



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

TEMA:

**Análisis de la radiación no ionizante (RNI) por parte de radio bases celulares
en sectores de la ciudad de Guayaquil.**

AUTOR:

Zambrano Paredes, Danny Steven

Trabajo de Titulación previo a la Obtención del Título de

INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES

TUTOR:

Philco Asqui, Luis Orlando

Guayaquil, Ecuador

14 Septiembre del 2016



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el
Sr. **Zambrano Paredes, Danny Steven** como requerimiento para la Obtención
del título de **INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES**.

TUTOR

Philco Asqui, Luis Orlando

DIRECTOR DE CARRERA

Heras Sánchez, Miguel Armando

Guayaquil, a los 14 días del mes de Septiembre del año 2016



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Zambrano Paredes, Danny Steven**

DECLARÓ QUE:

El trabajo de titulación “**Análisis de la radiación no ionizante (RNI) por parte de radio bases celulares en sectores de la ciudad de Guayaquil.**” previo a la obtención del Título de **Ingeniero En Telecomunicaciones**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 14 días del mes de Septiembre del año 2016

EL AUTOR

Zambrano Paredes, Danny Steven



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

AUTORIZACIÓN

Yo, Zambrano Paredes, Danny Steven

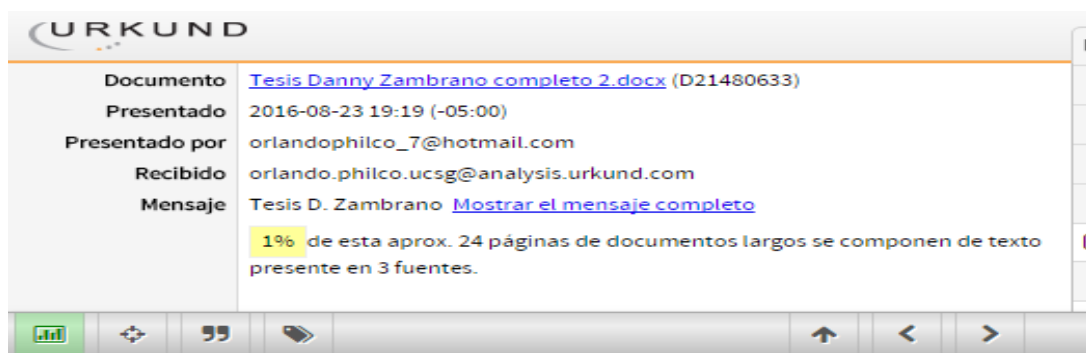
Autorizó a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación, en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: “**Análisis de la radiación no ionizante (RNI) por parte de radio bases celulares en sectores de la ciudad de Guayaquil**”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 14 días del mes de Septiembre del año 2016

EL AUTOR

Zambrano Paredes, Danny Steven

REPORTE URKUND



The screenshot shows the URKUND interface with the following details:

| | |
|----------------|------------------------------------------------------------------|
| Documento | Tesis Danny Zambrano completo 2.docx (D21480633) |
| Presentado | 2016-08-23 19:19 (-05:00) |
| Presentado por | orlandophilco_7@hotmail.com |
| Recibido | orlando.philco.ucsg@analysis.urkund.com |
| Mensaje | Tesis D. Zambrano Mostrar el mensaje completo |

1% de esta aprox. 24 páginas de documentos largos se componen de texto presente en 3 fuentes.

At the bottom of the screenshot, there is a toolbar with icons for document viewing and navigation.

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES TEMA: Análisis de la radiación

no ionizante (RNI) por parte de radio bases celulares en sectores de la ciudad de Guayaquil. AUTOR: Danny Steven Zambrano Paredes Trabajo de Titulación previo a

la obtención del grado de INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES TUTOR: Philco Asqui, Luis Orlando Guayaquil, Ecuador Septiembre del 2016

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES CERTIFICACIÓN Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr. Danny Steven Zambrano Paredes como requerimiento para la obtención del título de INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES. TUTOR _____ Philco Asqui, Luis Orlando DIRECTOR DE CARRERA _____ Heras Sánchez, Miguel Armando Guayaquil, Septiembre del año 2016
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL FACULTAD

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de graduación a mi Padre que es el pilar más importante de mi vida por demostrarme siempre su apoyo y amor incondicional, le agradezco su esfuerzo y sacrificio que ha hecho para poder bríndame una formación académica.

A mi Tía que es la mujer más importante en mi vida que me crió con buenos sentimientos y valores, que siempre ha estado junto a mí guiándome para seguir adelante en la vida.

A toda mi familia en general por el apoyo brindado durante toda mi vida y estar conmigo en los buenos y malos momentos.

EL AUTOR

ZAMBRANO PAREDES, DANNY STEVEN

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por protegerme y guiarme en mi camino y darme las fuerzas para superar las dificultades que se han dado a lo largo de mi vida.

Le doy gracias a mi Padre Isidro Zambrano quien a lo largo de toda mi vida me ha apoyado y motivado en mi formación académica, creyendo en mí en todo momento.

Agradezco a mi Tía Cruz Zambrano que ha sido una madre para mí que me crió y me inculco los valores que me hacen la persona que soy ahora.

A mi tutor Luis Philco Asqui quien me guió y apoyó para culminar el presente trabajo de titulación.

A la Ing. Luzmila Ruilova por toda la colaboración brindada, durante la elaboración de este proyecto.

EL AUTOR

ZAMBRANO PAREDES, DANNY STEVEN



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

PHILCO ASQUI, LUIS ORLANDO
TUTOR

HERAS SÁNCHEZ, MIGUEL ARMANDO
DIRECTOR DE CARRERA

PALACIOS MELÉNDES, EDWIN FERNANDO
COORDINADOR DE TITULACIÓN

ÍNDICE GENERAL

| | |
|------------------------------------------------------------------------------|------|
| ÍNDICE DE FIGURAS | XIII |
| ÍNDICE DE TABLAS | XV |
| RESUMEN | XVI |
| ABSTRACT | XVII |
| CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN | 18 |
| 1.1. Planteamiento del Problema | 18 |
| 1.2. Justificación | 19 |
| 1.3. Objetivos | 20 |
| 1.3.1. General | 20 |
| 1.3.2. Específico | 20 |
| 1.4. Hipótesis | 20 |
| 1.5. Metodología de la investigación | 20 |
| 1.6. Tipo de investigación | 21 |
| CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO | 22 |
| 2.1. Estación de base de telefonía móvil | 22 |
| 2.2. Estructura para radio base de telefonía móvil | 22 |
| 2.2.1. Tablero de energía | 22 |
| 2.2.2. Pozo a tierra | 23 |
| 2.2.3. Equipos de radio base | 24 |
| 2.2.4. Equipos de transmisión | 25 |
| 2.2.5. Torre celular | 25 |
| 2.2.6. Antena celular | 26 |
| 2.2.7. Celdas | 27 |
| 2.3. Funcionamiento radio base de Telefonía Móvil | 27 |
| 2.4. Equipos para manejar la radio comunicación con la Telefonía Móvil | 28 |
| 2.4.1. Central interfaz de radio (ERI) | 28 |
| 2.4.2. Alimentación | 28 |
| 2.4.3. Unidades de Canal | 28 |
| 2.4.4. Receptor Multiacoplador MCA y MCB | 28 |
| 2.4.5. Receptor de Intensidad de Señal | 28 |
| 2.4.6. Unidad de Oscilador de Referencia. (ROU) | 29 |
| 2.4.7. Probador de canal (CT) | 29 |
| 2.4.8. Unidad de Monitoreo de Potencia (PMU) | 29 |

| | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.5. | Espectro de Telefonía Móvil en el Ecuador | 29 |
| 2.6. | Espectro Electromagnético..... | 30 |
| 2.7. | Radiación..... | 31 |
| 2.8. | Ionización..... | 31 |
| 2.9. | Tipos de Radiación | 32 |
| 2.9.1. | Radiación Ionizante | 32 |
| 2.9.2. | Radiación No Ionizante..... | 33 |
| 2.10. | Niveles de exposición RNI ambientales | 33 |
| 2.10.1. | Niveles de RNI en espacios públicos..... | 34 |
| 2.10.2. | Niveles de RNI en ambientes residenciales | 34 |
| 2.10.3. | Niveles de RNI en ambientes ocupacionales | 35 |
| 2.11. | SAR – Tasa de Absorción Específica | 35 |
| 2.12. | Regulación Internacional | 36 |
| 2.12.1. | Indicaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS) referente a la RNI | 36 |
| 2.12.2. | Indicaciones de la Unidad Internacional de las Telecomunicaciones (UIT) referente a la RNI..... | 37 |
| 2.12.3. | Indicaciones de la Comisión Interamericana de Telecomunicaciones (CITEL) | 37 |
| 2.12.4. | Comisión Internacional para la Protección de Radiaciones No Ionizantes | 37 |
| 2.12.5. | Criterios para el establecimiento de sus límites de exposición | 38 |
| 2.13. | Regulación Nacional..... | 40 |
| 2.13.1. | Exposición ocupacional | 40 |
| 2.13.2. | Exposición poblacional..... | 41 |
| CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTOS DE MEDICIONES DE RADIACIONES NO IONIZANTES | | 44 |
| 3.1. | Introducción..... | 44 |
| 3.2. | Esquemas de Regulación | 44 |
| 3.3. | Método de Predicción | 45 |
| 3.4. | Método de Medición | 45 |
| 3.5. | Instrumentación utilizada en las Mediciones RNI..... | 46 |
| 3.6. | Narda NBM 550 | 47 |
| 3.6.1. | Descripción | 47 |
| 3.6.2. | Aplicaciones | 47 |

| | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.6.3. | Características | 48 |
| 3.6.4. | Software | 49 |
| 3.6.5. | Pasos para configuración del software SAM RNI..... | 50 |
| 3.7. | Sonda de tipo isotrópica Rango 75 a 3000 MHz..... | 53 |
| 3.7.1. | Descripción | 53 |
| 3.7.2. | Características | 53 |
| 3.7.3. | Calibración | 53 |
| 3.7.4. | Robustez..... | 53 |
| 3.7.5. | Funcionamiento | 54 |
| 3.8. | Pasos para realizar mediciones con el software del equipo | 54 |
| CAPÍTULO 4: ANALISIS DE MEDICIONES RNI EN LOS CUATRO SECTORES ESCOGIDOS DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL | | 55 |
| 4.1. | Información referente a los puntos de medición | 55 |
| 4.1.1. | Distribución de los puntos de Medición | 55 |
| 4.2. | Sector 1 | 57 |
| 4.2.1. | Localización GPS de la Radio Base | 57 |
| 4.2.2. | Mediciones tomando los 12 Puntos de Georreferencia | 58 |
| 4.2.3. | Valores Obtenidos de la Medición | 58 |
| 4.2.4. | Fotos del lugar | 59 |
| 4.3. | Sector 2 | 60 |
| 4.3.1. | Localización GPS de la Radio Base | 60 |
| 4.3.2. | Mediciones tomando los 12 Puntos de Georreferencia | 61 |
| 4.3.3. | Valores Obtenidos de la Medición | 61 |
| 4.3.4. | Fotos del lugar | 62 |
| 4.4. | Sector 3 | 63 |
| 4.4.1. | Localización GPS de la Radio Base | 63 |
| 4.4.2. | Mediciones tomando los 12 Puntos de Georreferencia | 64 |
| 4.4.3. | Valores Obtenidos de la Medición | 64 |
| 4.4.4. | Fotos del lugar | 65 |
| 4.5. | Sector 4 | 66 |
| 4.5.1. | Localización GPS de la Radio Base | 66 |
| 4.5.2. | Mediciones tomando los 12 Puntos de Georreferencia | 67 |
| 4.5.3. | Valores Obtenidos de la Medición | 67 |
| 4.5.4. | Fotos del lugar | 68 |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.6. Relación Porcentual de las mediciones con respecto a los límites fijados por ICNIRP..... | 69 |
| 4.6.1. Ilustración porcentual de límites en el Hospital Ycaza Bustamante | 69 |
| 4.6.2. Ilustración porcentual de límites de estadio Alberto Spencer | 70 |
| CONCLUSIONES | 72 |
| RECOMENDACIONES | 73 |
| Anexo A..... | 74 |
| Anexo B | 76 |
| Anexo C..... | 78 |
| BIBLIOGRAFÍA | 79 |

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPITULO 2

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 2. 1: Tablero de Energía de una RB | 23 |
| Figura 2. 2: Pozo a tierra | 23 |
| Figura 2. 3: RBS Ericsson 2106 Macro - Outdoor | 24 |
| Figura 2. 4: RBS Ericsson 2206 Macro - Indoor..... | 24 |
| Figura 2. 5: Torre Autosoportada | 25 |
| Figura 2. 6: Torre Arriostrada | 25 |
| Figura 2. 7: Torre Monopolo | 26 |
| Figura 2. 8: Torre Ventada | 26 |
| Figura 2. 9: División de la ciudad en Celdas..... | 27 |
| Figura 2. 10: Frecuencias concesionadas Telefonía Móvil en Ecuador, Banda 800 MHz | 29 |
| Figura 2. 11: Frecuencias concesionadas Telefonía Móvil en Ecuador, Banda 1900 MHz | 30 |
| Figura 2. 12: Escala de las longitudes de onda del espectro electromagnético | 30 |
| Figura 2. 13: Tipos de Radiaciones en el espectro | 31 |
| Figura 2. 14: Ionización de la materia | 32 |
| Figura 2. 15: Poder de penetración de las diferentes emisiones radiactivas | 32 |

CAPÍTULO 3

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 3. 1: Esquemas de Regulación de Esquema | 44 |
| Figura 3. 2: Equipo Narda NBM 550 con Sonda de Tipo Isotrópica Rango 75 a 3000MHz..... | 46 |
| Figura 3. 3: Software de Medición del Narda NBM 550..... | 50 |
| Figura 3. 4: Ingreso al Software SAM RNI | 50 |
| Figura 3. 5: Opción Medición de datos en el software SAM RNI | 51 |
| Figura 3. 6: Selección de tipo de medición SAM RNI | 51 |
| Figura 3. 7: Creación de archivo SAM RNI..... | 52 |
| Figura 3. 8: Inicio de Mediciones en SAM RNI | 52 |

CAPÍTULO 4

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 4. 1: Puntos georreferenciados para mediciones RNI..... | 56 |
| Figura 4. 2: Coordenadas de la ubicación de la Radio Base Ayacucho Norte..... | 57 |
| Figura 4. 3: Mediciones en los alrededores de la radio base Ayacucho Norte | 58 |
| Figura 4. 4: Hospital Ycaza Bustamante..... | 59 |
| Figura 4. 5: Coordenadas de la ubicación de la Radio Base Estadio Modelo..... | 60 |
| Figura 4. 6: Mediciones en los alrededores de la radio base Estadio Modelo | 61 |
| Figura 4. 7: Estadio Modelo Alberto Spencer | 62 |
| Figura 4. 8: Coordenadas de la ubicación de la Radio Base Elizalde..... | 63 |
| Figura 4. 9: Mediciones en los alrededores de la radio base Elizalde | 64 |
| Figura 4. 10: Edificio de la CFN | 65 |
| Figura 4. 11: Coordenadas de la ubicación de la Radio Base Mucho Lote 7ma Etapa | 66 |
| Figura 4. 12: Mediciones en los alrededores de la radio base Mucho Lote 7ma Etapa | 67 |
| Figura 4. 13: Mucho Lote 7ma Etapa | 68 |
| Figura 4. 14: Límite Vs. Valores de las mediciones Hospital Ycaza Bustamante | 69 |
| Figura 4. 15: Límite Vs. Valores de las mediciones Estadio Alberto Spencer | 70 |
| Figura 4. 16: Límite Vs. Valores de las mediciones en Edificio de la CFN | 70 |
| Figura 4. 17: Límite Vs. Valores de las mediciones de Mucho Lote 7ma Etapa | 71 |

ÍNDICE DE TABLAS

CAPITULO 2

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 2. 1: Ondas no Ionizantes emitidas por diferentes equipos y factores | 33 |
| Tabla 2. 2: Límites para Campos Electromagnéticos de 10GHz..... | 39 |
| Tabla 2. 3: Límites para exposición poblacional RNI | 41 |
| Tabla 2. 4: Límites para exposición RNI en Ecuador..... | 43 |

CAPÍTULO 4

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 4. 1: Distribución de Mediciones Telefonía Móvil en 4 sectores de la ciudad de Guayaquil | 55 |
| Tabla 4. 2: Ubicación Radio Base del Sector 1 | 57 |
| Tabla 4. 3: Valores obtenidos de la medición | 58 |
| Tabla 4. 4: Ubicación de los puntos de medición con coordenadas | 59 |
| Tabla 4. 5: Ubicación Radio Base del Sector 2 | 60 |
| Tabla 4. 6: Valores obtenidos de la medición | 61 |
| Tabla 4. 7: Ubicación de los puntos de medición con coordenadas | 62 |
| Tabla 4. 8: Ubicación de la Radio Base del Sector 3..... | 63 |
| Tabla 4. 9: Valores obtenidos de la medición | 64 |
| Tabla 4. 10: Ubicación de los puntos de medición con coordenadas | 65 |
| Tabla 4. 11: Ubicación de la Radio Base del Sector 4..... | 66 |
| Tabla 4. 12: Valores obtenidos de la medición | 67 |
| Tabla 4. 13: Ubicación de los puntos de medición con coordenadas | 68 |

RESUMEN

Hoy en día las Telecomunicaciones han tenido un gran auge, lo que paralelamente ha conllevado a una lluvia de radiación electromagnética no ionizante que emiten estas; muchos investigadores estudian el impacto que estas puedan producir sobre las persona y los efectos que pueden producir en nuestra salud, con lo cual se han establecido recomendaciones nacionales e internacionales, para verificar el cumplimiento de los límites de emisiones de radiación electromagnética, los tipos de medición usadas en las mismas, y la forma de cómo se evalúan los resultados.

Por lo tanto este trabajo de investigación se va a realizar con el objetivo de analizar el cumplimiento de las normas sobre emisiones de radiaciones no ionizantes de radio bases, con mediciones realizadas en cuatro sectores concurridos de la ciudad de Guayaquil con la aplicación de software SAM RNI y el hardware NARDA NBM 550, para bandas de frecuencias de tecnologías de Telefonía Móvil.

Palabras Claves: RNI, NIVELES DE MEDICIÓN, CAMPO ELÉCTRICO, CAMPO MAGNÉTICO, RADIO BASE CELULAR.

ABSTRACT

Nowadays Telecommunications have had a great upgrade, which has simultaneously led to a non-ionizing electromagnetic radiation rain. Many researchers are studying the impact of NIR in people and the effects in our health. Which is why had been established national and international recommendations, to verify the compliance of the electromagnetic radiation emission limits, measurement types used and the way of evaluation of the results.

Therefore, this research was perform in order to analyze the compliance of non-ionizing radiation emission standards in radio stations, with measurements realized in four crowded areas in the city of Guayaquil, with the software application SAM RNI and hardware NARDA NBM 550, on frequency bands of mobile phone technologies.

Keywords: RNI, LEVEL MEASUREMENT, ELECTRIC FIELD, MAGNETIC FIELD, CELLULAR RADIO BASE.

CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del Problema

La patología ambiental es un desafío que está afrontando nuestra sociedad moderna, pero este término hace referencia aquellas causas que afectan al hombre y su organismo; un factor causante de esto es la radiación ya que altera el funcionamiento del cuerpo humano, lo que ha sido motivo de estudio para muchos investigadores, quienes intentan respaldar científicamente sobre los efectos nocivos de los tipos de radiaciones.

Actualmente ya existen evidencias que prueban los efectos adversos para la salud y el daño que origina dependiendo de la dosis recibida o absorbida, una de ellas son las recomendaciones dadas por el ICNIRP que considera dos tipos de SAR dentro de las restricciones básicas: El SAR de cuerpo entero que se produce en una persona por acción de las ondas emitidas por una estación base y el SAR localizado que es el que se aplica para determinar si un teléfono móvil cumple con las recomendaciones de seguridad.

Este daño depende del tipo de radiación y de la sensibilidad del cuerpo humano. Si las radiaciones no ionizantes son de alta frecuencia, provocan una elevación de temperatura en órganos y tejidos, y si las radiaciones no ionizantes son de baja frecuencia no producen efectos térmicos, pero si inducen corriente al cuerpo humano generando canceres y alternado el sistema nervioso, de acuerdo a estudios realizados por los institutos especializados en el tema.

1.2. Justificación

Las radiaciones electromagnéticas son permanentes, continuas e imperceptibles; unas son causadas de forma natural y otras son producidas por el ser humano.

Los seres vivos convivimos con el campo geomagnético y los fenómenos ondulatorios electromagnéticos atmosféricos, es decir estamos expuestos a manantiales electromagnéticos naturales, fuera de los producidos por la actividad humana.

Es por ello que organizaciones internacionales especializadas en el tema, están siempre realizando estudios y publicaciones sobre la evaluación de la salud al estar expuestos a campos electromagnéticos.

Y este trabajo de investigación pretende ser un aporte científico, porque se realizará un análisis sobre la radiación no ionizante de radio bases celulares en sectores de Guayaquil; mediante esta investigación se evaluará por medio de tablas gráficas si los valores adquiridos cumplen con los niveles de referencia correspondientes a su frecuencia para la exposición poblacional a campos electromagnéticos. Y de acuerdo a ello se conocerá que sectores de la ciudad de Guayaquil son más propensos a la radiación.

1.3. Objetivos

1.3.1. General

Realizar un análisis de la radiación no ionizante (RNI) por parte de radio bases celulares en sectores de la ciudad de Guayaquil.

1.3.2. Específico

- Conocer los efectos adversos para la salud y medidas de prevención de las radiaciones no ionizantes.
- Explicar cómo se realizan los procedimientos de mediciones de radiaciones no ionizantes
- Analizar y comparar los resultados obtenidos de la RNI de los sectores de la ciudad de Guayaquil.

1.4. Hipótesis

Este proyecto de investigación plantea una hipótesis que es la de conocer qué sectores de la ciudad de Guayaquil tienen más contaminación de RNI y si cumplen con los niveles de referencia correspondientes a su frecuencia para la exposición poblacional, y como está incide en las personas que habitan en los sectores escogidos.

1.5. Metodología de la investigación

Este trabajo plantea un método de investigación inductivo en donde se analiza un hecho y a partir de los resultados obtenidos se puede extraer una conclusión de carácter general y también un método exploratorio porque se examinó un problema existente.

También usa una metodología explicativa porque describe conceptos, fundamentos teóricos y procedimientos para realizar una medición de campo.

1.6. Tipo de investigación

Este trabajo de investigación es de tipo explicativo porque busca conocer el origen de la problemática de un hecho además de establecer relaciones de causa y efecto, en este caso se investigará sobre los efectos negativos que produce a la salud la RNI y que tipo de consecuencias origina el estar expuesto a estos. También es de carácter analítico porque se va establecer la comparación de variables entre grupos de estudio, en este caso se compara valores como la intensidad de radiación a la que están expuestas distintos lugares de la ciudad de Guayaquil. Y como la investigación va seleccionar y recopilar información por medio de la lectura crítica de documentos y materiales bibliográficos, de instituciones gubernamentales y privadas expertas en el tema usa una investigación documental.

CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1. Estación de base de telefonía móvil

Se denomina Radio Base o Estación base de relevo para señales con información del tipo datos y voz. (García, 2013) Es la encargada de supervisar la calidad de la transmisión de una llamada por medio de frecuencias de supervisión, también tiene la tarea de medir la intensidad de potencia de las llamadas.

La (Radio Base) con siglas RBS siempre están en conexión con MSC (Mobile Switching Central) o la MTSO (Mobile Telephone Switching Office) a través de enlaces punto a punto.

2.2. Estructura para radio base de telefonía móvil

2.2.1. Tablero de energía

El tablero de energía tiene como fin el de suministrar la energía 220V AC a todos los equipos a utilizar en la Estación Base Celular. Del mismo energiza la iluminación de la estación de radio base y la luz de balizaje que está situada en la parte más alta de la torre celular. Además, posee otras entradas de energía para equipos de microondas o equipos que requieran una alimentación de 220V AC, como también de tomacorrientes para poder conectar cualquier herramienta. En la puerta principal tiene implementando dos luces leds que indican la presencia de tensión y el correcto funcionamiento de la luz de balizaje. En la figura 2.1 se puede visualizar todo lo explicado sobre el tablero de energía.



Figura 2. 1: Tablero de Energía de una RB

Fuente: (Alberto Zapata, 2014)

2.2.2. Pozo a tierra

En toda estación de radio base debe haber una red de pozos para el aterramiento de todo el equipamiento existente que hay en la base, ya que todo este equipamiento está propenso a recibir descargas eléctricas, por lo que deben ir aterrados a las barras de tierra, que a su vez, están interconectadas con los pozos. En la figura 2.2 se puede ver un pozo a tierra.



Figura 2. 2: Pozo a tierra

Fuente: (Alberto Zapata, 2014)

2.2.3. Equipos de radio base

El equipo de Radio Base es el elemento esencial de una Estación Base Celular, ya que en estos equipos se producen las señales de RF que viajan por los feeders hasta llegar a las antenas, quienes tienen la función de emitirlos al espacio. Estos equipos se clasifican de acuerdo algunas características si son instaladas dentro o fuera de una sala, se las denomina (Outdoor - Indoor); y también de acuerdo su potencia de salida, si es alta, mediana o baja (Macro, Micro y Pico) en las figuras 2.3 y 2.4, se puede ver equipos de radio base Outdoor e Indoor.



Figura 2. 3: RBS Ericsson 2106 Macro - Outdoor

Fuente: (Alberto Zapata, 2014)



Figura 2. 4: RBS Ericsson 2206 Macro - Indoor

Fuente: (Alberto Zapata, 2014)

2.2.4. Equipos de transmisión

El medio de transmisión empleado para vincular las estación de radio base es el radioenlace, o transmisión vía microondas, pero en lugares con una accidentada geografía se utiliza el enlace satelital. Las operadoras de telefonía móvil son las encargadas de designar modulaciones, frecuencias utilizadas, dirección, polarización y el BER.

2.2.5. Torre celular

Se instala torres celulares porque permite ganar la altura necesaria para optimizar la cobertura celular y la línea de vista del enlace microondas. Se clasifican en cuatro tipos de torres, según su estructura: autoportada, arriostrada, monopolo y ventada.

2.2.5.1. Autoportada

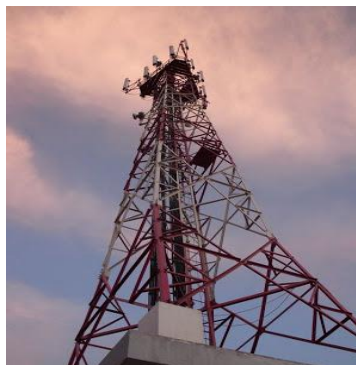


Figura 2. 5: Torre Autoportada

Fuente: (Alberto Zapata, 2014)

2.2.5.2. Arriostrada



Figura 2. 6: Torre Arriostrada

Fuente: (Alberto Zapata, 2014)

2.2.5.3. Monopolo

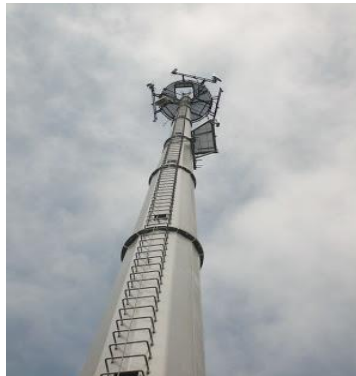


Figura 2. 7: Torre Monopolo

Fuente: (Alberto Zapata, 2014)

2.2.5.4. Ventada



Figura 2. 8: Torre Ventada

Fuente: (Alberto Zapata, 2014)

2.2.6. Antena celular

Las antenas tienen el papel más importante en una estación base, ya que a través de ellas es por donde se irradia la energía proveniente de la RBS. Existen antenas Single Band que están en un rango de frecuencia de 850 ó 1900 MHz y antenas Dual Band que tiene un rango doble de frecuencia 850 y 1900 MHz.

2.2.7. Celdas

Son redes formadas por celdas de radio, para optimizar un buen sistema de la estación de base de telefonía móvil se divide la ciudad en pequeñas células o celdas. Ver Fig. 2.9, su función es que miles de usuarios puedan utilizar los teléfonos celulares al mismo tiempo. Cada celda abarca un tamaño de 26 Km², están diseñadas en forma de hexágono o como grandes rejillas de hexágonos. Cada una de estas celdas cuenta con una estación base que consiste de una torre que posee el equipo de radio.



Figura 2. 9: División de la ciudad en Celdas

Fuente: (Alberto Zapata, 2014)

2.3. Funcionamiento radio base de Telefonía Móvil

Diaz & Proaño (2010) Describen el funcionamiento de una radio base, y explican que la comunicación de telefonía móvil es permitida gracias a la interconexión entre centrales celulares. La telefonía móvil radica en la combinación de una red de estaciones transmisoras-receptoras de radio, es decir repetidores o estaciones base y una serie de centrales telefónicas de conmutación de primer y segundo nivel MSC y BSC, que viabiliza la comunicación entre teléfonos móviles o entre terminales portátiles y teléfonos de la red fija tradicional.

2.4. Equipos para manejar la radio comunicación con la Telefonía Móvil

2.4.1. Central interfaz de radio (ERI)

Es la que se encarga de recibir datos desde las unidades de canal y los envía al MSC y RBS; y viceversa recibe datos del MSC y los transmite a la unidad de canal. Esta comunicación RBS-MSC es digital con una velocidad de 64 Kbps.

2.4.2. Alimentación

Tiene una alimentación de 24VDC que se obtiene por conversión AC7DC, además posee un sistema de baterías de respaldo en caso que falle el suministro de sistema eléctrico.

2.4.3. Unidades de Canal

Las Unidades de Canal son determinadas por la MSC para operar como canal de voz, de control o receptor de intensidad de señal.

2.4.4. Receptor Multiacoplador MCA y MCB

Se pueden realizar varias conexiones de canales receptores pero solo dos conexiones de canales receptores de intensidad de señal.

2.4.5. Receptor de Intensidad de Señal

Está formado por un receptor y una unidad de control. El receptor es el que mide la intensidad de las señales recibidas de los teléfonos móviles en cualquier canal localizado en celdas vecinas.

2.4.6. Unidad de Oscilador de Referencia. (ROU)

Esta señal es de gran estabilidad, transmitiendo una señal de 31,250Hz con una estabilidad de frecuencia de 0.25ppm, su finalidad es ser entregada a los generadores de frecuencia en los Transmisores (FGTx) y en los Receptores (FGRx) en todas las Unidades de Control.

2.4.7. Probador de canal (CT)

Es el que efectúa pruebas controladas por el operador al equipo de la MSC y los resultados se envían al centro de operación vía enlace, dedicado a datos.

2.4.8. Unidad de Monitoreo de Potencia (PMU)

Este equipo se conecta a la salida del combinador y tiene como objetivo supervisar la potencia de salida y la reflejada; además cuando la potencia reflejada es muy alta, este activa una alarma.

2.5. Espectro de Telefonía Móvil en el Ecuador

El espectro de la telefonía móvil concesionada en Ecuador se presenta en las figuras 2.10 y 2.11.

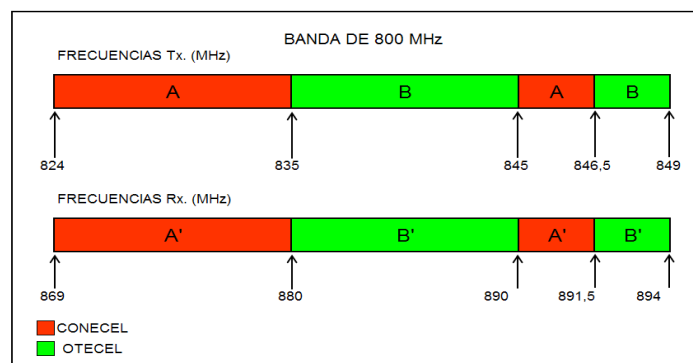


Figura 2. 10: Frecuencias concesionadas Telefonía Móvil en Ecuador, Banda 800 MHz

Fuente: (Wilson Díaz & Felipe Proaño, 2013)

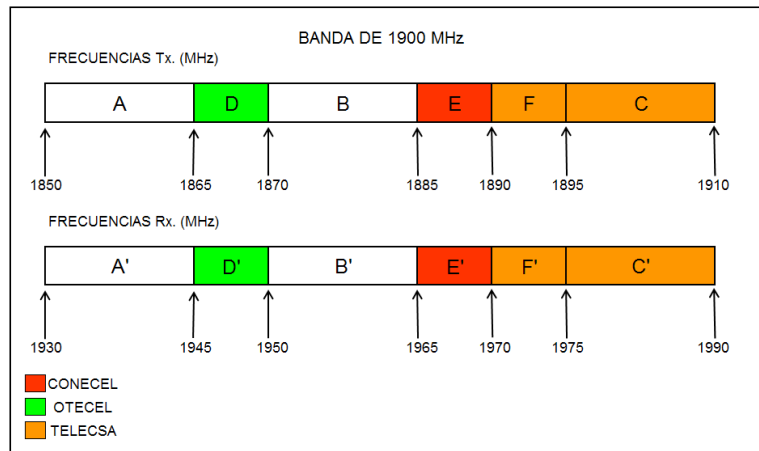


Figura 2. 11: Frecuencias concesionadas Telefonía Móvil en Ecuador, Banda 1900 MHz

Fuente: (Wilson Díaz & Felipe Proaño, 2013)

2.6. Espectro Electromagnético

Se conoce al espectro electromagnético como la distribución energética del conjunto de las ondas electromagnéticas. Cuando se hace referencia a un objeto se denomina al espectro electromagnético como la radiación electromagnética que emite o absorbe una sustancia.

Este espectro electromagnético se extiende desde las radiaciones de menor longitud de onda, en donde están los rayos gamma y rayos x; pasando por la luz ultravioleta y rayos infrarrojos hasta llegar a las radiaciones de mayor longitud de onda como son las ondas de radio. Ver figura 2.12 para ver esta escala.

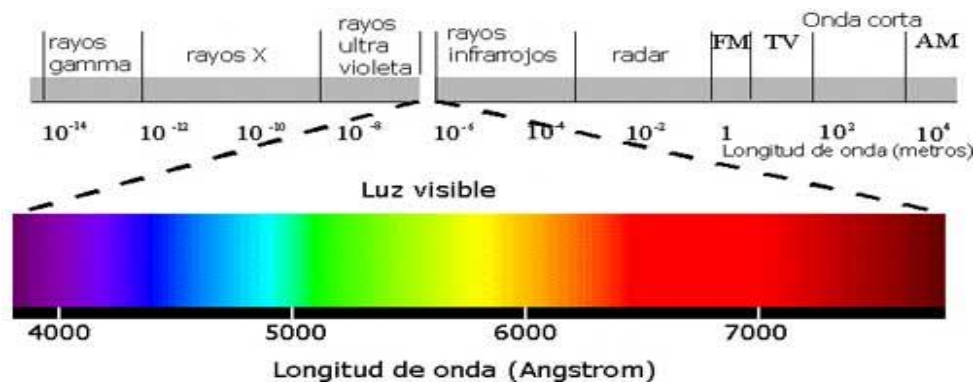


Figura 2. 12: Escala de las longitudes de onda del espectro electromagnético

Fuente: (David Cárdenas, 2015)

El Angstrom es la unidad de medida para expresar las longitudes de onda. Los intervalos van desde los 8000 A (zona roja) hasta los 4000 A (zona violeta), en donde la zona roja se sitúa las ondas de más alcance y en la zona violeta las ondas más cortas.

2.7. Radiación

La radiación puede definirse como la energía en circulación de un lugar a otro. También se define a la radiación como toda energía que se propaga en forma de onda a través del espacio.

Los distintos tipos de radiaciones tienen una escala dentro del espectro electromagnético y cada zona de este espectro se caracteriza por su frecuencia, ver figura 2.13, y de acuerdo a esta frecuencia se dividen en radiaciones ionizantes y no ionizantes.

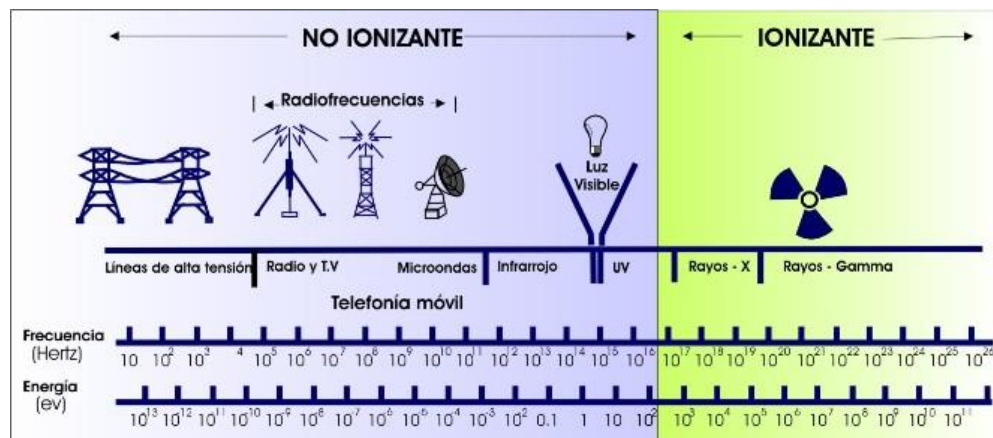


Figura 2. 13: Tipos de Radiaciones en el espectro

Fuente: (David Cárdenas, 2015)

2.8. Ionización

En el documento de Avañedo, Gonzaga & Ruiz (2013) definen a la ionización como el proceso en el cual se producen iones, moléculas u átomos que contienen cargas eléctricas a partir de ganar o perder electrones, dentro de células vivas

2.9. Tipos de Radiación

2.9.1. Radiación Ionizante

La radiación ionizante se debe ya que partículas, ocasionan la ruptura de electrones de átomos y moléculas. Su característica principal es su longitud de onda corta y alta frecuencia capaz de ionizar moléculas, lo que podría provocar alteraciones moleculares en el organismo de los seres vivos originando efectos perjudiciales.

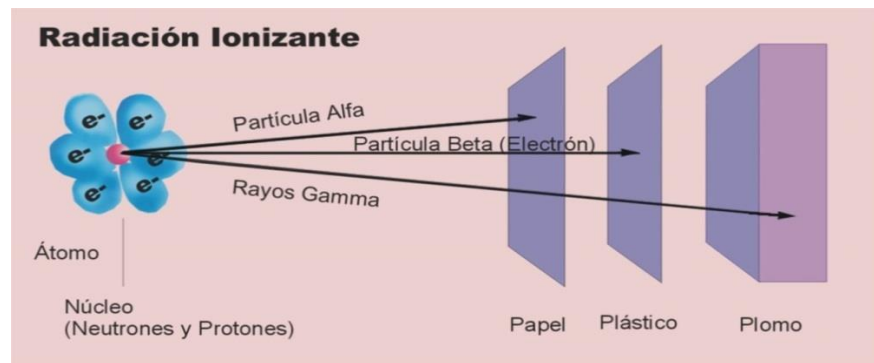


Figura 2. 14: Ionización de la materia

Fuente: (David Cárdenas, 2015)

En la figura 2.15 se pueden ver los tipos de radiación Ionizante y explica el poder de penetración de las diferentes emisiones radiactivas.

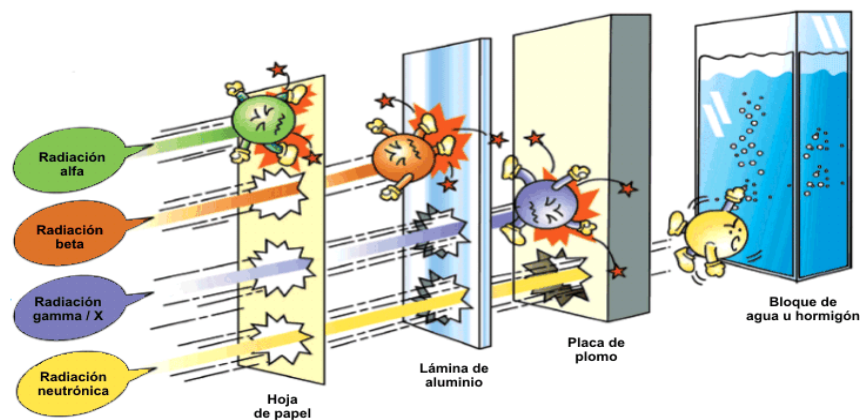


Figura 2. 15: Poder de penetración de las diferentes emisiones radiactivas

Fuente: (David Cárdenas, 2015)

2.9.2. Radiación No Ionizante

Son ondas incapaces de remover electrones de la materia que irradia, lo máximo que puede llegar a ocasionar son excitaciones electrónicas, es decir vibraciones y rotaciones, esto se provoca cuando los electrones aumentan su nivel de energía. La característica principal es que su longitud de onda es larga con frecuencias muy cortas.

Tabla 2. 1: Ondas no Ionizantes emitidas por diferentes equipos y factores

| ONDAS NO IONIZANTES | RANGO DE FRECUENCIA | FACTORES QUE LA EMITEN |
|-------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Extremadamente Baja Frecuencia (ELF) | 3 KHz | Líneas eléctricas de corriente alterna |
| Muy Baja Frecuencia (VLF) | 3 - 30 KHZ | Máquinas de soldadura por inducción |
| Radio Frecuencia (RF) | 30 KHz - 1 GHz | Ondas de radio y televisión, soldadura de plásticos |
| Campos eléctricos y magnéticos estáticos | | Conductores eléctricos de corriente continua, imanes |
| Microondas (MO) | 1 - 300 GHz | Hornos de microondas, telefonía móvil |
| Infrarrojos (IR) | 300 GHz - 385 THz | Material candente, lámparas de infrarrojos |
| Luz visible | 385 THz - 750 GHz | Iluminación común y corriente |
| Ultravioleta (UV) no ionizante | 750 THz - 3000 THz | Lámparas: solares, de detección de taras, de insolación industrial, sol |

Fuente: (Avañedo, Gonzaga, & Ruiz, 2013)

2.10. Niveles de exposición RNI ambientales

Los rangos de frecuencia correspondiente a la radiación no ionizante a los que la población está más expuesta son los de frecuencias muy baja como los ELF, que son los campos electromagnéticos producidos por la generación y transmisión de energía

eléctrica hacia los hogares; y RF más conocida las ondas microondas de radio, televisión, y telefonía celular.

2.10.1. Niveles de RNI en espacios públicos

- **ELF**

La energía eléctrica generada por las centrales es distribuida hacia los poblados mediante líneas de transmisión de alto voltaje, este desplazamiento genera campos electromagnéticos muy extra baja frecuencia a los que las personas están expuestas a diario. Estas líneas de transmisión pueden generar campos de 12kV/m y 30 μ T, pero si el poblado está cerca de estas subestaciones el alcance de estos campos es mayor 16kV/m y 270 μ T.

- **RF**

Los campos de radiofrecuencia que están en lugares abiertos o públicos corresponden a los que son emitidos por los sistemas de telecomunicaciones y estaciones de radio, televisión. Entre más desarrollada este una ciudad en el marco de las comunicaciones, más fuertes serán sus campos electromagnéticos; se han realizado mediciones en este tipo de ciudades y se ha encontrado que los niveles de RF son de 50 μ W/m², detectándose mayor nivel cuando se está cerca de estos puntos de transmisión.

2.10.2. Niveles de RNI en ambientes residenciales

- **ELF**

En lugares residenciales estos campos son mayores porque provienen de muchas fuentes, hay que tener en consideración si la vivienda está cerca de las líneas eléctricas, número de electrodomésticos que se usen en el hogar, y del cableado eléctrico que este estructurado el hogar. Cuando se está cerca de estos aparatos, los niveles de campo eléctrico y magnético no sobrepasan los 500V/m y los 150 μ T, pero este nivel se va reduciendo a medida que se aleja de estos aparatos.

- **RF**

Se considera en el hogar como fuentes de radiofrecuencia a los hornos de microondas, teléfonos celulares, televisión, alarmas antirrobo. Todo este conjunto no supera los $12\mu\text{W}/\text{m}^2$.

2.10.3. Niveles de RNI en ambientes ocupacionales

- **ELF**

Cuando se refiere ambientes ocupacionales estamos hablando de donde hay grandes equipos eléctricos industriales y los campos magnéticos y electromagnéticos son intensos porque la mayoría de estos equipos deben ser de gran alcance. Hay mediciones que muestran que centrales eléctricas el campo magnético y eléctrico supera los $25\text{kV}/\text{m}$ y 2 mT .

- **RN**

En el sector industrial hay algunos procesos industriales que emiten campos de radiofrecuencia. Entre ellos calentadores dieléctricos, calentadores por inducción, hornos de microondas, equipos electro quirúrgicos; cuando se está cerca de estos hay niveles de campo de $12\mu\text{W}/\text{m}^2$. Para trabajadores que operan en antenas de telecomunicaciones el nivel es más alto. Y es mucho más crítico cuando se trabaja con radares.

2.11. SAR – Tasa de Absorción Específica

El SAR es la unidad en la que se mide la cantidad de energía RF que es absorbida por los tejidos del ser humano (cuerpo, oreja y cerebro) al utilizar un teléfono celular.

La telefonía móvil debe estar siempre activa para que los usuarios puedan estar comunicados, y esto se permite gracias a las ondas electromagnéticas que determinan un enlace de radio entre el terminal y la antena. Pero todo este proceso genera una radiación que es absorbida por el cuerpo del ser humano, esta cantidad de absorción depende de la marca y modelo de móvil utilizado.

2.12. Regulación Internacional

De modo que aún se está en discusión si las radiaciones electromagnéticas denominadas RNI provenientes de radio bases de telefonía celular son perjudiciales para la salud humana, los entes regulatorios se han visto en la necesidad de realizar estudios para poder establecer límites de seguridad que den la seguridad a la población, ya que el mundo de las telecomunicaciones se está desarrollando de manera exponencial.

Se han considerado algunos factores dentro de este estudio entre ellos: la exposición de RNI en ambientes con temperaturas extremas, la mayor sensibilidad que tienen ancianos y niños a la RNI, distinta capacidad de absorción de energía electromagnética en base a la complejidad de cada individuo.

2.12.1. Indicaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS) referente a la RNI

Chan (2015) Describe a la Organización Mundial de la Salud, como un organismo fundamental dentro del sistema de las Naciones Unidas, porque es la autoridad encargada de dirigir y coordinar temas de la salud internacional. Tiene la tarea de producir directrices de salud, estándares y normas, determinar líneas de investigación en material de la salud.

Con el objetivo de salvaguardar la exposición humana a campos electromagnéticos y estos no tengan efectos negativos en la salud, se han establecido normas internacionales. Las cuales han sido elaboradas después de que científicos especialistas en el tema hayan analizado pruebas de la repetición sistemática y obtuvieran resultados de institutos de investigación reconocidos a nivel internacional.

La OMS cimienta sus recomendaciones en la Comisión Internacional para la protección contra las radiaciones no ionizantes, con siglas en Ingles. La información generada por ICNIRO indica que no hay efectos adversos a la salud para niveles por debajo de las recomendaciones internacionales.

2.12.2. Indicaciones de la Unidad Internacional de las Telecomunicaciones (UIT) referente a la RNI

La Unidad Internacional de las Telecomunicaciones ha establecido las siguientes recomendaciones.

- **K52:** Se basa en la orientación sobre los límites a la exposición de los campos electromagnéticos para simplificar el cumplimiento de las instalaciones de sistemas de telecomunicaciones. Consiste en método de cálculo para la evaluación de las instalaciones.
- **K61:** Son técnicas de mediciones realizadas para comprobar que las instalaciones de telecomunicaciones cumplan con los estándares de exposición a los cuales la población debe estar.

2.12.3. Indicaciones de la Comisión Interamericana de Telecomunicaciones (CITEL)

La CITEL es un organismo que depende de la OEA conocida como Organización de Estados Americanos; en donde expusieron la recomendación CCP.II/REC.15 (VI-05) la cual aconseja adaptarse a las recomendaciones de la OMS, UIT, ICNIRO.

2.12.4. Comisión Internacional para la Protección de Radiaciones No Ionizantes

ICNIRP (2016) Proporciona asesoramiento científico, orientación sobre la salud y el medio ambiente, efectos de las radiaciones no ionizantes para proteger a las personas y al medio ambiente de exposición perjudicial RNI.

La radiación no ionizante se refiere a la radiación electromagnética tales como ultravioleta, luz, infrarrojos, ondas de radio y, y ondas mecánicas tales como infraestructura y ultrasonido.

ICNIRP proporciona recomendaciones para limitar la exposición de las frecuencias en los diferentes subgrupos RNI. Se desarrolla y publica directrices,

declaraciones y opiniones utilizadas por los organismos de protección radiológica regionales, nacionales e internacionales, como la Organización Mundial de la Salud.

Este comité estudia todo lo referente con las radiaciones no ionizantes, campos magnéticos y eléctricos, radiaciones ópticas, radiación de radiofrecuencia y ultrasonido.

ICNIRP es un contribuyente principal al diálogo RNI científica internacional y el avance de la protección RNI. ICNIRP es independiente de los intereses comerciales, nacionales y creados. Los miembros pertenecientes a esto comité no reciben ningún dinero puesto que es trabajo voluntario.

2.12.5. Criterios para el establecimiento de sus límites de exposición

La Comisión Internacional para la Protección de Radiaciones No Ionizantes ha establecido límites de acuerdo a estudios realizados sobre el tema y de acuerdo los resultados obtenidos se establecieron normas y teorías.

Estos límites se establecieron en base a los efectos negativos producidos en la salud, entre los cuales están: shock y quemaduras ocasionadas por contacto con materiales conductores, estimulación de nervios y músculos, aumento de temperatura en los tejidos por la absorción de energía.

De acuerdo a esto se establecieron teorías, unas si fueron validadas por que estuvieron bien establecidas pero otras teorías no; como por ejemplo la exposición crónica a campos electromagnéticos puede generar a la formación de enfermedades debido a que son efectos a largo plazo. No se le dio validez a esta teoría porque la información disponible no es suficiente, aunque existen algunos investigadores que si confirman la relación entre la exposición a campos electromagnéticos de baja frecuencia con valores menores a los establecidos por la ICNIRP.

En la tabla 2.2 se muestra los límites establecidos por la Comisión Internacional para la Protección de Radiaciones No Ionizantes para campos electromagnéticos de 10GHz.

Tabla 2. 2: Límites para Campos Electromagnéticos de 10GHz

| Características de la exposición | Rango de Frecuencia | Densidad de Corriente para cabeza y tronco (mA m^{-2})(rms) | SAR promedio en todo el cuerpo (Wkg^{-1}) | SAR localizado cabeza y tronco (Wkg^{-1}) | SAR localizado (extremidades) (Wkg^{-1}) |
|----------------------------------|---------------------|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Exposición ocupacional | hasta 1Hz | 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 | F/500 | 0,08 | 2 | 4 |
| | 10 MHz – 10 GHz | - | 0,08 | 2 | 4 |

Fuente: (ICNIRP, 2016)

Donde

- a. F es la frecuencia en Hz.
- b. Como el cuerpo humano no es uniforme eléctricamente, las densidades de corriente deben ser promediadas sobre una sección transversal de 1cm^2 perpendicular a la dirección en la que se desplaza la corriente.
- c. Cuando la frecuencia es de hasta 100KHz los valores de la densidad de corriente se adquieren multiplicando el valor rms por 1.414.
- d. Cuando la frecuencia es de hasta 100KHz y con campos magnéticos pulsantes la densidad de corriente máxima de pulsos se calcula de los tiempos de subido / bajada y la máxima tasa de cambio de la densidad de flujo magnético.
- e. Todos los valores del SAR deben ser promediados por un periodo de 6 minutos.
- f. La masa para promediar el SAR encontrado es cualquier tejido de 10 gramo.
- g. Para pulsos de duración tp , la frecuencia equivalente a aplicarse en las restricciones básicas debe ser calculado según $F=1/(2tp)$.

2.13. Regulación Nacional

El 1 de enero del año 2005 CONATEL, Consejo Nacional de Telecomunicaciones emitió el “Reglamento de protección de emisiones de radiación no ionizante generada por uso de frecuencias del espacio radioeléctrico”. En este reglamento se decretan límites de protección para la exposición frente a Radiación No Ionizante, dentro del cual se detalla los límites como para exposición poblacional y ocupacional.

2.13.1. Exposición ocupacional

Hace alusión aquellas situaciones en donde por motivos laborales los trabajadores han sido advertidas de lo crónico que puede llegar a ser estar expuestos a emisiones

RNI. La Exposición ocupacional también se ejerce cuando la exposición es de naturaleza transitoria, es secuela del paso ocasional por un lugar en donde los límites de exposición han superado el margen de lo permitido, dejando en advertido a las personas de lo potencial que pueden ser estar expuesto a estas emisiones, obligando a tomar medidas que hasta en ciertos casos es abandonar el lugar.

2.13.2. Exposición poblacional

Se entiende como Exposición Poblacional a los niveles de emisiones RNI que se ejercen a la población y no pueden tener dominio de dicha exposición.

El margen máximo de exposición a las emisiones de Radiación No Ionizante producidas por la utilización de frecuencias del espectro radioeléctrico afirmado en el reglamento actual para Ecuador se fundamenta en los valores establecidos en la Recomendación UIT-T K.52 de la Unión Internacional de Telecomunicaciones. Estos valores se muestran en la tabla posterior.

Dónde:

- a) Los valores límites marcados en la tabla pertenecen a valores eficaces sin perturbaciones.
- b) La variable f es la magnitud de la frecuencia ubicada en la columna de rango de frecuencias.
- c) Para las frecuencias que están entre los 100kHz y 10GHz el periodo del tiempo en el que se realice las mediciones debe ser de seis minutos
- d) Para todas las frecuencias que superan los 10GHz el periodo del tiempo en el que se deben realizar las mediciones es de $68/f^{1.05}$ minutos.

Tabla 2. 3: Límites para exposición poblacional RNI

| Tipo de Exposición | Rango de Frecuencias | Intensidad de campo eléctrico E [V/m] | Intensidad de campo magnético H [A/m] | Densidad de potencia de onda plana equivalente S [W/m ²] |
|--------------------|----------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| Ocupacional | Hasta 1 Hz | - | 2×10^5 | - |

| | | | | |
|--------------------|---------------------|----------------|-------------------------|---|
| | 1 – 8 Hz | 20000 | $2 \times 10^5 / f^2 *$ | - |
| | | | 0.053 | |
| | 8 – 25 Hz | 20000 | $2 \times 10^4 / f *$ | - |
| | | | 0.053 | |
| | 0.025 – 0.82 KHz | 500/f | $20 / f *$ | - |
| | | | $1.32 / f$ | |
| | 0.82 – 65 KHz | 610 | $24.4 *$ | - |
| | | | 1.6 | |
| | 0.065 – 1 MHz | 610 | $1.6 / f *$ | - |
| 1.6 | | | | |
| 1 – 10 MHz | 610/f | $1.6 / f$ | - | |
| 10 – 400 MHz | 61 | 0.16 | 10 | |
| 400 – 2000 MHz | $3f^{1/2}$ | $0.008f^{1/2}$ | $f/40$ | |
| 2 – 300 GHz | 137 | 0.36 | 50 | |
| Poblacional | Hasta 1 Hz | - | 2×10^4 | - |
| | 1 – 8 Hz | 10000 | $2 \times 10^4 / f^2 *$ | - |
| | | | 26.52 | |
| | 8 – 25 Hz | 10000 | $5000 / f *$ | - |
| | | | 26.52 | |
| | 0.025 – 0.8 KHz | 250/f | $4 / f *$ | - |
| | | | $0.66 / f$ | |
| | 0.8 – 3 KHz | 250/f | $5 *$ | - |
| $0.66 / f$ | | | | |
| 3 – 150 MHz | 87 | $5 *$ | - | |
| | | 0.23 | | |
| 0.15 – 1 MHz | 87 | $0.73 / f *$ | - | |

| | | | | |
|--|----------------|-----------------|-----------------------|-------|
| | | | 0.23 | |
| | 1 – 10 MHz | $87/f^{1/2}$ | 0.73/f * | - |
| | | | 0.23/f ^{1/2} | |
| | 10 – 400 MHz | 28 | 0.073 | 2 |
| | 400 – 2000 MHz | $1.375 f^{1/2}$ | $0.0037 f^{1/2}$ | f/200 |
| | 2 – 300 GHz | 61 | 0.16 | 10 |

Fuente: (ICNIRP, 2016)

Tabla 2. 4: Límites para exposición RNI en Ecuador

| Tipo de Exposición | Rango de Frecuencias [MHz] | Intensidad de campo eléctrico, E [V/m] | Intensidad de campo magnético, H [A/m] | Densidad de potencia onda plana equivalente, S [W/m ²] |
|--------------------|----------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| Ocupacional | 0.003 – 0.065 | 610 | 24.4 * | - |
| | | | 1.6 | |
| | 0.065 – 1 | 610 | 1.6/f * | - |
| | | | 1.6 | |
| | 1 – 10 | 610/f | 1.6/f | - |
| | 10 – 400 | 61 | 0.16 | 10 |
| 400 – 2000 | $3f^{0.5}$ | $0.008 f^{0.5}$ | f/40 | |
| 2000 - 300000 | 137 | 0.36 | 50 | |
| Poblacional | 0.003 – 0.15 | 87 | 5 * | - |
| | | | 0.23 | |
| | 0.15 – 1 | 87 | 0.73/f * | - |
| | | | 0.23/f | |
| | 1 – 10 | $87/f^{0.15}$ | 0.73/f * | - |
| | | | $0.23/f^{0.5}$ | |
| 10 – 400 | 28 | 0.073 | 2 | |
| 400 - 2000 | $1.375 f^{0.5}$ | $0.0037 f^{0.5}$ | f/200 | |
| 2000 - 300000 | 61 | 0.16 | 10 | |

Nota: f es el valor de la frecuencia MHz

Fuente: (Cesar Miranda, 2010)

CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTOS DE MEDICIONES DE RADIACIONES NO IONIZANTES

3.1. Introducción

Cuando se va a desarrollar las mediciones de RNI se debe basar en las normas internacionales, las cuales permiten una óptima funcionalidad de las mismas. Entre las cuales están las del ICNIRP, que indica los límites de exposición a campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos; del mismo modo están las recomendaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones, las cuales hacen referencia a las técnicas del reglamento sobre protección de emisiones RNI que son producidas por la utilización del espectro de frecuencias del espectro radioeléctrico.

Para poder llevar a cabo las mediciones de este trabajo de titulación, se tuvo que aplicar las normas internacionales mencionadas junto con la disponibilidad de equipos prestados por la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones.

3.2. Esquemas de Regulación

Se divide en una metodología predictiva (cálculos teóricos) y metodología de medición (desarrollo práctico). Si se considera Campo Lejano la evaluación de valores de RNI se realiza por cálculo, basado en Método de Predicción. Pero si se superan los límites de Máxima Exposición Permitida Poblacional, se emplea Método de Medición.

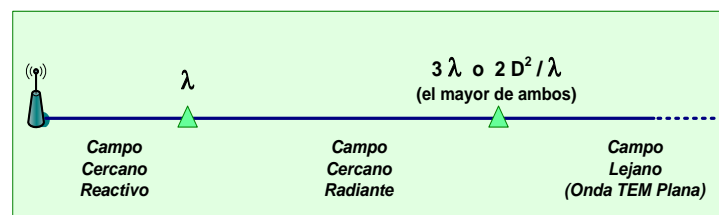


Figura 3. 1: Esquemas de Regulación de Esquema

Fuente: (Alfredo Debattista, 2006)

3.3. Método de Predicción

Se realizan cálculo de ecuaciones cuando el campo es lejano, pero pueden utilizarse para predecir el peor de los casos.

$$r = \sqrt{\frac{PRA * 1.64 * 2.56 * F^2}{4 * \pi * S}}$$

$$r = \sqrt{\frac{PIRE * 1.64 * 2.56 * F^2}{4 * \pi * S}}$$

Dónde:

- **S**: Densidad de Potencia Máxima (MEP) [W/m^2]
- **PRA** y **PIRE**: potencia en antena [W]
- **F**: atenuación en veces de la radiación para un cierto ángulo de incidencia en el plano vertical. (F=1, peor caso)
- **2,56**: factor de reflexión empírico (campos reflejados adicionados en fase con campo incidente directo – 60%)
- **r**: distancia desde la antena [m]

3.4. Método de Medición

Este método se realiza cuando se superan los límites de Máxima Exposición Permitida Poblacional. Los pasos a realizar son los siguientes:

- Definir el sitio donde se va a realizar la medición.
- Inspeccionar el sitio elegido y determinar todas las fuentes de radiofrecuencia, tipos de emisión y características de irradiación.

- Determinar que metodología del esquema de medición se va emplear (campos cercanos reactivo o radiante, campo lejano).
- Seleccionar el instrumento y sonda a emplear en el proceso de medición.
- Elegir que Protocolo de medición se va aplicar.
- Definir los puntos a medir, en base al protocolo escogido y los puntos de mayor riesgo exterior o interior
- Desarrollar las mediciones y realizar informes.

3.5. Instrumentación utilizada en las Mediciones RNI

La instrumentación utilizada es un medidor de banda ancha, en este caso un medidor selectivo de frecuencia, y una antena isotrópica.

Los equipos de la instrumentación de medición son:

- Narda NBM 550



Figura 3. 2: Equipo Narda NBM 550 con Sonda de Tipo Isotrópica Rango 75 a 3000MHz

Fuente: (Narda, 2016)

- Sonda de tipo isotrópica Rango 75 a 3000 MHz

3.6. Narda NBM 550

3.6.1. Descripción

La serie NBM -500 es el sistema de reconocimiento de la radiación no ionizante más precisa disponible. Proporciona la cobertura de frecuencia más amplia de campos eléctricos y magnéticos. Ambas sondas de respuesta plana y sondas en forma de normas internacionales están disponibles. Todas las sondas NBM tienen una memoria no volátil que contiene los parámetros de dispositivo y datos de calibración. Las sondas se calibran de forma independiente del medidor. Cualquier sonda NBM se puede utilizar con cualquier medidor NBM -500 Series y todavía mantienen el ajuste total.

3.6.2. Aplicaciones

La medición de las aplicaciones precisas de la intensidad de campo eléctrico o magnético para la seguridad personal en el trabajo, donde los niveles de radiación están presentes, tales como: mediciones del programa.

- Generales de Seguridad de RF.
- Los trabajos de mantenimiento en la transmisión y el trabajo equipo de radar.
- Servicio de antenas móviles, la radiodifusión y sistemas de comunicación por satélite.
- Utilización de los equipos de calefacción y envasado en la industria alimentaria
- Trabajar con calentamiento y endurecimiento de las máquinas de la industria del automóvil.
- Equipo de diatermia de funcionamiento y otros instrumentos médicos que produce la radiación de onda corta.
- Equipos de secado en las industrias del curtido y de la madera.

3.6.3. Características

Pantalla

- LCD retro iluminada monocromática; legible incluso en plena luz del día
- Interfaz gráfica de usuario(GUI) con idiomas seleccionables

Funcionamiento

- 9 botones en el teclado.
- Tecla Hold fácil de usar, tiene la función de "congelación" de visualización de mediciones durante las lecturas.
- Configuraciones definidas por el usuario se pueden guardar para encuesta repetitiva necesita.
- Teclado puede bloquearse para evitar entradas involuntarias.
- El usuario puede seleccionar "auto off " función para ahorrar la vida de la batería.

Lecturas mostradas

- 5 tipos de resultados se pueden visualizar - actual, mínimo, máximo, media y máxima promedio.
- Modo Historia - historia memoria opera continuamente en segundo plano, lo que le permite mostrar las lecturas anteriores en cualquier momento, hasta 8 horas.
- Unidades seleccionables - V / m , a / m , W / m^2 , mW / cm^2 y " % de estándar " utilizando las sondas de respuesta de frecuencia de forma.
- Los estándares almacenados y material en la memoria del NBM le permite mostrar simultáneamente lecturas como " % de Standard " si la frecuencia es conocido
- Memoria de datos de hasta 5000 mediciones

Funciones de promedio

- Tiempo de promedio - 4 segundos a 30 minutos, en intervalos de 2 segundos.
- Promediado espacial - discreto o continuo.

Alarma sonora

- Ajuste del umbral de alarma variable.
- Indicación acústica de aumentar o disminuir la intensidad de campo.

Interfaz

- Detección Automática del tipo de sonda y la información de calibración.
- Los tiempos totalmente automático y de ajuste variable de intervalo cero.
- Entrada óptica adicional para la separación de la sonda del medidor.

Control Remoto

- Conexión de PC a través de USB o interfaz de entrada óptica.
- Software de NBM - TS permite mediciones controladas a distancia.
- Imágenes se pueden descargar a la PC.
- NBM - TS software (suministrado con el NBM -550).
- Gatillo para iniciar el exterior lecturas que deben tomarse.

3.6.4. Software

El software suministrado NBM - TS proporciona para la gestión de datos conveniente, la documentación de los resultados y la evaluación futura. También le proporciona la capacidad de controlar de forma remota el NBM y realizar actualizaciones de firmware.

Este innovador paquete de software también le permite vincular los datos de GPS opcional con imágenes reales de los programas de mapas como Google Earth™, ver figura 3.3, haciendo que los datos de la encuesta de campo adquieran mayor relevancia con el lector. Y, para asegurarse de que será viable en los próximos años, este software fue diseñado con el sistema operativo Vista™ de Microsoft en mente.

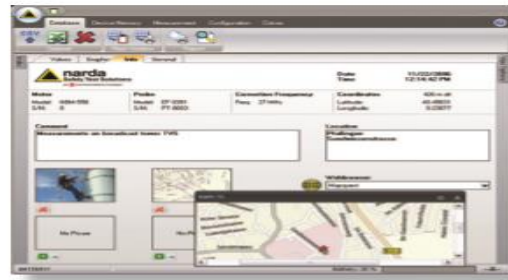


Figura 3. 3: Software de Medición del Narda NBM 550

Fuente: (Narda, 2016)

3.6.5. Pasos para configuración del software SAM RNI

Para realizar las mediciones de RNI se utiliza el software llamado SAM RNI que es compatible para cualquier sistema operativo, desarrollado por ingenieros de ARCOTEL.

Paso 1: Abrir programa desde escritorio



Figura 3. 4: Ingreso al Software SAM RNI

Elaborado por: El Autor

Paso 2: Una vez abierto el programa ir a la opción de Mediciones ubicada en la parte superior izquierda y hacer click en Recolección de datos.

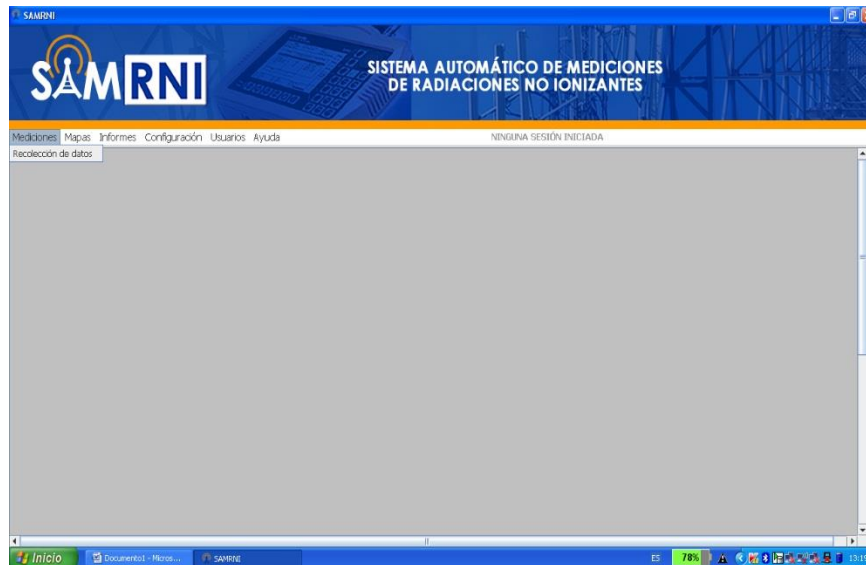


Figura 3. 5: Opción Medición de datos en el software SAM RNI

Elaborado por: El Autor

Paso 3: Aparecerán las opciones de medición continua o estática. El usuario puede seleccionar cualquiera de las dos de acuerdo a su requerimiento.

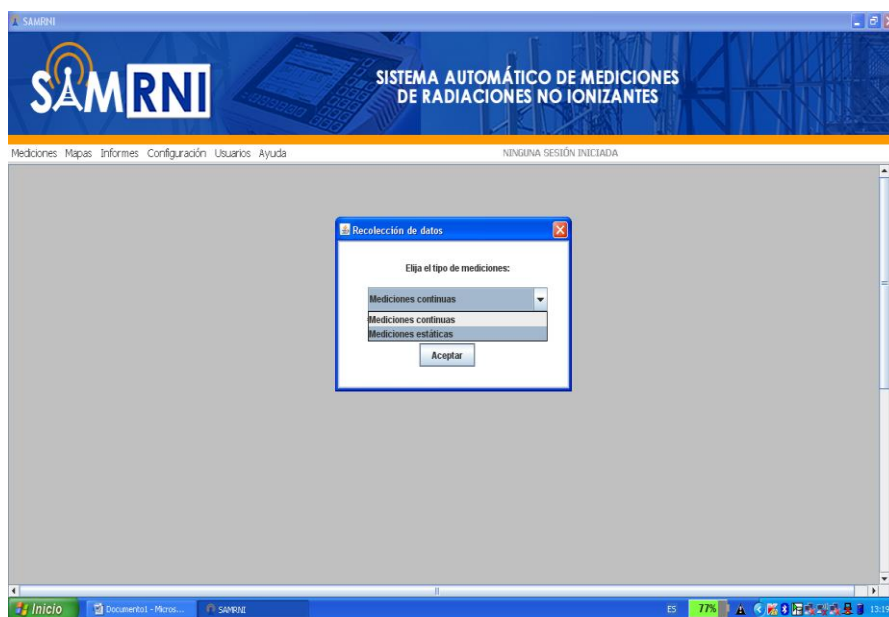


Figura 3. 6: Selección de tipo de medición SAM RNI

Elaborado por: El Autor

Paso 4: Se le asigna un nombre con el cual se grabará las mediciones que se van a realizar a la radio base.

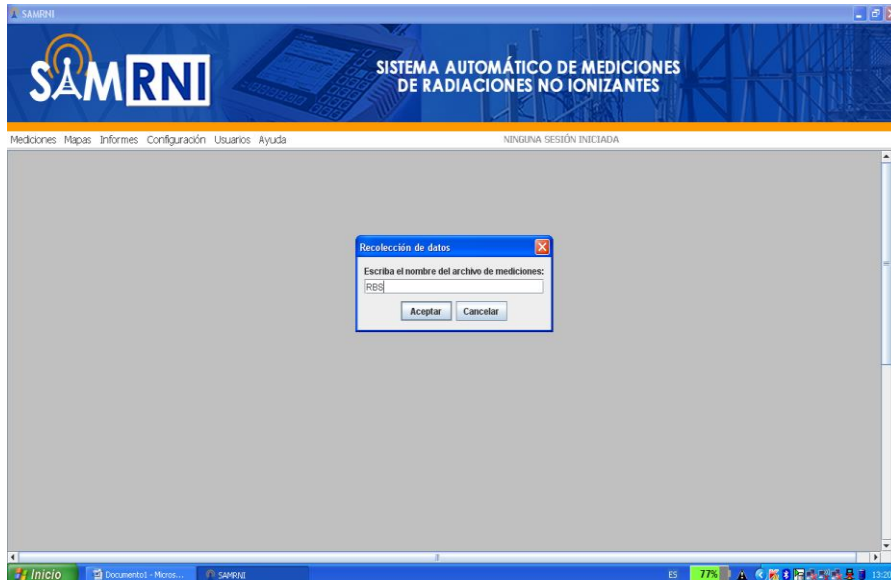


Figura 3. 7: Creación de archivo SAM RNI

Elaborado por: El Autor

Paso 5: El programa realiza automáticamente las mediciones bajo las normas internacionales.

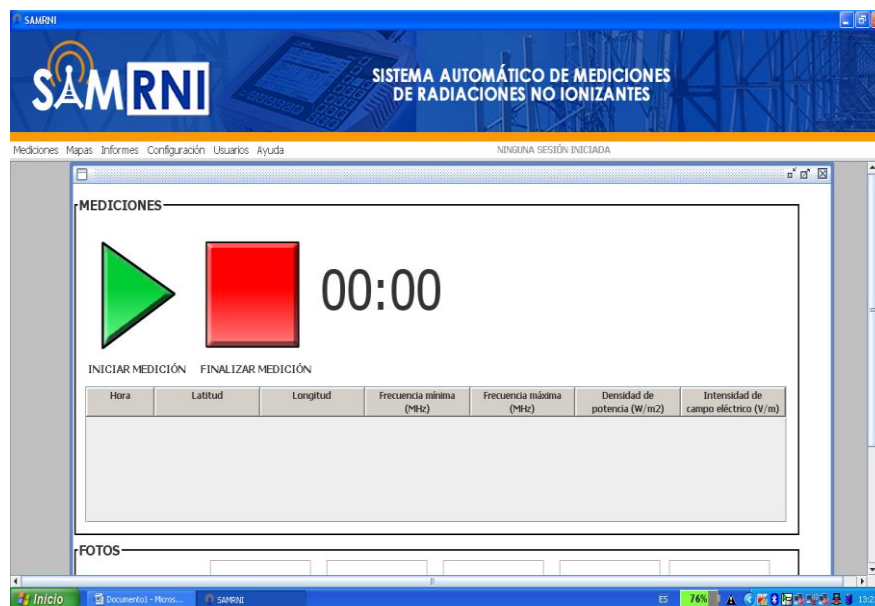


Figura 3. 8: Inicio de Mediciones en SAM RNI

Elaborado por: El Autor

3.7. Sonda de tipo isotrópica Rango 75 a 3000 MHz

3.7.1. Descripción

Esta antena está diseñada para cubrir los rangos de frecuencias de 75 MHz a 3 GHz. Se la emplea para la medida de campos eléctricos frecuentes en las aplicaciones de radio, TV y telecomunicaciones. Su gran dinamismo hace que la sonda sea eficaz para medir la exposición al campo eléctrico en entornos públicos, residenciales o laborales.

3.7.2. Características

La sonda tiene una característica peculiar, su óptimo rango dinámico, que le permite efectuar medidas que van desde 0,8 V/m hasta 1000 V/m, eliminando los errores de operación debidos a conmutaciones de rangos.

3.7.3. Calibración

Se recomienda recalibrar la sonda cada dos años. Toda la información respecto a la calibración es verificable y está bajo las normas nacionales o internacionales correspondientes.

3.7.4. Robustez

El diseño mecánico y eléctrico hace que la sonda se convierta en un instrumento perfecto para las distintas aplicaciones de asistencia en campo. Además de que sus sensores no se dañan cuando se sujeta a la sonda por la cabeza, solo se daña si se supera los 1600V/m, dato que está muy por encima del rango peligroso para la exposición humana.

3.7.5. Funcionamiento

La sonda usa 3 sensores independientes. Los sensores que miden el campo eléctrico se componen de tres dipolos con diodos detectores. Estos 3 canales se leen por separado y se procesan digitalmente en el EMR-200/-300. Los diodos se caracterizan porque se compensan individualmente por cada canal.

3.8. Pasos para realizar mediciones con el software del equipo

Para poder realizar la configuración del equipo de medición RNI se debe seguir el siguiente procedimiento de instrumentación.

- Adaptar antena al equipo Narda NMB 500
- Presionar botón de encendido
- Seleccionar mediante la botonera el modo (Analizador de espectro)
- Configurar frecuencia mínima y máxima
- Seleccionar la resolución de ancho de banda o RBW
- Elegir el tipo de Resultado (Max Average)
- Setear el equipo presionando Measurement Range para tener el nivel más bajo.
- Configurar las unidades de medición (en este caso seleccionamos V/m).
- Esperar un tiempo predeterminado para las mediciones fijándose en la opción No. of Runs en la pantalla del equipo Narda.
- Se hace click en la opción Save y registramos el nombre asignado al archivo de la medición.
- Se ingresa al menú de memoria y se entrara a la opción Viewer.
- Se escoge el archivo de la medición y se presiona el botón de Ent.
- Se aplasta el botón Eval y se selecciona la opción de integración sobre banda de frecuencia.
- El resultado, en este caso, de la medición está en la opción de Value.

CAPÍTULO 4: ANALISIS DE MEDICIONES RNI EN LOS CUATRO SECTORES ESCOGIDOS DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL

4.1. Información referente a los puntos de medición

4.1.1. Distribución de los puntos de Medición

Las mediciones se realizaron en 12 puntos a la redonda de las Radio Base de Telefonía Móvil Celular de la Operadora CNT EP, existentes en 4 sectores de la ciudad de Guayaquil. La finalidad de esta medición es conocer la Intensidad de Campo Eléctrico de las Radio Base en los rangos de frecuencias correspondientes a su autorización.

Tabla 4. 1: Distribución de Mediciones Telefonía Móvil en 4 sectores de la ciudad de Guayaquil

| | Radio Base | Sector De Guayaquil | Número De Mediciones |
|------------------------|------------|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Telefonía Móvil | Cnt Ep | Av. Quito Y Gomez Rendon, Terraza Del Hospital Francisco De Ycaza Bustamante. | 2 |
| | | Av. De Las Americas Y Jhon F Kennedy Entrada Principal Al Estadio Alberto Spencer. | 2 |
| | | Av. 9 De Octubre Y Panamá (Edificio De La Cfn) | 2 |
| | | Cdla. Mucho Lote Etapa 7, 11ava Paseo 24b, Entre Av. 37 No Y Pasaje 38 | 2 |

Elaborado por: El Autor

En las mediciones que se efectuaron alrededor de las radio bases celulares en los 4 sectores escogidos de la ciudad de Guayaquil, se cumplió con la normativa local referenciada en el Reglamento de Protección de Radiación de Emisiones de Radiación No Ionizantes; el cual aconseja la ubicación de 12 puntos georreferenciados para realizar las mediciones de radiaciones no ionizantes, como se muestra en la Figura 4.1.

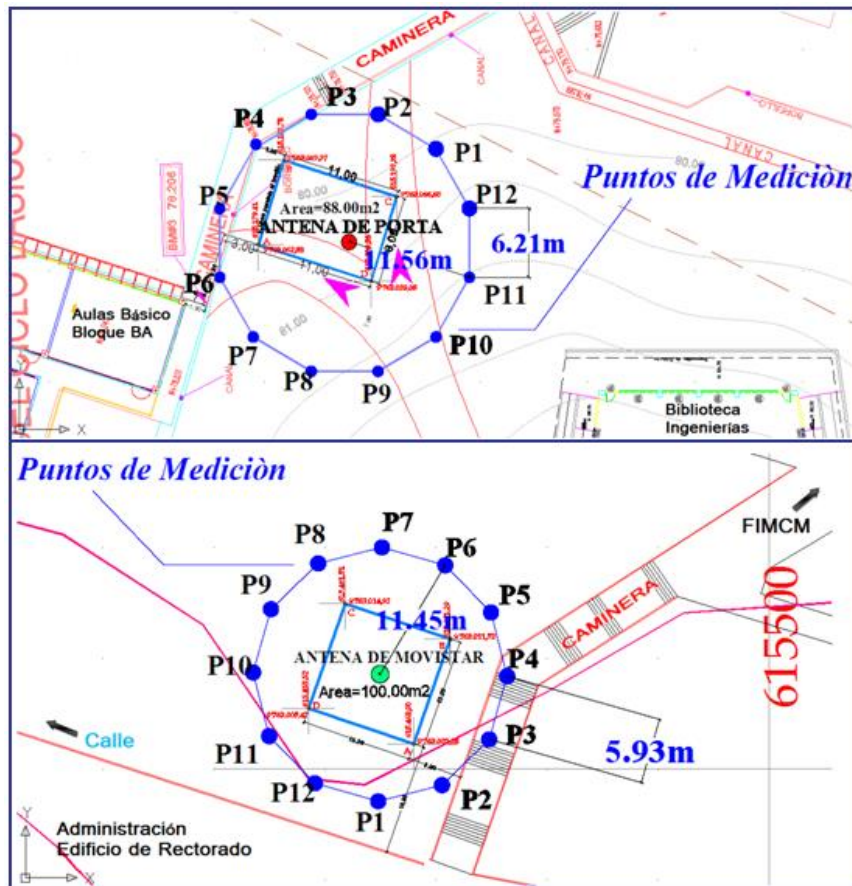


Figura 4. 1: Puntos georreferenciados para mediciones RNI

Fuente: (Wilson Díaz & Felipe Proaño, 2010)

Los valores de los niveles de radiaciones no ionizantes del presente informe han sido obtenidos mediante las mediciones con el equipo SRM-3000, tomando lecturas en el mismo para la banda desde 100 kHz a 3 GHz. Las mediciones fueron realizadas con el Sistema Automático de Mediciones de RNI. La norma que se aplica es la correspondiente al ICNIRP, exposición poblacional, Rec.UIT-T K.52.

4.2. Sector 1

El primer sector que se escogió fue el Hospital Ycaza Bustamante porque es un sitio donde asisten niños menores de hasta los 12 años y muy cerca de sus instalaciones se encuentra una antena de radio base celular. En la Tabla 4.2 se describe más sobre la ubicación de la misma.

Tabla 4. 2: Ubicación Radio Base del Sector 1

| Radio Base | Ayacucho Norte | | Av. Quito Y Gomez Rendon, Terraza Del Hospital Francisco De Ycaza Bustamante | Latitud | Longitud |
|------------|----------------|-----------|------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------|
| Provincia | Cantón | Parroquia | | | |
| Guayas | Guayaquil | Ximena | | 02 12 11.06 S | 79 53 36.02 W |

Elaborado por: El Autor

4.2.1. Localización GPS de la Radio Base

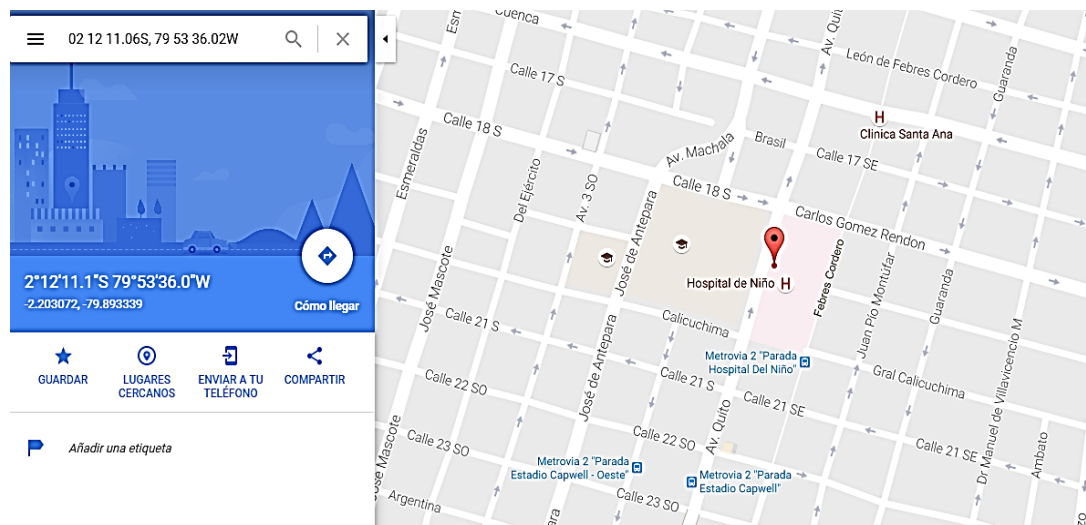


Figura 4. 2: Coordenadas de la ubicación de la Radio Base Ayacucho Norte

Elaborado por: El Autor

4.2.2. Mediciones tomando los 12 Puntos de Georreferencia

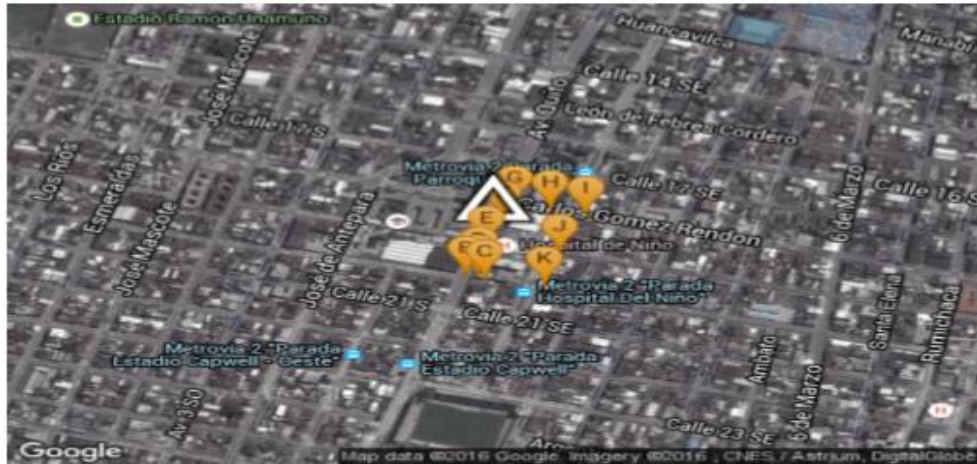


Figura 4. 3: Mediciones en los alrededores de la radio base Ayacucho Norte

Elaborado por: El Autor

4.2.3. Valores Obtenidos de la Medición

Tabla 4. 3: Valores obtenidos de la medición

| Ubicación Del Punto De Medición | Frecuencias De Operación (Mhz) | | Campo Eléctrico E(V/M) | Campo Eléctrico Límite E1 (V/M) |
|---------------------------------|--------------------------------|-------------------|------------------------|---------------------------------|
| | Frecuencia Máxima | Frecuencia Mínima | | |
| Pto 1 | 0,1 | 3000 | 0,504 | 40 |
| Pto 2 | 0,1 | 3000 | 0,479 | 40 |
| Pto 3 | 0,1 | 3000 | 0,601 | 40 |
| Pto 4 | 0,1 | 3000 | 0,397 | 40 |
| Pto 5 | 0,1 | 3000 | 0,446 | 40 |
| Pto 6 | 0,1 | 3000 | 0,407 | 40 |
| Pto 7 | 0,1 | 3000 | 0,458 | 40 |
| Pto 8 | 0,1 | 3000 | 0,601 | 40 |
| Pto 9 | 0,1 | 3000 | 0,511 | 40 |
| Pto 10 | 0,1 | 3000 | 0,482 | 40 |
| Pto 11 | 0,1 | 3000 | 0,541 | 40 |

Elaborado por: El Autor

Tabla 4. 4: Ubicación de los puntos de medición con coordenadas

| Ubicación Del Punto De Medición | Latitud | Longitud | Altura De Medición (Mt) |
|---------------------------------|--------------|--------------|-------------------------|
| Pto 1 | 02 12 13,86s | 79 53 36,69w | 1,5 |
| Pto 2 | 02 12 13,96s | 79 53 37,17w | 1,5 |
| Pto 3 | 02 12 14,12s | 79 53 36,35w | 1,5 |
| Pto 4 | 02 12 13,3s | 79 53 36,61w | 1,5 |
| Pto 5 | 02 12 11,94 | 79 53 36,27w | 1,5 |
| Pto 6 | 02 12 10,18s | 79 53 36,5w | 1,5 |
| Pto 7 | 02 12 09,23s | 79 53 35,11w | 1,5 |
| Pto 8 | 02 12 09,51s | 79 53 33,65w | 1,5 |
| Pto 9 | 02 12 09,88s | 79 53 32,21w | 1,5 |
| Pto 10 | 02 12 12,43s | 79 53 33,26w | 1,5 |
| Pto 11 | 02 12 14,65s | 79 53 33,92w | 1,5 |

Elaborado por: El Autor

Con la Instrumentación precisa se hizo las mediciones en el perímetro de la radio base Ayacucho Norte tomando los 12 puntos de georreferencia que indica las normas internacionales. Se pudo comprobar que los niveles de campo eléctrico no superan el límite de lo que puede estar expuesta la población, por ende los niños que están asistidos en el hospital no corren ningún riesgo a la radiación no ionizante.

4.2.4. Fotos del lugar



Figura 4. 4: Hospital Ycaza Bustamante

Elaborado por: El Autor

4.3. Sector 2

Otro sector que se tomó en consideración fue los alrededores del estadio Alberto Spencer, ya que es un punto muy reconocido de la ciudad de Guayaquil por ser casa del deporte, en la Tabla 4.5 se muestra la ubicación exacta de donde se localiza la antena radio base celular estadio modelo.

Tabla 4. 5: Ubicación Radio Base del Sector 2

| Radio Base | Estadio-Modelo-Gye | | Av. De Las Americas Y Jhon F Kennedy Entrada Principal Al Estadio Alberto Spencer | Latitud | Longitud |
|------------|--------------------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|
| Provincia | Cantón | Parroquia | | | |
| Guayas | Guayaquil | Tarqui | | 02 10 43.9 S | 79 53 36.3 W |

Elaborado por: El Autor

4.3.1. Localización GPS de la Radio Base

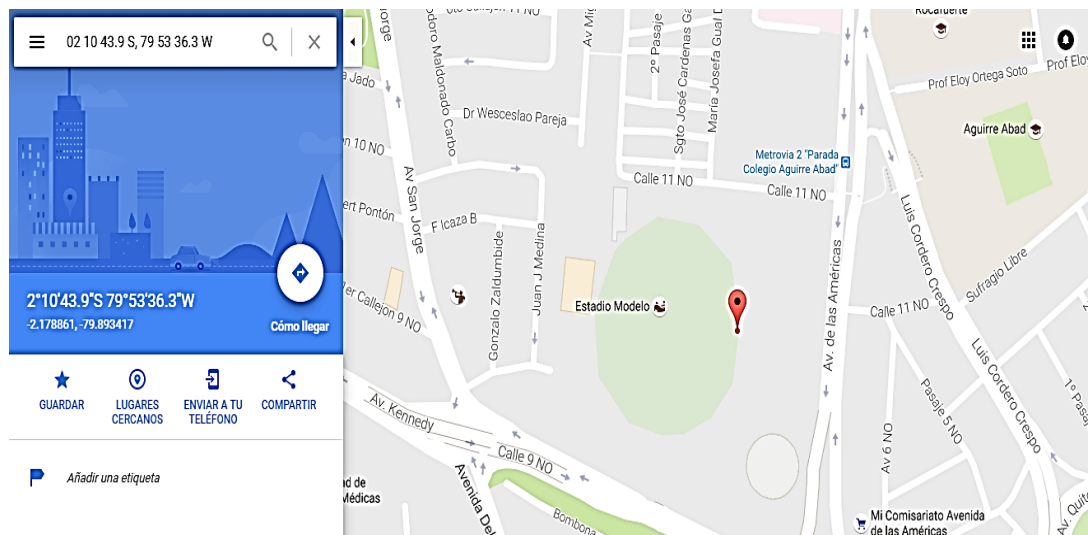


Figura 4. 5: Coordenadas de la ubicación de la Radio Base Estadio Modelo

Elaborado por: El Autor

4.3.2. Mediciones tomando los 12 Puntos de Georreferencia



Figura 4. 6: Mediciones en los alrededores de la radio base Estadio Modelo

Elaborado por: El Autor

4.3.3. Valores Obtenidos de la Medición

Tabla 4. 6: Valores obtenidos de la medición

| Ubicación Del Punto De Medición | Frecuencias De Operación (Mhz) | | Campo Eléctrico E(V/M) | Campo Eléctrico Límite E1 (V/M) |
|---------------------------------|--------------------------------|-------------------|------------------------|---------------------------------|
| | Frecuencia Máxima | Frecuencia Mínima | | |
| Pto 1 | 733.0 | 2130.0 | 0,898 | 40 |
| Pto 2 | 733.0 | 2130.0 | 0,365 | 40 |
| Pto 3 | 733.0 | 2130.0 | 0,611 | 40 |
| Pto 4 | 733.0 | 2130.0 | 1,066 | 40 |
| Pto 5 | 733.0 | 2130.0 | 2,73 | 40 |
| Pto 6 | 733.0 | 2130.0 | 2,29 | 40 |
| Pto 7 | 733.0 | 2130.0 | 0,482 | 40 |
| Pto 8 | 733.0 | 2130.0 | 1,192 | 40 |
| Pto 9 | 733.0 | 2130.0 | 0,348 | 40 |
| Pto 10 | 733.0 | 2130.0 | 0,567 | 40 |
| Pto 11 | 733.0 | 2130.0 | 1,11 | 40 |
| Pto 12 | 733.0 | 2130.0 | 2,391 | 40 |

Elaborado por: El Autor

Tabla 4. 7: Ubicación de los puntos de medición con coordenadas

| Ubicación Del Punto De Medición | Latitud | Longitud | Altura De Medición (Mt) |
|---------------------------------|---------------|---------------|-------------------------|
| Pto 1 | 02 10 43.89 S | 79 53 36.65 W | 1,5 |
| Pto 2 | 02 10 43.83 S | 79 53 36.34 W | 1,5 |
| Pto 3 | 02 10 43.73 S | 79 53 37.47 W | 1,5 |
| Pto 4 | 02 10 43.72 S | 79 53 39.63 W | 1,5 |
| Pto 5 | 02 10 43.40 S | 79 53 42.79 W | 1,5 |
| Pto 6 | 02 10 43.40 S | 79 53 42.36 W | 1,5 |
| Pto 7 | 02 10 47.41 S | 79 53 43.15 W | 1,5 |
| Pto 8 | 02 10 47.90 S | 79 53 35.45 W | 1,5 |
| Pto 9 | 02 10 42.17 S | 79 53 36.75 W | 1,5 |
| Pto 10 | 02 10 39.68 S | 79 53 39.31 W | 1,5 |
| Pto 11 | 02 10 40.29 S | 79 53 36.63 W | 1,5 |
| Pto 12 | 02 10 40.99 S | 79 53 32.81 W | 1,5 |

Elaborado por: El Autor

Una vez realizada las mediciones se obtuvo que en los alrededores de este emblemático estadio no existe un nivel alarmante de RNI que ponga en cautela a los moradores que están en su cercanía. Todo lo contrario los niveles de campo eléctrico son muy bajos.

4.3.4. Fotos del lugar



Figura 4. 7: Estadio Modelo Alberto Spencer

Elaborado por: El Autor

4.4. Sector 3

La Av. 9 de Octubre es considerada una de las calles principales de la ciudad de Guayaquil porque en esta se encuentra el casco comercial y financiero de la ciudad, lo que dio razón para ser considerada para hacer una medición de RNI, por ello se tomó en cuenta la Radio Base Elizalde que está ubicada en la parte superior del edificio de la Corporación Financiera. En la tabla 4.8 se explica mayor la ubicación de la misma.

Tabla 4. 8: Ubicación de la Radio Base del Sector 3

| Radio Base | Elizalde | | Av. 9 De Octubre Y Panamá (Edificio De La CFN) | Latitud | Longitud |
|------------|-----------|-----------|------------------------------------------------|---------------|---------------|
| Provincia | Cantón | Parroquia | | | |
| Guayas | Guayaquil | Guayaquil | | 02 11 31.06 S | 79 52 50.04 W |

Elaborado por: El Autor

4.4.1. Localización GPS de la Radio Base

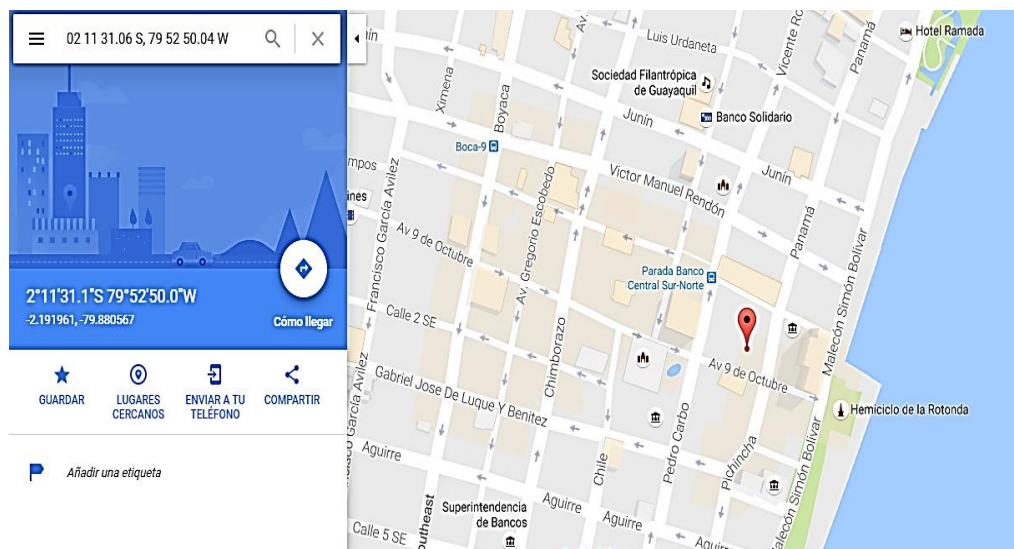


Figura 4. 8: Coordenadas de la ubicación de la Radio Base Elizalde

Elaborado por: El Autor

4.4.2. Mediciones tomando los 12 Puntos de Georreferencia



Figura 4. 9: Mediciones en los alrededores de la radio base Elizalde

Elaborado por: El Autor

4.4.3. Valores Obtenidos de la Medición

Tabla 4. 9: Valores obtenidos de la medición

| Ubicación Del Punto De Medición | Frecuencias De Operación (Mhz) | | Campo Eléctrico E(V/M) | Campo Eléctrico Límite E1 (V/M) |
|---------------------------------|--------------------------------|-------------------|------------------------|---------------------------------|
| | Frecuencia Máxima | Frecuencia Mínima | | |
| Pto 1 | 0,1 | 3000 | 1,615 | 40 |
| Pto 2 | 0,1 | 3000 | 1,439 | 40 |
| Pto 3 | 0,1 | 3000 | 1,266 | 40 |
| Pto 4 | 0,1 | 3000 | 1,014 | 40 |
| Pto 5 | 0,1 | 3000 | 1,073 | 40 |
| Pto 6 | 0,1 | 3000 | 1,646 | 40 |
| Pto 7 | 0,1 | 3000 | 1,429 | 40 |
| Pto 8 | 0,1 | 3000 | 1,195 | 40 |
| Pto 9 | 0,1 | 3000 | 1,666 | 40 |
| Pto 10 | 0,1 | 3000 | 2,848 | 40 |
| Pto 11 | 0,1 | 3000 | 2,355 | 40 |
| Pto 12 | 0,1 | 3000 | 2,995 | 40 |

Elaborado por: El Autor

Tabla 4. 10: Ubicación de los puntos de medición con coordenadas

| Ubicación Del Punto De Medición | Latitud | Longitud | Altura De Medición (Mt) |
|---------------------------------|---------------|---------------|-------------------------|
| Pto 1 | 02 11 30.58 S | 79 52 51.52 W | 1,5 |
| Pto 2 | 02 11 29.78 S | 79 52 52.26 W | 1,5 |
| Pto 3 | 02 11 28.5 S | 79 52 51.92 W | 1,5 |
| Pto 4 | 02 11 28.84 S | 79 52 51.61 W | 1,5 |
| Pto 5 | 02 11 29.09 S | 79 52 50.53 W | 1,5 |
| Pto 6 | 02 11 29.02 S | 79 52 49.28 W | 1,5 |
| Pto 7 | 02 11 30.13 S | 79 52 49.46 W | 1,5 |
| Pto 8 | 02 11 30.81 S | 79 52 47.77 W | 1,5 |
| Pto 9 | 02 11 31.89 S | 79 52 48.74 W | 1,5 |
| Pto 10 | 02 11 31.37 S | 79 52 52.00 W | 1,5 |
| Pto 11 | 02 11 31.49 S | 79 52 50.87 W | 1,5 |
| Pto 12 | 02 11 31.94 S | 79 52 48.84 W | 1,5 |

Elaborado por: El Autor

De acuerdo a las tablas 4.9 y 4.10 los valores que se obtuvieron en los alrededores de la Radio base Elizalde son mínimos, por lo que no se considera un peligro para la población.

4.4.4. Fotos del lugar



Figura 4. 10: Edificio de la CFN

Elaborado por: El Autor

4.5. Sector 4

El último sector que se seleccionó fue el de Mucho Lote ya que es un sitio que en los últimos años ha crecido exponencialmente y ha sido creado estratégicamente por la municipalidad de Guayaquil. En la tabla 4.11 se muestra la Radio base elegida.

Tabla 4. 11: Ubicación de la Radio Base del Sector 4

| Radio Base | Mucho Lote 7ma Etapa | | Cdma. Mucho Lote Etapa 7, 11ava Paseo 24b, Entre Av. 37 No Y Pasaje 38 | Latitud | Longitud |
|------------|----------------------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------|
| Provincia | Cantón | Parroquia | | 02 05 18.34 S | 79 55 24.47 W |
| Guayas | Guayaquil | Tarqui | | | |

Elaborado por: El Autor

4.5.1. Localización GPS de la Radio Base

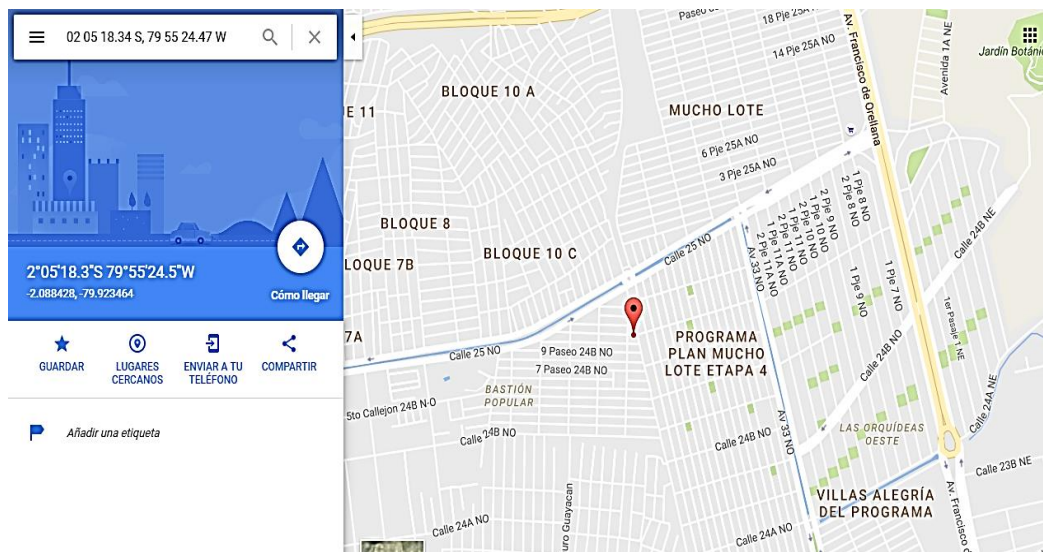


Figura 4. 11: Coordenadas de la ubicación de la Radio Base Mucho Lote 7ma Etapa

Elaborado por: El Autor

4.5.2. Mediciones tomando los 12 Puntos de Georreferencia

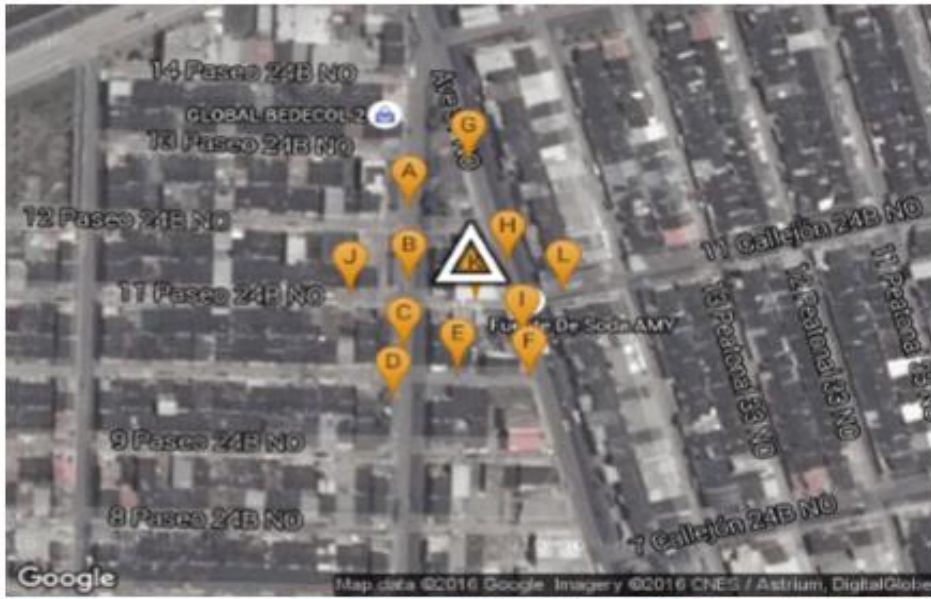


Figura 4. 12: Mediciones en los alrededores de la radio base Mucho Lote 7ma Etapa

Elaborado por: El Autor

4.5.3. Valores Obtenidos de la Medición

Tabla 4. 12: Valores obtenidos de la medición

| Ubicación Del Punto De Medición | Frecuencias De Operación (Mhz) | | Campo Eléctrico E(V/M) | Campo Eléctrico Límite E1 (V/M) |
|---------------------------------|--------------------------------|-------------------|------------------------|---------------------------------|
| | Frecuencia Máxima | Frecuencia Mínima | | |
| Pto 1 | 0,1 | 3000 | 0,183 | 40 |
| Pto 2 | 0,1 | 3000 | 0,386 | 40 |
| Pto 3 | 0,1 | 3000 | 0,415 | 40 |
| Pto 4 | 0,1 | 3000 | 0,262 | 40 |
| Pto 5 | 0,1 | 3000 | 0,335 | 40 |
| Pto 6 | 0,1 | 3000 | 0,182 | 40 |
| Pto 7 | 0,1 | 3000 | 0,449 | 40 |
| Pto 8 | 0,1 | 3000 | 0,143 | 40 |
| Pto 9 | 0,1 | 3000 | 0,246 | 40 |
| Pto 10 | 0,1 | 3000 | 0,404 | 40 |
| Pto 11 | 0,1 | 3000 | 0,308 | 40 |
| Pto 12 | 0,1 | 3000 | 0,295 | 40 |

Elaborado por: El Autor

Tabla 4. 13: Ubicación de los puntos de medición con coordenadas

| Ubicación Del Punto De Medición | Latitud | Longitud | Altura De Medición (Mt) |
|---------------------------------|---------------|----------------|-------------------------|
| Pto 1 | 02 05 17.13 S | 79 55 25.15 W | 1,5 |
| Pto 2 | 02 05 18.10 S | 79 55 25.15 W | 1,5 |
| Pto 3 | 02 05 18.99 S | 79 55 25.22 W | 1,5 |
| Pto 4 | 02 05 19.63 S | 79 55 25. 33 W | 1,5 |
| Pto 5 | 02 05 19.25 S | 79 55 24.63 W | 1,5 |
| Pto 6 | 02 05 19.36 S | 79 55 23.87 W | 1,5 |
| Pto 7 | 02 05 16.54 S | 79 55 24.52 W | 1,5 |
| Pto 8 | 02 05 17.85 S | 79 55 24.10 W | 1,5 |
| Pto 9 | 02 05 18.82 S | 79 55 23.93 W | 1,5 |
| Pto 10 | 02 05 18.26 S | 79 55 25.80 W | 1,5 |
| Pto 11 | 02 05 18.33 S | 79 55 24.45 W | 1,5 |
| Pto 12 | 02 05 18.23 S | 79 55 23.50 W | 1,5 |

Elaborado por: El Autor

Una vez realizada las mediciones en el sector de Mucho Lote 7ma Etapa se concluyó que los niveles de RNI son pequeños y no sobrepasan los establecidos por las normas internacionales, lo que otorga fiabilidad para ser un sector habitable para las personas.

4.5.4. Fotos del lugar



Figura 4. 13: Mucho Lote 7ma Etapa

Elaborado por: El Autor

4.6. Relación Porcentual de las mediciones con respecto a los límites fijados por ICNIRP

La finalidad de efectuar las mediciones RNI con respecto a los límites de referencia fijados por ICNIRP, es comprobar el cumplimiento de los límites de exposición humana al espectro electromagnético en áreas poblacional, que en este caso son 4 sectores concurridos de la ciudad de Guayaquil.

Para demostrar que se está cumpliendo los niveles de referencia antes nombrados, la relación porcentual debe ser la más mínima posible.

Por otra parte se expondrá que porcentaje de las mediciones en los 4 sectores de la ciudad corresponden a los rangos de la relación porcentual, determinándolos en gráficas estadísticas.

Seguido se muestran las figuras correspondientes a la visualización de los valores de E [V/m] de las mediciones realizadas en las bandas de frecuencias.

4.6.1. Ilustración porcentual de límites en el Hospital Ycaza Bustamante

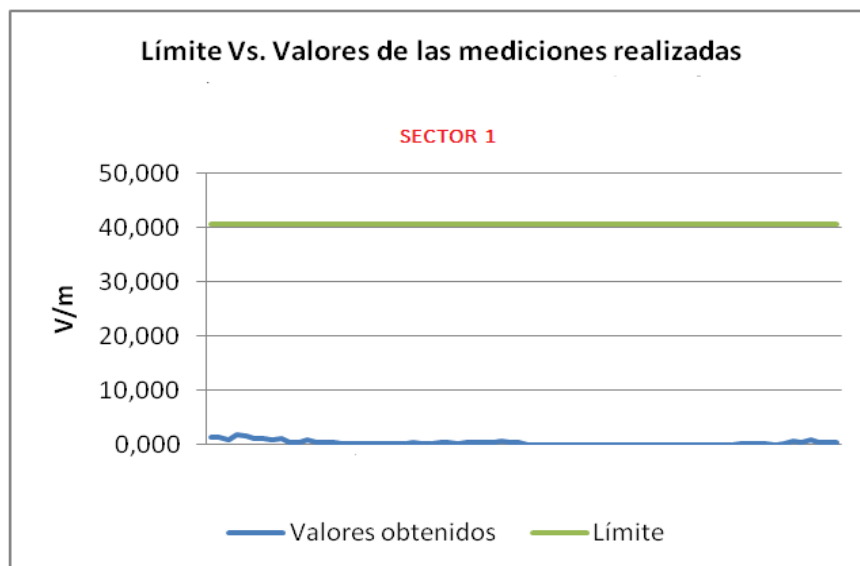


Figura 4. 14: Límite Vs. Valores de las mediciones Hospital Ycaza Bustamante

Elaborado por: El Autor

4.6.2. Ilustración porcentual de límites de estadio Alberto Spencer

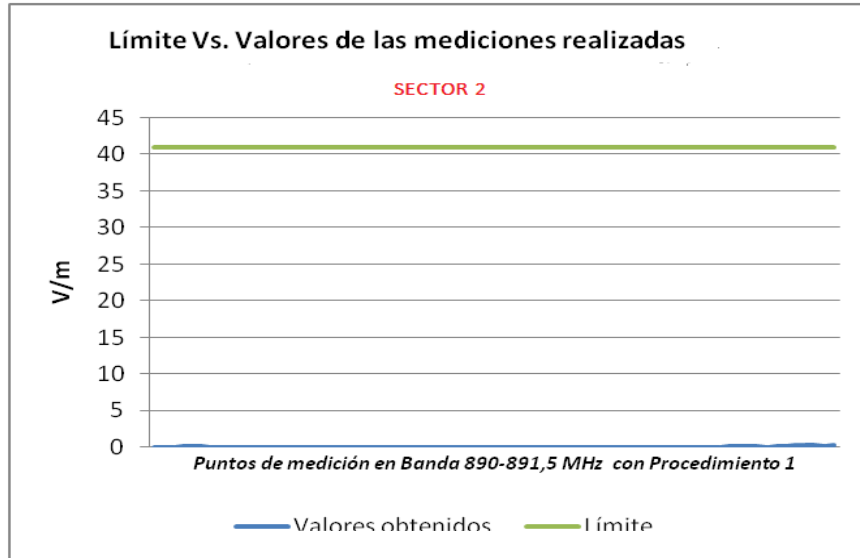


Figura 4. 15: Límite Vs. Valores de las mediciones Estadio Alberto Spencer

Elaborado por: El Autor

4.6.3. Ilustración porcentual de límites del Edificio de la CFN

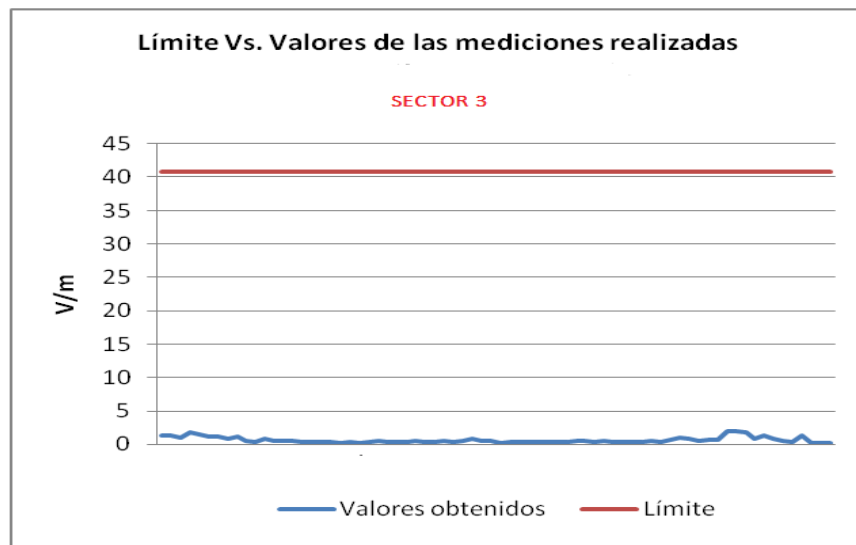


Figura 4. 16: Límite Vs. Valores de las mediciones en Edificio de la CFN

Elaborado por: El Autor

4.6.4. Ilustración porcentual de límites de la ciudadela mucho lote

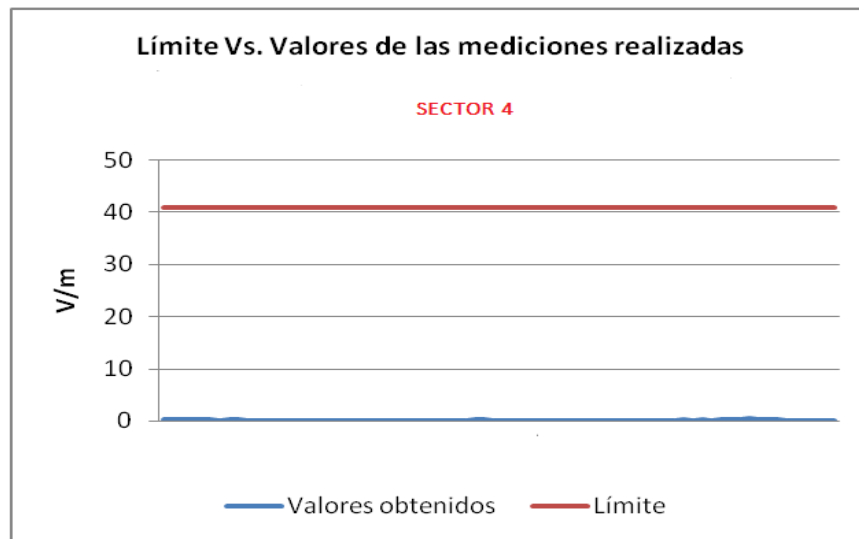


Figura 4. 17: Límite Vs. Valores de las mediciones de Mucho Lote 7ma Etapa

Elaborado por: El Autor

CONCLUSIONES

- Los valores de los niveles de radiaciones no ionizantes del presente informe han sido obtenidos mediante las mediciones con el equipo Narda NMB 550, tomando lecturas en el mismo para la banda desde 100 kHz a 3 GHz. Las mediciones fueron realizadas con el Sistema Automático de Mediciones de RNI. La norma que se aplica es la correspondiente al ICNIRP, exposición poblacional, Rec.UIT-T K.52. Y en todas las mediciones realizadas en los distintos sitios se pudo concluir que no se superan los límites de exposición por estación Radioeléctrica fija, por lo tanto el nivel de exposición porcentual es inferior a la unidad y no es necesario delimitar las zonas que superan los límites de emisiones de RNI.

- En Ecuador los campos electromagnéticos generados aún son pequeños, solo en las cercanías de las antenas emisoras pueden llegar a niveles de densidad de potencia y campo eléctrico que tienen efectos negativos para la salud.

- En otros países estas radiaciones tienen un gran alcance y están experimentando un crecimiento exponencial, por lo que afectan a un sector cada vez más amplio de la población.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda la verificación del cumplimiento de las normas tanto nacionales como internacionales referentes a la radiación no ionizante por parte de las autoridades competentes, y así asegurar el cumplimiento de las mismas para otorgar seguridad a la población.

- Con objetivo de tener un panorama mucho más amplio de los niveles de Radiación no Ionizante generados por los servicios de telecomunicaciones y redes eléctricas se recomienda que se elaboren Mapas de RNI para Servicios de telecomunicaciones y redes eléctricas.

- Es aconsejable que se efectúen monitoreos periódicos de los niveles de radiación con el objetivo de prevenir y planificar el control de las Radiaciones No Ionizantes sobre la base de una estrategia coordinada destinada a proteger la salud.

Anexo A

Fotos de Mediciones Realizadas con Instrumentación Narda NMB 550 y Antena Isotrópica de 75 a 3000 MHz.



Figura A1: Desplazamiento mediante vehículo en alrededores de Radio Base de Telefonía Móvil

Fuente: (Danny Zambrano, 2016)



Figura A2: Mediciones realizadas en los alrededores de la Radio Base de Telefonía Móvil

Fuente: (Danny Zambrano, 2016)



Figura A3: Mediciones realizadas en los alrededores de la Radio Base de Telefonía Móvil

Fuente: (Danny Zambrano, 2016)



Figura A4: Radio Base de Telefonía Móvil

Fuente: (Danny Zambrano, 2016)

Anexo B

Datos técnicos de la Instrumentación utilizada para realizar las mediciones RNI de los distintos sectores de Guayaquil.



Sonda de campo eléctrico Tipo 9

3 MHz a 18 GHz

- Rango de frecuencia 3 MHz a 18 GHz
- Procesamiento axial digital
- Para aplicaciones de radio, TV y telecomunicaciones
- Rango dinámico > 60 dB
- Compatible con cualquier EMR-200/-300

Aplicaciones

La sonda está diseñada para la medida de campos eléctricos en el rango de frecuencias de 3 MHz a 18 GHz, habituales en las aplicaciones de radio, TV y telecomunicaciones en general. El gran margen dinámico hace que la sonda sea idónea para medir la exposición al campo eléctrico en entornos públicos, residenciales o laborales.

Características

La sonda Tipo 9 se caracteriza por su excelente rango dinámico, que le permite realizar medidas desde 0,8 V/m hasta 1000 V/m (rango dinámico > 60 dB), eliminando así los errores de operación debidos a conmutaciones de rangos. La sonda soporta todos los niveles, lo que hasta ahora requería el empleo de varias sondas diferentes.

Calibración

Es aconsejable recalibrar la sonda cada dos años. Todos los datos de calibración son verificables respecto a las normas nacionales o internacionales correspondientes. La sonda Tipo 9C incluye un informe de calibración para 27 frecuencias, que cubre el rango completo de frecuencias de la sonda.

| La calibración incluye: | Typo 9 | Typo 9C |
|------------------------------------------------------------------|--------|---------|
| Respuesta en frecuencia típica (media de la serie de producción) | • | |
| Respuesta en frecuencia medida individualmente | | • |
| Intensidad de campo absoluta | • | • |
| Certificado de calibración | • | • |
| Informe de calibración (con datos individuales) | | • |

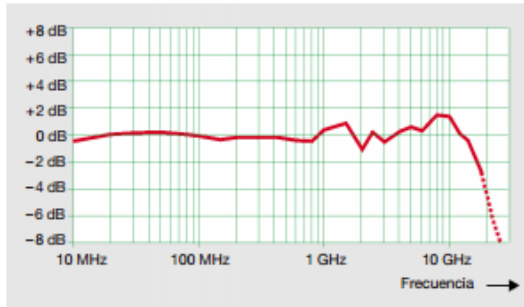
Robustez

El diseño eléctrico y mecánico convierte a la sonda en un instrumento ideal para las aplicaciones de asistencia en campo. Los sensores no se dañan ni siquiera cuando se sujeta la sonda por la cabeza. El límite de destrucción eléctrica, más de 1600 V/m para señales continuas, está muy por encima del rango peligroso para la salud.

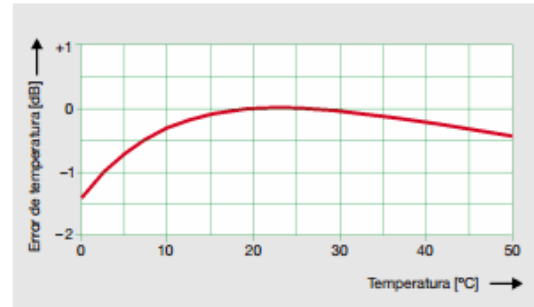
Funcionamiento

La sonda utiliza tres sensores independientes. Los elementos sensores para el campo eléctrico constan de tres dipolos con diodos detectores. Los tres canales se leen por separado y se procesan digitalmente en el EMR-200/-300. Las características de los diodos se compensan individualmente para cada canal. A continuación se combinan las tres componentes espaciales para averiguar la intensidad de campo equivalente. Así se asegura una representación fiel del verdadero valor RMS en un rango de medida muy extenso.

Wandel & Goltermann GmbH & Co. Postfach 12 62 Tel. +49 (0) 7121-86 16 16 e-mail: support@safety-test-solutions.de
Elektronische Meßtechnik 72795 Eningen, Alemania Fax +49 (0) 7121-86 14 80 http://www.safety-test-solutions.de



Respuesta en frecuencia típica de la sonda de campo E, tipo 9 en posición PH a 27,5 V/m



Respuesta en temperatura de la sonda de campo E, tipo 9

Especificaciones* de la sonda de campo eléctrico

tipo 9

| | | | |
|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Tipo de sensor | campo eléctrico (E) | Respuesta en frecuencia | |
| Características direccionales | isotrópicas | Sonda tipo 9, teniendo en cuenta el factor CAL típico ¹⁾ | $\pm 1,5$ dB (10 MHz a 100 MHz) |
| Rango de frecuencia | 3 MHz a 18 GHz 3 MHz a 26,5 GHz (típico) | | $\pm 2,4$ dB (100 MHz a 8 GHz) |
| Rango de medida especificado | | | $\pm 3,0$ dB (8 GHz a 18 GHz) |
| Señales de onda continua (f > 10 MHz) | 0,8 a 1000 V/m 0,0002 a 265 mW/m ² | Sonda tipo 9C con calibración ampliada ²⁾ | |
| true RMS | 0,8 a 35 V/m 0,0002 a 0,3 mW/cm ² | teniendo en cuenta el factor CAL e incluyendo la precisión de calibración | $\pm 0,5$ dB (10 MHz a 200 MHz) |
| Margen dinámico | 60 dB (típico) | | $\pm 1,4$ dB (200 MHz a 8 GHz) |
| Error absoluto a 27,5 V/m y 100 MHz | $\pm 1,0$ dB | | $\pm 1,8$ dB (8 GHz a 18 GHz) |
| Linealidad referida a 27,5 V/m y 100 MHz en el rango de medida | | Desviación isotrópica | |
| 0,8 a 1,65 V/m | ± 3 dB | Sonda de campo (sola) | $\pm 0,5$ dB (f > 10 MHz) (típica) |
| 1,65 a 3,3 V/m | ± 1 dB | Sonda y unidad | |
| 3,3 a 300 V/m | $\pm 0,5$ dB | de medida | $\pm 1,5$ dB (10 MHz a 8 GHz) (típica) |
| 300 a 1000 V/m | $\pm 0,8$ dB | | ± 2 dB (f > 8 GHz) ³⁾ (típica) |
| | | Limite de sobrecargas | |
| | | Onda continua | 0,7 W/cm ² (1600 V/m) |
| | | Impulso | 70 W/cm ² (16 kV/m) |
| | | Supresión del campo H | > 20 dB |
| | | Respuesta de temperatura (0 a +50 °C) | $\pm 0,8$ dB |
| | | Calibración | |
| | | La sonda tipo 9 incluye el certificado de calibración de la precisión absoluta así como los factores CAL típicos para la dependencia en frecuencia. | |
| | | Sonda tipo 9C con calibración ampliada e informe de calibración respecto a la dependencia en frecuencia. | |
| | | Intervalo de calibración recomendado | 24 meses |

* A menos que se indique lo contrario, todas las especificaciones se cumplen bajo las condiciones siguientes: Señales sinusoidales, dispositivo en el campo lejano de la fuente; cable de la sonda paralelo a la componente magnética del campo; temperatura ambiente de +23 °C ± 3 °C; humedad relativa del 25% al 75%.

1) EMR-200/-300 en combinación con la sonda tipo 9 (BN 2244/90.22)

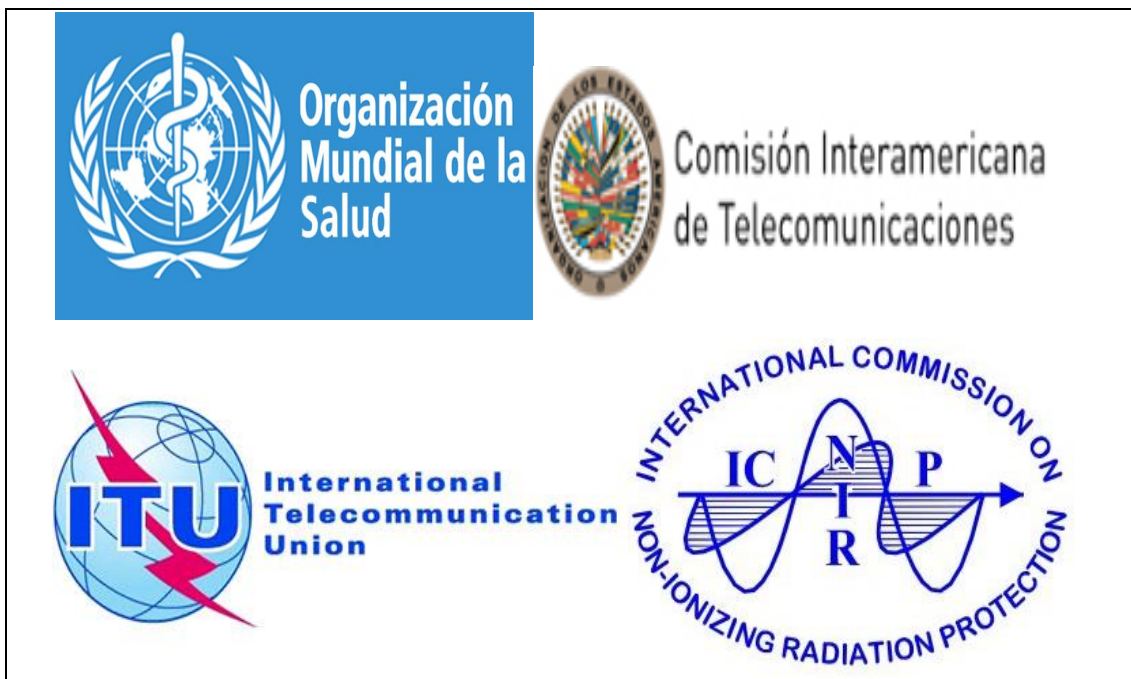
2) EMR-200/-300 en combinación con la sonda tipo 9C (BN 2244/90.23)

3) Cable de la sonda perpendicular a la dirección de propagación.

Anexo C

Instituciones Internacionales de Regulación RNI.

- OMS
- ICRNIP
- CITEL
- ITU



BIBLIOGRAFÍA

- Abella, M. A. (2013). *Energía Solar Fotovoltaica*. Madrid: Ciemat.
- Avañedo, J., Gonzaga, K., & Ruiz, J. (2013). *Análisis Técnico De Las Radiaciones Electromagnéticas Emitidas Por Las Antenas De Radio Base Celulares*. Guayaquil.
- Chan, M. (2015). *OMS*. Obtenido de http://www.unaids.org/sites/default/files/media_asset/WHO_es_1.pdf
- Chargenow. (2016). *Como Cargar Su Coche Electrico*. Mexico. Obtenido de www.chargenow.com.mx
- Circuitor. (2015). *Vehículos Eléctricos*. Obtenido de Tipos De Conectores: <http://circuitor.com/es/formacion/vehiculo-electrico/tipos-de-conectores>
- Cordova, A. (2015). *Factibilidad Para La Integración De Vehículos Eléctricos Al Sistema De Distribución Eléctrico*. Quito: Universidad Politécnica Salesiana Quito.
- Díaz, W., & Proaño, F. (2010). *Análisis De Mediciones De Radiaciones No Ionizantes En Ambientes Exteriores E Interiores De La ESPOL*. Guayaquil.
- ENEL. (2014). *Endesa Educa*. Obtenido de Coche Electrico: http://www.endesaeduca.com/Endesa_educa/recursos-interactivos/el-uso-de-la-electricidad/coche-electrico
- Faen, F. A. (2014). *Recarga Del Vehículo Eléctrico*. España.
- García, E. (2013). *Descripción De Una Radio Base*. Mexico: Universidad Autónoma Baja California.
- Gonzales, E. (2016). *Energía Mareomotriz*. Argentina.
- Gonzales, J. (2015). *El Vehículo Eléctrico Y La Integración A Las Renovables En El Sistema Eléctrico*. Madrid: Consejería De Economía Y Hacienda.
- ICNIRP. (2016). Obtenido de <http://www.icnirp.org/>
- Inter. (2014). *Agenergía*. Obtenido de Agencia Insular De Energía De Tenerife: http://www.agenergía.org/files/resourcesmodule/@random49914e4ed9045/1234267189_ENERGIA_SOLAR_FOTOVOLTAICA_ITER.pdf
- Mateo, A. R. (2010). *Vehículos Eléctricos En Las Redes De Distribución*. Madrid: Universidad Pontificia De Comillas.
- Medina Álvarez, A., & Seccia, P. (2013). *Fuentes De Generación Alternativa*. Santiago De Chile: Pontificia Universidad Católica De Chile.
- Miranda, C. (2010). *Estudio De La Situación RNI En La Ciudad De Quito, Simulación Y Medidas Para Verificar El Cumplimiento De Los Estándares Internacionales Y Nacionales*. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
- Muerza, A. F. (Octubre de 2012). *Eroski Consumer*. Obtenido de Fotolineras: http://www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/energia_y_ciencia/2012/10/24/213867.php

- Oyarzun, R. (2013). *Estudio De Prefectibilidad Y Analisis De Alternativas Para La Cogeneración De Energía Eléctrica A Traves De Energías Renovables No Convencionales A Nivel Residencial En La Ciudad De Puerto Montt*. Puerto Montt - Chile: Universidad Austral De Chile.
- Robles, I. D. (2014). *Centrales de Generación de Energía Eléctrica*. Universidad De Cantabria.
- Salmeron, J. M. (2012). *Diseño De Le Instalación Eléctrica De Una Electrolinera*. Madrid: Universidad Carlos III.
- Sanchón Macías, M. V. (2012). *Salud Pública Y Atención Primaria De La Salud*. España: Universidad De Cantabria.
- Schneider. (2016). *Vehículo Eléctrico*. Obtenido de Infraestructura de Recarga:
<https://www.schneiderelectric.es/sites/spain/es/productos-servicios/product-launch/electric-vehicle/recharging-infrastructure.page>
- Tesla. (Junio de 2016). *Supercharger*. Obtenido de
https://www.teslamotors.com/es_MX/supercharger?redirect=no
- Zapata, A. (10 de Julio de 2011). *Estación Base Celular*. Obtenido de
<http://blogcomunicacionesmoviles.blogspot.com/2011/07/estacion-base-celular-ebc.html>



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



SENESCYT
Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Zambrano Paredes, Danny Steven** con C.C: # 1310537731 autor del Trabajo de Titulación: **Análisis de la radiación no ionizante (RNI) por parte de radio bases celulares en sectores de la ciudad de Guayaquil** previo a la obtención del título de **INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 14 de Septiembre de 2016

Zambrano Paredes, Danny Steven

C.C: 1310537731

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

| | | | |
|------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|----|
| TÍTULO Y SUBTÍTULO: | Análisis de la radiación no ionizante (RNI) por parte de radio bases celulares en sectores de la ciudad de Guayaquil | | |
| AUTOR(ES) | Zambrano Paredes, Danny Steven | | |
| REVISOR(ES)/TUTOR(ES) | Philco Asqui, Luis Orlando | | |
| INSTITUCIÓN: | Universidad Católica de Santiago de Guayaquil | | |
| FACULTAD: | Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo | | |
| CARRERA: | Ingeniería en Telecomunicaciones | | |
| TÍTULO OBTENIDO: | Ingeniero en Telecomunicaciones | | |
| FECHA DE PUBLICACIÓN: | 14 de Septiembre de 2016 | No. DE PÁGINAS: | 80 |
| ÁREAS TEMÁTICAS: | Telecomunicaciones, Telefonía Móvil, Normas Nacionales e Internacionales | | |
| PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS: | RNI, NIVELES DE MEDICIÓN, CAMPO ELÉCTRICO, CAMPO MAGNÉTICO, RADIO BASE CELULAR | | |
| RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras): | <p>Hoy en día las Telecomunicaciones han tenido un gran auge, lo que paralelamente ha conllevado a una lluvia de radiación electromagnética no ionizante que emiten estas; muchos investigadores estudian el impacto que estas puedan producir sobre las persona y los efectos que pueden producir en nuestra salud, con lo cual se han establecido recomendaciones nacionales e internacionales, para verificar el cumplimiento de los límites de emisiones de radiación electromagnética, los tipos de medición usadas en las mismas, y la forma de cómo se evalúan los resultados.</p> <p>Por lo tanto este trabajo de investigación se va a realizar con el objetivo de analizar el cumplimiento de las normas sobre emisiones de radiaciones no ionizantes de radio bases con mediciones realizadas en cuatro sectores concurridos de la ciudad de Guayaquil con la aplicación de software SAM RNI y el hardware NARDA NMB 550, para bandas de frecuencias de tecnologías de Telefonía Móvil.</p> | | |
| ADJUNTO PDF: | <input checked="" type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO | |
| CONTACTO CON AUTOR/ES: | Teléfono: +593-4-2034001 +593-9-94123365 | E-mail: djdez@hotmail.es | |
| CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN: COORDINADOR DEL PROCESO DE UTE | Nombre: Palacios Meléndez, Edwin Fernando | | |
| | Teléfono: +593-9-68366762 | | |
| | E-mail: edwin.palacios@cu.ucsg.edu.ec | | |
| SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA | | | |
| Nº. DE REGISTRO (en base a datos): | | | |
| Nº. DE CLASIFICACIÓN: | | | |
| DIRECCIÓN URL (tesis en la web): | | | |