foto 06: Procesamiento de datos