



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN TELECOMUNICACIONES Y REDES

“ESTUDIO DE LOS NIVELES DE RADIACIÓN ELECTROMAGNÉTICA NO IONIZANTES PRODUCIDAS POR LAS ANTENAS DE RADIO, TELEVISIÓN Y ESTACIONES BASE DE TELEFONÍA CELULAR EN VARIAS ZONAS DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA”

TESIS DE GRADO

PREVIA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERO EN ELECTRÓNICA, TELECOMUNICACIONES Y REDES

POR:

LUIS JAVIER CASTILLO HEREDIA

RIOBAMBA- ECUADOR

2013

Agradezco a Dios por su ayuda y protección ya que con su bendición he podido culminar una meta más de mi vida.

Agradezco a la ESPOCH, en cuyas aulas adquirí los conocimientos impartidos por mis profesores, a quienes expreso mi gratitud de manera especial al Ing. Pedro Infante por su valioso aporte profesional en la dirección de este trabajo.

De igual manera mi reconocimiento a mi familia y a todas aquellas personas que de una forma desinteresada e incondicional aportaron con su experiencia para la culminación de la tesis.

Dedico este trabajo en primer lugar a Dios por darme fuerzas y bendecirme para culminar mi sueño tan anhelado; también lo dedico a mis padres, hermanos y mi abuelita que han sido un pilar fundamental en mi vida para culminar esta meta, ya que con sus consejos y apoyo incondicional he podido seguir adelante.

NOMBRE

FIRMA

FECHA

Ing. Iván Menes

.....

.....

**DECANO FAC. INFORMÁTICA
Y ELECTRÓNICA**

Ing. Wilson Baldeón

.....

.....

**DIRECTOR DE LA ESCUELA
DE ING. ELECTRÓNICA EN
TELECOMUNICACIONES Y
REDES**

Ing. Pedro Infante

.....

.....

DIRECTOR DE TESIS

Ing. Néiser Ortiz

.....

.....

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Lcdo. Carlos Rodríguez

.....

.....

**DIRECTOR DPTO
DOCUMENTACIÓN**

NOTA DE LA TESIS.....

“Yo, Luis Javier Castillo Heredia soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta tesis; y, el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado pertenece a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO”.

Luis Javier Castillo Heredia

INDICE DE ABREVIATURAS

C:	Velocidad de la luz
CEM:	Campos Electromagnéticos
CEMRF:	Campo Electromagnético de Radio Frecuencias
EM:	Ondas Electromagnéticas
FEB:	Frecuencias Extremadamente Bajas
ICNIRP:	Comisión Internacional para la Protección contra las Radiaciones No Ionizantes
KEV:	Kiloelectrovoltios
MEP:	Máxima Exposición Poblacional
OMS:	Organización Mundial de la Salud
OSM:	Open Street Map
RNI:	Radiaciones No Ionizantes
UIT:	Unión Internacional de Telecomunicaciones

INDICE GENERAL

CAPÍTULO I

1.MARCO REFERENCIAL	- 17 -
1.1.ANTECEDENTES	- 17 -
1.2.JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO DE TESIS	- 18 -
1.3.OBJETIVOS	- 18 -
1.3.1.OBJETIVO GENERAL	- 18 -
1.3.2OBJETIVOS ESPECÍFICOS	- 18 -
1.4.HIPÓTESIS.....	- 18 -

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTACION TEORICA	- 19 -
2.1 CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS.....	- 19 -
2.1.1 FUENTES DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS.....	- 22 -
2.1.1.1 FUENTES NATURALES DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS	- 22 -
2.1.1.2 FUENTES DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS GENERADAS POR EL HOMBRE	- 22 -
2.2RADIACIONES ELECTROMAGNÉTICAS	- 23 -
2.2.1CLASIFICACIÓN DE LAS RADIACIONES.....	- 24 -
2.2.1.1RADIACIONES IONIZANTES.....	- 25 -
2.2.1.2RADIACIONES NO IONIZANTES	- 26 -
2.2.1.2.1ORIGEN DE LAS RADIACIONES NO IONIZANTES	- 27 -
2.2.1.2.2 CLASIFICACIÓN DE LA RADIACIÓN NO IONIZANTE.....	- 28 -
2.2.1.2.3 CLASIFICACIÓN DE LOS CEM NO IONIZANTES DE ACUERDO A LAS FRECUENCIAS	- 28 -
2.3TEORÍA GENERAL DE ANTENAS Y TELEFONÍA CELULAR.....	- 30 -
2.3.1 DIAGRAMA DE RADIACIÓN	- 30 -
2.3.1 ESTACIONES BASE.....	- 31 -
2.3.2 PARÁMETROS FUNDAMENTALES DE ANTENAS.....	- 33 -
2.3.2.1 INTENSIDAD DE RADIACIÓN	- 33 -
2.3.2.2 DENSIDAD DE POTENCIA RADIADA	- 33 -
2.3.2.3POLARIZACIÓN.....	- 34 -
2.3.2.4DIRECTIVIDAD	- 34 -
2.3.3 REGIONES DE CAMPO RADIADO POR UNA ANTENA	- 35 -
2.3.3.1CAMPO CERCANO	- 35 -
2.3.3.2CAMPO LEJANO	- 35 -

2.4 NIVELES DE EXPOSICIÓN.....	- 36 -
2.4.1 LÍMITES DE EXPOSICIÓN	- 36 -
2.4.1.1 EXPOSICIÓN OCUPACIONAL	- 36 -
2.4.1.2 EXPOSICIÓN POBLACIONAL.....	- 36 -
2.4.3 MODELOS DE SEÑALIZACIÓN	- 38 -
2.5 REGLAMENTO DE PROTECCIÓN DE RADIACIÓN DE EMISIONES DE RADIACIÓN NO IONIZANTES.....	- 39 -
2.6 TIPOS DE MEDICIÓN.....	- 41 -
2.6.1 MEDICIÓN CON ANALIZADOR DE ESPECTRO CON ANTENA DIPOLO O LOGARÍTMICA.....	- 41 -
2.6.2 MEDICIÓN CON ANALIZADOR DE ESPECTRO CON ANTENA DE APERTURA	- 41 -
2.7 NORMAS INTERNACIONALES DE RNI	- 42 -
2.7.1 RECOMENDACIONES DE LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD .	- 42 -
2.7.2 COMISIÓN INTERNACIONAL DE PROTECCIÓN CONTRA LA RADIACIÓN NO IONIZANTE (ICNIRP).....	- 43 -
2.7.3 UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES UIT-T	- 46 -
2.7.3.1 FUNCIONES DE LA UIT-T	- 46 -
2.7.4 NORMATIVA NACIONAL (UIT K.52).....	- 47 -
2.7.5 REGULACIONES LATINOAMERICANAS DE LAS RADIACIONES NO IONIZANTES.....	- 47 -
2.8 EFECTOS DE LAS RADIACIONES NO IONIZANTES AL SER HUMANO	- 50 -
2.8.1 EFECTOS EN LA CÉLULA	- 51 -
2.8.2 AFECTACIONES AL ESTADO DE SALUD.....	- 51 -
2.8.2.1 EFECTOS TÉRMICOS.....	- 52 -
2.8.2.2 EFECTOS NO TÉRMICOS	- 53 -
2.8.2.3 EFECTO ATÉRMICO	- 53 -
2.8.3 EFECTOS EN ÓRGANOS VITALES.....	- 54 -
2.8.4 CÁNCER.....	- 54 -
CAPÍTULO III	
3 MARCO METODOLÓGICO.....	- 54 -
3.1 HERRAMIENTAS E INSTRUMENTOS UTILIZADAS EN LA MEDICIÓN.....	- 54 -
3.1.1 SOFTWARE “RADIO MÓVIL”	- 54 -
3.1.2 OPENS TREET MAP.....	- 55 -
3.1.2.1 FORMATO DE DATOS	- 55 -
3.1.2.2 APLICACIONES.....	- 56 -
3.1.3 NARDA SRM-3000.....	- 57 -
3.1.3.2 Características	- 57 -

3.1.4GPS GARMIN ETREX.....	- 59 -
3.1.4.1 CARACTERÍSTICAS	- 60 -
3.1.4.2 SELECCIÓN DE UNA PÁGINA.....	- 60 -
3.2 PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN BASADO EN EL REGLAMENTO DE PROTECCIÓN DE RNI DE LA SUPERTEL	- 60 -
3.2.1 CRITERIOS DE MEDICION	- 61 -
3.2.2 MÉTODO DE MEDICIÓN RECOMENDADO POR LA SUPERTEL	- 62 -
3.2.3 PROCEDIMIENTO DE MEDICION RNI UTILIZADO	- 63 -
CAPÍTULO IV	
4 MEDICIÓN, PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	- 64 -
4.1 RESULTADOS MAXIMOS	- 68 -
4.1.1 RESULTADOS DE VALORES MAXIMOS RNI.....	- 68 -
4.1.2 RESULTADOS DE LOS VALORES MAXIMOS DE LOS PUNTOS DE MEDICION DE RNI EN MERCADOS Y PARQUES	- 122 -
4.1.3 RESULTADOS DE VALORES MAXIMOS DE MEDICIONES DE RNI EN EL CERRO CACHA	- 131 -
4.2COMPARACIÓN ENTRE LOS MAXIMOS VALORES DE LAS MEDICIONES OBTENIDAS DE RNI Y LOS LÍMITES DE LA NORMA (ICNIRP - UIT).....	- 133 -
4.2.1 COMPARACIÓN CON FRECUENCIAS DE RADIO Y TELEVISIÓN.....	- 143 -
4.2.2 COMPARACION CON FRECUENCIAS DE TELEFONIA CELULAR.....	- 143 -
4.5 DATOS EPIDEMIOLOGICOS DE PERSONAS QUE TIENEN CANCER Y LEUCEMIA RECIDENTES EN LA CIUDAD DE RIOBAMBA	- 140 -
4.6 ENCUESTA	- 143 -
4.6.1 TOMA DE LA MUESTRA.....	- 144 -
4.6.2PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS	- 145 -
CONCLUSIONES	
RECOMENDACIONES	
RESUMEN	
SUMMARY	
GLOSARIO	
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura II- 1 Representación de una onda Electromagnética</i>	- 19 -
<i>Figura II- 2 Campo Electromagnético emitida por el emisor</i>	- 20 -
<i>Figura II- 3 Clasificación del Espectro Electromagnético</i>	- 21 -
<i>Figura II- 4 Campo magnético de la tierra</i>	- 22 -
<i>Figura II- 5 División de moléculas a causa de energía electromagnética</i>	- 24 -
<i>Figura II- 6 Parte del espectro radioeléctrico correspondiente a radiaciones ionizantes y no ionizantes.</i>	- 25 -
<i>Figura II- 7 Efectos biológicos de la frecuencia de las ondas electromagnéticas</i>	- 27 -
<i>Figura II- 8 Sistema de coordenadas</i>	- 30 -
<i>Figura II- 9 Diagrama tridimensional</i>	- 30 -
<i>Figura II- 10 Diagrama simplificado de una estación base telefónica</i>	- 32 -
<i>Figura II- 11 Estructuras y tipos de antenas</i>	- 32 -
<i>Figura II- 12 Densidad de la Potencia Radiada</i>	- 33 -
<i>Figura II- 13 Directividad de una Antena</i>	- 34 -
<i>Figura II- 14 Regiones de campos radiados</i>	- 35 -
<i>Figura II- 15 Niveles de Exposición</i>	- 37 -
<i>Figura II- 16 Indicadores visuales de niveles elevados de RNI</i>	- 39 -
<i>Figura II- 17 Toma de mediciones del analizador de espectro con antena dipolo o logarítmica</i>	- 41 -
<i>Figura II- 18 Medición con Analizador de Espectro con Antena de Apertura</i>	- 42 -
<i>Figura II- 19 Posibles daños del cerebro a causa de radiaciones celulares</i>	- 52 -
<i>Figura III- 20 Radio Mobile</i>	- 55 -
<i>Figura III- 21 Mapa de Open Street Map con vías y rutas</i>	- 56 -
<i>Figura III- 22 NARDA SRM-3000</i>	- 57 -
<i>Figura III- 23 GPS Garmin Etrex</i>	- 59 -
<i>Figura III- 24 Paginas seleccionables</i>	- 60 -
<i>Figura III- 25 Esquema de las mediciones de radiaciones no ionizantes</i>	- 63 -
<i>Figura IV- 26 Ubicación de las antenas celular</i>	- 65 -
<i>Figura IV- 27 Ubicación de las antenas de Radio y Televisión</i>	- 65 -
<i>Figura IV- 28 Puntos de medición ubicados en el mapa de Riobamba</i>	- 66 -
<i>Figura IV- 29 Ubicación Punto 1 “La Florida”</i>	- 71 -

Figura IV- 30	Ubicación Punto 2 “Río Oeste”	- 72 -
Figura IV- 31	Ubicación Punto 3 “La Condamine”	- 74 -
Figura IV- 32	Ubicación Punto 4 “Edificio Costales”	- 76 -
Figura IV- 33	Ubicación, Punto 5 “Plaza Roja”	- 78 -
Figura IV- 34	Ubicación, Punto 6 “Santa Rosa”	- 80 -
Figura IV- 35	Ubicación, Punto 7 “Loma de Quito 1”	- 82 -
Figura IV- 36	Ubicación, Punto 8 “Loma de Quito 2”	- 84 -
Figura IV- 37	Ubicación, Punto 9 “ESPOCH 1”	- 86 -
Figura IV- 38	Ubicación, Punto 10 “ESPOCH 2”	- 88 -
Figura IV- 39	Ubicación, Punto 11 “El Galpón”	- 90 -
Figura IV- 40	Ubicación, Punto 12 “Villa María”	- 92 -
Figura IV- 41	Ubicación, Punto 13 “UNACH (Dolorosa)”	- 94 -
Figura IV- 42	Ubicación, Punto 14 “Riobamba Sur”	- 96 -
Figura IV- 43	Ubicación, Punto 15 “CNT”	- 98 -
Figura IV- 44	Ubicación, Punto 16 “UNACH (Vía a Guano)”	- 100 -
Figura IV- 45	Ubicación, Punto 17 “Galápagos”	- 102 -
Figura IV- 46	Ubicación, Punto 18 “La Vasija 1”	- 104 -
Figura IV- 47	Ubicación, Punto 19 “La Vasija 2”	- 106 -
Figura IV- 48	Ubicación, Punto 20 “Parque Industrial 1”	- 108 -
Figura IV- 49	Ubicación, Punto 21 “Parque Industrial 2”	- 110 -
Figura IV- 50	Ubicación, Punto 22 “El Cisne”	- 112 -
Figura IV- 51	Ubicación, Punto 23 “Zeus”	- 114 -
Figura IV- 52	Ubicación, Punto 24 “Gasolinera ESPOCH”	- 116 -
Figura IV- 53	Ubicación, Punto 25 “Rieles de Tren 1”	- 118 -
Figura IV- 54	Ubicación, Punto 26 “Rieles de Tren 2”	- 120 -
Figura IV- 55	Ubicación, Parque Infantil	- 122 -
Figura IV- 56	Ubicación, Parque y Mercados Medidos	- 130 -
Figura IV- 57	Ubicación de puntos de medición de Cerro Cacha	- 133 -
Figura IV- 58	Comparación de campo eléctrico con Limite (ICNIRP-UIT)	- 134 -
Figura IV- 59	Comparación de Campo Magnético con Limite (ICNIRP-UIT)	- 134 -
Figura IV- 60	Comparación de Potencia con Limite (ICNIRP-UIT)	- 135 -
Figura IV- 61	Comparación, campo eléctrico con Limites(ICNIRP-UIT)en Cerro Cacha	- 135 -
Figura IV- 62	Comparación de Campo Magnético con Limite (ICNIRP-UIT) en el Cerro Cacha	- 136 -

<i>Figura IV- 63 Comparación de Campo Magnético con Limite (ICNIRP-UIT) en el Cerro Cacha</i>	<i>_____ - 136 -</i>
<i>Figura IV- 64 Comparación de Densidad de Potencia con Limite (ICNIRP-UIT)</i>	<i>_____ - 139 -</i>
<i>Figura IV- 65 Comparación de campo eléctrico (Celular) con Limite (ICNIRP-UIT)</i>	<i>____ - 139 -</i>
<i>Figura IV- 66 Comparación de Campo Magnético (Celular) con Limite (ICNIRP-UIT)</i>	<i>- 140 -</i>
<i>Figura IV- 67 Ubicación de personas con cáncer o Leucemia</i>	<i>_____ - 143 -</i>
<i>Figura IV- 68 Representación gráfica de respuesta 1</i>	<i>_____ - 145 -</i>
<i>Figura IV- 69 Representación gráfica de respuesta 2</i>	<i>_____ - 146 -</i>
<i>Figura IV- 70 Representación gráfica de respuesta 3</i>	<i>_____ - 147 -</i>
<i>Figura IV- 71 Representación gráfica de respuesta 4</i>	<i>_____ - 148 -</i>
<i>Figura IV- 72 Representación gráfica de respuesta 5</i>	<i>_____ - 149 -</i>
<i>Figura IV- 73 Representación gráfica de respuesta 6</i>	<i>_____ - 150 -</i>
<i>Figura IV- 74 Representación gráfica de respuesta 7</i>	<i>_____ - 151 -</i>
<i>Figura IV- 75 Representación gráfica de respuesta 8</i>	<i>_____ - 152 -</i>
<i>Figura IV- 76 Representación gráfica de respuesta 9</i>	<i>_____ - 153 -</i>
<i>Figura IV- 77 Representación gráfica de respuesta 10</i>	<i>_____ - 154 -</i>

INDICE DE TABLAS

<i>Tabla II- I Niveles de Referencia ICNIRP Ocupacionales</i>	- 44 -
<i>Tabla II- II Niveles de Referencia ICNIRP Poblacionales</i>	- 45 -
<i>Tabla II- III Niveles de Referencia UIT-T</i>	- 45 -
<i>Tabla II- IV Regulaciones Latinoamericanas</i>	- 45 -
<i>Tabla III-I Características y Funcionalidades de NARDA SRM- 3000</i>	- 58 -
<i>Tabla IV-I Datos Generales de los puntos medidos en la ciudad de Riobamba</i>	- 67 -
<i>Tabla IV-II Valores Máximos celular, Punto 1 “La Florida”</i>	- 69 -
<i>Tabla IV-III Valores Máximos Radio y Televisión, Punto 1 “La Florida”</i>	- 70 -
<i>Tabla IV-IV Valores Máximos celular, Punto 2 “Riobamba Oeste”</i>	- 72 -
<i>Tabla IV-V Valores Máximos Radio y Televisión, Punto 2 “Riobamba Oeste”</i>	- 73 -
<i>Tabla IV-VI Valores Máximos celular, Punto 3 “La Condamine”</i>	- 74 -
<i>Tabla IV-VII Valores Máximos Radio y Televisión, Punto 3 “La Condamine”</i>	- 75 -
<i>Tabla IV-VIII Valores Máximos celular, Punto 4 “Edificio Costales”</i>	- 75 -
<i>Tabla IV-IX Valores Máximos Radio y Televisión, Punto 4 “Edificio Costales”</i>	- 76 -
<i>Tabla IV-X Valores Máximos celular, Punto 5 “Plaza Roja”</i>	- 78 -
<i>Tabla IV-XI Valores Máximos Radio y Televisión, Punto 5 “Plaza Roja”</i>	- 78 -
<i>Tabla IV-XII Valores Máximos celular, Punto 6 “Santa Rosa”</i>	- 80 -
<i>Tabla IV-XIII Valores Máximos Radio y Televisión, Punto 6 “Santa Rosa”</i>	- 81 -
<i>Tabla IV-XIV Valores Máximos celular, Punto 7 “Loma de Quito 1”</i>	- 82 -
<i>Tabla IV-XV Valores Máximos Radio y Televisión, Punto 7 “Loma de Quito 1”</i>	- 83 -
<i>Tabla IV-XVI Valores Máximos celular, Punto 8 “Loma de Quito 2”</i>	- 84 -
<i>Tabla IV-XVII Valores Máximos Radio y Televisión, Punto 8 “Loma de Quito 2”</i>	- 85 -
<i>Tabla IV-XVIII Valores Máximos celular, Punto 9 “ESPOCH 1”</i>	- 86 -
<i>Tabla IV-XIX Valores Máximos Radio y Televisión, Punto 9 “ESPOCH 1”</i>	- 87 -
<i>Tabla IV-XX Valores Máximos celular, Punto 10 “ESPOCH 2”</i>	- 88 -
<i>Tabla IV-XXI Valores Máximos Radio y Televisión, Punto 10 “ESPOCH 2”</i>	- 89 -
<i>Tabla IV-XXII Valores Máximos celular, Punto 11 “El Galpón”</i>	- 90 -
<i>Tabla IV-XXIII Valores Máximos Radio y Televisión, Punto 11 “El Galpón”</i>	- 91 -
<i>Tabla IV-XXIV Valores Máximos celular, Punto 12 “Villa María”</i>	- 92 -
<i>Tabla IV-XXV Valores Máximos Radio y Televisión, Punto 12 “Villa María”</i>	- 93 -
<i>Tabla IV-XXVI Valores Máximos celular, Punto 13 “UNACH (Dolorosa)”</i>	- 94 -
<i>Tabla IV-XXVII Valores Máximos Radio y Televisión, Punto 13 “UNACH (Dolorosa)”</i>	- 95 -

<i>Tabla IV-XXVIII</i> Valores Máximos celular, Punto 14 “Riobamba Sur” _____	- 96 -
<i>Tabla IV-XXIX</i> Valores Máximos Radio y Televisión, Punto 14 “Riobamba Sur” _____	- 97 -
<i>Tabla IV-XXX</i> Valores Máximos celular, Punto 15 “CNT” _____	- 98 -
<i>Tabla IV-XXXI</i> Valores Máximos Radio y Televisión, Punto 15 “CNT” _____	- 99 -
<i>Tabla IV-XXXII</i> Valores Máximos celular, Punto 16 “UNACH (Vía a Guano)” _____	- 100 -
<i>Tabla IV-XXXIII</i> Valores Máximos Radio y Televisión, Punto 16 “UNACH” _____	- 101 -
<i>Tabla IV-XXXIV</i> Valores Máximos celular, Punto 17 “Galápagos” _____	- 102 -
<i>Tabla IV-XXXV</i> Valores Máximos Radio y Televisión, Punto 17 “Galápagos” _____	- 103 -
<i>Tabla IV-XXXVI</i> Valores Máximos celular, Punto 18 “La Vasija 1” _____	- 104 -
<i>Tabla IV-XXXVII</i> Valores Máximos Radio y Televisión, Punto 18 “La Vasija 1” _____	- 105 -
<i>Tabla IV-XXXVIII</i> Valores Máximos celular, Punto 19 “La Vasija 2” _____	- 106 -
<i>Tabla IV-XXXIX</i> Valores Máximos Radio y Televisión, Punto 19 “La Vasija 2” _____	- 107 -
<i>Tabla IV-XL</i> Valores Máximos celular, Punto 20 “Parque Industrial 1” _____	- 108 -
<i>Tabla IV-XLI</i> Valores Máximos Radio y Televisión, Punto 20 “Parque Industrial 1” _____	- 109 -
<i>Tabla IV-XLII</i> Valores Máximos celular, Punto 21 “Parque Industrial 2” _____	- 110 -
<i>Tabla IV-XLIII</i> Valores Máximos Radio y Televisión, Punto 21 “Parque Industrial 2” _____	- 111 -
<i>Tabla IV-XLIV</i> Valores Máximos celular, Punto 22 “El Cisne” _____	- 112 -
<i>Tabla IV-XLV</i> Valores Máximos Radio y Televisión, Punto 22 “El Cisne” _____	- 113 -
<i>Tabla IV-XLVI</i> Valores Máximos celular, Punto 23 “Zeus” _____	- 114 -
<i>Tabla IV-XLVII</i> Valores Máximos Radio y Televisión, Punto 23 “Zeus” _____	- 115 -
<i>Tabla IV-XLVIII</i> Valores Máximos celular, Punto 24 “Gasolinera ESPOCH” _____	- 116 -
<i>Tabla IV-XLIX</i> Valores Máximos Radio y Televisión, Punto 24 “Gasolinera ESPOCH” _____	- 117 -
<i>Tabla IV-L</i> Valores Máximos celular, Punto 25 “Rieles de Tren 1” _____	- 118 -
<i>Tabla IV-LI</i> Valores Máximos Radio y Televisión, Punto 25 “Rieles de Tren 1” _____	- 119 -
<i>Tabla IV-LII</i> Valores Máximos celular, Punto 26 “Rieles de Tren 2” _____	- 120 -
<i>Tabla IV-LIII</i> Valores Máximos Radio y Televisión, Punto 26 “Rieles de Tren 2” _____	- 121 -
<i>Tabla IV-LIV</i> Valores Máximos celular, Parque Infantil _____	- 122 -
<i>Tabla IV-LV</i> Valores Máximos Radio y Televisión, Parque Infantil _____	- 123 -
<i>Tabla IV-LXVI</i> Valores Máximos celular, Parque la Libertad _____	- 124 -
<i>Tabla IV-LVII</i> Valores Máximos Radio y TV, Parque La Libertad _____	- 124 -
<i>Tabla IV-LXVIII</i> Valores Máximos celular, Parque Maldonado _____	- 125 -
<i>Tabla IV-LIX</i> Valores Máximos Radio y TV, Parque Maldonado _____	- 125 -
<i>Tabla IV-LX</i> Valores Máximos celular, Mercado San Francisco _____	- 126 -
<i>Tabla IV-LXI</i> Valores Máximos Radio y TV, San Francisco _____	- 126 -
<i>Tabla IV-LXII</i> Valores Máximos celular, Mercado Santa RosaTabla y TV, _____	- 127 -

Tabla IV-LXIII Valores Máximos Radio, Santa Rosa _____	- 127 -
Tabla IV-LXIV Valores Máximos celular, San Alfonso _____	- 128 -
Tabla LXV Valores Máximos Radio y TV, San Alfonso _____	- 128 -
Tabla IV-LXVI Valores Máximos celular, Cerro Cacha _____	- 131 -
Tabla IV-LXVII Valores Máximos Radio y Televisión, Cerro Cacha _____	- 132 -
Tabla IV-LXVIII valores máximos calculados _____	- 137 -
Tabla IV-LXIX Frecuencias de valores máximos calculados _____	- 138 -
Tabla IV-LXX Datos de personas con cáncer o Leucemia en la ciudad de Riobamba _____	- 141 -

INTRODUCCIÓN

El incremento masivo de estaciones base han sido la principal preocupación de los moradores de la ciudad de Riobamba, ya que los operadores de los sistemas de comunicación para satisfacer la necesidad de los usuarios y de los nuevos servicios, han optado en instalar estaciones base en una manera creciente, la problemática radica en el desconocimiento de los moradores aledaños a las nuevas antenas instaladas y como afecta la contaminación electromagnética y visual.

En este trabajo se realizara un estudio de las radiaciones electromagnéticas no ionizantes producidas por las radio bases de las diferentes operadoras de los sistemas de comunicación de celular, radio y televisión; se tomaran mediciones en varios puntos de la ciudad de Riobamba, con dichos resultados se podrá comparar con las normas internacionales (ICNIRP-UIT), las cuales se encargan de emitir recomendaciones de los máximos niveles de radiación que se pueden propagar en el ambiente, para que así la ciudadanía pueda tener un panorama claro del nivel de radiación que emiten las antenas.

Para las respectivas mediciones de la radiación electromagnética no ionizante se utilizara el equipo NARDA SRM-3000, el cual nos ayudará a discriminar las frecuencias e identificar qué nivel de radiación tienen en esos puntos los diferentes sistemas de comunicación de Celular, Radio y Televisión.

Y como posterior análisis se realizará una correlación entre las personas de la ciudad de Riobamba que tienen cáncer y leucemia respecto al porcentaje de las personas que viven en las cercanías de las antenas, para que así los moradores puedan tener conclusiones más amplias y claras de los niveles de radiación y si hay o no posible efectos a la salud de los moradores que habitan en las cercanías de las radio bases de la ciudad de Riobamba.

CAPÍTULO I

1. MARCO REFERENCIAL

1.1. ANTECEDENTES

Uno de los problemas más relevantes en la ciudad de Riobamba, es que el medio ambiente está contaminado de las radiaciones electromagnéticas. En los últimos años se ha producido un gran impacto originado por antenas emisoras de: telefonía celular, radio y televisión; dando cada vez más incertidumbre a la población de posibles peligros potenciales para su salud, ya que esta exposición sucede en viviendas y en lugares concurridos como calles, parques, escuelas y hospitales.

En respuesta a la inquietud de la OMS (Organización Mundial de la Salud) ha establecido el Proyecto Internacional de Campos Electromagnéticos para evaluar los niveles de radiación electromagnética.

El gran aumento de antenas en Riobamba ha ocasionado que la radiación electromagnética de radiofrecuencias, se haya convertido en un riesgo ambiental; la contaminación del ambiente por energía electromagnética aumenta paulatinamente conforme crece el número de instalaciones de antenas de celulares móviles, radio y televisión.

Por otra parte la variedad de normas internacionales de radiaciones no ionizantes (RNI) que existe hoy en día, ha originado que los países establezcan normas diferentes de acuerdo a sus respectivos criterios. También existe desconocimiento por parte de la ciudadanía de las normas internacionales, los cuales hablan de los límites de los niveles permitidos de las Radiaciones Electromagnéticas no ionizantes.

1.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO DE TESIS

Con el estudio de los niveles de radiación electromagnética no ionizantes producidas por las antenas de radio, televisión y estaciones base de telefonía celular en varias zonas de la ciudad de Riobamba, se podrá conocer si estas radiaciones son o no dañinas para la salud de las personas; los mismos que se determinarán mediante cuadros comparativos de los niveles de radiación obtenidos y las normas internacionales: ICNIRP y UIT.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

- Realizar un estudio de los niveles de radiación electromagnética no ionizantes producidas por las antenas de radio, televisión y estaciones base de telefonía celular en varias zonas de la ciudad de Riobamba

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Ubicar en el mapa de Riobamba las antenas transmisoras de radio, televisión y las radiobases celulares, utilizando los programas Radio Mobile y Open Street Map.
- Medir las radiaciones electromagnéticas no ionizantes producidas por las antenas transmisoras de radio, televisión y radiobases celulares de la ciudad de Riobamba.
- Realizar cuadros comparativos entre las mediciones de Radiaciones no Ionizantes obtenidas por las antenas transmisoras de radio, televisión y radiobases celulares de la ciudad de Riobamba, con las normas: ICNIRP y UIT.
- Obtener datos epidemiológicos de las personas que viven en Riobamba y que tienen cáncer y leucemia, para comparar con los niveles de radiación no ionizantes.

1.4. HIPÓTESIS

Mediante el estudio de los niveles de radiación electromagnética no ionizantes producidas por las antenas de radio, televisión y estaciones base de telefonía celular en varias zonas de la ciudad de Riobamba, se podrá saber si están o no sobre los límites permitidos por las normas internacionales de radiaciones electromagnéticas no ionizantes.

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTACION TEORICA

2.1 CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

Los campos electromagnéticos son capaces de llevar energía, ya que están formados por pequeños paquetes de energía denominados *fotones*, lo que produce la radiación electromagnética; además, la energía de cada fotón es directamente proporcional a la frecuencia de la onda, por lo que a mayor frecuencia, mayor energía tendrá un fotón y mayor será la radiación emitida.

A continuación, se muestra en la Figura II-1, una onda electromagnética con sus componentes eléctricos y magnéticos en el cual se puede observar la forma de los componentes que son planos y perpendiculares entre sí.

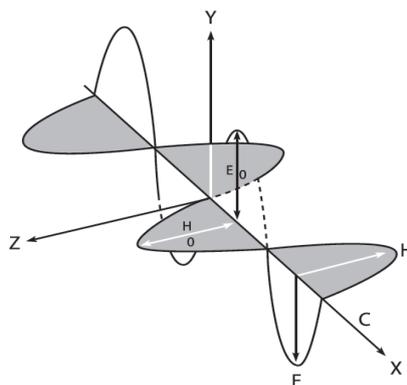


Figura II- 1 Representación de una onda Electromagnética

Estas ondas radiadas llevan asociada una energía electromagnética que puede ser captada por una antena receptora (la antena de TV en una casa o por la pequeña antena incorporada en un teléfono móvil). Sin embargo, los campos eléctrico y magnético pueden existir independientemente uno del otro, como por ejemplo los campos eléctricos que se originan entre las nubes y tierra, durante una tormenta, antes de saltar el rayo.

El movimiento de cargas eléctricas en un conductor (como una antena de una emisora de radio o TV), origina ondas de campos eléctrico y magnético (denominadas ondas electromagnéticas EM), que se propagan a través del espacio vacío a la velocidad de la luz ($c = 300.000 \text{ km/s}$) tal y como se muestra en la Figura II-2

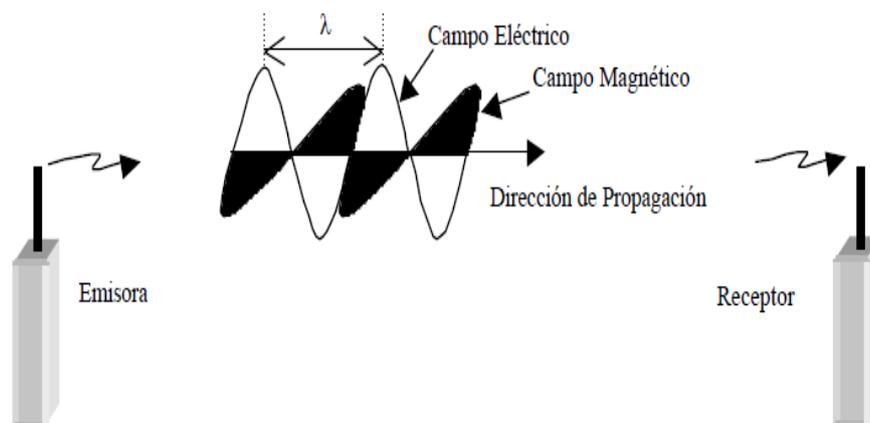


Figura II- 2 Campo Electromagnético emitida por el emisor

FUENTE: Alonso Fustel., Campos Electromagnéticos, 2012

En la Figura. II-2, la antena emisora establece ondas de campos eléctrico y magnético, que se propagan a la velocidad de la luz por el espacio libre hasta la unidad receptora.

Cuando en una región del espacio existe una energía electromagnética, se dice que en esa región del espacio hay un campo electromagnético y este campo se describe en términos de la intensidad de campo eléctrico (E) y la inducción magnética o densidad de flujo magnético (B) en esa posición. Para medir la intensidad de campo eléctrico se emplea la unidad “voltio/metro”; mientras que para medir la densidad de flujo magnético se utiliza la unidad “tesla” (T) y, a veces, el Gauss (G).

Al igual que cualquier otro fenómeno ondulatorio, la radiación electromagnética se puede caracterizar por su longitud de onda y su frecuencia. La longitud de onda (λ en metros) es la distancia que existe entre los puntos correspondientes a un ciclo completo de la onda electromagnética, tal y como se indica en la Figura II-2. La frecuencia es el “número de ondas electromagnéticas” que pasan por un determinado punto en un segundo. La unidad de la frecuencia es el Hertz.

(Hz) y es igual a un ciclo por segundo. La longitud de onda (λ) y la frecuencia (f) de una señal electromagnética están relacionadas a través de $\lambda f = c$. Como el valor de c es fijo, la longitud de onda de las señales electromagnéticas de alta frecuencia es muy corta, mientras que las señales de baja frecuencia tienen una longitud de onda muy larga.¹

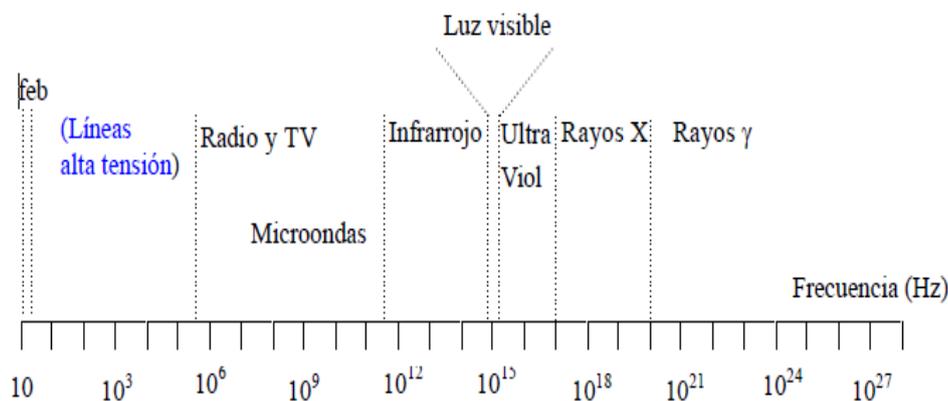


Figura II- 3 Clasificación del Espectro Electromagnético

Fuente: M.Alcaez, Radio protección 71, 28-36 (2012)

La Figura II-3 representa el espectro electromagnético, donde se muestran todas las formas de radiación electromagnética, desde las ondas de frecuencia extremadamente baja (FEB), a los rayos X y rayos gamma. Algunos fenómenos electromagnéticos se pueden describir más fácilmente, si la energía no se asocia a las ondas sino a “partículas elementales o fotones”. Esto es lo que en física se conoce como dualidad “onda-partícula” de la energía electromagnética. La energía asociada con un fotón, depende de su frecuencia. Cuanto mayor es la frecuencia de una onda electromagnética (y, por consiguiente, menor es su longitud de onda) mayor es la energía de un fotón asociado con ella. El contenido energético de un fotón a menudo se expresa en términos de “electrón-voltio”.

Los fotones asociados con los rayos X (de frecuencias muy altas), tienen un gran contenido energético. Por el contrario, los fotones asociados con las ondas de frecuencia extremadamente baja (FEB, en inglés ELF), tienen energías menores. Entre estos dos extremos se encuentran la radiación ultravioleta, la luz visible, la radiación infrarroja y la radiación RF (incluyendo las microondas); y los fotones asociados con estas radiaciones tienen valores energéticos intermedios. Por ejemplo, la energía de los fotones asociados con rayos X de alta intensidad, es del orden de mil millones de veces más grande que la energía de los fotones asociados con una radiación de microondas de frecuencia 1 GHz.

¹Alonso Fustel., Campos Electromagnéticos, 2012

2.1.1 FUENTES DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

Existen múltiples fuentes de campos electromagnéticos, entre las cuales están:

- Fuentes naturales de campos electromagnéticos
- Fuentes de campos electromagnéticos generadas por el hombre

2.1.1.1 FUENTES NATURALES DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

Los campos electromagnéticos generados por fuentes naturales, invisibles al ojo humano, son aquellos que se producen en el ambiente en el que vivimos, entre los cuales se puede identificar, campos producidos por la acumulación de cargas eléctricas en determinadas zonas de la atmósfera por efecto de las tormentas, o el campo magnético de la tierra, el mismo que se utiliza para la orientación de las agujas de los compases en dirección Norte-Sur, como podemos observar en la figura II-4. El campo electromagnético de la tierra está comprendido entre las frecuencias de 0 y 30 Hz y durante un clima calmado el campo eléctrico en la tierra oscila entre 100 y 150 V/m.

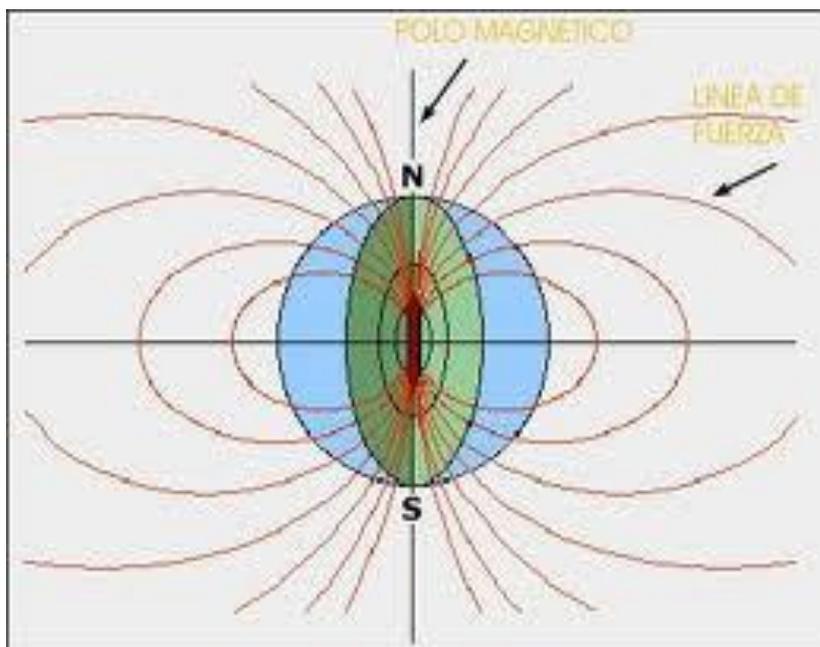


Figura II- 4 Campo magnético de la tierra

Fuente: <http://oldcivilizations.wordpress.com/2011/03/03/%C2%BFque-sabemos-realmente-del-magnetismo-terrestre/>

2.1.1.2 FUENTES DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS GENERADAS POR EL HOMBRE

El desarrollo de la humanidad se ha traducido en un avance de la tecnología y con ello un aumento de los campos electromagnéticos debido a la demanda de electricidad,

tecnologías inalámbricas, nuevos medios de comunicación para la transmisión de información. Por lo que hoy en día dentro del espectro electromagnético existen fuentes de campos generadas por el hombre, como lo constituyen los sistemas de potencia, antenas, electrodomésticos, etc.²

A frecuencias de 50 y 60 Hz la intensidad del campo eléctrico y magnético de origen natural es muy baja, ubicándose en el orden de 0.0001 V/m. Bajo las líneas de transmisión del tendido aéreo la intensidad de campo eléctrico y magnético, adquieren un valor más alto, pudiendo alcanzar los 12 kV/m, mientras que en las inmediaciones de las estaciones y subestaciones generadoras la intensidad puede llegar a 16 kV/m.

En el interior de las viviendas, tomando en cuenta la presencia de los electrodomésticos comúnmente utilizados, los campos eléctricos y magnéticos no suelen sobrepasar los 500 V/m. Mientras que en un ambiente laboral, los técnicos que mantienen las líneas de transmisión y distribución pueden estar expuestos a campos mucho más intensos en el orden de 25 kV/m.

2.2 RADIACIONES ELECTROMAGNÉTICAS

La frecuencia y la longitud de onda son las magnitudes más importantes que caracterizan a un campo electromagnético, debido al efecto que estas tienen sobre el organismo de las personas.

Una onda electromagnética está formada por paquetes muy pequeños de energía llamados fotones. La energía de cada fotón es directamente proporcional a la frecuencia de la onda: Cuanta más alta es la frecuencia, mayor es la cantidad de energía contenida en cada fotón. Las ondas electromagnéticas son una serie de ondas muy uniformes que se desplazan a una velocidad muy alta (velocidad de la luz). La frecuencia simplemente describe el número de oscilaciones o ciclos que se producen en un segundo, mientras que la longitud de onda hace referencia a la distancia entre una onda y la siguiente. Estas dos características son inversamente proporcionales entre sí: cuanto mayor es la frecuencia, más corta es la longitud de onda.

Una característica de las ondas electromagnéticas es que son transportadas por partículas llamadas cuantos de luz. Esta tiene la característica de que los cuantos de luz de ondas con frecuencias más altas (longitudes de onda más cortas), transportan más energía que los de las ondas de menor frecuencia (longitudes de onda más largas).

²Ubeda Alejandro, Ondas Electromagnéticas y Salud

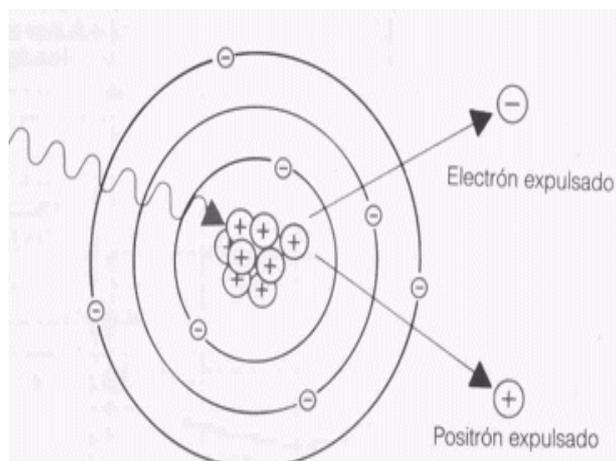


Figura II- 5 División de moléculas a causa de energía electromagnética

Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos41/radiaciones-ionizantes/radiaciones-ionizantes2.shtml>

Además algunas ondas electromagnéticas transportan una gran cantidad de energía por cuantos de luz que son capaces de romper los enlaces entre las moléculas, y dividir moléculas en iones, positivos y negativos, como se presenta en la Figura II-5.

2.2.1 CLASIFICACIÓN DE LAS RADIACIONES

Una de las maneras en las que se puede clasificar la radiación electromagnética es de acuerdo a los efectos que produce sobre la materia de los seres vivos. Este viene determinado por la frecuencia y la energía de la radiación electromagnética de la fuente. De esta manera, se establecen dos tipos de radiaciones:

- Radiaciones ionizantes
- Radiaciones no ionizantes

Por lo cual cuando se estudian los efectos biológicos de radiaciones electromagnéticas es importante distinguir dos rangos de radiaciones: *ionizantes* y *no ionizantes*, cuyos mecanismos de interacción con los tejidos vivos son muy diferentes. La ionización es un proceso por el cual los electrones son desplazados de los átomos y moléculas.

Este proceso puede generar cambios moleculares potencialmente capaces de dar lugar a lesiones en los tejidos biológicos, incluyendo efectos en el material genético (ADN), para que este proceso tenga lugar es necesaria la interacción con fotones de muy alta energía, como los de los rayos X y rayos gamma.

Se dice entonces que los rayos X y los rayos gamma son radiaciones ionizantes, y la absorción de un fotón de estas radiaciones puede originar ionización y el consiguiente daño biológico.

Las energías de los fotones asociados con las radiaciones de frecuencias más bajas, no son lo suficientemente elevadas como para causar ionización de átomos y moléculas. Es por esta razón que a los CEM de radiofrecuencia junto con la luz visible, la radiación infrarroja y las radiaciones electromagnéticas de frecuencia extremadamente baja (FEB) se les denomina radiaciones no-ionizantes.

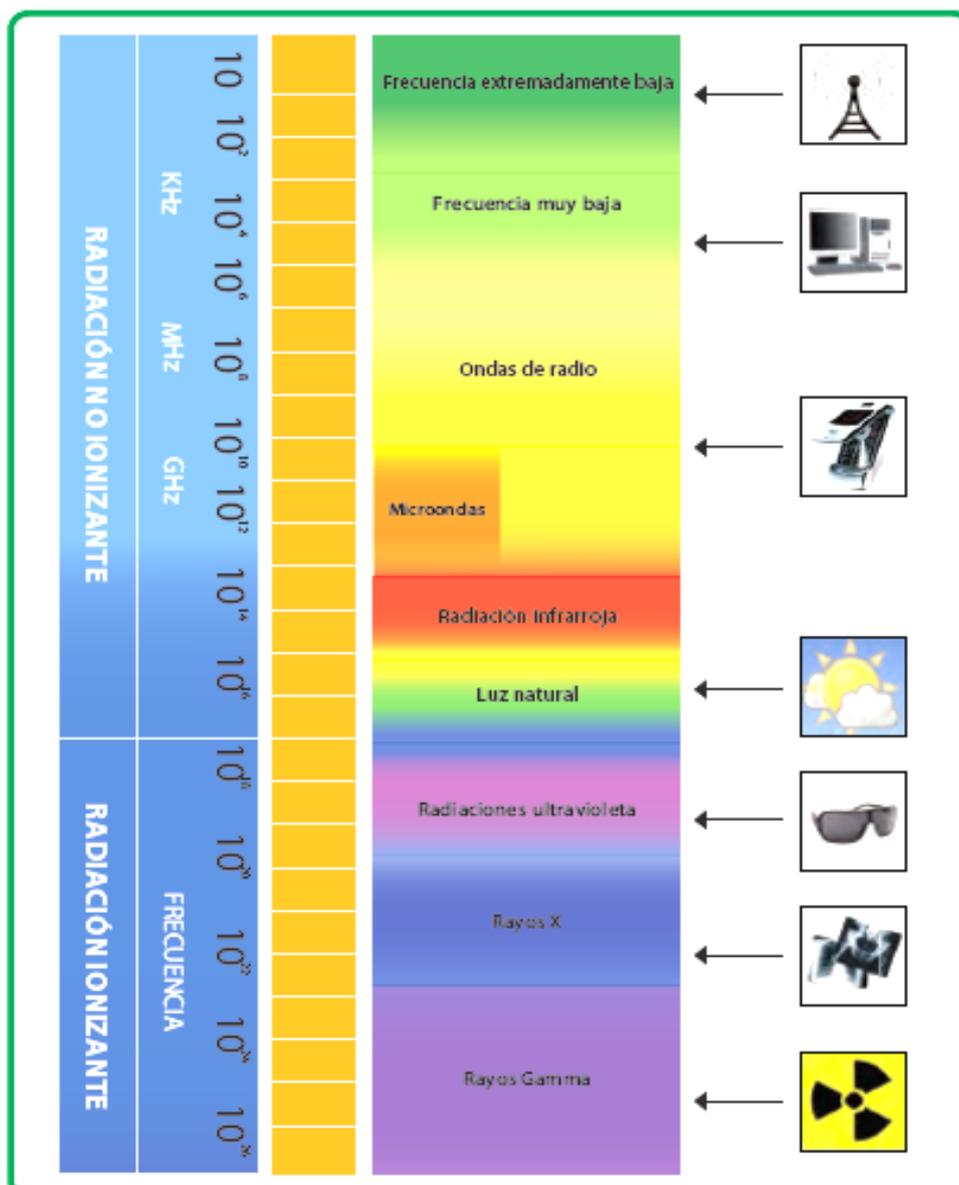


Figura II- 6 Parte del espectro radioeléctrico correspondiente a radiaciones ionizantes y no ionizantes.

Referencia: John Moulder, *Campos electromagnéticos y salud humana*, 2011

2.2.1.1 RADIACIONES IONIZANTES

La radiación ionizante consiste en partículas, incluidos los fotones, que causan la separación de electrones de átomos y moléculas. Pero algunos tipos de radiación de energía relativamente baja, como la luz ultravioleta, sólo puede originar ionización en determinadas circunstancias. Para distinguir estos tipos de radiación de la radiación que siempre causa ionización, se establece un límite energético inferior arbitrario para la radiación ionizante, que se suele situar en torno a 10 kiloelectronvoltios.

La radiación ionizante directa interactúa con la materia sobre todo mediante la fuerza de Coulomb, que les hace repeler o atraer electrones de átomos y moléculas en función de sus cargas.

La radiación ionizante indirecta es producida por partículas sin carga. Los tipos más comunes de radiación ionizante indirecta son los generados por fotones con energía superior a 10 kiloelectronvoltios (rayos X y rayos gamma) y todos los neutrones. Los fotones de los rayos X y gamma interactúan con la materia y causan ionización de tres maneras diferentes como mínimo:

- Los fotones de energía más baja, interactúan sobre todo mediante el efecto fotoeléctrico, porque el fotón cede toda su energía a un electrón, que entonces abandona el átomo o molécula. El fotón desaparece.
- Los fotones de energía intermedia interactúan entre sí, en virtud del cual el fotón y un electrón colisionan esencialmente como partículas. El fotón continúa su trayectoria en una nueva dirección con su energía disminuida, mientras que el electrón liberado parte con el resto de la energía entrante.
- La producción de pares sólo es posible con fotones cuya energía es muy grande. El fotón desaparece, y en su lugar aparece una pareja electrón-positrón (este fenómeno sólo ocurre en la proximidad de un núcleo, por consideraciones de conservación del momento cinético y de la energía).

2.2.1.2 RADIACIONES NO IONIZANTES

Las radiaciones no ionizantes comprenden la porción del espectro electromagnético cuya energía no es capaz de romper las uniones atómicas, incluso a intensidades altas. No obstante, estas radiaciones pueden ceder energía suficiente, cuando inciden en los organismos vivos, como para producir efectos térmicos (de calentamiento) tales como los inducidos por las microondas.

También, las radiaciones no ionizantes intensas de frecuencias bajas pueden inducir corrientes eléctricas en los tejidos, que pueden afectar al funcionamiento de células

sensibles a dichas corrientes, como pueden ser las células musculares o las nerviosas. Algunos estudios experimentales, realizados generalmente sobre cultivos de células, han mostrado respuestas biológicas a radiaciones no ionizantes demasiado débiles para inducir efectos térmicos o corrientes intensas.

Sin embargo la relevancia de estos resultados en lo que refiere a posibles efectos de los CEM débiles sobre la salud son muy cuestionables. En la figura II-7 se resumen las radiaciones electromagnéticas y sus efectos biológicos en función de la frecuencia de las ondas.

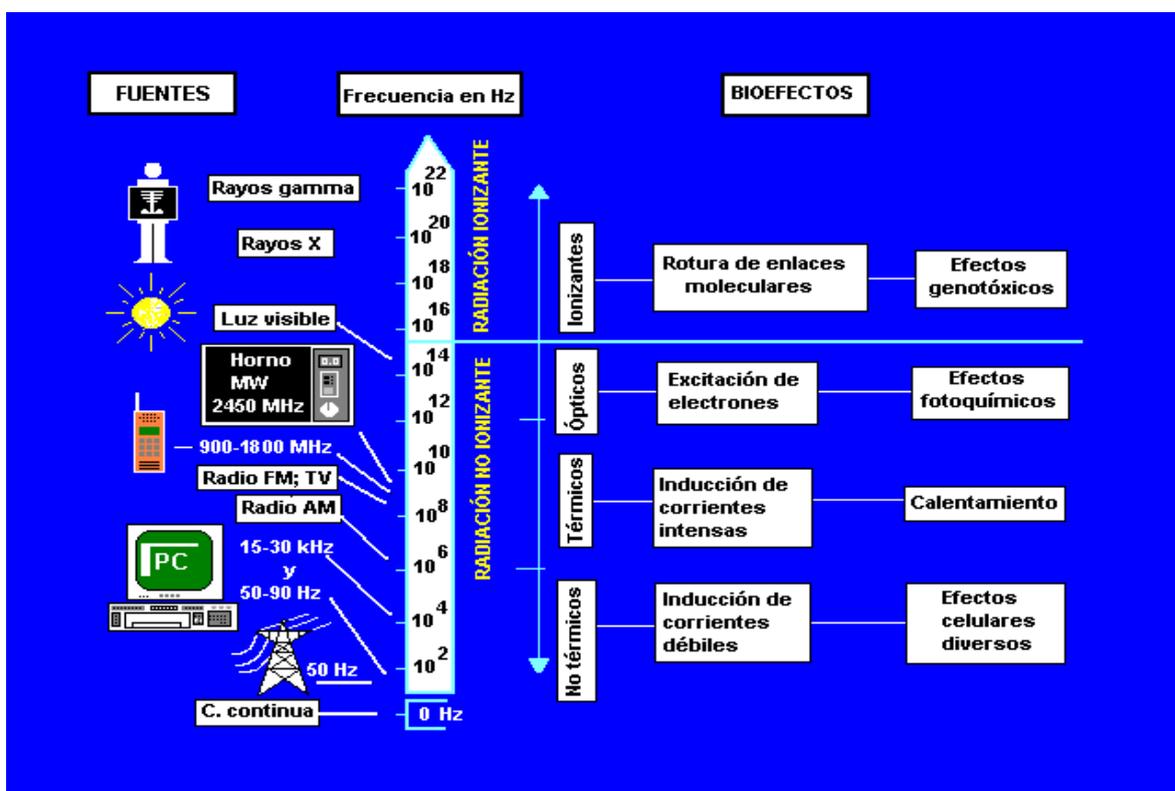


Figura II-7 Efectos biológicos en función de la frecuencia de las ondas electromagnéticas.

Fuente: Informe de Sociedad Tocológica de Argentina, 2012

2.2.1.2.1 ORIGEN DE LAS RADIACIONES NO IONIZANTES

Los campos electromagnéticos son fenómenos naturales; las galaxias, el sol, las estrellas emiten radiación de baja densidad, y en la atmósfera existen cargas eléctricas que generan campos magnéticos a los que estamos sometidos permanentemente, y que se hacen mucho más intensos, por ejemplo, durante las tormentas eléctricas.

Pero a estos campos eléctricos y magnéticos naturales se han unido en el último siglo un amplio número de campos artificiales, creados por maquinaria industrial, líneas eléctricas, electrodomésticos, etc. que nos exponen a diario a una radiación adicional. Si bien, con alguna excepción, toda esta radiación artificial es mucho más débil que los campos

electromagnéticos naturales, en muchas profesiones del sector electrónico, ferroviario y de telecomunicaciones la exposición es continuada.³

2.2.1.2.2 CLASIFICACIÓN DE LA RADIACIÓN NO IONIZANTE

Se pueden clasificar en dos grandes grupos:

- Los campos electromagnéticos
- Las radiaciones ópticas

Los campos electromagnéticos se pueden distinguir aquellos generados por las líneas de corriente eléctrica o por campos eléctricos estáticos.

Otros ejemplos son las ondas de radiofrecuencia, utilizadas por las emisoras de radio, y las microondas utilizadas en electrodomésticos y en el área de las telecomunicaciones.

Las radiaciones ópticas se pueden mencionar los rayos láser y la radiación solar como ser los rayos infrarrojos, la luz visible y la radiación ultravioleta. Estas radiaciones pueden provocar calor y ciertos efectos fotoquímicos al actuar sobre el cuerpo humano.

2.2.1.2.3 CLASIFICACIÓN DE LOS CEM NO IONIZANTES DE ACUERDO A LAS FRECUENCIAS

Refiriéndonos a los CEM no ionizantes, podemos distinguir dos grandes grupos de fuentes de exposición en nuestro entorno:

1. Las fuentes que generan campos de frecuencias inferiores a 3 kHz (0 Hz a 3 kHz), entre los que se encuentran:

- Las de “campos estáticos” (0 kHz):
Trenes de levitación magnética, sistemas de resonancia magnética para diagnóstico médico y los sistemas electrolíticos en aplicación industrial-experimental.
- Las fuentes de los campos de frecuencias extremadamente bajas (30 Hz a 300 Hz):
Equipos relacionados con la generación, transporte o utilización de la energía eléctrica de 50 Hz, líneas de alta y media tensión y aparatos electrodomésticos (neveras, secadores de pelo, etc.).

³http://www.tuotromedico.com/temas/radiaciones_no_ionizantes.htm

- Desde 300 Hz a 3 kHz:
Cocinas de inducción, antenas de radiodifusión modulada y equipos de soldadura de arco.
- 2. Las fuentes de campos de radiofrecuencias (3 kHz a 300 GHz), que, clasificadas por rangos de frecuencia, son las siguientes:
- Desde 3kHz a 30 kHz (VLF):
Antenas de radionavegación y radiodifusión modulada, monitores de ordenador, sistemas antirrobo.
- Desde 30 kHz a 300 kHz (LF):
Pantallas y monitores, antenas de radiodifusión, comunicaciones marinas y aeronáuticas, radiolocalización.
- Desde 300 kHz a 3 MHz (HF):
Radioteléfonos marinos, radiodifusión AM, termo selladoras.
- Desde 3 MHz a 30 MHz:
Antenas de radioaficionados, termo selladoras, aparatos para diatermia quirúrgica, sistemas antirrobo
- Desde 30 MHz a 300 MHz (VHF):
Antenas de radiodifusión, frecuencia modulada, antenas de estaciones de televisión, sistemas antirrobo.
- Desde 300 MHz a 3 GHz (UHF):
Teléfonos móviles, antenas de estaciones base de telefonía móvil, hornos de microondas, aparatos para diatermia quirúrgica, sistemas antirrobo.
- Desde 3 GHz a 30 GHz (SHF):
Antenas de comunicaciones vía satélite, radares, enlaces por microondas.
- Desde 30 GHz a 300 GHz (EHF):
Antenas de radionavegación, radares, antenas de radiodifusión.⁴

⁴ Vargas Francisco., Campos Electromagnéticos y Salud Pública

2.3 TEORÍA GENERAL DE ANTENAS Y TELEFONÍA CELULAR

El diagrama de radiación de una antena se define como, la representación gráfica de las características de radiación en función de la dirección angular. Los sistemas de coordenadas que se utilizara habitualmente es un sistema de coordenadas esférico, como se muestra en la Figura II-8.

2.3.1 DIAGRAMA DE RADIACIÓN

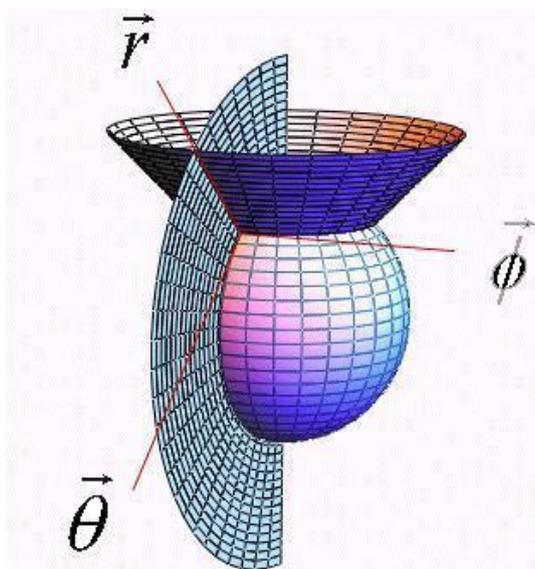


Figura II- 8 Sistema de coordenadas

Fuente: http://www.upv.es/antenas/Documentos_PDF/Notas_clase/Tema_1.PDF

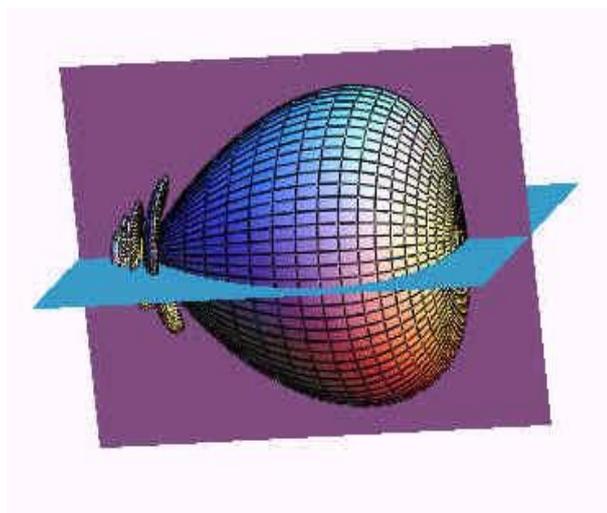


Figura II- 9 Diagrama tridimensional

Fuente: http://www.upv.es/antenas/Tema_1/diagramas_de_radiacion.htm

Se puede representar el campo eléctrico, magnético o la densidad de potencia radiada. Dado que los campos son magnitudes vectoriales se pueden representar el módulo o la fase de sus componentes. Las formas de representación pueden ser tridimensionales o bidimensionales, en escalas lineal o logarítmica. La figura II-9 es la representación tridimensional de los campos radiados por una antena.

2.3.1 ESTACIONES BASE

Las estaciones base de telefonía móvil, que también son conocidas como antenas de telecomunicaciones son estaciones bi-direccionales, multicanales, de baja potencia.

Las antenas que producen la radiación de RF, son montadas sobre torres de transmisión, postes o en forma distribuida en las paredes en la parte más alta de los edificios. Estas estructuras necesitan estar a cierta altura para poder tener una cobertura más amplia. Cuando uno se comunica mediante un teléfono móvil, se conecta a una estación base cercana. Desde la estación base, la llamada telefónica va hacia la central de telefonía móvil que nos conecta con cualquier otro abonado móvil o con algún abonado de la telefonía fija como se muestra en la figura II-10.

Ya que los teléfonos y sus estaciones base son radios bi-direccionales, producen radiación de RF para comunicarse y por lo tanto provocan la exposición por radiación de RF de la gente en las cercanías. Sin embargo, tanto los teléfonos y las estaciones base tienen transmisores de baja potencia (corto alcance), los niveles de exposición a radiación RF generalmente son muy bajos.

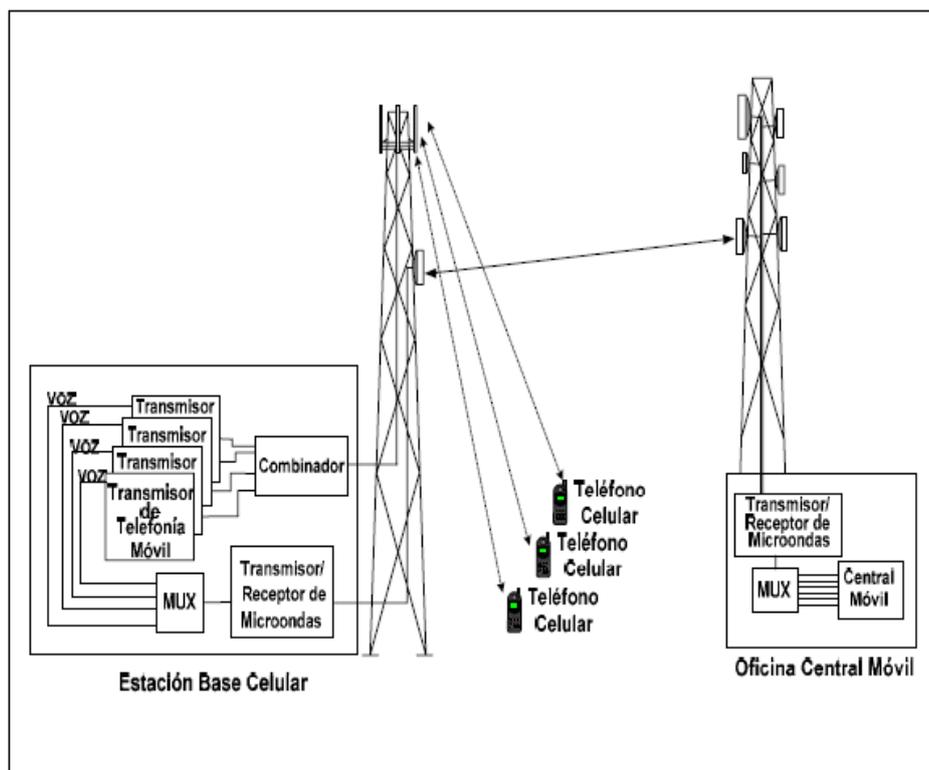


Figura II- 10 Diagrama simplificado de una estación base telefónica

Fuente: La telefonía y su Salud, Mag. Ing. Víctor Cruz Ornetta

Es muy habitual confundir la antena propiamente dicha, con la estructura que hace de soporte físico de las antenas. Por lo general, cuando se debe dar cobertura a una determinada región geográfica, como es el caso de las Radios de FM, la TV por aire o los sistemas de Telefonía Celular, se trata de instalar las antenas en sitios de gran altura, que superan los 50 metros del nivel del piso; de este modo logran tener mayor alcance y menor atenuación por las construcciones urbanas.



Figura II- 11 Estructuras y tipos de antenas

Fuente: <http://www.cnc.gov.ar/ciudadanos/espectro/antenas.asp>

Se puede apreciar en la Figura II-11 distintas estructuras con diversos sistemas de antenas. Las tres primeras corresponden a telefonía celular, y la cuarta es la de mayor potencia y

corresponde a un Servicio de Radiodifusión Sonora por Modulación de Frecuencia (FM). Se puede observar que el “impacto visual” de las estructuras es mucho mayor en el caso de la telefonía celular, a pesar que su potencia suele ser cientos de veces más baja que las que emiten las de radiodifusión.

2.3.2 PARÁMETROS FUNDAMENTALES DE ANTENAS⁵

Una antena formará parte de un sistema amplio de radiocomunicaciones. Por ello es importante caracterizarla con una serie de parámetros que la describan y permitan evaluar el efecto sobre el sistema de una determinada antena, o bien especificar el comportamiento deseado de una antena para incluirla en ese sistema.

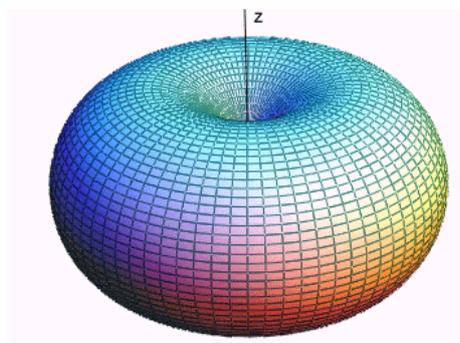
2.3.2.1 INTENSIDAD DE RADIACIÓN

Una de las características fundamentales de una antena es su capacidad para radiar con una cierta direccionalidad, es decir, concentrar la energía radiada en ciertas partes del espacio. Por lo tanto es conveniente cuantificar este comportamiento con algún parámetro, y se define Intensidad de Radiación como la potencia radiada por unidad de ángulo sólido en una determinada dirección.

2.3.2.2 DENSIDAD DE POTENCIA RADIADA

La densidad de potencia radiada se define como la potencia por unidad de superficie en una determinada dirección. Las unidades son vatios por metro cuadrado.

La relación entre el módulo del campo eléctrico y el módulo del campo magnético es la impedancia característica del medio (figura II-12).



*Figura II- 12*Densidad de la Potencia Radiada

Fuente: http://www.upv.es/antenas/Tema_1/diagramas_de_radiacion.htm

⁵http://www.upv.es/antenas/Documentos_PDF/Notas_clase/Tema_1.PDF

2.3.2.3 POLARIZACIÓN

La polarización de una antena es la polarización de la onda radiada por dicha antena en una dirección dada. Para ondas con variación sinusoidal, dicha figura es en general una elipse. Hay una serie de casos particulares; si la figura trazada es una recta, la onda se denomina linealmente polarizada; si es un círculo, circularmente polarizada.

El sentido de giro del campo eléctrico, para una onda que se aleja del observador, determina si la onda esta polarizada circularmente a derechas o a izquierda. Si el sentido de giro coincide con las agujas del reloj, la polarización es circular a derechas. Si el sentido de giro es contrario a las agujas del reloj, la polarización es circular a izquierdas. El mismo convenio aplica a las ondas con polarización elíptica.

Se define la relación axial de una onda polarizada elípticamente, como la relación entre los ejes mayor y menor de la elipse de polarización. La relación axial toma valores comprendidos entre uno e infinito. Los campos se pueden representar en notación fasorial. Para determinar la variación temporal es suficiente con determinar el valor real de cada una de las componentes.

2.3.2.4 DIRECTIVIDAD

La directividad es la capacidad de concentrar la radiación en una dirección determinada. La directividad de una antena se define como la relación entre la densidad de potencia radiada en una dirección, a una distancia dada, y la densidad de potencia que radiaría a esa misma distancia una antena isotrópica, que radiase la misma potencia que la antena, como se muestra en la figura II-13.

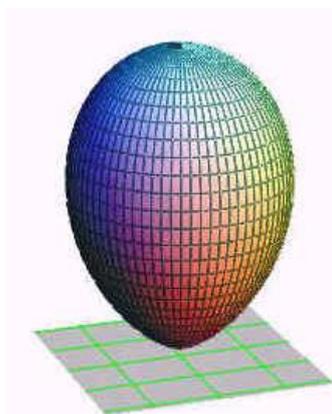


Figura II- 13 Directividad de una Antena

2.3.3 REGIONES DE CAMPO RADIADO POR UNA ANTENA

Existen dos regiones, bien diferenciadas, alrededor de una antena cuando está radiando energía electromagnética, estos son: campo cercano y campo lejano.

2.3.3.1 CAMPO CERCANO

Zona del espacio en la proximidad de la antena transmisora (Figura II-14). En esta zona los campos eléctricos y magnéticos varían considerablemente alrededor de la antena. Su relación es bastante compleja, por lo que el cálculo directo entre componentes no es posible.

Si la zona a validar se encuentra a una distancia menor de tres longitudes de onda, se considerará dentro de la zona de campo cercano. $R \leq 3\lambda$.

2.3.3.2 CAMPO LEJANO

Región alejada de la antena donde la distribución angular de los campos es independiente de la distancia. El campo electromagnético radiado tiene un carácter de onda plana y los campos eléctricos y magnéticos son ortogonales entre sí, relacionándose de forma sencilla a través de la impedancia del medio. Figura II-14.

Si la zona a validar se encuentra a una distancia mayor de tres longitudes de onda, se considerará dentro de la zona de campo lejano. $R > 3\lambda$

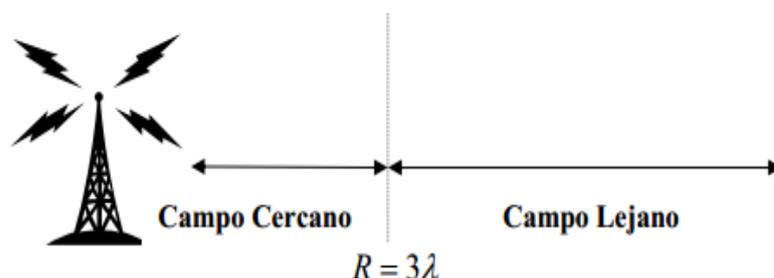


Figura II- 14 Regiones de campos radiados

2.4 NIVELES DE EXPOSICIÓN

2.4.1 LÍMITES DE EXPOSICIÓN

Los límites de exposición son clasificadas en: poblacional, ocupacional y zona de rebasamiento, para lo cual se ha creado una serie de reglamentos y límites de exposición.

Para hablar de las exposiciones de radiación electromagnética vamos a considerar dos clases de límites de exposición:

- a. Restricciones Básicas: que siempre deben ser cumplidas.
- b. Niveles de Referencia: que en determinados casos pueden ser superados en tanto nunca lo sean las Restricciones Básicas.

Los límites de exposición de CEMRF (Campos Electromagnéticos de Radio Frecuencia) refieren tanto a exposición ocupacional como poblacional, por lo que, para las evaluaciones de conformidad, se deberá considerar el cumplimiento límites tanto de tipo ocupacional como poblacional.

Con el fin de establecer límites de protección, los científicos del ICNIRP realizaron estudios de la teoría de las radiaciones no ionizantes y se procedió a establecer la credibilidad de dicha teoría.

2.4.1.1 EXPOSICIÓN OCUPACIONAL

Se aplica a situaciones en las que las personas que están expuestas como consecuencia de su trabajo, y han sido advertidas del potencial de exposición a emisiones RNI y pueden ejercer control sobre la misma. La exposición ocupacional también se aplica cuando la exposición es de naturaleza transitoria, resultado del paso ocasional por un lugar en el que los límites de exposición puedan ser superiores a los límites establecidos para la población en general, ya que la persona expuesta ha sido advertida del potencial de exposición y puede controlarlo, abandonando la zona o adoptando las debidas seguridades.

2.4.1.2 EXPOSICIÓN POBLACIONAL

Se define como la exposición poblacional a los niveles de emisiones de radiación no ionizantes que se aplican a la población o público en general, cuando las personas expuestas no puedan ejercer control sobre dicha exposición.

Los límites máximos de exposición a las emisiones de RNI generadas por uso de frecuencias del Espectro Radioeléctrico establecidos en el Reglamento vigente para Ecuador se basan en los valores establecidos en la Recomendación UIT-T K.52 de la Unión Internacional de Telecomunicaciones.

2.4.2 CLACIFICACION DE NIVELES DE EXPOSICION⁶

Para las evaluaciones de conformidad, los distintos sitios deberán ser clasificados como pertenecientes a alguno de los siguientes tipos de zonas como en la figura II-15.

- a. **Zona de Conformidad o Poblacional:** En la cual los niveles de exposición a CEMRF está por debajo de los límites aplicables a las exposiciones tanto ocupacional como poblacional.
- b. **Zona Ocupacional:** Aquí los niveles de exposición a CEMRF está por debajo de los límites aplicables a la exposición ocupacional, pero sobrepasa los límites aplicables a la exposición poblacional o de conformidad.
- c. **Zona de Rebasamiento:** Es cuando los niveles de exposición a CEMRF superan tanto los límites poblacionales como ocupacionales.

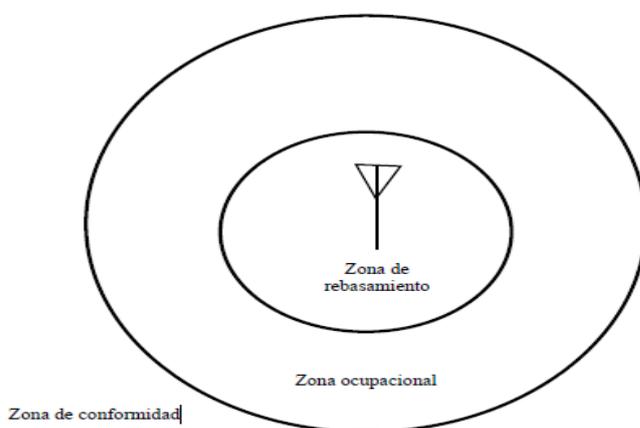


Figura II- 15 Niveles de Exposición

Fuente: Proyecto de reglamento RNI, 2009

Asimismo, las estaciones radioeléctricas se clasificarán según las siguientes tres clases:

⁶ Proyecto de Reglamento sobre limitación de la exposición a campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos en frecuencias del espectro radioeléctrico, 2009

- a. **Conforme su forma inherente:** son aquellas que producen campos que cumplen los límites de exposición pertinentes a pocos centímetros de la fuente, y por tanto no son necesarias precauciones particulares.
- b. **Conforme su instalación:** son aquellas que contienen fuentes que producen CEMRF que puede sobrepasar los límites de exposición pertinentes. No obstante, como resultado de prácticas habituales de instalación, la zona de rebasamiento de estas fuentes no es accesible a las personas en condiciones ordinarias ejemplo de ello son las antenas montadas en torres suficientemente altas o las estaciones terrenas de haz estrecho apuntadas a un satélite. Puede ser necesario que el personal de mantenimiento que tenga que acercarse mucho a los emisores deba adoptar precauciones particulares para evitar inconvenientes.
- c. **Conforme sus condicionamientos:** éstas requieren medidas especiales para conseguir la conformidad, lo cual incluye la determinación de las zonas de exposición y, cuando no es posible cambiar otras características de la instalación, restringir el acceso a las zonas en las que se sobrepasan los límites de exposición.

2.4.3 MODELOS DE SEÑALIZACIÓN

A los efectos de señalar adecuadamente ambientes en las cuales se superen algunos de los límites de referencia o Restricciones Básicas, zonas poblacionales, se deberán utilizar indicadores visuales, luminosos o sonoros que adviertan de la presencia de niveles elevados de campo de RNI a toda persona o trabajador que intente acceder a la misma.

Los indicadores visuales a utilizar serán los siguientes mostrados en la figura II-16



Figura II- 16 Indicadores visuales de niveles elevados de RNI

Fuente: Proyecto de reglamento RNI, 2009

La primera señalización de la figura II-16 será utilizada para advertir la presencia de niveles de RNI en zonas de acceso al público que superen los Niveles de Referencia establecidos (Zonas Ocupacionales) y deberán ubicarse en los accesos y en el interior de las mismas.

Las señalizaciones (2) y (3) de la figura II-16 serán utilizadas para advertir la presencia de niveles de RNI en Zonas de Rebasamiento, donde se superan los máximos permitidos. Deberán estar ubicadas sobre los cercos perimetrales y puertas de accesos, así como en el interior de las mismas.

Las dimensiones de los indicadores visuales serán tales que resulten completamente visibles a toda persona u operador que se disponga a ingresar a una zona controlada.

2.5 REGLAMENTO DE PROTECCIÓN DE RADIACIÓN DE EMISIONES DE RADIACIÓN NO IONIZANTES

Normativa de Respaldo

Resolución 01-01-CONATEL-2005 mediante el cual se expide el REGLAMENTO DE PROTECCION DE EMISIONES DE RADIACION NO IONIZANTE GENERADAS POR EL USO DE FRECUENCIAS DEL ESPECTRO RADIOELECTRICO.

- En peticiones realizadas por las operadoras de telecomunicaciones o concesionarios de sistemas de telecomunicaciones, usar como equipo de medición uno isotrópico de

radiación de banda angosta, el mismo que permitirá proporcionar los valores de radiación de la infraestructura de interés en dos tipos de valores:

a.- Valores de radiación generadas en las diferentes bandas o sub-bandas de frecuencias que están siendo utilizadas por el sistema de propagación de interés.

b.- Valores de radiación total en los lugares o puntos donde se efectúan las mediciones (contribución de todas las fuentes existentes en todo el rango de frecuencia de trabajo del equipo de medición).

- En peticiones realizadas por organizaciones, instituciones o por el público en general, se puede usar tanto un equipo isotrópico de radiación de banda angosta o de banda ancha, toda vez que lo que interesa al peticionario es conocer los valores de radiación total en los lugares o puntos donde se efectúan las mediciones (contribución de todas las fuentes existentes en todo el rango de frecuencia de trabajo del equipo de medición).

- Se calculará el punto de frontera entre el campo cercano y el campo lejano al fin de medir:

En el campo lejano el campo eléctrico E o el campo magnético H.

En el campo cercano el campo eléctrico E y el campo magnético H.

- Las siguientes categorías de trabajadores estarán sujetas a los límites a CEMRF de exposición poblacional;

a. Trabajadores que comparten con el público la misma área geográfica en virtud de la naturaleza de las actividades que desarrollan;

b. Mujeres que hayan declarado su embarazo a sus empleadores.

c. Trabajadores que tengan prótesis metálicas, marcapasos cardiacos u otros dispositivos electromédicos que puedan ser afectados por los niveles de exposición de los Campos Electromagnéticos de Radio Frecuencia.

En los casos que se superen los límites de los Niveles de Referencia poblacional, las áreas deberán estar debidamente señalizadas (Zonas Ocupacionales), mientras que para aquellas en las que se superen los límites de los Niveles de Referencia ocupacional (Zonas de Rebasamiento) deberá restringirse el acceso⁷

⁷http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp_614.pdf

2.6 TIPOS DE MEDICION

2.6.1 MEDICIÓN CON ANALIZADOR DE ESPECTRO CON ANTENA DIPOLO O LOGARÍTMICA

Cuando se realiza el proceso de medición de banda angosta se debe calibrar el Analizador de Espectros a la frecuencia de interés configurando un valor de span que permita visualizar adecuadamente la señal, adicionalmente se debe configurar que la visualización de la señal sea en modo promedio.

Una vez que se han realizado las configuraciones y conexiones apropiadas como se muestra en la Figura II-17, se tomarán las respectivas medidas de voltaje en el receptor.

Se debe tener en cuenta que debido al efecto de señales reflejadas, la intensidad de campo eléctrico a lo largo de una ruta puede presentar fluctuaciones considerables. El resultado de una medición puede coincidir con el máximo o el mínimo de la onda estacionaria que se produce, el cual se ve también afectado por la altura de la antenna receptora.

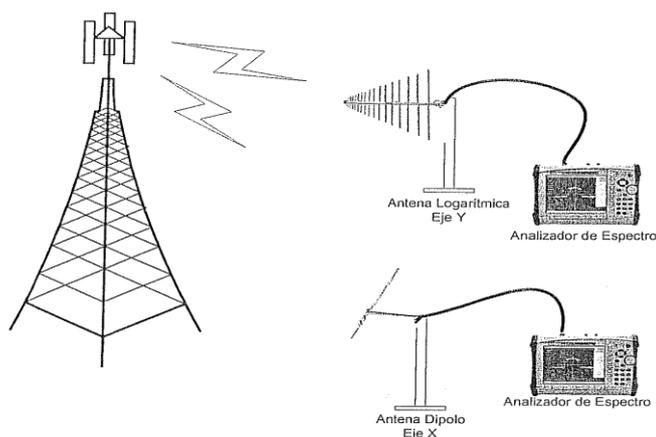


Figura II- 17 Toma de mediciones del analizador de espectro con antena dipolo o logarítmica

Fuente: Proyecto de reglamento RNI, 2009

2.6.2 MEDICIÓN CON ANALIZADOR DE ESPECTRO CON ANTENA DE APERTURA

Este tipo de medición al igual que la anterior es de banda angosta, en el cual la antena debe ser orientada de tal manera que se apunte a la dirección de máxima señal como lo indica la Figura II-18.

Con una antena de apertura, ya no se debe realizar la medición del Campo Eléctrico en los ejes X, Y y Z, sino que deberá realizarse una sola medición, con lo que el tiempo de toma de valores se reduce considerablemente.

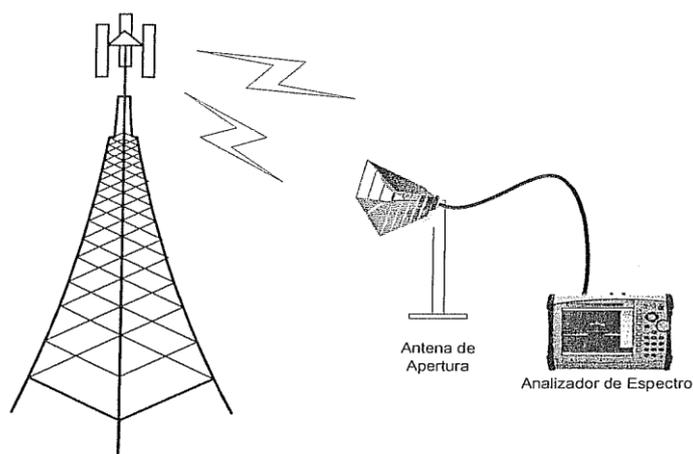


Figura II- 18 Medición con Analizador de Espectro con Antena de Apertura

Fuente: Proyecto de reglamento RNI, 2009

2.7 NORMAS INTERNACIONALES DE RNI

2.7.1 RECOMENDACIONES DE LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD⁸

El marco normativo de nuestro país, sobre los niveles de la Máxima Exposición Poblacional (MEP) a las Radiaciones No Ionizantes, están basados en las últimas recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS). Este Organismo es el encargado de orientar y coordinar los estudios científicos, estadísticos y epidemiológicos sobre todo lo que concierne a la protección de la salud y el medio ambiente, generados por principales centros de investigaciones e instituciones científicas en el mundo, a partir de lo cual realiza determinadas recomendaciones.

Con el objeto de asegurar que la exposición humana a los campos electromagnéticos no tenga efectos perjudiciales para la salud, que los equipos generadores de esos campos sean inocuos para la salud, se han adoptado diversas directrices y normas internacionales. Esas normas se elaboran después que grupos de trabajo de científicos calificados, que buscan pruebas de la repetición sistemática de efectos perjudiciales para la salud, hayan analizado todos los estudios y las publicaciones científicas con los resultados de institutos de investigación reconocidos. La OMS basa sus recomendaciones en los estudios de la Comisión Internacional para la Protección contra las Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP).

La OMS cuenta, con sus varios emprendimientos, que tiene a su cargo aunar los esfuerzos de las instituciones científicas y centros de investigación claves a nivel internacional, para

⁸ Recomendaciones mundiales sobre la actividad física., 2010

identificar y llenar los huecos que presenta el conocimiento científico en cuanto a los riesgos para la salud debidos a la exposición a las ondas electromagnéticas.

A su vez, la ICNIRP es una organización científica independiente con el mandato de la OMS para proveer pautas y recomendaciones sobre los peligros para la salud de la exposición a las RNI.

En particular con respecto a la telefonía celular, la información científica producida hasta el momento por la ICNIRP, no indica la necesidad de algún tipo de precauciones que se deban sumar a las recomendaciones de la OMS para el uso de teléfonos móviles, o la instalación de las antenas que permiten dar cobertura a este servicio radioeléctrico

2.7.2 COMISIÓN INTERNACIONAL DE PROTECCIÓN CONTRA LA RADIACIÓN NO IONIZANTE (ICNIRP)

La Comisión Internacional de Protección contra la Radiación No Ionizante (ICNIRP) es una organización no gubernamental reconocida de forma oficial por la OMS, se desarrollaron tras evaluar todas las publicaciones científicas revisadas por expertos, incluidos los efectos térmicos y no térmicos.

Las normas se basan en evaluaciones de los efectos biológicos que, según se ha comprobado, producen consecuencias para la salud. La principal conclusión de las evaluaciones de la OMS es que, al parecer, las exposiciones a niveles de CEM inferiores a los límites recomendados en las directrices internacionales de la ICNIRP no producen ninguna consecuencia conocida sobre la salud.

Su recomendación para Limitar la Exposición a Campos Eléctricos, Magnéticos y Electromagnéticos, es ampliamente conocida y aplicada mundialmente, para hacer frente a las emisiones de radiaciones no ionizantes.

Con el fin de establecer límites de protección, los científicos del ICNIRP realizaron estudios de la teoría de las radiaciones no ionizantes y se procedió a establecer la credibilidad de dicha teoría.

Dentro de la evaluación únicamente se tuvieron en cuenta los efectos considerados como bien establecidos. De hecho, no se consideró como bien establecida a la teoría de que la exposición crónica a campos electromagnéticos (CEM) pueda inducir la formación de ciertas enfermedades debido a que son efectos a largo plazo.

Los límites ICNIRP están basados en efectos inmediatos sobre la salud entre los cuales están: estimulación de nervios periféricos y músculos, shocks y quemaduras ocasionadas por contacto con objetos conductores, y también incrementos de temperatura en los tejidos que han absorbido energía por ser expuestos a CEM.

Los efectos a largo plazo no fueron considerados por ICNIRP puesto que la información disponible no es suficiente para poder verificar su validez a pesar de que ciertos investigadores afirman que existe una relación entre la exposición a campos electromagnéticos de baja frecuencia (50 o 60 Hz) con valores menores que los recomendados por la ICNIRP.

Tabla II- I Niveles de Referencia ICNIRP Ocupacionales

Rango de Frecuencias (MHz)	Intensidad de Campo Eléctrico (V/m)	Intensidad de Campo Magnético (A/m)	Densidad de Potencia (W/m ²)
Hasta 1 Hz	–	1.63 x 10 ⁵	–
1 – 8 Hz	20 000	1.63 x 10 ⁵ / f ²	–
8 – 25 Hz	20 000	2 x 10 ⁴ / f	–
0.025 – 0.82 kHz	500 / f	20 / f	–
0.82 – 65 kHz	610	24.4	–
0.065 – 1 MHz	610	1.6 / f	–
1 – 10 MHz	610 / f	1.6 / f	–
10 – 400 MHz	61	0.16	10
400 – 2000 MHz	3 f ^{0.5}	0.008 f ^{0.5}	f / 40
2 – 300 GHz	137	0.36	50

Fuente: Norma ICNIRP

En las tablas II-I y II-II se muestra los límites establecidos por el ICNIRP con relación a campos eléctricos y magnéticos hasta los 10 GHz tanto Ocupacionales como Poblacionales.

En el caso Ocupacional como en la tabla II-I, los límites se aplican en situaciones en las cuales las personas se encuentran expuestas a radiaciones como consecuencia de su trabajo, estas personas están enteradas de la magnitud de la exposición, y pueden tomar control sobre éste.

Asimismo, los límites de exposición ocupacional también se aplican en situaciones cuando una persona se encuentra transitoriamente en un lugar donde dichos límites son aplicados y esta persona es informada sobre los detalles de la exposición.

Tabla II- II Niveles de Referencia ICNIRP Poblacionales

Rango de Frecuencias (MHz)	Intensidad de Campo Eléctrico (V/m)	Intensidad de Campo Magnético (A/m)	Densidad de Potencia (W/m ²)
Hasta 1 Hz	–	3.2 x 10 ⁴	–
1 – 8 Hz	10 000	3.2 x 10 ⁴ / f ²	–
8 – 25 Hz	10 000	4000/ f	–
0.025 – 0. 8 kHz	250 / f	4/ f	–
0.8 – 3 kHz	250 / f	5	–
3 – 150 kHz	87	5	–
0.15– 1 MHz	87	0.73/ f	–
1 – 10 MHz	87/ f ^{0.5}	0.73/ f	–
10 – 400 MHz	28	0.073	2
400 – 2000 MHz	1.375f ^{0.5}	0.0037f ^{0.5}	f/ 200

2 – 300 GHz	61	0.16	10
-------------	----	------	----

Fuente: Norma ICNIRP

2.7.3 UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES UIT-T

La Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) es el organismo especializado de la Organización de las Naciones Unidas encargado de regular las telecomunicaciones a nivel internacional entre las distintas administraciones y empresas operadoras.

2.7.3.1 FUNCIONES DE LA UIT-T

Ayuda a determinar el cumplimiento de los límites de seguridad para la exposición de los seres humanos a los campos electromagnéticos de las instalaciones de equipos de telecomunicaciones y terminales móviles u otros dispositivos emisores usados cerca del cuerpo. Otra de las funciones principales de la UIT-T son:

- Presenta una orientación general
- Métodos de cálculo
- Un procedimiento para evaluación de la instalación.
- La Recomendación UIT-T K.52 afirma que el cumplimiento con los límites de seguridad establecidos por ICNIRP para los terminales móviles u otros dispositivos emisores de RF que operan en el rango de frecuencias de 300 MHz a 3 GHz y que son usados muy cerca de la cabeza puede ser realizado aplicando los procedimientos de medición recomendados. En la tabla II-III se presenta los valores de referencia de la UIT-T tomado de las recomendaciones por la ICNIRP.

Tabla II-III Niveles de Referencia UIT-T

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	3 - 65 kHz	610	24,4	-
	0,065 -1 MHz	610	1,6 <i>f</i>	-
	1 -10 MHz	610 <i>f</i>	1,6 <i>f</i>	-
	10-400 MHz	61	0,16	10
	400-2000 MHz	3 <i>f</i> ^{1/2}	0,008 <i>f</i> ^{1/2}	<i>f</i> /40
	2-300 GHz	137	0,36	50
Poblacional	3-150 kHz	87	5	-
	0,15-1 MHz	87	0,73 <i>f</i>	-
	1-10 MHz	87/ <i>f</i> ^{1/2}	0,73 <i>f</i>	-
	10-400 MHz	28	0,073	2
	400-2000 MHz	1,375 <i>f</i> ^{1/2}	0,0037 <i>f</i> ^{1/2}	<i>f</i> /200
	2-300 GHz	61	0,16	10

Fuente: Human Exposure to Electromagnetic Fields (EMFs)

2.7.4 NORMATIVA NACIONAL (UIT K.52)

El primero de enero de 2005, el Consejo Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL) emitió el Reglamento de Protección de Emisiones de Radiación No Ionizante Generadas por Uso de Frecuencias del Espectro Radioeléctrico, en el cual se establecen los límites de protección frente a estas radiaciones.

Estos límites están basados en la Recomendación UIT K.52, de la Unión Internacional de Telecomunicaciones. Dichos valores se basan en la frecuencia de operación de los sistemas de telecomunicaciones.

2.7.5 REGULACIONES LATINOAMERICANAS DE LAS RADIACIONES NO IONIZANTES

Tabla II-IV Regulaciones Latinoamericanas

PAÍS	ORGANISMO	REFERENCIA	RANGO DE FRECUENCIA DEL SERVICIO	FECHA

ECUADOR	Consejo Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL)	UIT.K52 (ICNIRP)	9 kHz- 300 GHz	2005
CHILE	Ministerio De Transportes Y Telecomunicaciones	ICNIRP	Telefonía Móvil y PCS	2002
BOLIVIA	Superintendencia De Telecomunicaciones	FCC	300 kHz- 100 GHz	2002
BRASIL	Agencia Nacional Para Electricidad	ICNIRP	60 Hz	2004

Fuente: Human Exposure to Electromagnetic Fields (EMFs)

Tabla II-IV Regulaciones Latinoamericanas (Continuación)

PAÍS	ORGANIZACIÓN	REFERENCIA	RANGO DE FRECUENCIA/ SERVICIOS	FECHA
PARAGUAY	MINISTERIO DE SALUD Y BIENESTAR SOCIAL	ICNIRP	0 Hz- 300 GHz (trabajadores, público en general)	2007
COSTA RICA	INSTITUTO DE ELECTRICIDAD DE COSTARRICA	LIMITES LA FLORIDA – EE.UU.	50 Hz (público en general)	1998

COLOMBIA	MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS (NO ESPECÍFICO)	ICNIRP	60 Hz	2007
	MINISTERIO DE COMUNICACIONES	UIT .K52 (ICNIRP)	9 kHz- 300 GHz	2005
ARGENTINA	SECRETARÍA DE ENERGÍA	ICNIRP	50 Hz (trabajadores, público en general)	1998
PERÚ	MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES	ICNIRP	9 kHz- 300 GHz (trabajadores, público en general)	2003

Fuente: Human Exposure to Electromagnetic Fields (EMFs)

Tabla II-IV Regulaciones Latinoamericanas (Continuación)

PAÍS	ORGANIZACIÓN	REFERENCIA	RANGO DE FRECUENCIA/ SERVICIOS	FECHA
VENEZUELA	COMISIÓN NACIONAL DE COMUNICACIONES	ICNIRP	3 kHz- 300 GHz (trabajadores, público en general)	2005
PANAMA	MINISTERIO DE SALUD Y BIENESTAR SOCIAL	IEEE	300 kHz – 100 GHz (trabajadores, público en general)	2010

GUATEMALA	MINISTERIO DE SALUD	ICNIRP	0Hz -300 GHz	2011
-----------	------------------------	--------	--------------	------

Fuente: Human Exposure to Electromagnetic Fields (EMFs)

2.8 EFECTOS DE LAS RADIACIONES NO IONIZANTES AL SER HUMANO

La frecuencia de radiación de redes o tendidos eléctricos, radares, canales o redes de comunicación y hornos de microondas, no es ionizante. Durante mucho tiempo se ha creído que este tipo de radiación era perjudicial sólo en cantidad elevada, y que producía quemaduras, cataratas, esterilidad temporal, etc.

Con la proliferación de este tipo de mecanismos, comienzan a ser materia de investigación científica las posibles consecuencias de una exposición prolongada a pequeñas cantidades de radiaciones no ionizantes.

Para poder explicar lo que ocurre en el organismo como consecuencia de la exposición a la radiación, es necesario entender que lo observado es la consecuencia de un conjunto de efectos en el nivel celular. Estos efectos y la manera como se manifiestan, dependen de factores inherentes a la radiación y a características del individuo o del tejido irradiado.

Los principales factores que determinan el efecto biológico de una exposición son el tipo de radiación y la dosis absorbida.

Sin embargo, la velocidad con que se recibe esta dosis y el número de veces que el individuo se expone a la radiación, son factores que pueden modificar los efectos producidos. No tendrá los mismos efectos la administración de una dosis única, que la misma dosis distribuida en múltiples exposiciones. En lo que se refiere al individuo, será su edad, su estado general de salud, el tamaño de la zona expuesta, así como el tipo de tejidos irradiados lo que determine la gravedad de los efectos.

Es importante comprender que los efectos de una dosis serán muy diferentes si es todo el cuerpo el irradiado o si solamente parte de él resulta expuesto.

Con respecto a este tema también podemos decir que dentro de la evaluación de la ICNIRP únicamente se tuvieron en cuenta los efectos considerados como bien establecidos. De hecho, no se consideró como bien establecida a la teoría de que la exposición crónica a campos electromagnéticos (CEM) pueda inducir la formación de ciertas enfermedades debido a que son efectos a largo plazo.

Los límites ICNIRP están basados en efectos inmediatos sobre la salud entre los cuales están: estimulación de nervios periféricos y músculos, shocks y quemaduras ocasionadas

por contacto con objetos conductores, y también incrementos de temperatura en los tejidos que han absorbido energía por ser expuestos a CEM.

Los efectos a largo plazo no fueron considerados por ICNIRP puesto que la información disponible no es suficiente para poder verificar su validez a pesar de que ciertos investigadores afirman que existe una relación entre la exposición a campos electromagnéticos de baja frecuencia (50 o 60 Hz) con valores menores que los recomendados por la ICNIRP.

2.8.1 EFECTOS EN LA CÉLULA

Cuando una partícula cargada que proviene de la radiación, atraviesa el medio celular es posible que su campo eléctrico consiga arrancarle electrones a las moléculas que constituyen la membrana, el citoplasma o el núcleo celular.

El proceso se llama ionización, pues las moléculas que antes eran eléctricamente neutras, se transforman en iones (partículas cargadas) debido a la pérdida de un electrón. La radiación capaz de producir ionización se conoce como radiación ionizante

El efecto señalado anteriormente se considera directo, pues la molécula que sufre el daño es aquella que fue originalmente ionizada. Existen, además, efectos indirectos donde la molécula ya ionizada, puede resultar tóxica y afectar a otras moléculas o células que no fueron ionizadas directamente.

2.8.2 AFECTACIONES AL ESTADO DE SALUD

Las radiaciones entre 30 kHz y 300 MHz y las microondas entre 300 MHz y 300 GHz, provocan vibraciones moleculares, produciendo calor; de ahí su empleo doméstico, médico, industrial; con lo cual pueden producirse quemaduras a partir de una determinada cantidad de radiación como se ilustra en la Figura II-19. La influencia de las radiaciones electromagnéticas sobre la salud puede ser de tres tipos:

- Efectos térmicos.
- Efectos no térmicos.
- Efectos atérmicos.



Figura II- 19 Posibles daños del cerebro a causa de radiaciones celulares

Fuente: FUSTEL, A., Campos Electromagnéticos y Efectos en Salud

2.8.2.1 EFECTOS TÉRMICOS

Cuando la energía electromagnética causa un aumento mensurable de la temperatura del objeto o persona.

La absorción de radiofrecuencias y microondas en un medio material tiene aparejado calentamiento, de manera tal que la intensidad de la radiación podría provocar un incremento de la temperatura; se produce un cambio en la orientación espacial (oscilación) de las moléculas bipolares, principalmente el agua e iones. La energía electromagnética pasa a calórica y los tejidos se calientan dependiendo de:

- Densidad de las radiaciones.
- Cantidad de moléculas bipolares de los tejidos sobre todo el agua e irrigación sanguínea del órgano en cuestión.

La acción térmica se manifiesta cuando la densidad de flujo o densidad de potencia tenga valores menores de 10 mW/cm^2 .

El calentamiento inducido por radiaciones electromagnéticas provoca respuestas fisiológicas y termorreguladores, incluyendo menor capacidad para realizar tareas físicas y psíquicas, debido al aumento de la temperatura corporal. La acción biológica de las ondas electromagnéticas han sido clasificadas según densidades de potencia en:

- Densidad de potencia mayor de 10 mW/cm^2 con predominio de efectos térmicos bien definidos.
- Densidades de potencia entre 1 y 10 mW/cm^2 con efectos térmicos ligeros pero perceptibles.

- Densidades de potencia menores de 1 mW/cm^2 con efectos térmicos poco probables.

La intensidad de la radiación al actuar de forma particular en el organismo humano, provoca un incremento de la temperatura y produce un cambio en la orientación espacial (oscilación) de las moléculas bipolares, sobre todo del agua y los iones en los tejidos.

En dependencia del grado de elevación de la temperatura corporal debido a las radiaciones el daño sobre los sistemas biológicos puede ser incluso irreversible. Los niveles muy bajos de radiaciones producen pequeños aumentos de la temperatura local de la parte sometida a dicha radiación, pero el individuo no logra notar este aumento de la temperatura debido a que el calentamiento que se produce es compensado por los centros termorreguladores del cuerpo humano. Las alteraciones de mayor intensidad se producen en los tejidos que tienen un mayor porcentaje de agua en ellos como es el sistema nervioso central.⁹

2.8.2.2 EFECTOS NO TÉRMICOS

Los efectos no térmicos se producen cuando la energía de la onda es insuficiente para elevar la temperatura por encima de las fluctuaciones de temperatura normales del sistema biológico.

Se producen cuando la energía de la onda es insuficiente para elevar la temperatura por encima de las fluctuaciones de temperatura normales del sistema biológico. Hay evidencias de que exposiciones prolongadas a la baja intensidad son potencialmente nocivas. Las radiaciones electromagnéticas por debajo de 1 mW/cm^2 no producen calentamiento significativo, sino que induce corrientes y campos eléctricos en los tejidos, los cuales se miden en términos de densidad de corriente.

2.8.2.3 EFECTO ATÉRMICO

Se producen cuando hay energía suficiente para causar un aumento de la temperatura corporal sin que se observen cambios en la temperatura debido al enfriamiento ambiental.

Los efectos biológicos observados por este tipo de radiación son principalmente inducir corrientes eléctricas que pueden estimular las células nerviosas y musculares. Estos cambios no tienen efecto alguno y son necesarios para compensación, por ejemplo la elevación de la sudoración, el enrojecimiento y la sensación de calor.

⁹FUSTEL, A., Campos Electromagnéticos y Efectos en Salud 2011

A partir de 1996 con el inicio de los trabajos realizados principalmente en Europa, se describe la existencia de síntomas específicos entre trabajadores y personal militar expuestos crónicamente a las radiaciones electromagnéticas de hiperfrecuencias y se describe por primera vez el denominado "enfermedad de las radiofrecuencias", como una realidad médica asociada a la exposición. Esta se caracteriza por:

- **Síndrome asténico:** caracterizado por fatiga, irritabilidad, cefalea, náuseas y anorexia.
- **Síndrome diatónico:** cardiovascular: modificaciones de la frecuencia cardíaca y de la presión arterial.
- **Síndrome diencefálico:** somnolencia, insomnio, alteraciones sensoriales.

Además se describieron otras anomalías derivadas de la exposición, como es el riesgo de contraer cataratas, modificaciones del electroencefalograma, aumento en la aparición de algunos tipos de cáncer como los linfomas, asociados a la exposición crónica con un aumento de hasta 2,4 veces del riesgo de tumores cerebrales.

En 1996 un estudio del Gobierno Australiano indicó que a 200 m de una estación de telefonía móvil, las personas expuestas presentaban fatiga crónica, alergias, alteraciones del sueño, etcétera.

2.8.3 EFECTOS EN ÓRGANOS VITALES

Dosis altas de radiación producen reacciones de eritema (enrojecimiento de la piel) transitorio, que desaparecen al cabo de una semana, y que pueden dejar pigmentación transitoria en la zona irradiada.

Cuando la exposición es mayor, las células de la epidermis se destruyen y se forma una zona denudada, en la cual aparecen lesiones semejantes a una quemadura. Y cuando la exposición de radiación es mucho mayor producen necrosis (muerte del tejido) que puede curarse si el área afectada es pequeña, ya que es posible la migración de células vecinas a la zona dañada. Si el área irradiada es amplia, la herida necrótica no cicatrizará y solamente un injerto de piel repondrá la parte dañada.

2.8.4 CÁNCER

El cáncer es una enfermedad que altera la división normal de las células, por lo que se producen tumores. El crecimiento descontrolado del tumor altera el funcionamiento normal del órgano en que se encuentra y puede causar la aparición de nuevos tumores en otros

órganos. El factor causal del cáncer no es conocido, sin embargo, la evidencia científica indica que la producción de mutaciones en el ADN de las células desempeña un papel importante en su inicio.

El cáncer ocupa un lugar muy importante entre las causas de enfermedad y muerte en nuestro siglo. En México, de las 360 000 muertes que ocurren cada año, se reporta que 35.000 se deben a algún tipo de cáncer.

Estos datos estadísticos indican que la probabilidad natural de muerte por cáncer en México es aproximadamente del 10 por ciento. Altas dosis de radiación, pueden producir cáncer. Este efecto está bien comprobado.

CAPÍTULO III

3 MARCO METODOLÓGICO

3.1 HERRAMIENTAS E INSTRUMENTOS UTILIZADAS EN LA MEDICIÓN

3.1.1 SOFTWARE “RADIO MOBILE”

Radio Mobile es un programa de simulación de radio enlaces y propagación electromagnética de antenas transmisoras y receptoras; el cual se utilizara para superponer el mapa de Riobamba tomado de Open Street Map y así tener la posición exacta de cada punto medido, para una mejor comprensión visual.

Con Radio Mobile podemos obtener todos los datos necesarios para realizar simulaciones de ubicaciones de antenas y radio enlaces y abandonar la tediosa tarea que resulta de hacerlo manualmente: conseguir las cartas topográficas e ir ubicando las antenas por sus coordenadas, para después recién poder empezar a considerar los demás aspectos operativos.

Radio Mobile usa cartografía y mapas satélites, en si es muy útil para trabajos que su principal objetivo es ubicaciones precisas en mapas, y tiene una interfaz muy amigable como se puede apreciar en la figura III-20.

El programa se encuentra destinado para un uso humanitario o amateur, sin embargo, después de años de desarrollo desinteresado por parte de su autor Roger Coudé alcanzo un grado de eficacia y excelencia.¹⁰

¹⁰<http://ayudaelectronica.com/radio-mobile-software-radio-enlaces/>

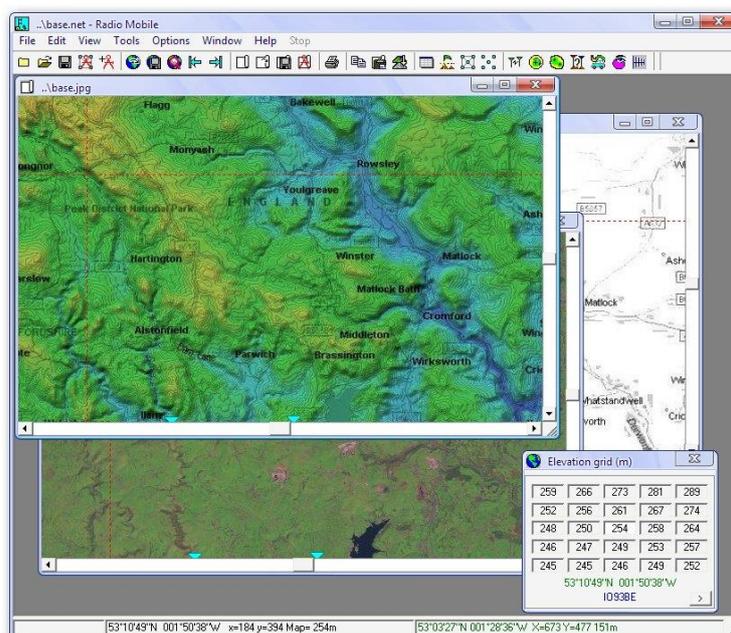


Figura III- 20Radio Mobile

Fuente: <http://ayudaelectronica.com/radio-mobile-software-radio-enlaces/>

Las propiedades de cada unidad transmisora o receptora pueden ser especificadas detallando la potencia, sensibilidad, parámetros de la antena, etc.

3.1.2 OPEN TREET MAP

Open Street Map (también conocido como OSM) es un proyecto colaborativo para crear mapas editables.

Los mapas se crean utilizando información geográfica capturada con dispositivos GPS móviles, y otras fuentes libres.

En nuestro caso utilizaremos los mapas de Open Street Map para sobreponerlos en el software Radio Mobile para que así con la ayuda de los dos programas tengamos la dirección exacta de las antenas con las debidas calles y puntos donde se van a realizar las mediciones.

3.1.2.1 FORMATO DE DATOS

Añadir notas es una funcionalidad de Open Street Map que permite a cualquier usuario de la cartografía de OSM informar de errores incorporando notas al mapa para que los

contribuidores al proyecto puedan corregirlos. Dispone de una API pública que permite a aplicaciones o sitios web de terceros incorporar esta funcionalidad.



Figura III- 21 Mapa de Open Street Map con vías y rutas

Fuente:<http://ayudaelectronica.com/radio-mobile-software-radio-enlaces/>

Open Street Map utiliza una estructura de datos topológica. Los datos se almacenan en el datum WGS84. Los elementos básicos de la cartografía OSM son:

- Los nodos que son puntos que recogen una posición geográfica dada.
- Las vías, son una lista ordenada de nodos que representa una polilínea o un polígono (cuando una polilínea empieza y finaliza en el mismo punto) Figura III-21.
- Las relaciones, son grupos de nodos, vías y otras relaciones a las que se pueden asignar determinadas propiedades comunes.
- Las etiquetas, se pueden asignar a nodos, caminos o relaciones y constan de una clave.

3.1.2.2 APLICACIONES

A partir de los datos del proyecto Open Street Map no sólo se puede producir mapas de carreteras, sino también para la creación de mapas de senderismo, mapas de vías , mapas náuticos, mapas de estaciones, etc. También se usan en aplicaciones para el cálculo de las rutas óptimas para vehículos y peatones.

Gracias a su licencia abierta los datos brutos son de libre acceso para el desarrollo de otras aplicaciones.

Por lo general la cartografía de OSM contiene datos en dos dimensiones, no suele registrar la tercera dimensión, la altura o Z- lo que hace que, por ejemplo, no existan datos sobre líneas de altitud. La importación de datos de elevaciones en la base de datos de Open Street Map no está programada.

3.1.3 NARDA SRM-3000

En el mundo de hoy en día, prácticamente todo el mundo vive y trabaja en un entorno lleno de equipos que genera campos eléctricos y magnéticos. ¹¹

Como la investigación sobre los posibles efectos en los seres humanos ha aumentado, también lo ha hecho conciencia del problema y la profundidad de la información dentro de esta área de interés. Diversas autoridades han definido siempre los valores límite para proteger a los usuarios de la exposición excesiva a las emisiones.

El NARDA SRM-3000 (Figura III-22), ofrece prácticamente un instrumento de medida que, con la mínima variación, es capaz no sólo de mostrar si los valores límite se están cumpliendo o no, sino también de permitir un análisis más detallado de los componentes de campo en relación a la exposición general.



*Figura III- 22*NARDA SRM-3000

Fuente: Narda Safety Test Solution., 2008

3.1.3.2 Características

¹¹.-Narda Safety Test Solution., Alemania.,SRM-3000 Selective Radiation Meter 2ª. Ed., 2008

El medidor de radiación NARDA SRM-3000 es un dispositivo de medición selectivo para análisis de la seguridad de RF y los campos electromagnéticos de microondas. El NARDA SRM-3000 se puede utilizar para medir la exposición al campo producido por individuo y servicios de telecomunicaciones y así evaluar los resultados de acuerdo con las normas aplicables.

NARDA SRM-3000 se encarga de todas las evaluaciones directamente. Sin embargo, los resultados se pueden transferir a un PC, por lo que los informes de medición pueden ser procesados.

También es un instrumento para la medición de campos de alta frecuencia en el rango de 100 kHz a 3 GHz.

Tabla III-I Características y Funcionalidades de NARDA SRM- 3000

Características	Modo de Funcionamiento
<ul style="list-style-type: none"> Sencillo manejo: la antena y el cable se detectan automáticamente, los resultados aparecen directamente. 	<p>Análisis espectral</p> <ul style="list-style-type: none"> Integración en la banda de frecuencia (medidas en banda ancha).
<ul style="list-style-type: none"> Medidas isotrópicas (no direccionales) 	<ul style="list-style-type: none"> Evaluación de seguridad <ul style="list-style-type: none"> Presentación tabular de los resultados del análisis espectral Tablas de servicios definidas por el usuario para las medidas Muestra los niveles de exposición de cada servicio
<ul style="list-style-type: none"> Tiempos de barrido cortos: medidas rápidas 	<ul style="list-style-type: none"> Análisis temporal <ul style="list-style-type: none"> Tiempos de promediado desde 1 segundo hasta 30 minutos Detección de valores de pico y valores RMS Gráficos

Un único instrumento con todo incluido: <ul style="list-style-type: none">▪ Medidas en banda ancha (integración en la banda de frecuencia)▪ Análisis espectral (de onda larga a UHF)	Mediciones <ul style="list-style-type: none">• Medidas selectivas de la intensidad de campo, permitiendo realizar evaluaciones de seguridad rápidas y fiables
---	---

Fuente: Narda Safety Test Solution. Alemania., SRM-3000 Selective Radiation Meter,2008

El instrumento incorpora una muy amplia versatilidad, gama de funciones en un práctico dispositivo. Esto significa que también es ideal para el uso particularmente en condiciones que requieren alta movilidad y robustez.

La tarea principal de NARDA SRM- 3000 es la determinación de la intensidad de campo. Con este equipo podemos seleccionar entre varios modos de funcionamiento, todos los cuales están diseñados para dar resultados inmediatos que no requieren más procesamiento de evaluación con el cual podemos hacer una lista de la frecuencia rangos dentro de la cual la intensidad de campo se va a medir.

NARDA SRM- 3000 tiene las siguientes características y funcionalidades que se muestran en un extracto en la tabla III-I.

3.1.4 GPS GARMIN ETREX



Figura III- 23GPS Garmin Etrex

Fuente: Garmin Etrex manual del usuario 2011

El eTrex es un receptor de GPS portátil de 12 canales y con un peso de 150 gramos. Dispone de una antena GPS incorporada y sólo cinco botones de usuario. El Garmin eTrex Vista Cx es un navegador GPS de mano, equipado con un altímetro barométrico y brújula

electrónica. Su receptor GPS es bastante sensible por lo que capta fácilmente los satélites aún en condiciones adversas como follaje espeso o barrancas profundas.¹²

3.1.4.1 CARACTERÍSTICAS

- El eTrex funciona con dos baterías AA (no incluidas) que se instalan en la parte posterior de la unidad.
- El eTrex funciona a partir de información obtenida de satélites. Para obtener esta información, saque el eTrex al exterior y busque una zona abierta y despejada que tenga una vista clara del cielo.
- El eTrex necesita recibir al menos tres señales fuertes de satélite para encontrar su posición. La página Satélite le muestra de manera gráfica los satélites de seguimiento del eTrex, la fuerza de las señales de los satélites y el estado de seguimiento del satélite.
- El Trex incluye un receptor GPS de alta sensibilidad que capta la señal del satélite rápidamente y la mantiene incluso en las condiciones más difíciles.

3.1.4.2 SELECCIÓN DE UNA PÁGINA

Toda la información necesaria para manejar el eTrex se encuentra en cuatro “páginas” principales (o pantallas de visualización). Esas páginas son Satélite, Mapa, Brújula y Menú (Figura III-24). Para cambiar entre páginas sólo tiene que presionar el botón PAGE.

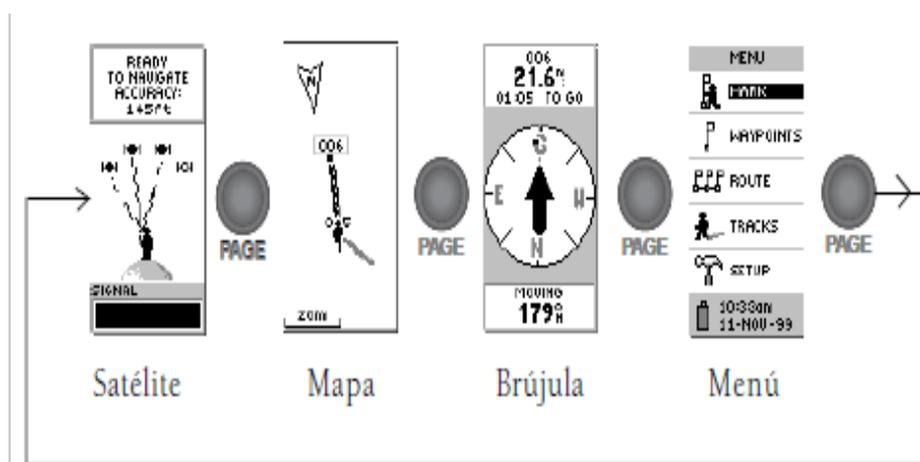


Figura III- 24 Páginas seleccionables

Fuente: Garmin eTrex manual del usuario 2011

3.2 PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN BASADO EN EL REGLAMENTO DE PROTECCIÓN DE RNI DE LA SUPERTEL

¹²Garmin eTrex manual del usuario 2011

3.2.1 CRITERIOS DE MEDICION¹³

- Como paso previo a la medición se llevará a cabo un levantamiento visual del lugar de instalación del sistema irradiante, y se tomarán fotografías para dar una vista panorámica del entorno de la antena considerada.
- Se deberá efectuar la medición en los puntos accesibles al público donde la misma sea prácticamente realizable.
- Para registrar una lectura como la más crítica de los casos, se debe setear en el equipo una medición con máxima retención (MAX HOLD).
- Si la medición se realiza con un equipo isotrópico de radiación de banda ancha, se debe ingresar en el equipo el parámetro que se llama de corrección. La frecuencia de corrección corresponde a la frecuencia central de operación del sistema de telecomunicaciones que vamos a medir. Con esta frecuencia de corrección el equipo proporcionará valores más reales.
- En tiempo de duración establecido de la medición en cada punto es de 6 minutos.
- A efectos de evitar posibles acoplamientos capacitivos, los puntos de medición deben encontrarse a una distancia no inferior a 20 cm de cualquier objeto.
- Una vez establecido un punto donde se efectuará la medición es requisito indispensable encerrar los valores que han quedado registrados del punto de medición anterior. De no tomar en cuenta esta recomendación se corre el peligro de que los valores registrados en las siguientes mediciones sean los mismos que en puntos anteriores, lo que conllevará a errores en los datos recopilados.
- Los equipos de medición existentes en la SUPERTEL permiten mediciones en el rango de 100 kHz – 3 GHz para el medidor de banda ancha y en el rango de 75 MHz – 3 GHz para el medidor de banda angosta. Para frecuencias superiores, se procederá a cumplir con el procedimiento enviado por la Dirección Nacional de Control del Espectro y Homologación, el cual establece entre otros la utilización de un analizador de espectro

¹³ Revista SUPERTEL., Cobertura y Calidad de Servicio., 2011

- Establecer en el equipo, un rango de escala de medición en un valor superior al valor total de radiación medido. También es recomendable setear cada medición en autoescala para no incurrir en error en la medición.

3.2.2 MÉTODO DE MEDICIÓN RECOMENDADO POR LA SUPERTEL

1. El encargado de realizar las medidas correspondientes deberá colocarse en un lugar estratégico y que este cubriendo un área radial cada 30 grados.
2. Si el resultado de la medición es superior a los límites establecidos en el reglamento vigente ecuatoriano, se deberá continuar midiendo hasta encontrar el punto que permita cumplir con los límites establecidos.
3. Para cada uno de los radiales, deberá cubrirse lo establecido en el punto 1.
4. Se repetirán los puntos 1, 2 y 3 al fin de determinar la zona de rebasamiento.
5. Se tomará la lectura de los valores medidos luego de una promediación de 6 minutos en cada polarización, esto ayudará a la determinación matemática de la Densidad de Potencia
6. Una vez establecidos y cumplidos los límites máximos de exposición, se procederá con el levantamiento de señalización que sea visible al público en general y a los operarios en el caso de la zona de rebasamiento.

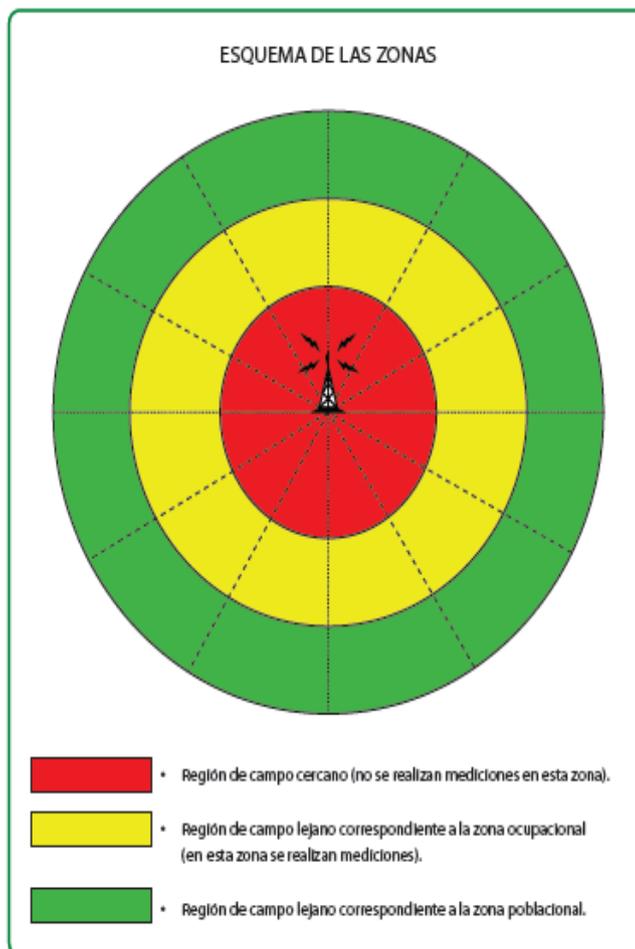


Figura III- 25 Esquema de las mediciones de radiaciones no ionizantes

Fuente: Revista SUPERTEL., Cobertura y Calidad de Servicio., 2011

3.2.3 PROCEDIMIENTO DE MEDICION RNI UTILIZADO

Para realizar las mediciones RNI correspondientes y facilitar la obtención de valores, tanto en su organización, como en la prevención de datos erróneos, se ha tomado como referencia el siguiente protocolo:

- 1.- Identificar la ubicación de las antenas transmisoras de radio, televisión y celular ubicadas en la ciudad de Riobamba.
- 2.- Asignar puntos estratégicos en varias zonas de la ciudad de Riobamba, en las cuales hay más incidencia de antenas transmisoras.
- 3.- Ya asignado los puntos de referencia en cada zona estratégica, se procederá a identificar y ubicar en el mapa las posiciones exactas y el número de mediciones que se tomara en dicha zona.

Se procederá a ubicar desde 5 hasta 10 mediciones en cada zona estratégica, se lo hará con respecto a la distancia de la antena transmisora más cercana, las mediciones se distribuirán de la siguiente manera: las mediciones 1, 2 a menos de 50 metros, las mediciones 3, 4 entre 50 y 100 metros, las mediciones 5 en adelante a más de 100 metros.

- 4.- A fin de evitar posibles acoplamiento capacitivos, los puntos de medición deben encontrarse a una distancia no inferior a 20 cm de cualquier objeto, para que los resultados obtenidos no sean erróneos.
- 5.- Ubicar el equipo NARDA SRM-3000 a una altura promedio de 1.5 metros sobre el nivel del piso.
- 6.- Encender el equipo NARDA SRM-300 y encerrar para que no haya confusiones con mediciones anteriores.
- 7.- Se procederá a medir en cada punto el campo eléctrico, campo magnético y densidad de potencia, en las frecuencias de radio, televisión y celular; gracias a las prestaciones de NARDA SRM-3000, que es un equipo selectivo.
- 8.- Cada medición se lo realizara en un tiempo promedio de 6 minutos.
- 9.- Una vez terminada cada medición, se encenderá el GPS y se obtendrá las coordenadas exactas de los lugares medidos.
- 10.- Finalmente se tomaran las fotografías pertinentes del lugar, este procedimiento se denomina levantamiento visual.

CAPÍTULO IV

4 MEDICIÓN, PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para medir el nivel de Radiación Electromagnética no Ionizante en primer lugar se ha identificado la ubicación de las antenas transmisoras de radio, televisión y telefonía celular, las cuales se ha procedido a ubicar en un mapa las antenas celular como se presenta en la figura IV-26 y en la figura IV-27 están ubicadas las antenas de radio y televisión con la finalidad de medir la radiación electromagnética no ionizante de estas frecuencias en puntos estratégicos, tomando en cuenta donde puede haber mayor radiación y en donde hay mayor concurrencia de personas.

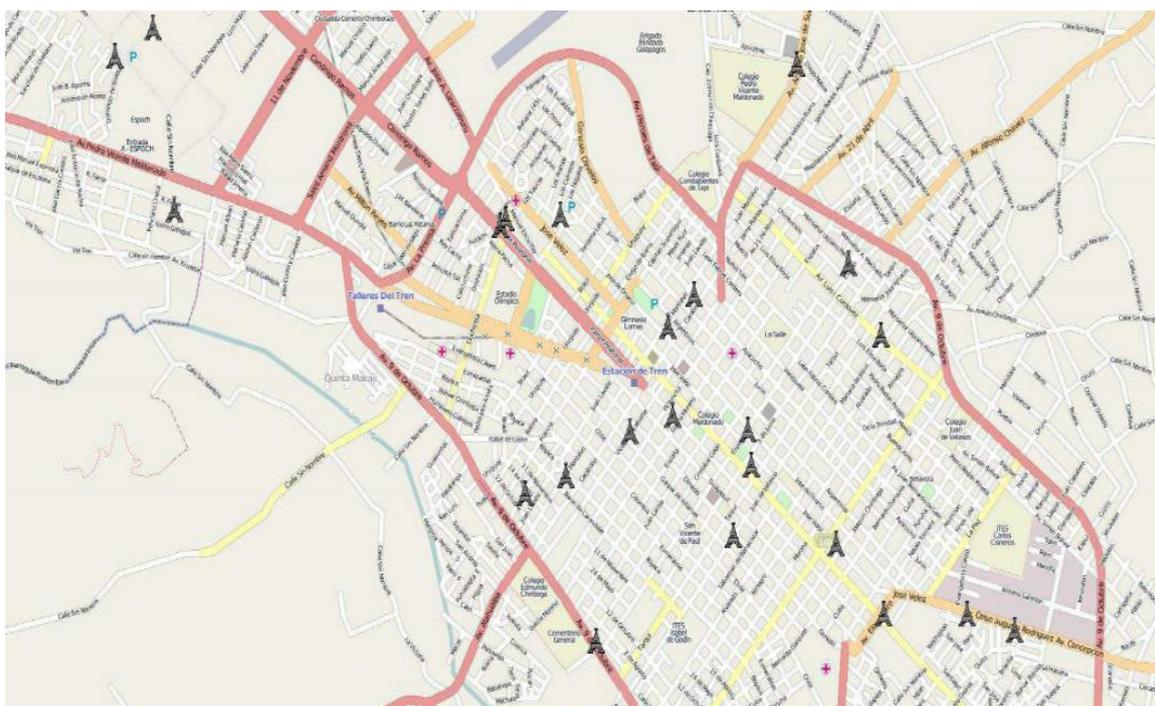
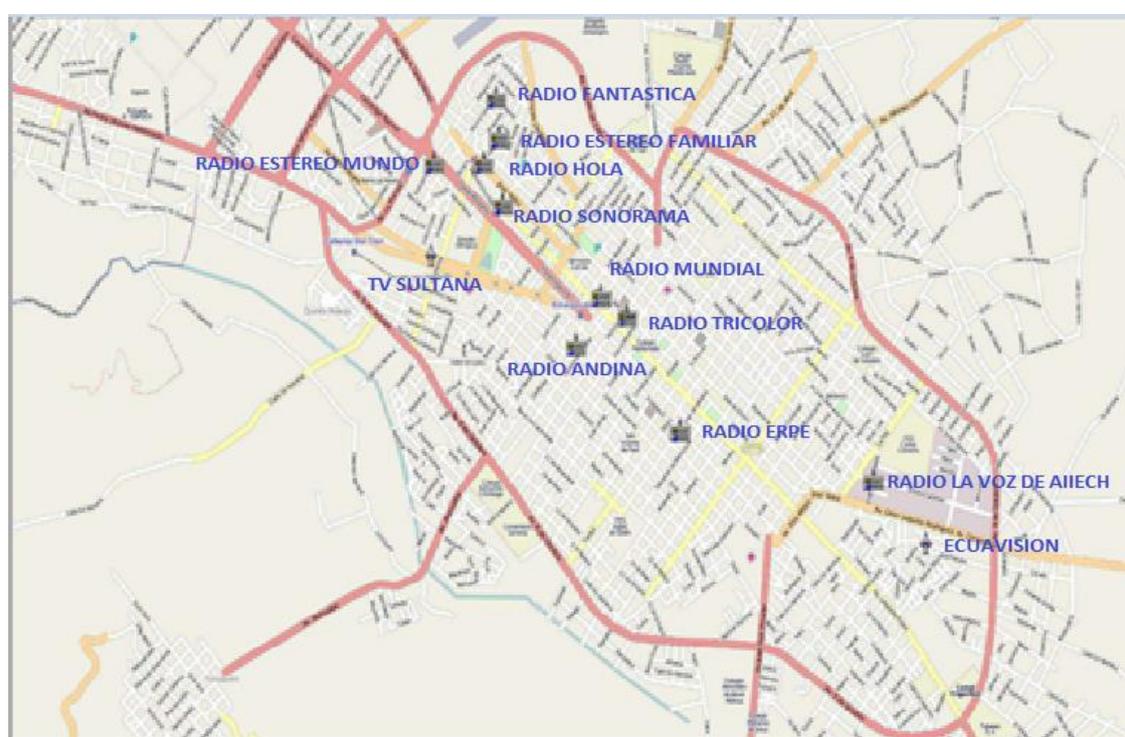


Figura IV- 26 Ubicación de las antenas celular

Fuente: Desarrollado por el Autor

Teniendo todos estos parámetros en cuenta se ha visto necesario tomar 26 puntos cercanos a las antenas en toda la ciudad de Riobamba, como se muestra en la figura IV-28, además se han seleccionado puntos de medición en algunos mercados y parques céntricos de la ciudad de Riobamba que en estos lugares hay mayor concentración de personas.

Como podemos apreciar en la Figura IV-26 y IV-27, hay un número considerable de antenas de celular, radio y televisión en la parte centro de la ciudad, ya que en esta zona hay mayor demanda de personas que utilizan los servicios de estas antenas.



*Figura IV- 27*Ubicación de las antenas de Radio y Televisión

Fuente: Desarrollado por el Autor

Una vez que se ha identificado la ubicación de las antenas de radio, televisión y radio bases celular se ha procedido a ubicar puntos estratégicos para la medición de niveles de Radiación Electromagnética no Ionizante; es decir, el campo eléctrico, campo magnético e intensidad de potencia de los diferentes operadores de comunicación ya mencionados.

En total se ha procedido a tomar 26 Puntos estratégicos para medir como se presenta en la figura IV-28 y para una mejor apreciación se presenta los datos generales de cada punto en la tabla IV-I y también se ha tomado 6 puntos de medición en algunos parques y mercados que se encuentran en la zona centro de la ciudad de Riobamba.

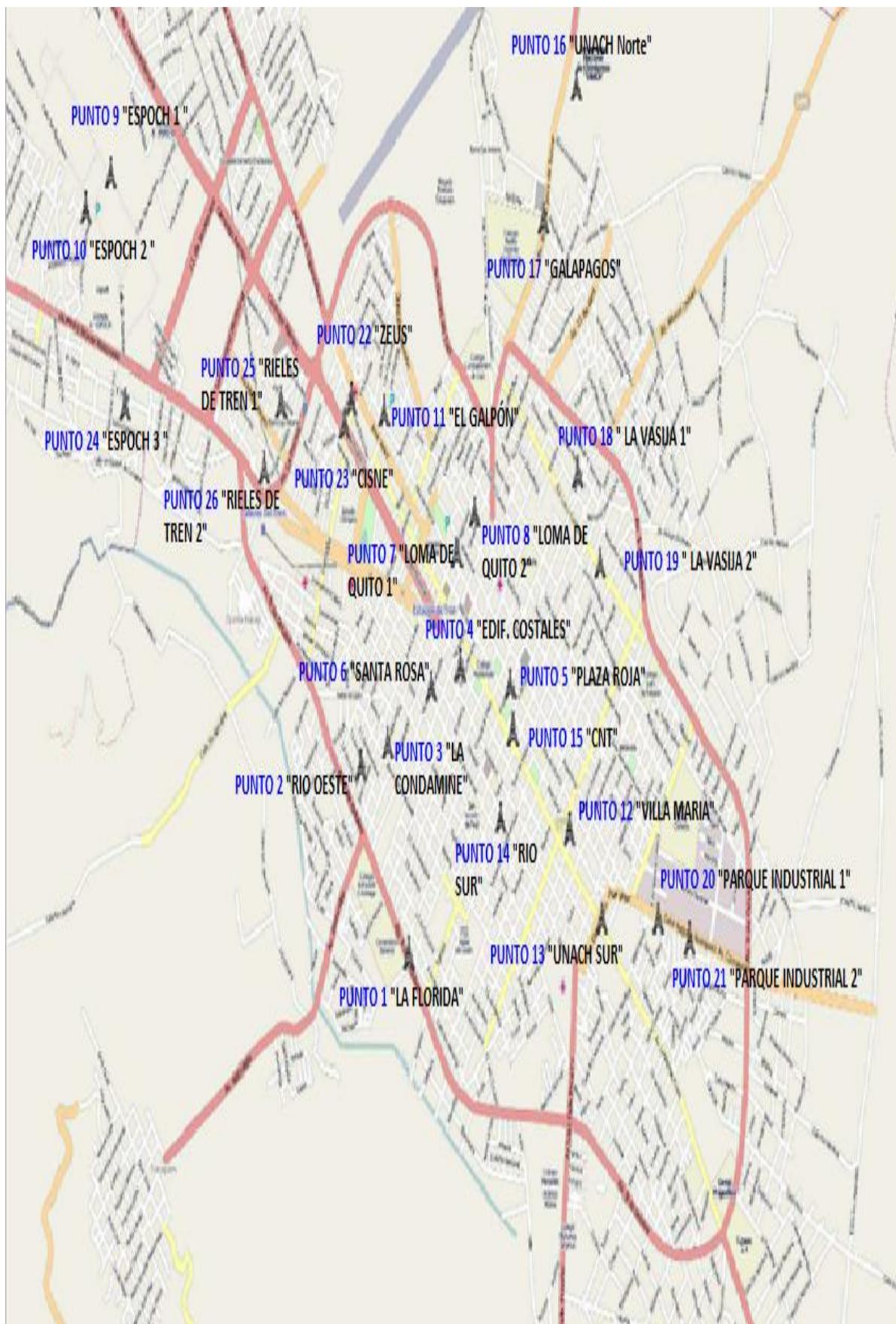


Figura IV- 28 Puntos de medición ubicados en el mapa de Riobamba

Fuente: Desarrollado por el Autor

Tabla IV-I Datos Generales de los puntos medidos en la ciudad de Riobamba

N° Punto	Nombre	Coordenadas		Dirección
		Latitud	Longitud	
1	La Florida	01°40' 47,3" S	78°39' 18,7" W	2 de Agosto y Espejo
2	Riobamba Oeste	01°40' 28,5" S	78°39' 33,7" W	14 de Agosto y Juan la valle
3	La Condamine	01°40' 25,7" S	78°39' 24,3" W	Juan Montalvo y Carabobo
4	Edificio Costales	01°40' 17,9" S	78°39' 07,9" W	García Moreno y 10 de Agosto
5	Plaza Roja	01°40' 15,9" S	78°38' 55,7" W	Orozco y Espejo
6	Santa Rosa	01°40' 20,3" S	78°39' 11,8" W	Olmedo y Vicente Rocafuerte
7	Loma de Quito1	01°40' 03,9" S	78°39' 04,2" W	Argentino y Juan Montalvo
8	Loma de Quito 2	01°39' 58,6" S	78°39' 04,7" W	Ayacucho y Carabobo
9	ESPOCH 1	01°39' 17,5" S	78°40' 39,1" W	Panamericana Sur km 1 1/2
10	ESPOCH 2	01°39' 22,5" S	78°40' 49,7" W	Panamericana Sur km 1 1/2
11	El Galpón	01°39' 44,5" S	78°3' 27,8" W	Carlos Zambrano entre Orozco y Nogales
12	Villa María	01°40' 38,2" S	78°38' 36,1" W	Veloz y Joaquín Chiriboga
13	UNACH (dolorosa)	01°40' 55,3" S	78°38' 24,8" W	Avda. Eloy Alfaro y 10 de Agosto
14	Riobamba Sur	01°40' 36,2" S	78°38' 53,4" W	Olmedo y Juan de Velasco
15	CNT	01°40' 22,7" S	78°38' 50,5" W	Primera Constituyente y Tarqui
16	UNACH (vía a Guano)	01°39' 07,5" S	78°38' 32,1" W	Avda. Antonio José de Sucre, Km. 1.5 vía a Guano.
17	GALAPAGOS	01°39' 32,3" S	78°38' 59,9" W	Av. Antonio José de Sucre y Diego Noboa
18	La Vasija 1	01°39' 56,1" S	78°38' 31,5" W	Espejo y la 43

Tabla IV-I Datos Generales de los puntos medidos en la ciudad de Riobamba (Continuación...)

N° Punto	Nombre	Coordenadas		Dirección
		Latitud	Longitud	
19	La Vasija 1	01°40' 02,8" S	78°38' 18,3" W	España y la 43
20	Parque Industrial 1	01°40' 41,4" S	78°38' 11,7" W	Santillán y Parque Industrial
21	Parque Industrial 2	01°40' 50,1" S	78°37' 58,9" W	Calle Santillán
22	El Cisne	01°39' 50,1" S	78°39' 38,9" W	Av. Daniel León Borja y Duchicela
23	Zeus	01°39' 49,4" S	78°39' 34,8" W	Av. Daniel León Borja
24	Gasolinera ESPOCH	01°39' 42,5" S	78°40' 33,9" W	Panamericana Sur km 1 1/2
25	Rieles de Tren 1	01°39' 47,5"	78°39' 53,7" W	Av. Milton Reyes y Cesar León
26	Rieles de Tren 2	01°39' 54,9" S	78°39' 55,3" W	Av. Milton Reyes

Fuente: Desarrollado por el Autor

4.1 RESULTADOS MAXIMOS

4.1.1 RESULTADOS DE VALORES MAXIMOS RNI

En cada punto seleccionado se va a medir y analizarlos valores máximos de la radiación electromagnética no ionizante, de las frecuencias de radio, televisión y telefonía celular con el objetivo de constatar que nivel de radiación hay en ese mismo punto.

Aparte de los valores máximos medidos en dichos puntos se ilustrara en un mapa la ubicación de las mediciones realizadas en cada punto, seguido de las fotos de las antenas más cercanas junto con el equipo de medición NARDA SRM-3000.

Con los valores máximos de las mediciones y la ubicación exacta de las mediciones, que se han realizado podemos apreciar claramente en que zona se encuentra la potencia máxima irradiada de la antena.

También se ha realizado la medición de la radiación no ionizante en el cerro cacha y en los pueblos aledaños al mismo, para apreciar cual es el grado de contaminación en dicha zona. Se han realizado 4 mediciones en el cerro cacha junto a las antenas y 3 mediciones en los pueblos aledaños.

A continuación se van detallando los 26 puntos de medición con sus respectivas tablas, mapas y fotografías.

PUNTO 1

CELULAR

Tabla IV-II Valores Máximos celular, Punto 1 "La Florida"

Punto La Florida											
Punto 1											
Celular											
Dirección: 2 de Agosto y Espejo											
Coordenadas: 01°40' 47,3" S 78°39' 18,7" W											
N° de medicion	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Sub Banda	MOVI_B_D OWN										
Rango de frecuencias (Mhz)	Desde	880	880	880	880	880	880	880	880	880	
	Hasta	890	890	890	890	890	890	890	890	890	
Latitud	01°40' 50,4" S	01°40' 50,1" S	01°40' 50,7" S	01°40' 49,3" S	01°40' 48,7" S	01°40' 48" S	01°40' 46,8" S	01°40' 45,3" S	01°40' 50,2" S	01°40' 51,9" S	
Longitud	78°39' 15,8" W	78°39' 16,1" W	78°39' 15,7" W	78°39' 16,6" W	78°39' 17,3" W	78°39' 18" W	78°39' 19,5" W	78°39' 21,5" W	78°39' 18,5" W	78°39' 16,9" W	
Campo eléctrico	E(V/m)	0,94471997	1,270799994	1,147099972	0,935590029	0,675939977	1,076200008	1,328400016	0,621330023	0,924019992	1,328400016
Campo magnetico	H(A/m)	0,002564	0,0022129	0,0031621	0,0026314	0,0019179	0,0027714	0,0019178	0,0016868	0,0022412	0,0030747
Densidad de la potencia	S(W/m2)	0,0028201	0,0042136	0,0042714	0,0022095	0,0012586	0,0034682	0,0013841	0,0016868	0,0020118	0,0039904

Fuente: Desarrollado por el autor

RADIO Y TELEVISION

Tabla IV-III Valores Máximos Radio y Televisión, Punto 1 "La Florida"

La Florida Punto 1 Radio y Television											
Dirección: 2 de Agosto y Espejo											
Coordenadas: 01°40' 47,3" S 78°39' 18,7" W											
Canton: Riobamba											
Punto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Sub Banda	RADIODIF_ FM	RADIODIF_ FM	RADIODIF_ FM	RADIODIF_ FM	RADIODIF_ FM	RADIODIF_ FM					
Rango de frecuencias (Mhz) Desde - Hasta	88 108	88 108	88 108	88 108	88 108	88 108	88 108	88 108	88 108	88 108	
Latitud	01°40' 50,4" S	01°40' 50,1" S	01°40' 50,7" S	01°40' 49,3" S	01°40' 48,7" S	01°40' 48" S	01°40' 46,8" S	01°40' 45,3" S	01°40' 50,2" S	01°40' 51,9" S	
Longitud	78°39' 15,8" W	78°39' 16,1" W	78°39' 15,7" W	78°39' 16,6" W	78°39' 17,3" W	78°39' 18" W	78°39' 19,5" W	78°39' 21,5" W	78°39' 18,5" W	78°39' 16,9" W	
Campo eléctrico	E(V/m)	2,300499916	2,323699951	2,344399929	2,350800037	2,346199989	2,373500109	2,40440011	2,3671	2,395499945	2,40440011
Campo magnetico	H(A/m)	0,00619	0,0063502	0,006285	0,0063632	0,0061776	0,0061458	0,0064108	0,0064714	0,0062071	0,0063593
Densidad de la potencia	S(W/m2)	0,013935	0,014636	0,014641	0,01556	0,014614	0,015557	0,015334	0,014573	0,014806	0,015377

Fuente: Desarrollado por el autor

MAPA



Figura IV- 29 Ubicación Punto 1 "La Florida"

Fuente: Desarrollado por el autor

FOTOS



Nota: La antena se encuentra en la terraza del edificio, cubierta con parte metálica, para no ser detectada por la ciudadanía

PUNTO 2

CELULAR

Tabla IV-IV Valores Máximos celular, Punto 2 "Riobamba Oeste"

Punto 2									
Riobamba Oeste									
Celular									
Dirección: 14 de Agosto y Juan la valle									
Coordenadas: 01°40' 28,5'' S 78°39' 33,7'' W									
Canton: Riobamba									
N° de medicion			1	2	3	4	5	6	
Sub Banda			MOVI_B_D OWN	MOVI_B_D OWN	MOVI_B_D OWN	MOVI_B_D OWN	MOVI_B_D OWN	MOVI_B_D OWN	
Rango de frecuencias (Mhz)	Desde			880	880	880	880	880	
	Hasta			890	890	890	890	890	
Latitud			01°40' 28,2'' S	01°40' 28,7'' S	01°40' 28,9'' S	01°40' 30,7'' S	01°40' 29'' S	01°40' 26,8'' S	
Longitud			78°39' 32,4'' W	78°39' 32'' W	78°39' 32'' W	78°39' 33,5'' W	78°39' 34,7'' W	78°39' 32,9'' W	
Campo eléctrico	E(V/m)			0,613219976	0,589179993	0,631500006	0,590160012	1,050699949	1,351400018
Campo magnetico	H(A/m)			0,0016437	0,0022129	0,0017059	0,0014913	0,0029909	0,0035324
Densidad de la potencia	S(W/m2)			0,00094436	0,00089974	0,0012917	0,00088344	0,0024437	0,0051441

Fuente: Desarrollado por el autor

MAPA

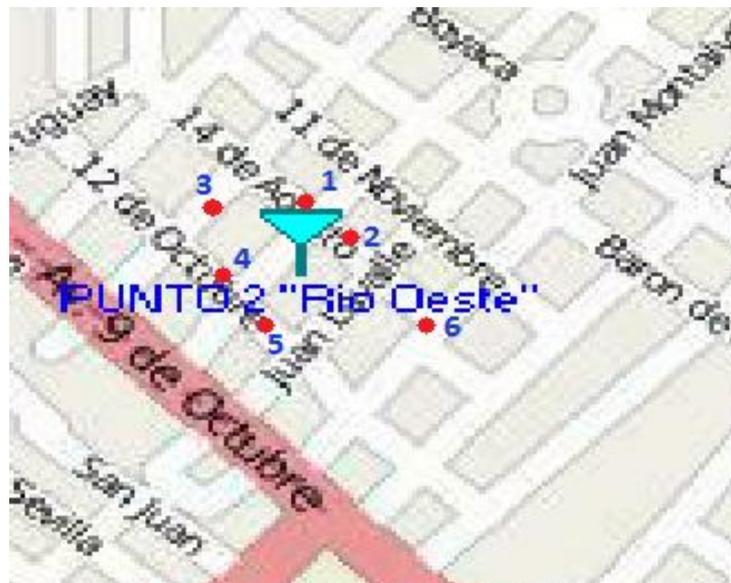


Figura IV- 30 Ubicación Punto 2 "Rio Oeste"

Fuente: Desarrollado por el autor

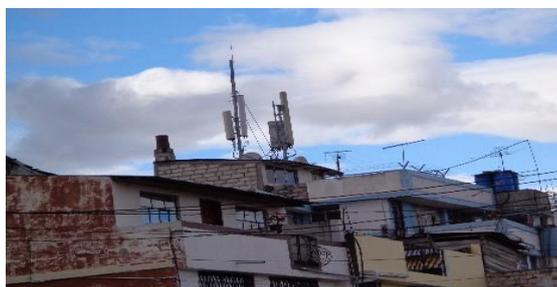
RADIO Y TELEVISIÓN

Tabla IV-V Valores Máximos Radio y Televisión, Punto 2 "Riobamba Oeste"

Riobamba Oeste						
Punto 2						
Radio y Television						
Dirección: 14 de Agosto y Juan la valle						
Coordenadas: 01°40' 28,5'' S 78°39' 33,7'' W						
Cantón: Riobamba						
Punto	1	2	3	4	5	6
Sub Banda	RADIODIF _FM	RADIODIF _FM	RADIODIF _FM	RADIODIF _FM	RADIODIF _FM	RADIODIF _FM
Rango de frecuencias (Mhz) Desde - Hasta	88	88	88	88	88	88
	108	108	108	108	108	108
Latitud	01°40' 28,2''	01°40' 28,7''	01°40' 28,9''	01°40' 30,7''	01°40' 29''	01°40' 26,8''
	S	S	S	S	S	S
Longitud	78°39' 32,4''	78°39' 32''	78°39' 32''	78°39' 33,5''	78°39' 34,7''	78°39' 32,9''
	W	W	W	W	W	W
Campo eléctrico	E(V/m)	2,395999908	2,390300035	2,418200016	2,325900078	2,387099981
Campo magnetico	H(A/m)	0,0061254	0,0063779	0,0063638	0,0064165	0,0063046
Densidad de la potencia	S(W/m2)	0,014424	0,015706999	0,015918	0,015872	0,014782

Fuente: Desarrollado por el autor

FOTOS



PUNTO 3

CELULAR

Tabla IV-VI Valores Máximos celular, Punto 3 "La Condamine"

Punto la Condamine							
Punto 3							
Celular							
Dirección: Juan Montalvo y Carabobo							
Coordenadas: 01°40' 25,7'' S 78°39' 24,3'' W							
Canton: Riobamba							
N° de medicion		1	2	3	4	5	6
Sub Banda		CLARO_PC S_DOWN	CLARO_PC S_DOWN	CLARO_A_ DOWN	CLARO_A_ UP	CLARO_A_ DOWN	CLARO_A_ DOWN
Rango de frecuencias (Mhz)	Desde	1965	1965	870	825	870	870
	Hasta	1970	1970	880	835	880	880
Latitud		01°40' 24,7'' S	01°40' 23,9'' S	01°40' 26,1'' S	01°40' 21,6'' S	01°40' 22,7'' S	01°40' 22,6'' S
Longitud		78°39' 25,9'' W	78°39' 26,5'' W	78°39' 23,9'' W	78°39' 20,2'' W	78°39' 22,3'' W	78°39' 24,1'' W
Campo eléctrico	E(V/m)	0,559899986	0,861999989	0,596509993	0,513329983	0,655979991	1,667700052
Campo magnetico	H(A/m)	0,0017824	0,0022129	0,0016383	0,0026069	0,001788	0,0042892
Densidad de la potencia	S(W/m2)	0,00079625	0,0007287	8,6032E-05	0,00074331	0,00081518	0,0076832

Fuente: Desarrollado por el autor

MAPA

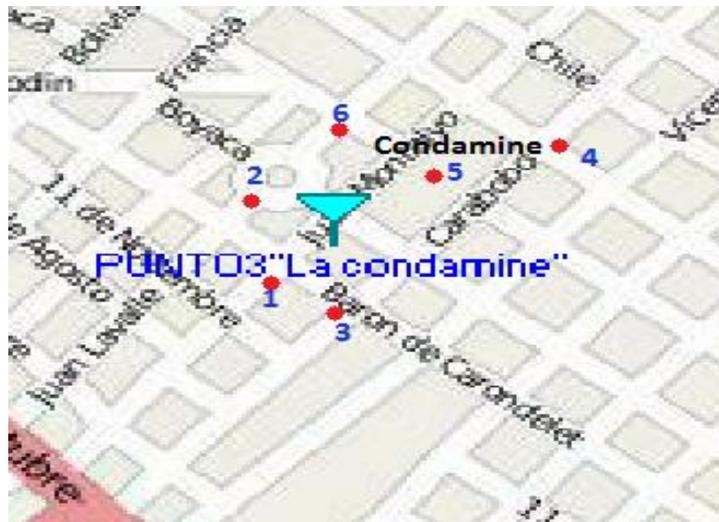


Figura IV- 31 Ubicación Punto 3 "La Condamine"

Fuente: Desarrollado por el autor

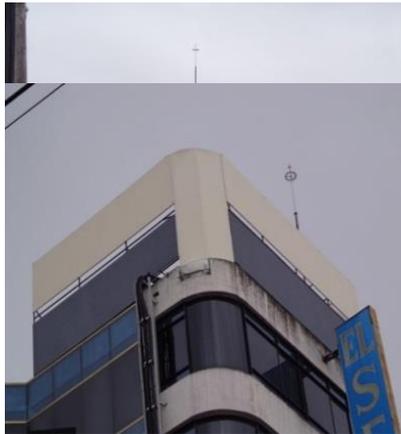
RADIO Y TELEVISIÓN

Tabla IV-VII Valores Máximos Radio y Televisión, Punto 3 “La Condamine”

La Condamine							
Punto 3							
Radio y Televisión							
Dirección: Juan Montalvo y Carabobo							
Coordenadas: 01°40' 25,7'' S 78°39' 24,3'' W							
Canton: Riobamba							
Punto	1	2	3	4	5	6	
Sub Banda	RADIODIF _FM	RADIODI F_FM	RADIODIF _FM	RADIODIF _FM	RADIODIF _FM	RADIODIF _FM	
Rango de frecuencias (Mhz) Desde - Hasta	88 108	88 108	88 108	88 108	88 108	88 108	
Latitud	01°40' 24,7'' S	01°40' 23,9'' S	01°40' 26,1'' S	01°40' 21,6'' S	01°40' 22,7'' S	01°40' 22,6'' S	
Longitud	78°39' 25,9'' W	78°39' 26,5'' W	78°39' 23,9'' W	78°39' 20,2'' W	78°39' 22,3'' W	78°39' 24,1'' W	
Campo eléctrico	E(V/m)	2,304199934	0,015561	2,403700113	2,348099947	2,372499943	2,346600056
Campo magnetico	H(A/m)	0,0061817	0,0061613	0,0061807	0,0066439	0,0062782	0,0062877
Densidad de la potencia	S(W/m2)	0,014888	0,015561	0,015733	0,014986	0,015471	0,014808

Fuente: Desarrollado por el autor

FOTOS



PUNTO 4

CELULAR



Tabla IV-VIII Valores Máximos celular, Punto 4 “Edificio

Costales”

Edificio Costales Punto 4 Celular							
Dirección:		García Moreno y 10 de Agosto					
Coordenadas:		01°40' 17,9'' S 78°39' 07,9'' W					
Canton:		Riobamba					
N° de medicion		1	2	3	4	5	6
Sub Banda		CLARO_PCS _DOWN	MOVI_B_D OWN	MOVI_PCS_ DOWN	CLARO_A_ UP	MOVI_B_UP	MOVI_B_D OWN
Rango de frecuencias (Mhz)	Desde	1965	880	1945	825	835	880
	Hasta	1970	890	1950	835	845	890
Latitud		01°40' 18,9'' S	01°40' 18,1'' S	01°40' 17,6'' S	01°40' 15,6'' S	01°40' 17,1'' S	01°40' 18,3'' S
Longitud		78°39' 06,9'' W	78°39' 05,9'' W	78°39' 05,2'' W	78°39' 07,1'' W	78°39' 08,9'' W	78°39' 07,4'' W
Campo eléctrico	E(V/m)	0,559899986	0,686100006	0,648259997	0,513329983	0,877579987	0,745299995
Campo magnetico	H(A/m)	0,659889996	0,0019296	0,0017353	0,0026069	0,0014207	0,0021126
Densidad de la potencia	S(W/m2)	0,00079625	0,523609996	0,0011356	0,513329983	0,00082816	0,0016697

Fuente: Desarrollado por el autor

MAPA



Figura IV- 32 Ubicación Punto 4 "Edificio Costales"

Fuente: Desarrollado por el autor

RADIO Y TELEVISIÓN

Tabla IV-IX Valores Máximos Radio y Televisión, Punto 4 "Edificio Costales"

Punto: Edificio Costales							
Punto 4							
Radio y Televisión							
Dirección: Garcia Moreno y 10 de Agosto							
Coordenadas: 01°40' 17,9'' S 78°39' 07,9'' W							
Canton: Riobamba							
Punto	1	2	3	4	5	6	
Sub Banda	RADIODIF _FM	RADIODIF _FM	RADIODIF _FM	RADIODI F_FM	RADIODIF _FM	RADIODIF _FM	
Rango de frecuencias (Mhz) Desde - Hasta	88 108	88 108	88 108	88 108	88 108	88 108	
Latitud	01°40' 18,9'' S	01°40' 18,1'' S	01°40' 17,6'' S	01°40' 15,6'' S	01°40' 17,1'' S	01°40' 18,3'' S	
Longitud	78°39' 06,9'' W	78°39' 05,9'' W	78°39' 05,2'' W	78°39' 07,1'' W	78°39' 08,9'' W	78°39' 07,4'' W	
Campo eléctrico	E(V/m)	2,394799948	2,413800001	2,435800076	2,377700009	2,383399963	2,582900047
Campo magnetico	H(A/m)	0,0063944	0,0063003	0,0062371	0,0063955	0,0063725	0,006805
Densidad de la potencia	S(W/m2)	0,014794	0,01491	0,014929	0,015155	0,015581	0,017648

Fuente: Desarrollado por el autor

FOTOS



PUNTO 5

CELULAR

Tabla IV-X Valores Máximos celular, Punto 5 "Plaza Roja"

Punto: Plaza Roja							
Punto 5							
Celular							
Dirección:		Orozco y Espejo					
Coordenadas:		01°40' 15,9'' S 78°38' 55,7'' W					
Cantón:		Riobamba					
N° de medicion		1	2	3	4	5	6
Sub Banda		CLARO_A_ DOWN	CLARO_A_ DOWN	CLARO_A_ DOWN	CLARO_A_ UP	CLARO_A_ DOWN	CLARO_A_ UP
Rango de frecuencias (Mhz)	Desde	870	870	870	825	870	825
	Hasta	880	880	880	835	880	835
Latitud		01°40' 14,8'' S	01°40' 16,1'' S	01°40' 16,9'' S	01°40' 17,9'' S	01°40' 15,5'' S	01°40' 13,8'' S
Longitud		78°38' 56,4'' W	78°38' 54,5'' W	78°38' 53,7'' W	78°38' 52,9'' W	78°38' 50,4'' W	78°38' 52,7'' W
Campo eléctrico	E(V/m)	0,600510001	0,724810004	0,735979974	0,532689989	0,744430006	0,53944999
Campo magnetico	H(A/m)	0,0016804	0,0017403	0,0021058	0,0014206	0,0021185	0,0014174
Densidad de la potencia	S(W/m2)	0,0011111	0,0014597	0,0010875	9,7938E-05	0,0010853	0,00077853

Fuente: Desarrollado por el autor

MAPA



Figura IV- 33 Ubicación, Punto 5 "Plaza Roja"

Fuente: Desarrollado por el autor

RADIO Y TELEVISIÓN

Tabla IV-XI Valores Máximos Radio y Televisión, Punto 5 "Plaza Roja"

Punto: Plaza Roja Punto 5 Radio y Televisión						
Dirección: Orozco y Espejo						
Coordenadas: 01°40' 15,9'' S 78°38' 55,7'' W						
Canton: Riobamba						
Punto	1	2	3	4	5	6
Sub Banda	RADIODIF_ FM					
Rango de frecuencias (Mhz) Desde - Hasta	88 108	88 108	88 108	88 108	88 108	88 108
Latitud	01°40' 14,8'' S	01°40' 16,1'' S	01°40' 16,9'' S	01°40' 17,9'' S	01°40' 15,5'' S	01°40' 13,8'' S
Longitud	78°38' 56,4'' W	78°38' 54,5'' W	78°38' 53,7'' W	78°38' 52,9'' W	78°38' 50,4'' W	78°38' 52,7'' W
Campo eléctrico E(V/m)	2,362900019	2,428800106	2,379199982	2,421099901	2,370699883	2,415400028
Campo magnetico H(A/m)	0,00627	0,0062879	0,006392	0,0063961	0,0063321	0,0064681
Densidad de la potencia S(W/m2)	0,014733	0,015223	0,015158	0,014656	0,015965	0,015439

Fuente: Desarrollado por el autor

FOTOS



PUNTO 6

CELULAR

Tabla IV-XII Valores Máximos celular, Punto 6 "Santa Rosa"

Santa Rosa Punto 6 Celular						
Dirección: Olmedo y Vicente Rocafuerte						
Coordenadas: 01°40' 20,3'' S 78°39' 11,8'' W						
Cantón: Riobamba						
N° de medicion	1	2	3	4	5	6
Sub Banda	MOVI_B_UP	MOVI_B_UP	MOVI_B_UP	MOVI_B_UP	MOVI_B_UP	MOVI_B_UP
Rango de frecuencias (Mhz)	835	835	835	835	835	835
Desde - Hasta	845	845	845	845	845	845
Latitud	01°40' 17,4'' S	01°40' 18,4'' S	01°40' 19,4'' S	01°40' 21,5'' S	01°40' 21,8'' S	01°40' 19,4'' S
Longitud	78°39' 13,1'' W	78°39' 14,3'' W	78°39' 15,4'' W	78°39' 16,1'' W	78°39' 12,7'' W	78°39' 10,6'' W
Campo eléctrico	E(V/m)	0,519819975	0,531989992	0,542100012	0,540180027	0,542209983
Campo magnetico	H(A/m)	0,0013891	0,0014048	0,001398	0,001411	0,0014229
Densidad de la potencia	S(W/m2)	0,00067563	0,00072947	0,0007264	0,00080317	0,00075179
		0,00070922				

Fuente: Desarrollado por el autor

MAPA



Figura IV- 34 Ubicación, Punto 6 "Santa Rosa"

Fuente: Desarrollado por el autor

RADIO Y TELEVISIÓN

Tabla IV-XIII Valores Máximos Radio y Televisión, Punto 6 "Santa Rosa"

Punto 6							
Radio y Televisión							
Dirección: Olmedo y Vicente Rocafuerte							
Coordenadas: 01°40' 20,3'' S 78°39' 11,8'' W							
Canton: Riobamba							
Punto	1	2	3	4	5	6	
Sub Banda	RADIODIF_ FM	RADIODIF_ FM	RADIODIF_ FM	RADIODIF_ FM	RADIODIF_ FM	RADIODIF_ FM	
Rango de frecuencias	88	88	88	88	88	88	
(Mhz) Desde - Hasta	108	108	108	108	108	108	
Latitud	01°40' 17,4'' S	01°40' 18,4'' S	01°40' 19,4'' S	01°40' 21,5'' S	01°40' 21,8'' S	01°40' 19,4'' S	
Longitud	78°39' 13,1'' W	78°39' 14,3'' W	78°39' 15,4'' W	78°39' 16,1'' W	78°39' 12,7'' W	78°39' 10,6'' W	
Campo eléctrico	E(V/m)	2,302299976	2,364000082	2,355900049	2,391400099	2,388400078	2,434200048
Campo magnetico	H(A/m)	0,0062967	0,0063376	0,0062585	0,0063326	0,0063669	0,0065728
Densidad de la potencia	S(W/m2)	0,014613	0,014384	0,015059	0,015273	0,014711	0,014962

Fuente: Desarrollado por el autor

FOTOS



PUNTO 7

CELULAR

Tabla IV-XIV Valores Máximos celular, Punto 7 "Loma de Quito 1"

Loma de Quito1 Punto 7 Celular							
Dirección: Argentino y Juan Montalvo							
Coordenadas: 01°40' 03,9'' S 78°39' 04,2'' W							
Cantón: Riobamba							
N° de Medicion	1	2	3	4	5	6	
Sub Banda	CLARO_PCS _DOWN	CLARO_PCS _DOWN	CLARO_A_ DOWN	CLARO_A_ DOWN	CLARO_PCS _DOWN	CLARO_A_ DOWN	
Rango de frecuencias (Mhz) Desde - Hasta	1965	1965	870	870	1965	870	
	1970	1970	880	880	1970	880	
Latitud	01°40' 01,7'' S	01°40' 02,3'' S	01°40' 03,3'' S	01°40' 04,7'' S	01°40' 01,1'' S	01°40' 01,5'' S	
Longitud	78°39' 06,6'' W	78°39' 06,1'' W	78°39' 05'' W	78°39' 03,7'' W	78°39' 03,5'' W	78°39' 05,2'' W	
Campo eléctrico	E(V/m)	0,808109999	1,247200012	0,686919987	1,857200027	0,955739975	0,712199986
Campo magnético	H(A/m)	0,0019751	0,0034208	0,0018683	0,0043258	0,0034301	0,0018578
Densidad de la	S(W/m2)	0,0021609	0,0047983	0,0013939	0,0094303	0,0023631	0,0012747

Fuente: Desarrollado por el autor

MAPA



Figura IV- 35 Ubicación, Punto 7 "Loma de Quito 1"

Fuente: Desarrollado por el autor

RADIO Y TELEVISIÓN

Tabla IV-XV Valores Máximos Radio y Televisión, Punto 7 "Loma de Quito 1"

Punto: Loma de Quito Punto 7 Radio y Televisión							
Dirección: Argentino y Juan Montalvo							
Coordenadas: 01°40' 03,9" S 78°39' 04,2" W							
Canton: Riobamba							
Punto	1	2	3	4	5	6	
Sub Banda	RADIODIF_ FM						
Rango de frecuencias (Mhz) Desde - Hasta	88	88	88	88	88	88	
	108	108	108	108	108	108	
Latitud	01°40' 01,7" S	01°40' 02,3" S	01°40' 03,3" S	01°40' 04,7" S	01°40' 01,1" S	01°40' 01,5" S	
Longitud	78°39' 06,6" W	78°39' 06,1" W	78°39' 05" W	78°39' 03,7" W	78°39' 03,5" W	78°39' 05,2" W	
Campo eléctrico	E(V/m)	2,397799969	2,397799969	2,418900013	2,481300116	2,440799952	2,391000032
Campo magnético	H(A/m)	0,0062573	0,0062573	0,0064909	0,0065076	0,0063889	0,006474
Densidad de la potencia	S(W/m2)	0,015495	0,015495	0,016422	0,015735	0,015682001	0,015865

Fuente: Desarrollado por el autor

FOTOS



PUNTO 8

CELULAR

Tabla IV-XVI Valores Máximos celular, Punto 8 "Loma de Quito 2"

Punto: Loma de Quito 2						
Punto 8						
Celular						
Dirección: Ayacucho y Carabobo						
Coordenadas 01°39' 58,6'' S 78°39' 04,7'' W						
Cantón: Riobamba						
N° de Medición	1	2	3	4	5	6
Sub Banda	CLARO_PCS _DOWN	CLARO_PCS _DOWN	CLARO_A_ DOWN	CLARO_A_ DOWN	CLARO_PCS _DOWN	CLARO_A_ DOWN
Rango de frecuencias (Mhz) Desde - Hasta	1965 1970	1965 1970	870 880	870 880	1965 1970	870 880
Latitud	01°39' 59'' S	01°39' 58,4'' S	01°39' 57,1'' S	01°40' 01,7'' S	01°40' 02,3'' S	01°40' 03,3'' S
Longitud	78°39' 01,4'' W	78°39' 02,1'' W	78°39' 03,5'' W	78°39' 06,6'' W	78°39' 06,1'' W	78°39' 05'' W
Campo eléctrico	E(V/m) 0,808109999	1,247200012	0,686919987	1,857200027	0,955739975	0,712199986
Campo magnetico	H(A/m) 0,0019751	0,0034208	0,0018683	0,0043258	0,0034301	0,0018578
Densidad de la potencia	S(W/m2) 0,0021609	0,0047983	0,0013939	0,0094303	0,0023631	0,0012747

Fuente: Desarrollado por el autor

MAPA

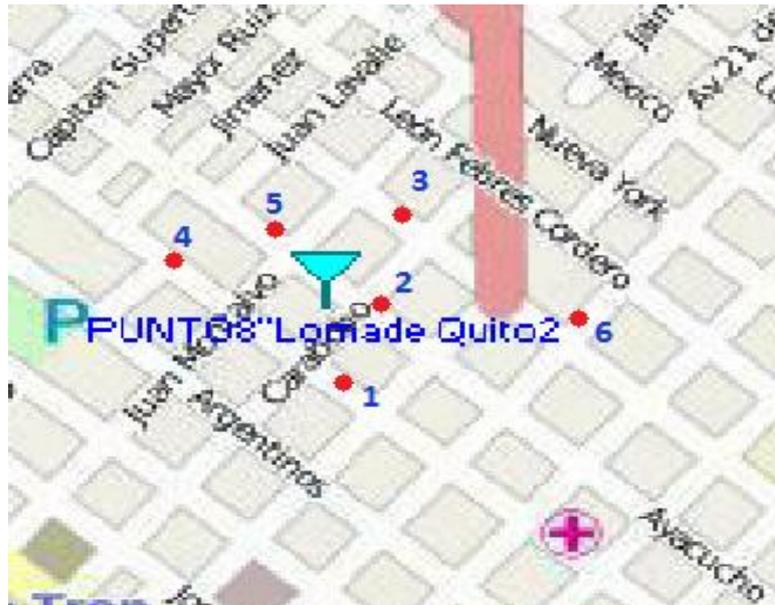


Figura IV- 36 Ubicación, Punto 8 "Loma de Quito 2"

Fuente: Desarrollado por el autor

RADIO Y TELEVISIÓN

Tabla IV-XVII Valores Máximos Radio y Televisión, Punto 8 "Loma de Quito 2"

Punto: Loma de Quito 2						
Punto 8						
Radio y Televisión						
Dirección: Ayacucho y Carabobo						
Coordenadas: 01°39' 58,6'' S 78°39' 04,7'' W						
Cantón: Riobamba						
Punto	1	2	3	4	5	6
Sub Banda	RADIODIF_ FM					
Rango de frecuencias (Mhz) Desde - Hasta	88	88	88	88	88	88
	108	108	108	108	108	108
Latitud	01°39' 59'' S	01°39' 58,4'' S	01°39' 57,1'' S	01°40' 01,7'' S	01°40' 02,3'' S	01°40' 03,3'' S
Longitud	78°39' 01,4'' W	78°39' 02,1'' W	78°39' 03,5'' W	78°39' 06,6'' W	78°39' 06,1'' W	78°39' 05'' W
Campo eléctrico E(V/m)	2,43659997	2,501100063	2,384900093	2,421799898	2,450500011	2,391000032
Campo magnético H(A/m)	0,0063486	0,0063793	0,0065086	0,0062813	0,0062741	0,006474
Densidad de la potencia S(W/m2)	0,015039	0,016717	0,015538	0,015455	0,014995	0,015865

Fuente: Desarrollado por el autor

FOTOS



PUNTO 9

CELULAR

Tabla IV-XVIII Valores Máximos celular, Punto 9 "ESPOCH 1"

ESPOCH 1						
Punto 9						
Celular						
Dirección: Panamericana Sur km 1 1/2						
Coordenadas: 01°39' 17,5'' S 78°40' 39,1'' W						
Cantón: Riobamba						
N° de Medición	1	2	3	4	5	6
Sub Banda	CLARO_A_DOWN	CLARO_A_DOWN	CLARO_A_DOWN	CLARO_A_DOWN	CLARO_A_DOWN	CLARO_A_DOWN
Rango de frecuencias (Mhz) Desde - Hasta	870	870	870	870	870	870
	880	880	880	880	880	880
Latitud	01°39' 18,6'' S	01°39' 19,4'' S	01°39' 18,7'' S	01°39' 17'' S	01°39' 16,3'' S	01°39' 20,8'' S
Longitud	78°40' 41,7'' W	78°40' 42,6'' W	78°40' 43,5'' W	78°40' 43,3'' W	78°40' 42,5'' W	78°40' 38,1'' W
Campo eléctrico E(V/m)	0,762690008	0,716409981	0,649739981	0,588840008	0,582040012	0,631959975
Campo magnético H(A/m)	0,0022852	0,0017935	0,0018635	0,0014752	0,0014802	0,0017871
Densidad de la potencia S(W/m2)	0,0020652	0,0012665	0,00096379	0,00088476	0,00087034	0,0013087

Fuente: Desarrollado por el autor

MAPA



Figura IV- 37Ubicación, Punto 9 "ESPOCH 1"

Fuente: Desarrollado por el autor

RADIO Y TELEVISIÓN

Tabla IV-XIX Valores Máximos Radio y Televisión, Punto 9 "ESPOCH 1"

Punto: ESPOCH 1							
Punto 9							
Radio y Televisión							
Dirección: Panamericana Sur km 1 1/2							
Coordenadas: 01°39' 17,5'' S 78°40' 39,1'' W							
Cantón: Riobamba							
Punto	1	2	3	4	5	6	
Sub Banda	RADIODIF_ FM						
Rango de frecuencias (Mhz) Desde - Hasta	88 108	88 108	88 108	88 108	88 108	88 108	
Latitud	01°39' 18,6'' S	01°39' 19,4'' S	01°39' 18,7'' S	01°39' 17'' S	01°39' 16,3'' S	01°39' 20,8'' S	
Longitud	78°40' 41,7'' W	78°40' 42,6'' W	78°40' 43,5'' W	78°40' 43,3'' W	78°40' 42,5'' W	78°40' 38,1'' W	
Campo eléctrico	E(V/m)	2,417299986	2,34829998	2,361700058	2,454699993	2,396899939	2,392100096
Campo magnético	H(A/m)	0,0062653	0,0061745	0,0064499	0,015387	0,00631	0,0061744
Densidad de la potencia	S(W/m2)	0,013811	0,014919	0,015509	0,0062819	0,015442	0,01507

Fuente: Desarrollado por el autor

FOTOS



PUNTO 10

CELULAR

Tabla IV-XX Valores Máximos celular, Punto 10 "ESPOCH 2"

Punto: ESPOCH 2							
Punto 10							
Celular							
Dirección: Panamericana Sur km 1 1/2							
Coordenadas: 01°39' 22,5'' S 78°40' 49,7'' W							
Cantón: Riobamba							
N° de Medición	1	2	3	4	5	6	7
Sub Banda	MOVI_B_D OWN						
Rango de frecuencias (Mhz)	870	870	870	870	870	870	870
Desde - Hasta	880	880	880	880	880	880	880
Latitud	01°39' 23,4'' S	01°39' 22,1'' S	01°39' 22,8'' S	01°39' 22,3'' S	01°39' 24,6'' S	01°39' 23,6'' S	01°39' 21,6'' S
Longitud	78°40' 46,8'' W	78°40' 48,2'' W	78°40' 48,5'' W	78°40' 45,1'' W	78°40' 47,9'' W	78°40' 50,4'' W	78°40' 53'' W
Campo eléctrico	E(V/m)	0,845860004	0,832750022	0,723990023	0,800999999	1,002900004	0,581950009
Campo magnetico	H(A/m)	0,448980004	0,0024362	0,0019964	0,0020161	0,0019964	0,0016191
Densidad de la potencia	S(W/m2)	0,0017012	0,0016393	0,0013469	0,0018959	0,0011893	0,00091627

Fuente: Desarrollado por el autor

MAPA



Figura IV- 38Ubicación, Punto 10 "ESPOCH 2"

Fuente: Desarrollado por el autor

RADIO Y TELEVISIÓN

Tabla IV-XXI Valores Máximos Radio y Televisión, Punto 10 "ESPOCH 2"

Punto: ESPOCH 2							
Punto 10							
Radio y Televisión							
Dirección: Panamericana Sur km 1 1/2							
Coordenadas: 01°39' 22,5'' S 78°40' 49,7'' W							
Cantón: Riobamba							
Punto	1	2	3	4	5	6	7
Sub Banda	RADIODIF_ FM						
Rango de frecuencias (Mhz) Desde - Hasta	88 - 108	88 - 108	88 - 108	88 - 108	88 - 108	88 - 108	88 - 108
Latitud	01°39' 23,4'' S	01°39' 22,1'' S	01°39' 22,8'' S	01°39' 22,3'' S	01°39' 24,6'' S	01°39' 23,6'' S	01°39' 21,6'' S
Longitud	78°40' 46,8'' W	78°40' 48,2'' W	78°40' 48,5'' W	78°40' 45,1'' W	78°40' 47,9'' W	78°40' 50,4'' W	78°40' 53'' W
Campo eléctrico E(V/m)	2,388499975	2,426000118	2,414599895	2,393500009	2,436000109	2,393699884	2,412800074
Campo magnético H(A/m)	0,0064581	0,0062473	0,0064198	0,0065504	0,0064198	0,0063452	0,0065188
Densidad de la potencia S(W/m2)	0,015239	0,01483	0,014964	0,015481	0,015698001	0,016487001	0,015475

Fuente: Desarrollado por el autor

FOTOS



PUNTO 11

CELULAR

Tabla IV-XXII Valores Máximos celular, Punto 11 "El Galpón"

El Galpón Punto 11 Celular						
Dirección: Carlos Zambrano entre Orozco y Nogales						
Coordenadas: 01°39' 44,5'' S 78°3' 27,8'' W						
Cantón: Riobamba						
N° de Medición	1	2	3	4	5	6
Sub Banda	CLARO_A_DOWN	CLARO_PCS_DOWN	CLARO_A_DOWN	CLARO_A_UP	CLARO_A_DOWN	CLARO_PCS_DOWN
Rango de frecuencias (Mhz) Desde - Hasta	870 880	1965 1970	870 880	825 835	870 880	1965 1970
Latitud	01°39' 45,2'' S	01°39' 45,8'' S	01°39' 43,4'' S	01°39' 46'' S	01°39' 48,5'' S	01°39' 46,6'' S
Longitud	78°39' 25,5'' W	78°39' 26,3'' W	78°39' 25,3'' W	78°39' 24,4'' W	78°39' 26,5'' W	78°39' 28,9'' W
Campo eléctrico	E(V/m)					
	2,065999985	0,990869999	4,760900021	0,545530021	0,968280017	1,672799945
Campo magnético	H(A/m)					
	0,0058777	0,0025092	0,013128	0,0014578	0,0025827	0,0043371
Densidad de la potencia	S(W/m2)					
	0,012614	0,002495	0,046946999	0,00079176	0,002028	0,0093538

Fuente: Desarrollado por el autor

MAPA



Figura IV- 39Ubicación, Punto 11 "El Galpón"

Fuente: Desarrollado por el autor

RADIO Y TELEVISIÓN

Tabla IV-XXIII Valores Máximos Radio y Televisión, Punto 11 "El Galpón"

Punto: El Galpón Punto 11 Radio y Televisión						
Dirección: Carlos Zambrano entre Orozco y Nogales						
Coordenadas: 01°39' 44,5'' S 78°3' 27,8'' W						
Cantón: Riobamba						
Punto	1	2	3	4	5	6
Sub Banda	RADIODIF FM	RADIODIF FM	RADIODIF FM	RADIODIF FM	RADIODIF FM	RADIODIF FM
Rango de frecuencias (Mhz) Desde - Hasta	88 108	88 108	88 108	88 108	88 108	88 108
Latitud	01°39' 45,2'' S	01°39' 45,8'' S	01°39' 43,4'' S	01°39' 46'' S	01°39' 48,5'' S	01°39' 46,6'' S
Longitud	78°39' 25,5'' W	78°39' 26,3'' W	78°39' 25,3'' W	78°39' 24,4'' W	78°39' 26,5'' W	78°39' 28,9'' W
Campo eléctrico	E(V/m)	2,350500107	2,406500101	2,409800053	2,492000103	2,378000021
Campo magnético	H(A/m)	0,0062768	0,0063342	0,0063016	0,0062624	0,0063453
Densidad de la potencia	S(W/m2)	0,014574	0,016502	0,015316	0,015599	0,015279

Fuente: Desarrollado por el autor

FOTOS



PUNTO 12

CELULAR

Tabla IV-XXIV Valores Máximos celular, Punto 12 "Villa María"

Punto: Villa Maria							
Punto: 12							
Celular							
Dirección: Veloz y Joaquin Chiriboga							
Coordenadas: 01°40' 38,2'' S 78°38' 36,1'' W							
Cantón: Riobamba							
N° de Medición	1	2	3	4	5	6	7
Sub Banda	MOVI_PCS_DOWN	MOVI_PCS_DOWN	MOVI_B_D OWN	MOVI_B_D OWN	MOVI_B_D OWN	MOVI_B_D OWN	MOVI_B_D OWN
Rango de frecuencias (Mhz) Desde - Hasta	1945 1950	1945 1950	880 890	880 890	880 890	880 890	880 890
Latitud	01°40' 35,6'' S	01°40' 35,7'' S	01°40' 34,9'' S	01°40' 33,8'' S	01°40' 34'' S	01°40' 37,7'' S	01°40' 39'' S
Longitud	78°38' 34,2'' W	78°38' 35,4'' W	78°38' 34,7'' W	78°38' 34,1'' W	78°38' 35,3'' W	78°38' 37,4'' W	78°38' 34'' W
Campo eléctrico	E(V/m)	0,601379991	1,10739994	1,177999973	0,948239982	1,219699979	0,751039982
Campo magnético	H(A/m)	0,0015175	0,0033173	0,0028014	0,0024111	0,0036868	0,0020862
Densidad de la potencia	S(W/m2)	0,00088362	0,00086971	0,0028399	0,0035132	0,0053858	0,0023883
		0,0079416					

Fuente: Desarrollado por el autor

MAPA



Figura IV- 40 Ubicación, Punto 12 "Villa María"

Fuente: Desarrollado por el autor

RADIO Y TELEVISIÓN

Tabla IV-XXV Valores Máximos Radio y Televisión, Punto 12 "Villa María"

Punto: Villa María								
Punto: 12								
Radio y Televisión								
Dirección:		Veloz y Joaquin Chiriboga						
Coordenadas:		01°40' 38,2" S 78°38' 36,1" W						
Cantón:		Riobamba						
Punto		1	2	3	4	5	6	7
Sub Banda	RADIODIF_	RADIODIF_	RADIODIF_	RADIODIF_	RADIODIF_	RADIODIF_	RADIODIF_	RADIODIF_
	FM	FM	FM	FM	FM	FM	FM	FM
Rango de frecuencias (Mhz) Desde - Hasta	88	88	88	88	88	88	88	88
	108	108	108	108	108	108	108	108
Latitud	01°40' 35,6"	01°40' 35,7"	01°40' 34,9"	01°40' 33,8"	01°40' 34"	01°40' 37,7"	01°40' 39"	
	S	S	S	S	S	S	S	
Longitud	78°38' 34,2"	78°38' 35,4"	78°38' 34,7"	78°38' 34,1"	78°38' 35,3"	78°38' 37,4"	78°38' 34"	
	W	W	W	W	W	W	W	
Campo eléctrico	E(V/m)	2,441600084	2,416300058	2,365799904	2,333899975	2,365499973	2,505399942	2,437000036
Campo magnético	H(A/m)	0,0063389	0,00647	0,0062661	0,0062892	0,0063103	0,0065067	0,0065005
Densidad de la potencia	S(W/m2)	0,014227	0,014482	0,015495	0,015452	0,015014	0,015758	0,015429

Fuente: Desarrollado por el autor

FOTOS



PUNTO 13

CELULAR

Tabla IV-XXVI Valores Máximos celular, Punto 13 "UNACH (Dolorosa)"

Punto: UNACH Punto 13 Celular								
Dirección: Avda. Eloy Alfaro y 10 de Agosto								
Coordenadas 01°40' 55,3" S 78°38' 24,8" W								
Cantón: Riobamba								
N° de Medición	1	2	3	4	5	6	7	
Sub Banda	CLARO_A_DOWN	CLARO_A_DOWN	CLARO_A_DOWN	CLARO_A_DOWN	CLARO_A_DOWN	CLARO_A_DOWN	CLARO_A_UP	
Rango de frecuencias (Mhz) Desde - Hasta	870	870	870	870	870	870	825	
	880	880	880	880	880	880	835	
Latitud	01°40' 54,1" S	01°40' 50,8" S	01°40' 53,2" S	01°40' 54,2" S	01°40' 56,7" S	01°40' 54,1" S	01°40' 52,9" S	
Longitud	78°38' 26,2" W	78°38' 27,8" W	78°38' 25,7" W	78°38' 23,9" W	78°38' 23,9" W	78°38' 26,2" W	78°38' 27,3" W	
Campo eléctrico	E(V/m)	1,169100046	0,529990017	1,281000018	1,344400048	0,904209971	1,030799985	0,545069993
Campo magnético	H(A/m)	0,0034461	0,0034475	0,0035895	0,0033211	0,0024133	0,0025934	0,0014338
Densidad de la potencia	S(W/m ²)	0,0030913	0,0059529	0,0047617	0,0045161	0,0024214	0,0034648	0,0007178

Fuente: Desarrollado por el autor

MAPA



Figura IV- 41Ubicación, Punto 13 "UNACH (Dolorosa)"

Fuente: Desarrollado por el autor

RADIO Y TELEVISIÓN

Tabla IV-XXVII Valores Máximos Radio y Televisión, Punto 13 "UNACH (Dolorosa)"

Punto: UNACH								
Punto 13								
Radio y Televisión								
Dirección:		Avda. Eloy Alfaro y 10 de Agosto						
Coordenadas:		01°40' 55,3'' S 78°38' 24,8'' W						
Cantón:		Riobamba						
Punto	1	2	3	4	5	6	7	
Sub Banda	RADIODIF FM	RADIODIF FM	RADIODIF FM	RADIODIF FM	RADIODIF FM	RADIODIF FM	RADIODIF FM	
Rango de frecuencias (Mhz) Desde - Hasta	88 108	88 108	88 108	88 108	88 108	88 108	88 108	
Latitud	01°40' 54,1'' S	01°40' 50,8'' S	01°40' 53,2'' S	01°40' 54,2'' S	01°40' 56,7'' S	01°40' 54,1'' S	01°40' 52,9'' S	
Longitud	78°38' 26,2'' W	78°38' 27,8'' W	78°38' 25,7'' W	78°38' 23,9'' W	78°38' 23,9'' W	78°38' 26,2'' W	78°38' 27,3'' W	
Campo eléctrico	E(V/m)	2,396800041	0,015691999	2,403700113	2,355799913	2,374099997	0,015691999	2,409600019
Campo magnético	H(A/m)	0,006371	0,0065604	0,0063396	0,0063702	0,0064009	0,0063986	0,0063159
Densidad de la potencia	S(W/m2)	0,01486	0,014435	0,014453	0,014968	0,015178	0,015691999	0,016008999

Fuente: Desarrollado por el autor

FOTOS



PUNTO 14

CELULAR

Tabla IV-XXVIII Valores Máximos celular, Punto 14 "Riobamba Sur"

Punto: Riobamba Sur							
Punto 14							
Celular							
Dirección: Olmedo y Juan de Velasco							
Coordenadas 01°40' 36,2'' S 78°38' 53.4'' W							
Cantón: Riobamba							
N° de Medición	1	2	3	4	5	6	
Sub Banda	MOVI_B_UP	MOVI_B_UP	MOVI_B_UP	MOVI_B_UP	MOVI_B_UP	MOVI_B_UP	
Rango de frecuencias (Mhz) Desde - Hasta	835	835	835	835	835	835	
	845	845	845	845	845	845	
Latitud	01°40' 35,5''	01°40' 33,5''	01°40' 33,7''	01°40' 35,3''	01°40' 33,3''	01°40' 37,3''	
	S	S	S	S	S	S	
Longitud	78°38' 56,6''	78°38' 55,1''	78°38' 54,1''	78°38' 52,3''	78°38' 56,9''	78°38' 54,6''	
	W	W	W	W	W	W	
Campo eléctrico	E(V/m)	0,520479977	0,521499991	0,50654	0,529039979	0,510540009	0,523609996
Campo magnético	H(A/m)	0,0013302	0,0013434	0,0014328	0,0014004	0,001435	0,0013728
Densidad de la potencia	S(W/m2)	0,00067102	0,00070558	0,0007662	0,00071705	0,00069466	0,00068874

Fuente: Desarrollado por el autor

MAPA



Figura IV- 42Ubicación, Punto 14 "Riobamba Sur"

Fuente: Desarrollado por el autor

RADIO Y TELEVISIÓN

Tabla IV-XXIX Valores Máximos Radio y Televisión, Punto 14 "Riobamba Sur"

Riobamba Antena 14 Radio y Televisión							
Dirección: Olmedo y Juan de Velasco							
Coordenadas: 01°40' 36,2'' S 78°38' 53.4'' W							
Cantón: Riobamba							
Punto	1	2	3	4	5	6	
Sub Banda	RADIODIF_ FM						
Rango de frecuencias (Mhz) Desde - Hasta	88 - 108	88 - 108	88 - 108	88 - 108	88 - 108	88 - 108	
Latitud	01°40' 35,5'' S	01°40' 33,5'' S	01°40' 33,7'' S	01°40' 35,3'' S	01°40' 33,3'' S	01°40' 37,3'' S	
Longitud	78°38' 56,6'' W	78°38' 55,1'' W	78°38' 54,1'' W	78°38' 52,3'' W	78°38' 56,9'' W	78°38' 54,6'' W	
Campo eléctrico	E(V/m)	2,299299955	2,349499941	2,346899986	2,369699955	0,0063877	2,383699894
Campo magnético	H(A/m)	0,0061452	0,0062471	0,006213	0,0063206	2,409399986	0,0061773
Densidad de la potencia	S(W/m2)	0,014005	0,014086	0,014664	0,01465	0,015336	0,014638

Fuente: Desarrollado por el autor

FOTOS



PUNTO 15

CELULAR

Tabla IV-XXX Valores Máximos celular, Punto 15 "CNT"

CNT Punto 15 Celular						
Dirección: Primera Contituyente y Tarqui						
Coordenadas: 01°40' 22,7'' S 78°38' 50,5'' W						
Cantón: Riobamba						
N° de Medición	1	2	3	4	5	
Sub Banda	TELECSA_P CS_DOW	TELECSA_P CS_DOW	TELECSA_P CS_DOW	TELECSA_P CS_DOW	TELECSA_P CS_DOW	TELECSA_P CS_DOW
Rango de frecuencias (Mhz) Desde - Hasta	1975	1975	1975	1975	1975	1975
	1990	1990	1990	1990	1990	1990
Latitud	01°40' 25,5'' S	01°40' 23,9'' S	01°40' 20,1'' S	01°40' 22'' S	01°40' 23,3'' S	
Longitud	78°38' 51,6'' W	78°38' 53,9'' W	78°38' 55,8'' W	78°38' 55,4'' W	78°38' 49,6'' W	
Campo eléctrico	E(V/m)	0,879899979	0,82367003	0,814329982	0,841009974	0,992529988
Campo magnético	H(A/m)	0,0023079	0,0021785	0,0022076	0,0021624	0,0025072
Densidad de la potencia	S(W/m2)	0,0020646	0,0017996	0,0018628	0,0018017	0,0022162

Fuente: Desarrollado por el autor

MAPA



Figura IV- 43Ubicación, Punto 15 "CNT"

Fuente: Desarrollado por el autor

RADIO Y TELEVISIÓN

Tabla IV-XXXI Valores Máximos Radio y Televisión, Punto 15 "CNT"

CNT Punto 15 Radio y Televisión						
Dirección: Primera Contituyente y Tarqui						
Coordenadas: 01°40' 22,7'' S 78°38' 50,5'' W						
Cantón: Riobamba						
Punto	1	2	3	4	5	
Sub Banda	RADIODIF_ FM					
Rango de frecuencias (Mhz) Desde - Hasta	88 108	88 108	88 108	88 108	88 108	
Latitud	01°40' 25,5'' S	01°40' 23,9'' S	01°40' 20,1'' S	01°40' 22'' S	01°40' 23,3'' S	
Longitud	78°38' 51,6'' W	78°38' 53,9'' W	78°38' 55,8'' W	78°38' 55,4'' W	78°38' 49,6'' W	
Campo eléctrico	E(V/m)	2,430999994	2,400000095	2,415899992	2,393899918	2,38409996
Campo magnético	H(A/m)	0,0062563	0,0061532	0,006228	0,0065207	0,0065767
Densidad de la potencia	S(W/m2)	0,014791	0,015279	0,014887	0,015026	0,015215

Fuente: Desarrollado por el autor

FOTOS



PUNTO 16

CELULAR

Tabla IV-XXXII Valores Máximos celular, Punto 16 "UNACH (Vía a Guano)"

UNACH Punto 16 Celular						
Dirección:		Avda. Antonio José de Sucre, Km. 1.5 vía a Guano.				
Coordenadas:		01°39' 07,5'' S 78°38' 32,1'' W				
Cantón:		Riobamba				
N° de Medición		1	2	3	4	5
Sub Banda		MOVI_B_D OWN	MOVI_B_D OWN	MOVI_B_D OWN	MOVI_B_D OWN	MOVI_B_D OWN
Rango de frecuencias (Mhz) Desde - Hasta		880 890	880 890	880 890	880 890	880 890
Latitud		01°39' 06,3'' S	01°39' 06,8'' S	01°39' 08,6'' S	01°39' 10'' S	01°39' 14,7'' S
Longitud		78°38' 32,9'' W	78°38' 31,4'' W	78°38' 31,7'' W	78°38' 31,5'' W	78°38' 33'' W
Campo eléctrico	E(V/m)	0,640879989	0,779489994	0,982219994	1,73029995	1,050199986
Campo magnético	H(A/m)	0,001845	0,0019646	0,0033517	0,0039743	0,0026393
Densidad de la potencia	S(W/m2)	0,0010011	0,0016538	0,003874	0,0072921	0,00082001

Fuente: Desarrollado por el autor

MAPA



Figura IV- 44 Ubicación, Punto 16 "UNACH (Vía a Guano)"

Fuente: Desarrollado por el autor

RADIO Y TELEVISIÓN

Tabla IV-XXXIII Valores Máximos Radio y Televisión, Punto 16 "UNACH (Vía a Guano)"

UNACH Punto 16 Radio y Televisión						
Dirección: Avda. Antonio José de Sucre, Km. 1.5 vía a Guano.						
Coordenadas: 01°39' 07,5'' S 78°38' 32,1'' W						
Cantón: Riobamba						
Punto	1	2	3	4	5	
Sub Banda	RADIODIF_ FM	RADIODIF_ FM	RADIODIF_ FM	RADIODIF_ FM	RADIODIF_ FM	
Rango de frecuencias (Mhz) Desde - Hasta	88 108	88 108	88 108	88 108	88 108	
Latitud	01°39' 06,3'' S	01°39' 06,8'' S	01°39' 08,6'' S	01°39' 10'' S	01°39' 14,7'' S	
Longitud	78°38' 32,9'' W	78°38' 31,4'' W	78°38' 31,7'' W	78°38' 31,5'' W	78°38' 33'' W	
Campo eléctrico	E(V/m)	2,350199938	2,347199917	2,404599905	2,405900002	2,355700016
Campo magnético	H(A/m)	0,0062816	0,0062103	0,0063886	0,006587	0,0064226
Densidad de la potencia	S(W/m2)	0,014255	0,014527	0,014614	0,015254	0,015675999

Fuente: Desarrollado por el autor

FOTOS



PUNTO 17

Tabla IV-XXXIV Valores Máximos celular, Punto 17 "Galápagos"

Punto: GALAPAGOS							
Punto 17							
Celular							
Dirección: Av. Antonio Jose de Sucre y Diego Noboa							
Coordenadas: 01°39' 32,3" S 78°38' 59,9" W							
Cantón: Riobamba							
N° de Medición	1	2	3	4	5	6	
Sub Banda	MOVI_B_D OWN	MOVI_B_D OWN	MOVI_B1_D OWN	MOVI_B_D OWN	MOVI_B_D OWN	MOVI_B_UP	
Rango de frecuencias (Mhz) Desde - Hasta	880	880	891,5	880	880	835	
	890	890	894	890	890	845	
Latitud	01°39' 31,8" S	01°39' 30,6" S	01°39' 33,6" S	01°39' 35,7" S	01°39' 36,7" S	01°39' 34,6" S	
Longitud	78°38' 59,4" W	78°38' 59,6" W	78°38' 59,8" W	78°38' 59,7" W	78°38' 58,1" W	78°38' 50,5" W	
Campo eléctrico	E(V/m)	0,905589998	1,737200022	0,995899975	0,819130003	0,890060008	0,524730027
Campo magnético	H(A/m)	0,0026742	0,0044005	0,0019026	0,0020961	0,0026823	0,0013847
Densidad de la potencia	S(W/m2)	0,0031604	0,008497	0,0030807	0,0022029	0,0025824	0,00072432

Fuente: Desarrollado por el autor

MAPA



Figura IV- 45 Ubicación, Punto 17 "Galápagos"

Fuente: Desarrollado por el autor

RADIO Y TELEVISIÓN

Tabla IV-XXXV Valores Máximos Radio y Televisión, Punto 17 "Galápagos"

Punto: GALAPAGOS							
Punto 17							
Radio y Televisión							
Dirección: Av. Antonio Jose de Sucre y Diego Noboa							
Coordenadas: 01°39' 32,3" S 78°38' 59,9" W							
Cantón: Riobamba							
Punto	1	2	3	4	5	6	
Sub Banda	RADIODIF FM	RADIODIF FM	RADIODIF FM	RADIODIF FM	RADIODIF FM	RADIODIF FM	
Rango de frecuencias (Mhz) Desde - Hasta	88 108	88 108	88 108	88 108	88 108	88 108	
Latitud	01°39' 31,8" S	01°39' 30,6" S	01°39' 33,6" S	01°39' 35,7" S	01°39' 36,7" S	01°39' 34,6" S	
Longitud	78°38' 59,4" W	78°38' 59,6" W	78°38' 59,8" W	78°38' 59,7" W	78°38' 58,1" W	78°38' 50,5" W	
Campo eléctrico	E(V/m)	2,342200041	2,431299925	2,390700102	2,409699917	2,426599979	2,421600103
Campo magnético	H(A/m)	0,0064291	0,0064162	0,0061627	0,0064243	0,0064066	0,0063459
Densidad de la potencia	S(W/m2)	0,014606	0,015581	0,014826	0,015568	0,015707999	0,015298

Fuente: Desarrollado por el autor

FOTOS



PUNTO 18

CELULAR

Tabla IV-XXXVI Valores Máximos celular, Punto 18 "La Vasija 1"

La Vasija 1 Punto 18 Celular						
Dirección: Espejo y la 43						
Coordenadas: 01°39' 56,1" S 78°38' 31,5" W						
Cantón: Riobamba						
N° de Medición	1	2	3	4	5	6
Sub Banda	MOVI_B_D OWN	MOVI_B_D OWN	MOVI_PCS_ DOWN	MOVI_B_D OWN	MOVI_B_D OWN	MOVI_B_D OWN
Rango de frecuencias (Mhz) Desde - Hasta	880	880	1945	880	880	880
	890	890	1950	890	890	890
Latitud	01°39' 55,6" S	01°39' 57,1" S	01°39' 54,1" S	01°39' 56,2" S	01°39' 51,8" S	01°39' 54,8" S
Longitud	78°38' 30,7" W	78°38' 29" W	78°38' 32,5" W	78°38' 34,2" W	78°38' 34,6" W	78°38' 36,6" W
Campo eléctrico E(V/m)	1,406900048	0,924170017	1,018000007	1,05369997	0,988309979	0,792110026
Campo magnético H(A/m)	0,0037337	0,0022309	0,0027251	0,0026018	0,00249	0,0019448
Densidad de la potencia S(W/m2)	0,0065956	0,0016647	0,0039523	0,0024988	0,0030898	0,0016422

Fuente: Desarrollado por el autor

MAPA



Figura IV- 46 Ubicación, Punto 18 "La Vasija 1"

Fuente: Desarrollado por el autor

RADIO Y TELEVISIÓN

Tabla IV-XXXVII Valores Máximos Radio y Televisión, Punto 18 "La Vasija 1"

La Vasija 1 Punto 18 Radio y Televisión							
Dirección: Espejo y la 43							
Coordenadas: 01°39' 56,1" S 78°38' 31,5" W							
Cantón: Riobamba							
Punto	1	2	3	4	5	6	
Sub Banda	RADIODIF FM	RADIODIF FM	RADIODIF FM	RADIODIF FM	RADIODIF FM	RADIODIF FM	
Rango de frecuencias (Mhz) Desde - Hasta	88 108	88 108	88 108	88 108	88 108	88 108	
Latitud	01°39' 55,6" S	01°39' 57,1" S	01°39' 54,1" S	01°39' 56,2" S	01°39' 51,8" S	01°39' 54,8" S	
Longitud	78°38' 30,7" W	78°38' 29" W	78°38' 32,5" W	78°38' 34,2" W	78°38' 34,6" W	78°38' 36,6" W	
Campo eléctrico	E(V/m)	2,394000053	2,408400059	2,519200087	2,411999941	2,274100065	2,328000069
Campo magnético	H(A/m)	0,0063974	0,0064004	0,0064277	0,0064325	0,0060516	0,0063659
Densidad de la potencia	S(W/m2)	0,015326	0,015138	0,015158	0,015752001	0,014073	0,015462

Fuente: Desarrollado por el autor

FOTOS



PUNTO 19

CELULAR

Tabla IV-XXXVIII Valores Máximos celular, Punto 19 "La Vasija 2"

La Vasija 2 Punto 19 Celular						
Dirección: España y la 43						
Coordenadas: 01°40' 02,8'' S 78°38' 18,3'' W						
Cantón: Riobamba						
N° de Medición	1	2	3	4	5	6
Sub Banda	CLARO_A_ UP	CLARO_A_ DOWN	CLARO_A_ DOWN	CLARO_A_ UP	CLARO_A_ UP	CLARO_A_ DOWN
Rango de frecuencias (Mhz) Desde - Hasta	825	870	870	825	825	870
	835	880	880	835	835	880
Latitud	01°40' 03,6''	01°40' 03,3''	01°40' 05,5''	01°40' 00,4''	01°40' 00,3''	01°40' 07,7''
	S	S	S	S	S	S
Longitud	78°38' 17,7''	78°38' 19,9''	78°38' 17,5''	78°38' 13,3''	78°38' 17,9''	78°38' 14,1''
	W	W	W	W	W	W
Campo eléctrico E(V/m)	0,539669991	0,683170021	0,638450027	0,521200001	0,540530026	0,618040025
Campo magnético H(A/m)	0,001376	0,0017807	0,0016005	0,0014922	0,0014059	0,0016937
Densidad de la potencia S(W/m2)	0,00070007	0,00099845	0,0014323	0,00073146	0,00069912	0,00092984

Fuente: Desarrollado por el autor

MAPA

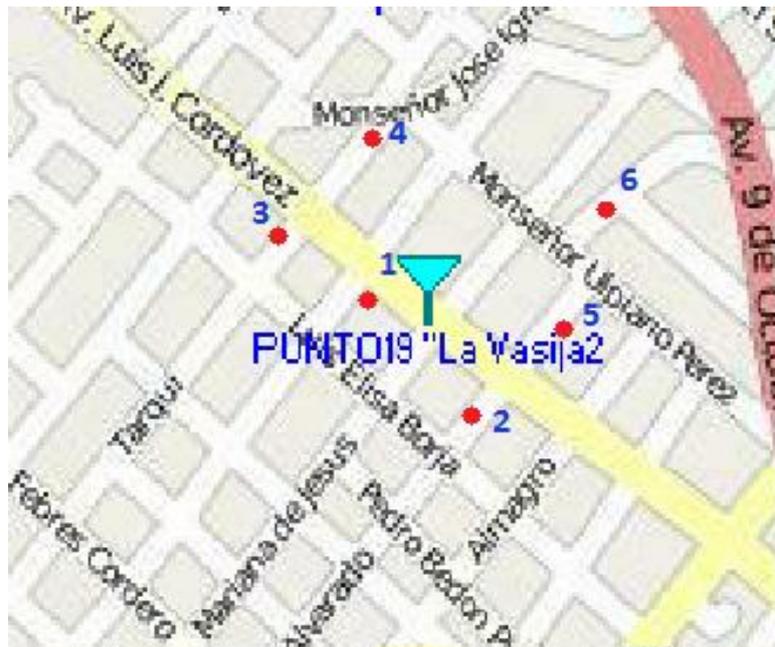


Figura IV- 47Ubicación, Punto 19 "La Vasija 2"

Fuente: Desarrollado por el autor

RADIO Y TELEVISIÓN

Tabla IV-XXXIX Valores Máximos Radio y Televisión, Punto 19 "La Vasija 2"

La Vasija 2 Punto 19 Radio y Televisión							
Dirección: España y la 43							
Coordenadas: 01°40' 02,8'' S 78°38' 18,3'' W							
Cantón: Riobamba							
Punto	1	2	3	4	5	6	
Sub Banda	RADIODIF_ FM						
Rango de frecuencias (Mhz) Desde - Hasta	88 108	88 108	88 108	88 108	88 108	88 108	
Latitud	01°40' 03,6'' S	01°40' 03,3'' S	01°40' 05,5'' S	01°40' 00,4'' S	01°40' 00,3'' S	01°40' 07,7'' S	
Longitud	78°38' 17,7'' W	78°38' 19,9'' W	78°38' 17,5'' W	78°38' 13,3'' W	78°38' 17,9'' W	78°38' 14,1'' W	
Campo eléctrico	E(V/m)	2,334899902	2,33920002	2,365600109	2,474699974	2,40199995	2,389600039
Campo magnético	H(A/m)	0,0062622	0,0061677	0,0063525	0,0063755	0,0062815	0,0063983
Densidad de la potencia	S(W/m2)	0,014021	0,014255	0,015094	0,015488	0,01487	0,016137

Fuente: Desarrollado por el autor

FOTOS



PUNTO 20

CELULAR

Tabla IV-XL Valores Máximos celular, Punto 20 "Parque Industrial 1"

Parque Industrial 1						
Punto 20						
Celular						
Dirección: Calle Santillan						
Coordenadas: 01°40' 41,4'' S 78°38' 11,7'' W						
Cantón: Riobamba						
N° de Medición	1	2	3	4	5	6
Sub Banda	MOVI_B_UP	MOVI_B_UP	MOVI_B_UP	MOVI_B_UP	MOVI_B_UP	MOVI_B_UP
Rango de frecuencias (Mhz) Desde - Hasta	835	835	835	835	835	835
	845	845	845	845	845	845
Latitud	01°40' 40,6''	01°40' 40,1''	01°40' 42,6''	01°40' 44,7''	01°40' 46,1''	01°40' 42,3''
	S	S	S	S	S	S
Longitud	78°38' 10,2''	78°38' 12,9''	78°38' 12,3''	78°38' 12,9''	78°38' 09,7''	78°38' 19,2''
	W	W	W	W	W	W
Campo eléctrico E(V/m)	0,523450017	0,520640016	0,515389979	0,556980014	0,546039999	0,512610018
Campo magnético H(A/m)	0,0014908	0,0013762	0,0013859	0,0015168	0,0014506	0,0014646
Densidad de la potencia S(W/m2)	0,0007082	0,00069847	0,00078775	0,00076745	0,00076704	0,00078687

Fuente: Desarrollado por el autor

MAPA



Figura IV- 48Ubicación, Punto 20 "Parque Industrial 1"

Fuente: Desarrollado por el autor

RADIO Y TELEVISIÓN

Tabla IV-XLI Valores Máximos Radio y Televisión, Punto 20 "Parque Industrial 1"

Parque Industrial 1 Punto 20 Radio y Televisión						
Dirección: Calle Santillan						
Coordenadas: 01°40' 41,4'' S 78°38' 11,7'' W						
Cantón: Riobamba						
Punto	1	2	3	4	5	6
Sub Banda	RADIODIF_ FM					
Rango de frecuencias (Mhz) Desde - Hasta	88 108	88 108	88 108	88 108	88 108	88 108
Latitud	01°40' 40,6'' S	01°40' 40,1'' S	01°40' 42,6'' S	01°40' 44,7'' S	01°40' 46,1'' S	01°40' 42,3'' S
Longitud	78°38' 10,2'' W	78°38' 12,9'' W	78°38' 12,3'' W	78°38' 12,9'' W	78°38' 09,7'' W	78°38' 19,2'' W
Campo eléctrico E(V/m)	2,386300087	2,443799973	2,459300041	2,396199942	2,443200111	2,413399935
Campo magnético H(A/m)	0,0063043	0,0063139	0,0062661	0,0062935	0,0064404	0,0065599
Densidad de la potencia S(W/m2)	0,01528	0,015066	0,014702	0,015312	0,016643999	0,015814001

Fuente: Desarrollado por el autor

FOTOS



PUNTO 21

CELULAR

Tabla IV-XLII Valores Máximos celular, Punto 21 "Parque Industrial 2"

Parque Industrial 2 Punto 21 Celular							
Dirección: Av Celso Ramos y Bonilla							
Coordenadas: 01°40' 50,1" S 78°37' 58,9" W							
Cantón: Riobamba							
N° de Medición	1	2	3	4	5	6	7
Sub Banda	CLARO_A_ UP						
Rango de frecuencias (Mhz) Desde - Hasta	825	825	825	825	825	825	825
	835	835	835	835	835	835	835
Latitud	01°40' 49,0"	01°40' 50,5"	01°40' 49,6"	01°40' 47,7"	01°40' 49,4"	01°40' 44,6"	01°40' 43,3"
	S	S	S	S	S	S	S
Longitud	78°37' 58,1"	78°37' 58,5"	78°38' 02,1"	78°38' 03,2"	78°37' 56,3"	78°38' 56,3"	78°38' 59,24"
	W	W	W	W	W	W	W
Campo eléctrico	E(V/m)	0,523599982	0,520829976	0,536199987	0,541230023	0,540499985	0,534910023
Campo magnético	H(A/m)	0,0013715	0,0014066	0,0014529	0,0014356	0,0014567	0,0014694
Densidad de la potencia	S(W/m2)	0,00067424	0,00074899	0,00082022	0,00077738	0,00077152	0,00075802
		0,00076067					

Fuente: Desarrollado por el autor

MAPA



Figura IV- 49Ubicación, Punto 21 "Parque Industrial 2"

Fuente: Desarrollado por el autor

RADIO Y TELEVISIÓN

Tabla IV-XLIII Valores Máximos Radio y Televisión, Punto 21 "Parque Industrial 2"

Parque Industrial 2 Punto 21 Radio y Televisión							
Dirección: Av Celso Ramos y Bonilla							
Coordenadas: 01°40' 50,1'' S 78°37' 58,9'' W							
Cantón: Riobamba							
Punto	1	2	3	4	5	6	7
Sub Banda	RADIODIF_ FM						
Rango de frecuencias (Mhz) Desde - Hasta	88 - 108	88 - 108	88 - 108	88 - 108	88 - 108	88 - 108	88 - 108
Latitud	01°40' 49,0'' S	01°40' 50,5'' S	01°40' 49,6'' S	01°40' 47,7'' S	01°40' 49,4'' S	01°40' 44,6'' S	01°40' 43,3'' S
Longitud	78°37' 58,1'' W	78°37' 58,5'' W	78°38' 02,1'' W	78°38' 03,2'' W	78°37' 56,3'' W	78°38' 56,3'' W	78°38' 59,24'' W
Campo eléctrico E(V/m)	2,296900034	2,351500034	2,384200096	2,422600031	2,362499952	2,381700039	2,455800056
Campo magnético H(A/m)	0,0061977	0,00624	0,0062458	0,0064067	0,0063567	0,0063982	0,0063846
Densidad de la potencia S(W/m2)	0,014105	0,013962	0,014995	0,01506	0,016271999	0,015193	0,015159

Fuente: Desarrollado por el autor

FOTOS



PUNTO 22

CELULAR

Tabla IV-XLIV Valores Máximos celular, Punto 22 "El Cisne"

El Cisne Punto 22 Celular						
Dirección: Av. Daniel Leon Borja y Duchicela						
Coordenadas: 01°39' 50,1'' S 78°39' 38,9'' W						
Cantón: Riobamba						
Nº de Medición	1	2	3	4	5	6
Sub Banda	MOVI_B_D OWN	MOVI_B_UP	MOVI_B_UP	MOVI_B_UP	MOVI_B_UP	MOVI_B_UP
Rango de frecuencias (Mhz) Desde - Hasta	880	880	880	880	880	880
	890	890	890	890	890	890
Latitud	01°39' 49,4''	01°39' 50,9''	01°39' 50,5''	01°39' 47,5''	01°39' 44,6''	01°39' 46,1''
	S	S	S	S	S	S
Longitud	78°39' 37,6''	78°39' 38,6''	78°39' 40,1''	78°39' 39,1''	78°39' 36,8''	78°39' 36,3''
	W	W	W	W	W	W
Campo eléctrico E(V/m)	0,558109999	0,534489989	0,550100029	0,523060024	0,538980007	0,543749988
Campo magnético H(A/m)	0,0014497	0,0014106	0,0013882	0,0014024	0,0014349	0,0014249
Densidad de la potencia S(W/m ²)	0,00082074	0,00075663	0,00072167	0,00085591	0,00075476	0,00072709

Fuente: Desarrollado por el autor

MAPA



Figura IV- 50 Ubicación, Punto 22 "El Cisne"

Fuente: Desarrollado por el autor

RADIO Y TELEVISIÓN

Tabla IV-XLV Valores Máximos Radio y Televisión, Punto 22 "El Cisne"

El Cisne Punto 22 Radio y Televisión							
Dirección: Av. Daniel Leon Borja y Duchicela							
Coordenadas: 01°39' 50,1'' S 78°39' 38,9'' W							
Cantón: Riobamba							
Punto	1	2	3	4	5	6	
Sub Banda	RADIODIF_ FM						
Rango de frecuencias (Mhz) Desde - Hasta	88 108	88 108	88 108	88 108	88 108	88 108	
Latitud	01°39' 49,4'' S	01°39' 50,9'' S	01°39' 50,5'' S	01°39' 47,5'' S	01°39' 44,6'' S	01°39' 46,1'' S	
Longitud	78°39' 37,6'' W	78°39' 38,6'' W	78°39' 40,1'' W	78°39' 39,1'' W	78°39' 36,8'' W	78°39' 36,3'' W	
Campo eléctrico	E(V/m)	2,370899916	2,364200115	2,388000011	2,424499989	2,3677001	2,41260004
Campo magnético	H(A/m)	0,0061426	0,0063262	0,0062817	0,0063744	0,0063514	0,0063478
Densidad de la potencia	S(W/m2)	0,014234	0,014687	0,015014	0,014834	0,015596	0,015271

Fuente: Desarrollado por el autor

FOTOS



PUNTO 23

CELULAR

Tabla IV-XLVI Valores Máximos celular, Punto 23 "Zeus"

Zeus Punto 23 Celular						
Dirección: Av. Dniel Leon Borja						
Coordenadas: 01°39' 49,4'' S 78°39' 34,8'' W						
Cantón: Riobamba						
N° de Medición		1	2	3	4	5
Sub Banda		CLARO_A_ UP	CLARO_A_ UP	CLARO_A_ UP	CLARO_A_ UP	CLARO_PCS _DOWN
Rango de frecuencias (Mhz) Desde - Hasta		825	825	825	825	1965
		835	835	835	835	1970
Latitud		01°39' 48,8'' S	01°39' 49,8'' S	01°39' 51,5'' S	01°39' 56,3'' S	01°39' 49,4'' S
Longitud		78°39' 34,1'' W	78°39' 33,5'' W	78°39' 34,6'' W	78°39' 33,4'' W	78°39' 37,6'' W
Campo eléctrico	E(V/m)	0,533439994	0,538649976	0,541109979	0,529950023	0,554180026
Campo magnético	H(A/m)	0,001423	0,0014671	0,0014182	0,0014444	0,0017567
Densidad de la potencia	S(W/m2)	0,00077478	0,00081795	0,00072841	0,00076356	0,00081001

Fuente: Desarrollado por el autor

MAPA



Figura IV- 51 Ubicación, Punto 23 "Zeus"

Fuente: Desarrollado por el autor

RADIO Y TELEVISIÓN

Tabla IV-XLVII Valores Máximos Radio y Televisión, Punto 23 "Zeus"

Zeus Punto 23 Radio y Televisión					
Dirección: Av. Dniel Leon Borja					
Coordenadas: 01°39' 49,4'' S 78°39' 34,8'' W					
Cantón: Riobamba					
Punto	1	2	3	4	5
Sub Banda	RADIODIF_ FM				
Rango de frecuencias (Mhz) Desde - Hasta	88 - 108	88 - 108	88 - 108	88 - 108	88 - 108
Latitud	01°39' 48,8'' S	01°39' 49,8'' S	01°39' 51,5'' S	01°39' 56,3'' S	01°39' 53,6'' S
Longitud	78°39' 34,1'' W	78°39' 33,5'' W	78°39' 34,6'' W	78°39' 33,4'' W	78°39' 36,6'' W
Campo eléctrico E(V/m)	2,421799898	2,419800043	2,423099995	2,402800083	2,368499994
Campo magnético H(A/m)	0,0063848	0,0062841	0,0063503	0,0063507	0,0064895
Densidad de la potencia S(W/m2)	0,015094	0,014843	0,014809	0,015694	0,016076

Fuente: Desarrollado por el autor

FOTOS



PUNTO 24

CELULAR

Tabla IV-XLVIII Valores Máximos celular, Punto 24 "Gasolinera ESPOCH"

Gasolinera ESPOCH						
Punto 24						
Celular						
Dirección: Panamericana Sur km 1 1/2						
Coordenadas: 01°39' 42,5'' S 78°40' 33,9'' W						
Cantón: Riobamba						
N° de Medición	1	2	3	4	5	
Sub Banda	MOVI_B_D OWN	MOVI_B_D OWN	MOVI_B_D OWN	MOVI_PCS_ DOWN	MOVI_B_D OWN	
Rango de frecuencias (Mhz) Desde - Hasta	880	880	880	1945	880	
	890	890	890	1950	890	
Latitud	01°39' 41,9''	01°39' 40,0''	01°39' 44,8''	01°39' 43,4''	01°39' 43,8''	
	S	S	S	S	S	
Longitud	78°40' 33,1''	78°40' 37,9''	78°40' 37,4''	78°40' 35,0''	78°40' 35,6''	
	W	W	W	W	W	
Campo eléctrico	E(V/m)	0,046960998	0,077776998	0,081730999	0,073586002	0,068350002
Campo magnético	H(A/m)	0,00014319	0,00024478	0,00015254	0,00020789	0,00016801
Densidad de la potencia	S(W/m2)	1,1711E-05	2,0023E-05	1,3734E-05	1,7734E-05	1,7299E-05

Fuente: Desarrollado por el autor

MAPA



Figura IV- 52 Ubicación, Punto 24 "Gasolinera ESPOCH"

Fuente: Desarrollado por el autor

RADIO Y TELEVISIÓN

Tabla IV-XLIX Valores Máximos Radio y Televisión, Punto 24 "Gasolinera ESPOCH"

Gasolinera ESPOCH						
Punto 24						
Radio y Televisión						
Dirección:						
Coordenadas: 01°39' 42,5'' S 78°40' 33,9'' W						
Cantón: Riobamba						
Punto		1	2	3	4	5
Sub Banda		RADIODIF_ FM				
Rango de frecuencias (Mhz) Desde - Hasta		88	88	88	88	88
		108	108	108	108	108
Latitud		01°39' 41,9'' S	01°39' 40,0'' S	01°39' 44,8'' S	01°39' 43,4'' S	01°39' 43,8'' S
Longitud		78°40' 33,1'' W	78°40' 37,9'' W	78°40' 37,4'' W	78°40' 35,0'' W	78°40' 35,6'' W
Campo eléctrico	E(V/m)	0,086308002	0,105839998	0,172560006	0,16911	0,106959999
Campo magnético	H(A/m)	0,00026544	0,00026117	0,00044101	0,00043254	0,00026874
Densidad de la potencia	S(W/m2)	2,1619E-05	2,8834E-05	7,3092E-05	9,9596E-05	3,0616E-05

Fuente: Desarrollado por el autor

FOTOS



PUNTO 25

CELULAR

Tabla IV-L Valores Máximos celular, Punto 25 "Rieles de Tren 1"

Rieles de Tren 1 Punto 25 Celular					
Dirección: Av. Milton Reyes y Cesar Leon					
Coordenadas: 01°39' 47,5'' 78°39' 53,7''					
Cantón: Riobamba					
N° de Medición	1	2	3	4	5
Sub Banda	MOVI_PCS_DOWN	MOVI_B_D OWN	MOVI_B_D OWN	MOVI_B_D OWN	MOVI_B_D OWN
Rango de frecuencias (Mhz) Desde - Hasta	1945	880	880	880	880
	1950	890	890	890	890
Latitud	01°39' 45,8''	01°39' 46,5''	01°39' 48,3''	01°39' 51,7''	01°39' 49,2''
	S	S	S	S	S
Longitud	78°39' 50,3''	78°39' 56,3''	78°39' 53,5''	78°39' 55,2''	78°39' 57,9''
	W	W	W	W	W
Campo eléctrico	E(V/m)	0,097387001	0,055519	0,010549	0,038113002
Campo magnético	H(A/m)	0,00023642	0,0001997	2,7482E-05	0,00023312
Densidad de la potencia	S(W/m2)	1,9431E-05	1,1865E-05	2,3761E-07	5,5003E-06
		1,3468E-06			

Fuente: Desarrollado por el autor

MAPA

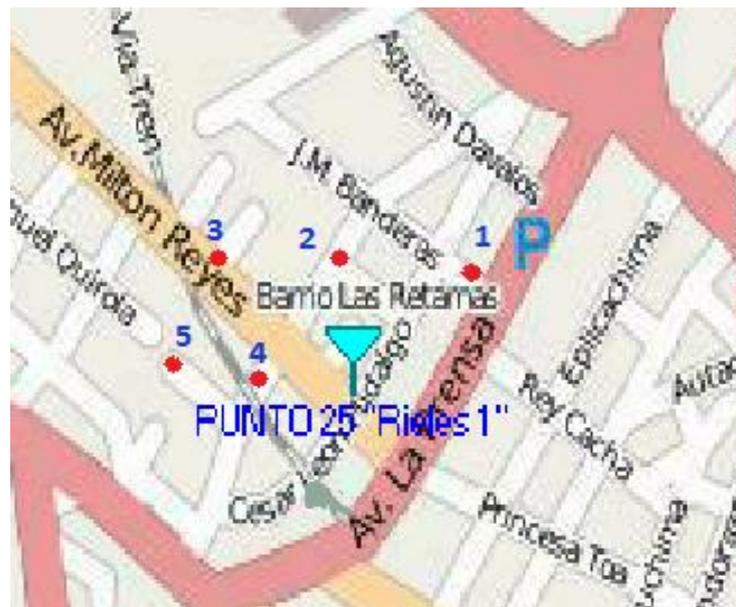


Figura IV- 53 Ubicación, Punto 25 "Rieles de Tren 1"

Fuente: Desarrollado por el autor

RADIO Y TELEVISIÓN

Tabla IV-LI Valores Máximos Radio y Televisión, Punto 25 "Rieles de Tren 1"

Rieles de Tren 1 Punto 25 Radio y Televisión						
Dirección: Av. Milton Reyes y Cesar Leon						
Coordenadas: 01°39' 47,5'' 78°39' 53,7''						
Cantón: Riobamba						
Punto	1	2	3	4	5	
Sub Banda	RADIODIF_ FM	TV_ABIER TA_1VHF	RADIODIF_ FM	RADIODIF_ FM	TV_ABIER TA_UHF	
Rango de frecuencias (Mhz) Desde - Hasta	88	76	88	88	512	
	108	88	108	108	608	
Latitud	01°39' 45,8'' S	01°39' 46,5'' S	01°39' 48,3'' S	01°39' 51,7'' S	01°39' 49,2'' S	
Longitud	78°39' 50,3'' W	78°39' 56,3'' W	78°39' 53,5'' W	78°39' 55,2'' W	78°39' 57,9'' W	
Campo eléctrico	E(V/m)	1,079699993	2,899000049	2,582900047	0,481572004	2,537599918
Campo magnético	H(A/m)	0,0063944	0,0075218	0,006805	0,0062371	0,0071917
Densidad de la potencia	S(W/m2)	0,014794	0,014702	0,017648	0,014929	1,7446E-06

Fuente: Desarrollado por el autor

FOTOS



PUNTO 26

CELULAR

Tabla IV-LII Valores Máximos celular, Punto 26 "Rieles de Tren 2"

Rieles de Tren 2						
Punto 26						
Celular						
Dirección: Av. Milton Reyes						
Coordenadas: 01°39' 54,9" S 78°39' 55,3" W						
Cantón: Riobamba						
N° de Medición	1	2	3	4	5	
Sub Banda	CLARO_A_ DOWN	CLARO_A_ DOWN	CLARO_A_ DOWN	CLARO_A_ DOWN	CLARO_A_ DOWN	
Rango de frecuencias (Mhz) Desde - Hasta	870	870	870	870	870	
	880	880	880	880	880	
Latitud	01°39' 52,5"	01°39' 52,6"	01°39' 53,5"	01°39' 54,2"	01°39' 55,8"	
	S	S	S	S	S	
Longitud	78°39' 59,9"	78°39' 56,3"	78°39' 57,8"	78°39' 58,4"	78°39' 57,2"	
	W	W	W	W	W	
Campo eléctrico	E(V/m)	0,031246001	0,045797002	0,033225	0,062959	0,025442
Campo magnético	H(A/m)	0,00010338	0,00011559	9,0014E-05	0,00015745	5,5293E-05
Densidad de la potencia	S(W/m2)	3,4495E-06	8,4027E-06	3,1179E-06	4,1416E-06	2,3092E-06

Fuente: Desarrollado por el autor

MAPA



Figura IV- 54 Ubicación, Punto 26 "Rieles de Tren 2"

Fuente: Desarrollado por el autor

RADIO Y TELEVISIÓN

Tabla IV-LIII Valores Máximos Radio y Televisión, Punto 26 "Rieles de Tren 2"

Rieles de Tren 2						
Punto 26						
Radio y Televisión						
Dirección:		Av. Milton Reyes				
Coordenadas:		01°39' 54,9'' S 78°39' 55,3'' W				
Cantón:		Riobamba				
Punto		1	2	3	4	5
Sub Banda		RADIODIF_ FM	RADIODIF_ FM	RADIODIF_ FM	RADIODIF_ FM	RADIODIF_ FM
Rango de frecuencias (Mhz) Desde - Hasta		88	88	88	88	88
		108	108	108	108	108
Latitud		01°39' 52,5'' S	01°39' 52,6'' S	01°39' 53,5'' S	01°39' 54,2'' S	01°39' 55,8'' S
Longitud		78°39' 59,9'' W	78°39' 56,3'' W	78°39' 57,8'' W	78°39' 58,4'' W	78°39' 57,2'' W
Campo eléctrico	E(V/m)	0,068388	0,079512	0,054981999	0,057089001	0,248270005
Campo magnético	H(A/m)	0,0001645	0,00022835	0,00013882	0,00014624	0,00062711
Densidad de la potencia	S(W/m2)	1,1088E-05	1,6657E-05	7,2271E-06	8,9236E-06	0,00013886

Fuente: Desarrollado por el autor

FOTOS



4.1.2 RESULTADOS DE LOS VALORES MÁXIMOS DE LOS PUNTOS DE MEDICIÓN DE RNI EN MERCADOS Y PARQUES

PARQUE INFANTIL

CELULAR

Tabla IV-LIV Valores Máximos celular, Parque Infantil

Parque Infantil Punto 27 Celular						
Dirección: Av. Daniel Leon Borja						
Cantón: Riobamba						
N° de Medición	1	2	3	4	5	
Sub Banda	MOVI_B_D OWN	MOVI_B_D OWN	MOVI_PCS_ DOWN	MOVI_B_D OWN	MOVI_B_D OWN	
Rango de frecuencias (Mhz)	880	880	1945	880	880	
	890	890	1950	890	890	
Latitud	01°39' 55,2'' S	01°39' 57,2'' S	01°39' 54,3'' S	01°39' 53,4'' S	01°39' 57,5'' S	
Longitud	78°39' 31,8'' W	78°39' 29,02'' W	78°39' 31,9'' W	78°39' 35,14'' W	78°39' 33,7'' W	
Campo eléctrico	E(V/m)	0,053559002	0,041439001	0,018128	0,0070551	0,011974
Campo magnético	H(A/m)	0,00018098	0,00012455	5,9651E-05	1,9583E-05	2,0713E-05
de la potencia	S(W/m2)	0,00014169	3,5186E-06	1,1286E-06	1,3014E-07	3,6199E-07

Fuente: Desarrollado por el autor

MAPA



Figura IV- 55 Ubicación, Parque Infantil

Fuente: Desarrollado por el autor

RADIO Y TELEVISIÓN

Tabla IV-LV Valores Máximos Radio y Televisión, Parque Infantil

Parque Infantil						
Radio y Televisión						
Dirección:		Av. Daniel Leon Borja				
Cantón:		Riobamba				
Punto		1	2	3	4	5
Sub Banda		RADIODIF_ FM	RADIODIF_ FM	RADIODIF_ FM	RADIODIF_ FM	RADIODIF_ FM
Rango de frecuencias (Mhz) Desde - Hasta		88	88	88	88	88
		108	108	108	108	108
Latitud		01°39' 55,2'' S	01°39' 57,2'' S	01°39' 54,3'' S	01°39' 53,4'' S	01°39' 57,5'' S
Longitud		78°39' 31,8'' W	78°39' 29,02'' W	78°39' 31,9'' W	78°39' 35,14'' W	78°39' 33,7'' W
Campo eléctrico	E(V/m)	0,095413998	0,106459998	0,080790997	0,108560003	0,106519997
Campo magnético	H(A/m)	0,00020359	0,00027574	0,00021614	0,00028061	0,00025243
Densidad de la potencia	S(W/m2)	0,00022602	0,000433454	2,0818E-05	3,2536E-05	2,5991E-05

Fuente: Desarrollado por el autor

FOTOS



PARQUE LA LIBERTAD

CELULAR RADIO Y TELEVISIÓN

Tabla IV-LXVI Valores Máximos celular, Parque la Libertad

Parque la Libertad Celular		
Riobamba		
Dirección: Veloz y Sebastián de Benalcazar		
Punto	1	
Sub Banda	CLARO_PCS_DOW N	
Rango de frecuencias (Mhz) Desde - Hasta	1965 1970	
Latitud	1° 40' 28,45" S	
Longitud	78° 38' 46,3 " W	
Campo eléctrico	E(V/m)	0,015258
Campo magnético	H(A/m)	3,107E-05
de la potencia	S(W/m2)	5,035E-07

Tabla IV-LVII Valores Máximos Radio y TV, ParqueLa Libertad

Riobamba Parque La Libertad Radio y Televisión	
Dirección:	Veloz y Sebastian de Benalcazar
Cantón:	Riobamba
Punto	1

FOTOS



eléctrico	E(V/m)	0,055658001
Campo magnético	H(A/m)	0,00016508
Densidad de la potencia	S(W/m2)	7,9726E-06

PARQUE MALDONADO

CELULAR

RADIO Y TELEVISIÓN

Tabla IV-LXVIII Valores Máximos celular, Parque Maldonado

Parque Maldonado		
Riobamba		
Dirección: Veloz y 5 de Junio		
Celular		
Punto	1	
Sub Banda	MOVI_B_UP	
Rango de frecuencias (Mhz) Desde - Hasta	835	845
Latitud	1° 40' 22,15" S	
Longitud	78° 38' 53,9 " W	
Campo eléctrico	E(V/m)	0,011742
Campo magnetico	H(A/m)	1,7049E-05
Densidad de la potencia	S(W/m2)	1,1617E-07

Maldonado

Fuente: Desarrollado por el autor

Tabla IV-LIX Valores Máximos Radio y TV,

Riobamba		
Parque Maldonado		
Radio y Televisión		
Dirección: Veloz y 5 de Junio		
Cantón: Riobamba		
Punto	1	
Sub Banda	RADIODIF_F M	
Rango de frecuencias (Mhz) Desde - Hasta	88	108
Latitud	1° 40' 22,15" S	
Longitud	78° 38' 53,9 " W	
Campo eléctrico	E(V/m)	0,047958001
Campo magnético	H(A/m)	0,00012279
Densidad de la potencia	S(W/m2)	5,7534E-06

Fuente: Desarrollado por el autor

FOTOS



MERCADO "SAN FRANCISCO"

CELULAR

Tabla IV-LXValores Máximos celular, Mercado San Francisco

Mercado San Francisco		
Riobamba		
Dirección: Primera Constituyente y Veloz		
Celular		
Punto	1	
Sub Banda	MOVI_PCS_D OWN	
Rango de frecuencias (Mhz)	1945	
Desde - Hasta	1950	
Latitud	1° 40' 29,68" S	
Longitud	78° 38' 49,5 " W	
Campo eléctrico	E(V/m)	0,0076096
Campo magnetico	H(A/m)	2,1462E-05
Densidad de la potencia	S(W/m2)	1,2694E-07

RADIO Y TELEVISIÓN

Tabla IV-LXIVValores Máximos Radio y TV, San Francisco

Riobamba		
Mercado san Francisco		
Radio y Televisión		
Dirección: Primera Constituyente y Veloz		
Cantón: Riobamba		
Punto	1	
Sub Banda	RADIODIF_F M	
Rango de frecuencias (Mhz) Desde - Hasta	88 108	
Latitud	1° 40' 29,68" S	
Longitud	78° 38' 49,5 " W	
Campo eléctrico	E(V/m)	0,053339001
Campo magnético	H(A/m)	0,00014
Densidad de la potencia	S(W/m2)	8,5764E-06

FOTOS



MERCADO “SANTA ROSA”

CELULAR

RADIO Y TELEVISIÓN

Tabla IV-LXII Valores Máximos celular, Mercado Santa Rosa

Tabla IV-LXIII Valores Máximos Radio, Santa Rosa

Riobamba Celular Mercado Santa Rosa		
Dirección: Villaroel y Pichincha		
Punto	1	
Sub Banda	CLARO_A_ UP	
Rango de frecuencias (Mhz) Desde - Hasta	825	
	835	
Latitud	1° 40' 18,5" S	
Longitud	78° 39' 15,7 " W	
Campo eléctrico	E(V/m)	0,544179976
Campo magnético	H(A/m)	0,0013865
de la potencia	S(W/m2)	0,00074028

Riobamba Mercado santa Rosa Radio y Televisión		
Dirección: <u>Veloz y 5 de Junio</u>		
Cantón: Riobamba		
Punto	1	
Sub Banda	RADIODIF_ FM	
Rango de frecuencias (Mhz) Desde - Hasta	88	
	108	
Latitud	1° 40' 22,15" S	
Longitud	78° 38' 53,9 " W	
Campo eléctrico	E(V/m)	2,357800007
Campo magnético	H(A/m)	0,0065113
Densidad de la potencia	S(W/m2)	0,015339

FOTOS



MERCADO “SAN ALFONSO”

CELULAR

RADIO Y TELEVISIÓN

Tabla IV-LXIV Valores Máximos celular, San Alfonso

Tabla LXV Valores Máximos Radio y TV, San Alfonso

Mercado San Alfonso Celular		
Riobamba		
Dirección: Junin y 5 de Junio		
Punto	1	
Sub Banda	MOVI_B_D OWN	
Rango de frecuencias (Mhz) Desde - Hasta	880	
	890	
Latitud	1° 40' 17,15" S	
Longitud	78° 38' 47,1 " W	
Campo eléctrico	E(V/m)	0,0073469
Campo magnético	H(A/m)	2,106E-05
de la potencia	S(W/m2)	1,4337E-07

Riobamba Mercado San Alfonso Radio y Televisión		
Dirección: Junin y 5 de Junio		
Cantón: Riobamba		
Punto	1	
Sub Banda	RADIODIF_ FM	
Rango de frecuencias (Mhz) Desde - Hasta	88	
	108	
Latitud	1° 40' 17,15" S	
Longitud	78° 38' 47,1 " W	
Campo eléctrico	E(V/m)	0,055213999
Campo magnético	H(A/m)	0,00014427
de la potencia	S(W/m2)	8,0495E-06

FOTOS



UBICACIÓN DE LOS PARQUES Y PLAZAS QUE SE HAN MEDIDO LOS NIVELES DE RADIACIÓN

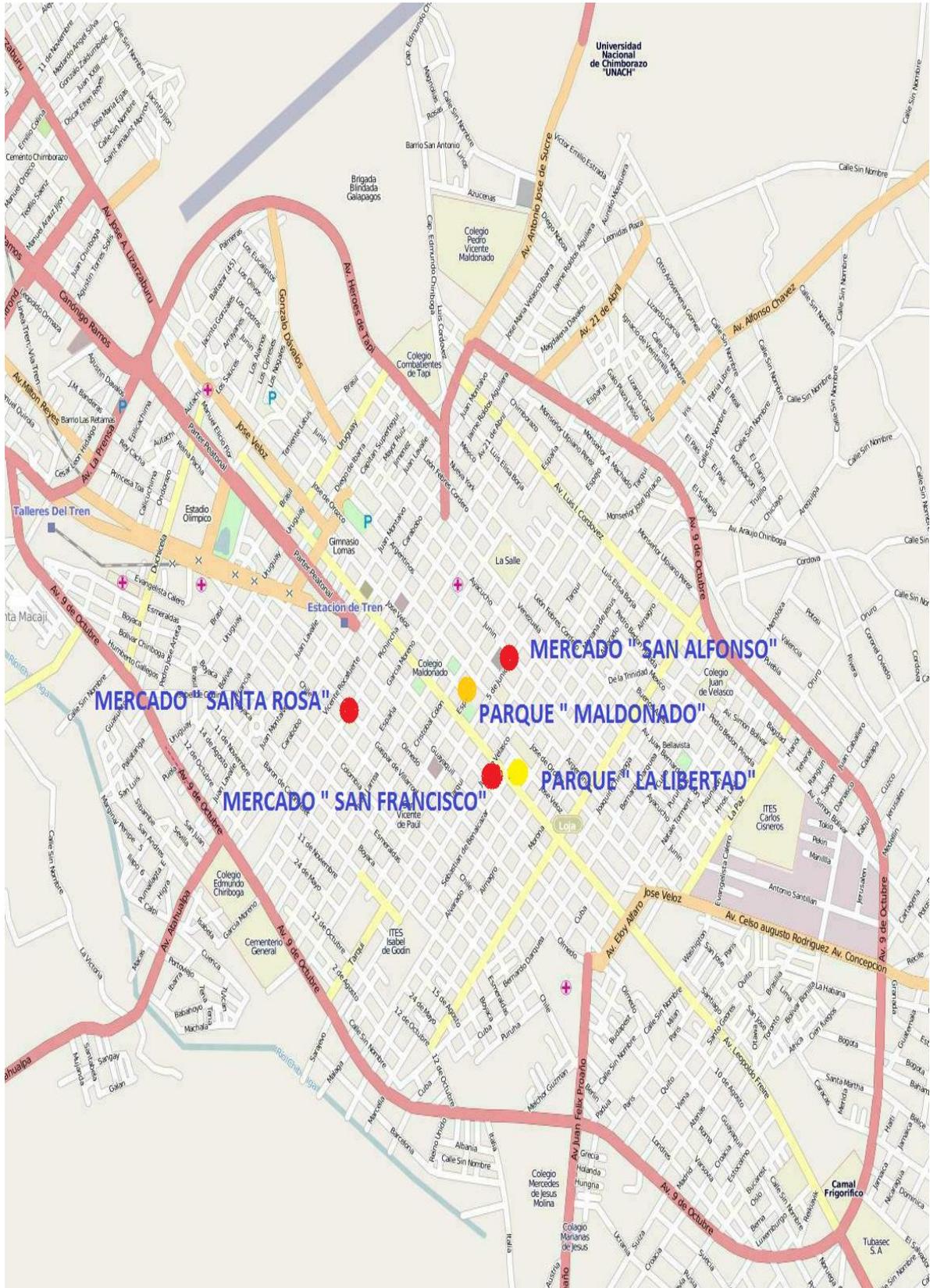


Figura IV- 56 Ubicación, Parque y Mercados Medidos

Fuente: Desarrollado por el autor

4.1.3 RESULTADOS DE VALORES MAXIMOS DE MEDICIONES DE RNI EN EL CERRO CACHA

Para un mejor análisis de la radiaciones no ionizantes emitidas por las antenas de radio, televisión y celular, se ha procedido a tomar puntos de mediciones en el cerro cacha, ya que es aquí donde están ubicadas la mayoría de antenas transmisoras de radio y televisión, tomando así 4 puntos de medición en la cima del cerro cacha (junto a las antenas), como también 3 puntos de medición en los alrededores del cerro, es decir, en las comunidades aledañas, como son las comunidades “Amula Shiwiquis” y la comunidad “Verde Pamba”, las cuales están situadas en las cercanías del cerro cacha.

A continuación en la tabla IV-LXVI se presenta los valores máximos de RNI en las frecuencias de celular y en la tabla IV-LXVII los valores máximos de RNI en las frecuencias de Radio y Televisión, seguido de esta información en la Figura IV-57 se muestra la ubicación de los puntos que se ha medido en el cerro cacha.

CERRO CACHA

CELULAR

Tabla IV-LXVI Valores Máximos celular, Cerro Cacha

CACHA								
Celular								
Dirección: Cerro Cacha								
Coordenadas: 01°41' 33,3'' S 78°42' 57,4'' W								
Parroquia: Cacha								
N° de Medición	1	2	3	4	5	6	7	
Sub Banda	MOVI_B_UP	MOVI_B_UP	MOVI_B_UP	MOVI_B_UP	MOVI_B_UP	MOVI_B_UP	MOVI_B_UP	
Rango de frecuencias (Mhz) Desde - Hasta	835	835	835	835	835	835	835	
	845	845	845	845	845	845	845	
Latitud	01°41' 33,7''	01°41' 35,6''	01°41' 34,7''	01°41' 32,1''	01°41' 33,9''	01°41' 43,4''	01°42' 20,7''	
	S	S	S	S	S	S	S	
Longitud	78°42' 57,9''	78°42' 58,7''	78°42' 59,8''	78°42' 56,5''	78°42' 19,7''	78°42' 36,9''	78°42' 4,46''	
	W	W	W	W	W	W	W	
Campo eléctrico	E(V/m)	1,620339997	1,668939995	2,66376999	2,666770013	1,661309995	1,647890009	1,683479989
Campo magnético	H(A/m)	0,0017046	0,0017665	0,001778	0,05503	0,0016614	0,0074812	0,018191
Densidad de la potencia	S(W/m2)	0,0001092	0,0001642	0,001488	0,05799	0,000689	0,000414999	1,48E-11

RADIO Y TELEVISIÓN

Tabla IV-LXVII Valores Máximos Radio y Televisión, Cerro Cacha

CACHA							
Radio y Televisión							
Dirección: Cerro Cacha							
Coordenadas: 01°41' 33,3'' S 78°42' 57,4'' W							
Parroquia: Cacha							
Punto	1	2	3	4	5	6	7
Sub Banda	RADIODIF_ FM						
Rango de frecuencias (Mhz) Desde - Hasta	88 108						
Latitud	01°41' 33,7'' S	01°41' 35,6'' S	01°41' 34,7'' S	01°41' 32,1'' S	01°41' 33,9'' S	01°41' 43,4'' S	01°42' 20,7'' S
Longitud	78°42' 57,9'' W	78°42' 58,7'' W	78°42' 59,8'' W	78°42' 56,5'' W	78°42' 19,7'' W	78°42' 36,9'' W	78°42' 4,46'' W
Campo eléctrico E(V/m)	4,389999866	5,667200089	4,328999996	3,863399982	0,883700013	0,988009989	0,469159991
Campo magnético H(A/m)	0,011605	0,014861	0,0060883	0,004593	0,0023382	0,0026331	0,0012494
Densidad de la potencia S(W/m2)	0,039209001	0,068255998	0,023600999	0,0088165	0,0018936	0,0027027	0,00049077

Fuente: Desarrollado por el autor

FOTOS



MAPA

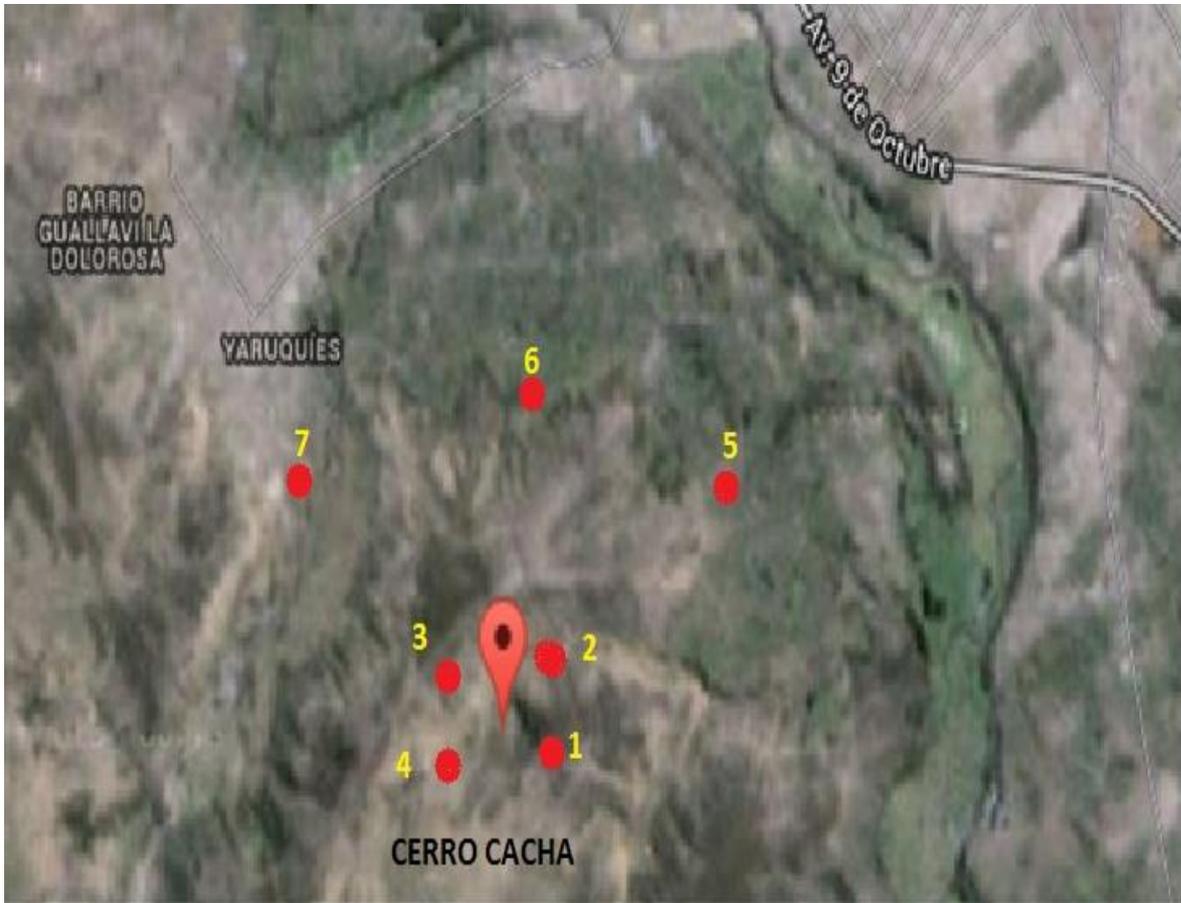


Figura IV- 57 Ubicación de puntos de medición de Cerro Cacha

Fuente: Desarrollado por el autor

4.2 COMPARACIÓN ENTRE LOS MÁXIMOS VALORES DE LAS MEDICIONES OBTENIDAS DE RNI CON RESPECTO A LOS LÍMITES DE LA NORMA (ICNIRP - UIT)

Para tener una idea más clara de que confiables son los niveles de radiación que se encuentran emitiendo las antenas de radio, televisión y celular en la ciudad de Riobamba, se ha procedido a realizar unos cuadros comparativos entre los máximos niveles que se ha medido con respecto a los niveles límites de radiación que recomienda la ICNIRP.

En los cuadros comparativos siguientes se mostrará un solo nivel límite el cual corresponde a las normas ICNIRP Y UIT ya que la norma UIT fue desarrollada en

base a las recomendaciones de la norma ICNIRP, por lo cual tienen los mismos niveles límites de radiación recomendados.

4.2.1 COMPARACIÓN CON FRECUENCIAS DE RADIO Y TELEVISIÓN

Radio y Tv		
N	Nombre	Frecuencia (MHZ)
1	La Florida	88 - 108
2	Riobamba Oeste	88 - 108
3	La Condamine	88 - 108
4	Edificio Costales	88 - 108
5	Plaza Roja	88 - 108
6	Santa Rosa	88 - 108
7	Loma de Quito 1	88 - 108
8	Loma de Quito 2	88 - 108
9	ESPOCH 1	88 - 108
10	ESPOCH 2	88 - 108
11	El Galpón	88 - 108
12	Villa Maria	88 - 108
13	UNACH	88 - 108
14	Riobamba Sur	88 - 108
15	CNT	88 - 108
16	UNACH	88 - 108
17	GALAPAGOS	88 - 108
18	La Vasija 1	88 - 108
19	La Vasija 1	88 - 108
20	Parque Industrial 1	88 - 108
21	Parque Industrial 2	88 - 108
22	El Cisne	88 - 108
23	Zeus	88 - 108
24	Gasolinera ESPOCH	88 - 108
25	Rieles de Tren 1	88 - 108
26	Rieles de Tren 2	88 - 108

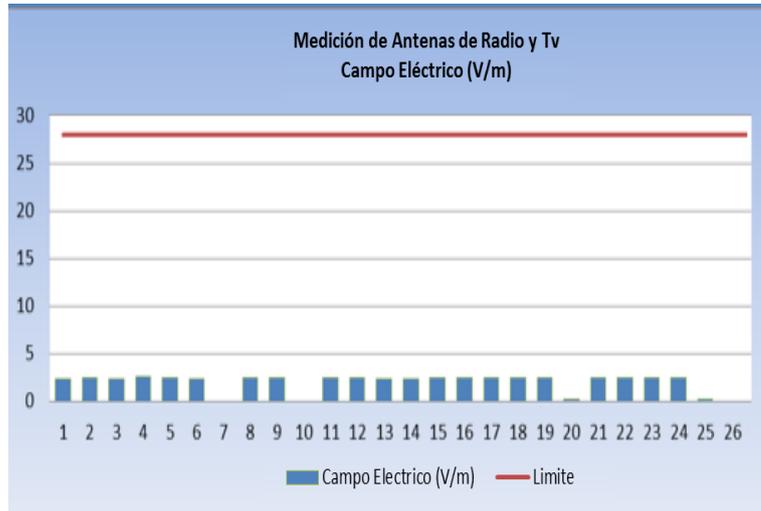
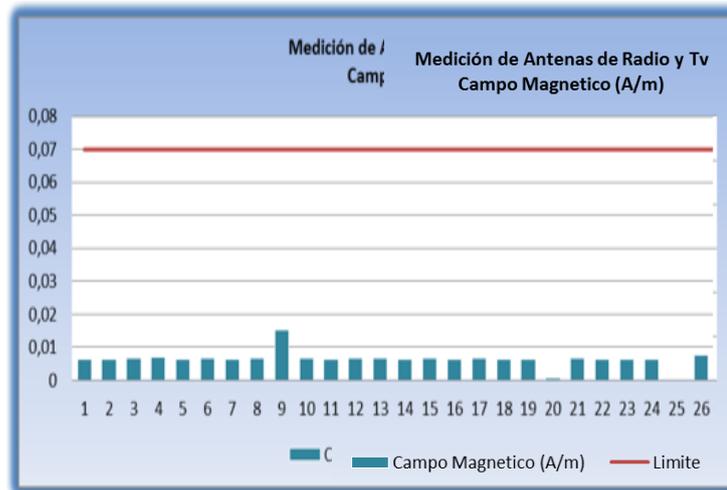


Figura IV-58 Comparación de campo eléctrico con Limite (ICNIRP-UIT)

Fuente: Desarrollado por el autor

Figura IV-59 Comparación de Campo Magnético con Limite (ICNIRP-UIT)

Fuente: Desarrollado por el autor



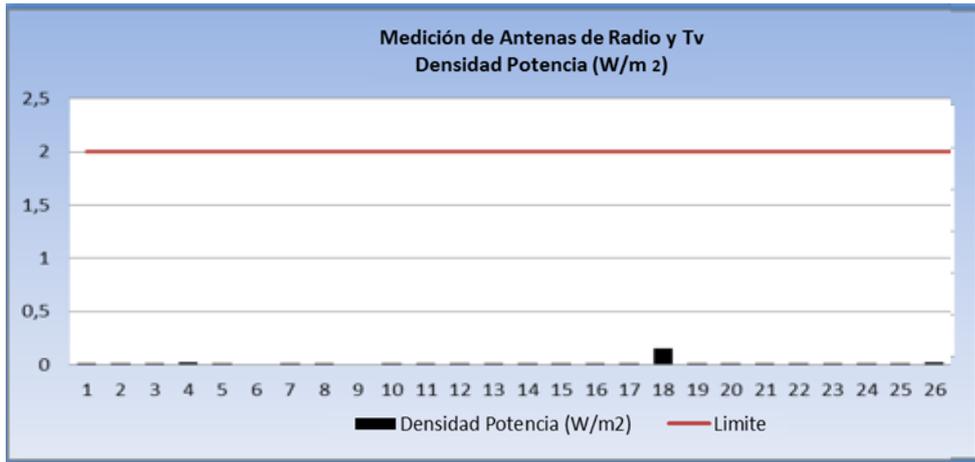


Figura IV- 60 Comparación de Potencia con Limite (ICNIRP-UIT)

Fuente: Desarrollado por el autor

CERRO CACHA

N	Nombre
1	CERRO CACHA
2	COMUNIDADES ALEDAÑAS

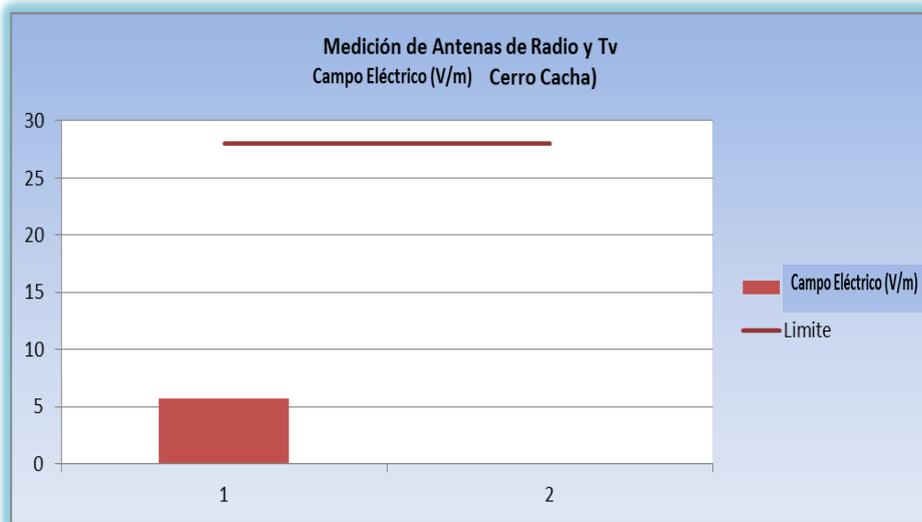


Figura IV- 61 Comparación de campo eléctrico con Limite (ICNIRP-UIT) en el Cerro Cacha

Fuente: Desarrollado por el autor

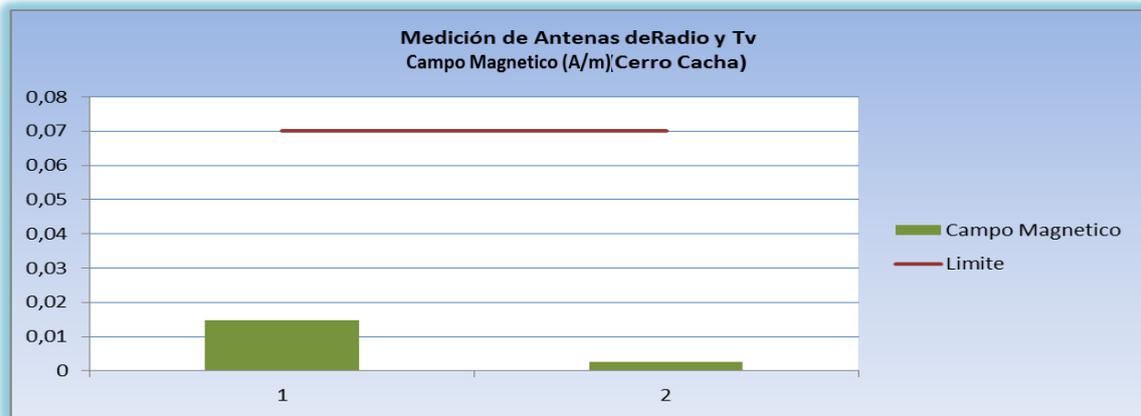


Figura IV- 62 Comparación de Campo Magnético con Limite (ICNIRP-UIT) en el Cerro Cacha

Fuente: Desarrollado por el autor

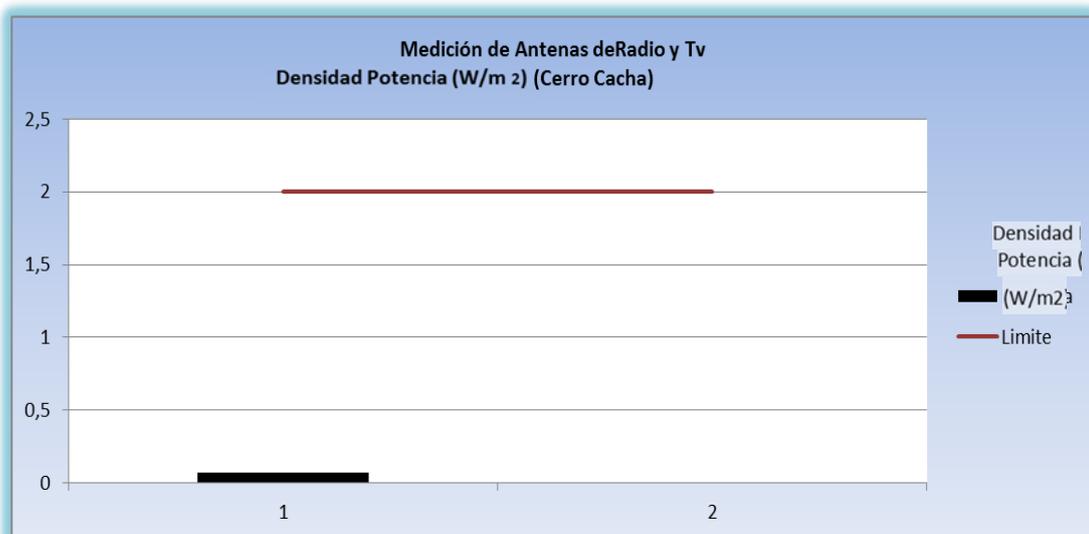


Figura IV- 63 Comparación de Campo Magnético con Limite (ICNIRP-UIT) en el Cerro Cacha

Fuente: Desarrollado por el autor

4.22 COMPARACIÓN CON FRECUENCIAS DE TELEFONÍA CELULAR

Para comparar los valores máximos de las frecuencias de telefonía celular con valores los límites de las normas (ICNIRP- UIT) se ha realizado la tabla IV-LXVIII, ya que los valores

limites no son fijos y que varían de acuerdo a la frecuencia en el cual se están transmitiendo la Radiación No Ionizante de las diferentes radiobases.

Tabla IV-LXVIII valores máximos calculados

Tipo de exposición	Frecuencias	Intensidad de campo eléctrico	Intensidad de campo magnético	Densidad de potencia de Onda Plana Equivalente
	f (MHz)	E (V/m)	H (A/m)	S (W/m ²)
Ocupacional	850	87,46427842	0,233238076	21,25
	869	88,43641784	0,235830448	21,725
	870	88,48728722	0,235966099	21,75
	880	88,9943818	0,23731835	22
	890	89,49860334	0,238662942	22,25
	891,5	89,5739918	0,23886398	22,2875
Poblacional	850	40,08779428	0,10787261	4,25
	869	40,5333581	0,10907158	4,345
	870	40,5566733	0,10913432	4,35
	880	40,7890917	0,10975974	4,4
	890	41,02019319	0,110381610	4,45
	891,5	41,05474622	0,11047459	4,4575
Ocupacional	1900	130,7669683	0,348711915	47,5
	1945	132,306462	0,35281723	48,625
	1965	132,9849616	0,354626564	49,125
Poblacional	1900	59,93486047	0,161279261	9,5
	1945	60,6404619	0,16317797	9,725

	1965	60,95144071	0,164014786	9,825
--	------	-------------	-------------	-------

Fuente: Norma ICNIRP

Tabla IV-LXIX Frecuencias de valores máximos calculados

CELULAR		
N	Nombre	Frecuencia (MHZ)
1	La Florida	880 - 890
2	Riobamba Oeste	880 - 890
3	La Condamine	870 - 880
4	Edificio Costales	880 - 890
5	Plaza Roja	870 - 880
6	Santa Rosa	835 - 845
7	Loma de Quito1	870 - 880
8	Loma de Quito 2	1945 - 1950
9	ESPOCH 1	870 - 880
10	ESPOCH 2	870 - 880
11	El Galpón	870 - 880
12	Villa Maria	880 - 890
13	UNACH	870 - 880
14	Riobamba Sur	880 - 890
15	CNT	1975 - 1990
16	UNACH	880 - 890
17	GALAPAGOS	880 - 890
18	La Vasija 1	880 - 890
19	La Vasija 1	870 - 880
20	Parque Industrial 1	870 - 880
21	Parque Industrial 2	870 - 880
22	El Cisne	880 - 890
23	Zeus	1965 - 1970
24	Gasolinera ESPOCH	880 - 890
25	Rieles de Tren 1	1945 - 1950
26	Rieles de Tren 2	870 - 880

Fuente: Desarrollado por el Autor

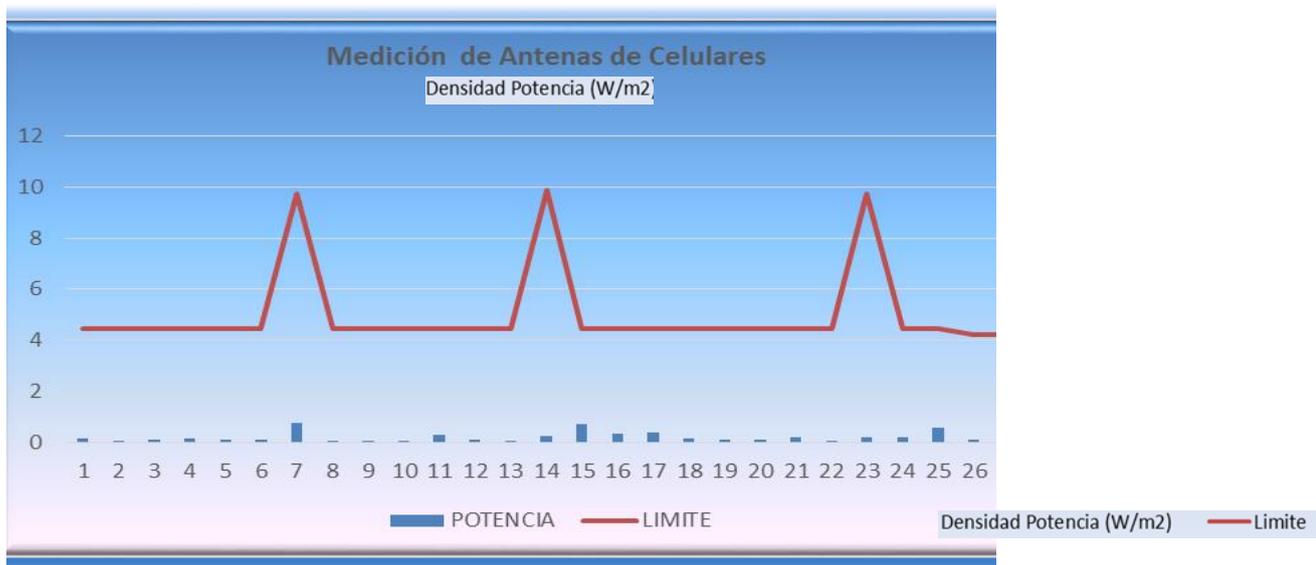
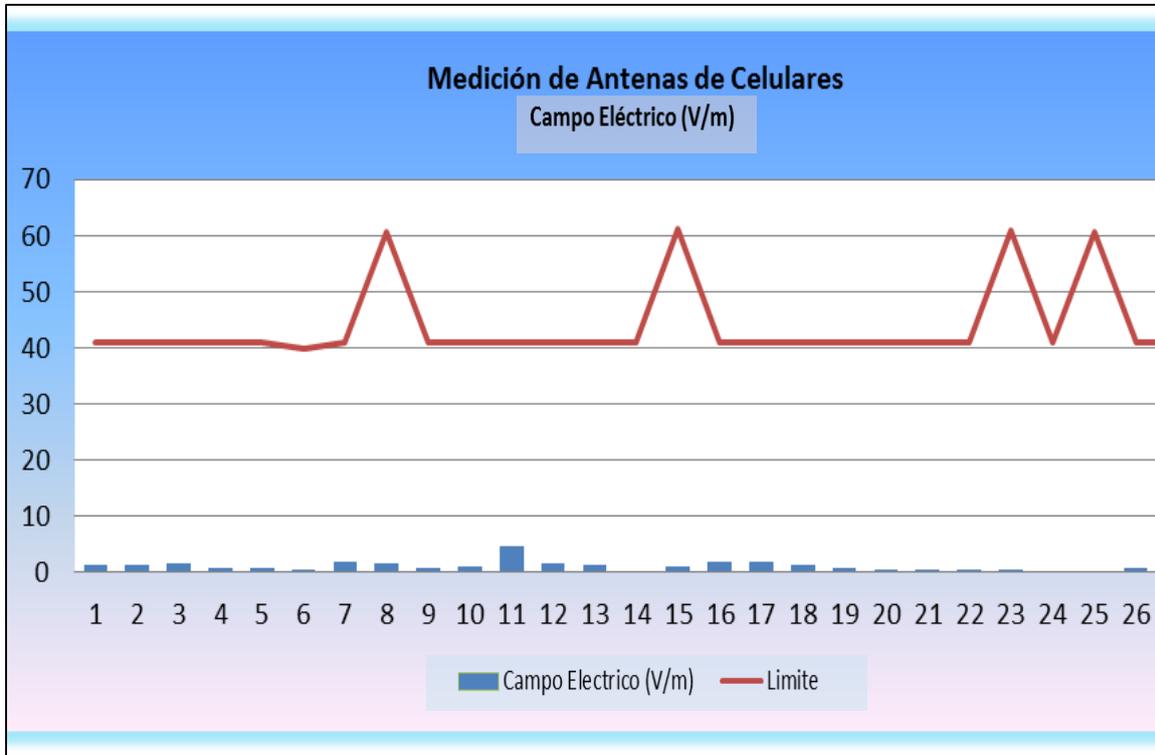


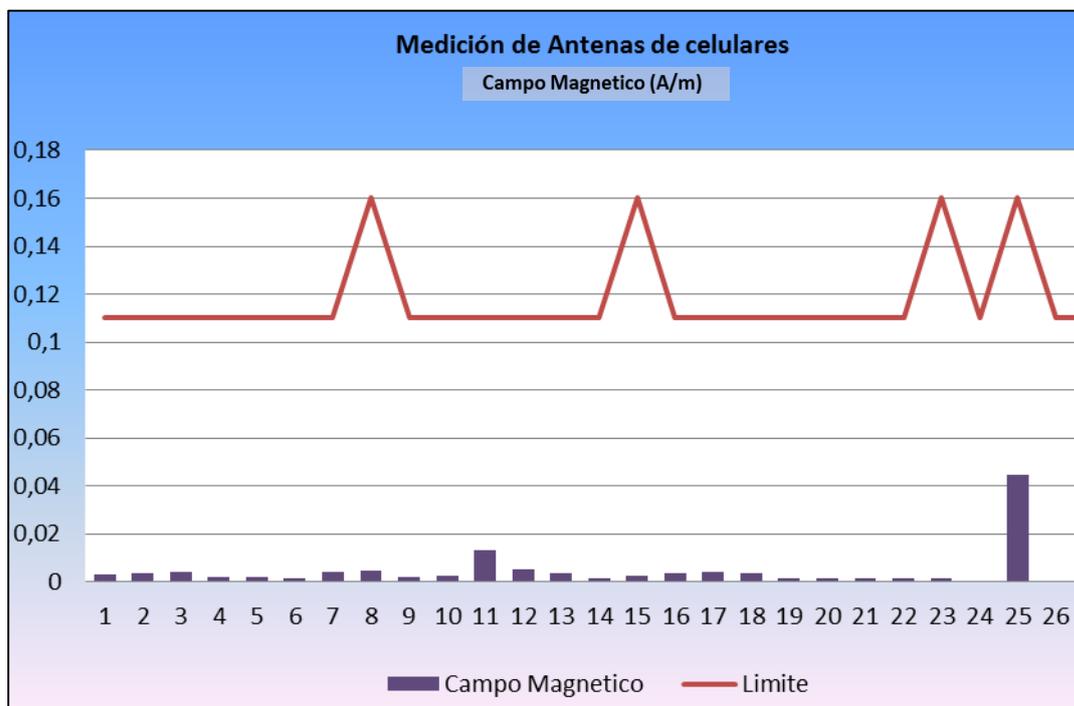
Figura IV- 64 Comparación de Densidad de Potencia (Celular) con Limite (ICNIRP-UIT)



Fuente: Desarrollado por el autor

Figura IV- 65 Comparación de campo eléctrico (Celular) con Limite (ICNIRP-UIT)

Fuente: Desarrollado por el autor



Campo Magnetico (A/m) — Limite

Figura IV- 66 Comparación de Campo Magnético (Celular) con Limite (ICNIRP-UIT)

Fuente: Desarrollado por el autor

Análisis:

- El Punto que más Potencia presentó es el punto 18 (La Vasija 1), esto se debe a que en aquella zona existen dos radiobases celular a pocos metros de distancia.
- El campo Eléctrico más alto con respecto a frecuencias celulares fue el punto 11 (El galpón), y en especial la radiación más intensa está apuntando a la parte Oeste de la ciudad.
- Como se ha podido observar en los gráficos, los niveles de radiación de celular, radio y televisión se encuentran muy debajo de los límites permitidos.
- Con las mediciones realizadas en el cerro Cacha se ha obtenido un panorama más claro de cuál es la radiación sin atenuaciones que emiten las antenas transmisoras de dicho lugar, y cuál es el nivel de radiación que llega a la ciudad de Riobamba.

4.5 DATOS EPIDEMIOLOGICOS DE PERSONAS QUE TIENEN CANCER Y LEUCEMIA RECIDENTES EN LA CIUDAD DE RIOBAMBA

Como siguiente paso en el proceso investigativo se ha procedido a indagar cuantas personas en la ciudad de Riobamba tienen cáncer o leucemia y en qué dirección viven, para que así podamos realizar una comparación con las ubicaciones de las antenas instaladas, y de esta forma poder hacer una correlación si estas personas viven o no en su mayoría en las cercanías de las antenas transmisoras.

Para esto se ha procedido a recolectar los datos epidemiológicos, gracias a la colaboración del Hospital Provincial Docente y al departamento de estadística de la misma, la información que se ha podido recopilar de las personas afectadas con las enfermedades ya

mencionadas desde hace 5 años en adelante y que servirá para realizar el respectivo análisis.

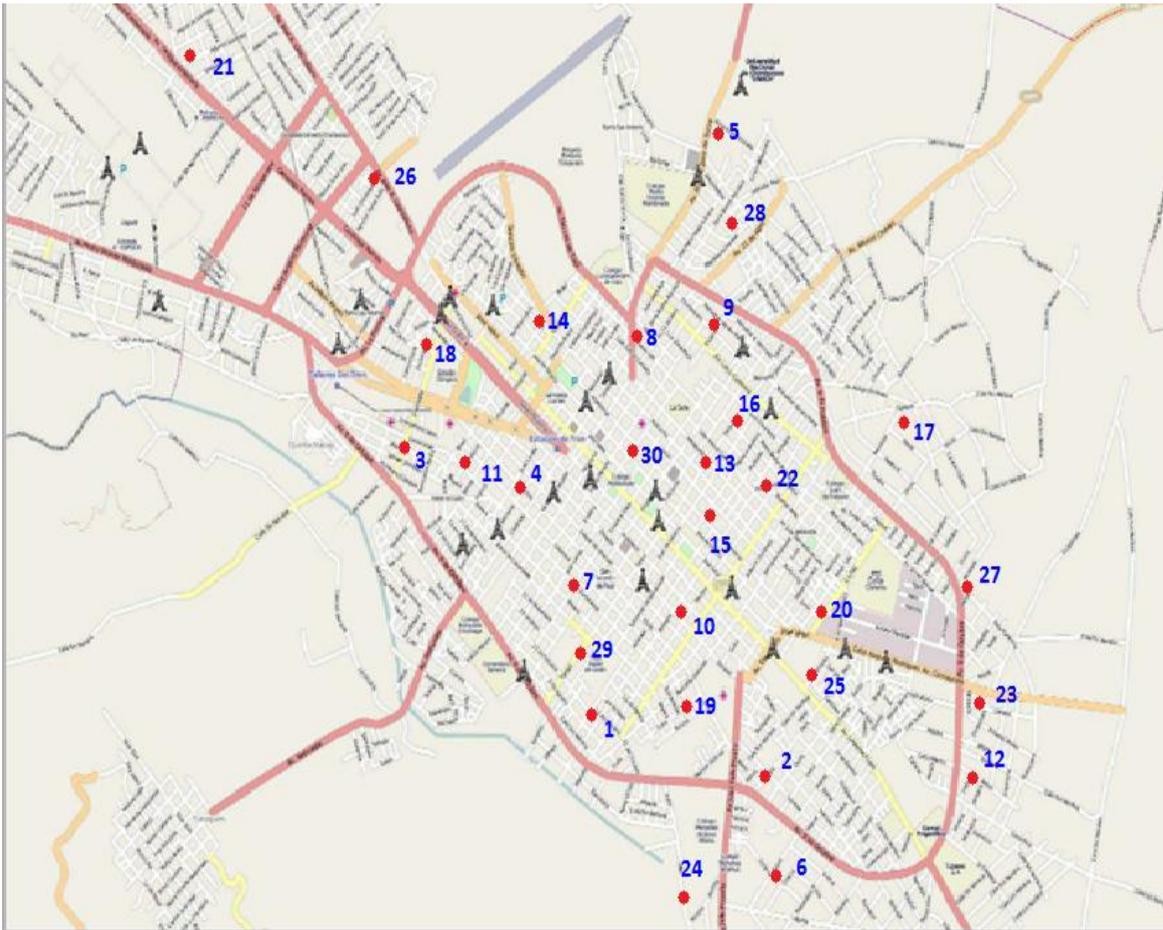
Por cuestiones de confidencialidad no se publicará los nombres de las personas con dichas enfermedades, sino simplemente: edad, dirección domiciliaria, diagnóstico médico y año que se detectó la enfermedad como se puede apreciar en la tabla IV-LXX

También se ha ubicado las direcciones en el mapa e dichas personas junto con las antenas instaladas para emitir un mejor criterio. Figura IV-67

Tabla IV-LXX Datos de personas con cáncer o Leucemia en la ciudad de Riobamba

Edad	Diagnostico	Direccion
2009		
74	Cáncer Basocelular	11 de Noviembre y Tarqui 99 - 13
81	Cáncer de Pancreas	Ayacucho y Colon 102 - 29
54	Cáncer de Cervix	Italia y Barcelona 45 - 15
25	Leucemia Mieloide	Orozco y Diego de Ibarra 04 - 48
78	Leucemia Linfoblastica	Cuzco y Rivera 715
2010		
34	Cáncer de Mamas	Jose Iizarzaburu y Joaquin Chiriboga
75	Cáncer Endometrial	Cuba y Argentinos 25 - 22
20	Leucemia Lenfoblastica	Tarqui y Borja
76	Cáncer Gastrico	Reina Pacha y Autachi
49	Cáncer de Estomago	Boyaca y Duchicela
74	Cáncer Esofagico	Ayacucho y La Paz
35	Cáncer de Cervix	Morona y Chile
38	Cáncer de Cervix	Esmeraldas y Juan Larrea 11 - 09
2011		
47	Cáncer de Cervix	Junin y Brasil
40	Cáncer Gastrico	Junin y Tarqui
31	Cáncer de Estomago	Av. 9 de Octubre y Medellin
50	Cáncer de Cervix	Cordova y Mendoza
63	Cáncer de Vias Biliares	Almagro y Mexico
3	Leucemia Linfoceteca	Borja y Tarqui
2012		
67	Cáncer Esofagico	Juan La valle y Chile
44	Cáncer Gastrico	Guayaquil y 5 de Junio
35	Cáncer de Utero	Av Antonio Jose y Victor Estrada
20	Leucemia Linfocitica	España y Chimborazo
79	Cáncer Gastrico	Esmeraldas y Juan Larrea 11 - 09
66	Cáncer de Estomago	Nuevas York y Juan Montalvo
53	Cáncer	Orozco y Jacinto Gonzalez
2013		
71	Cáncer de Baso Celular	Alvarado y 12 de Octubre
27	Cáncer de Pulmon	Venezuela y Almagro
39	Cáncer de Cervix	Jaime Roldos y Diego Noboa
74	Cáncer Basocelular	11 de Noviembre y Tarqui

Fuente: Hospital General Docente



*Figura IV- 67*Ubicación de personas con cáncer o Leucemia

Fuente: Desarrollado por el autor

Análisis:

- De acuerdo a los niveles máximos de radiación emitidas por las normas UIT-ICNIRP, los niveles de radiación que propagan las radiobases de la ciudad de Riobamba no producirían efecto adverso en las personas, sin embargo no se dice nada, de los límites inferiores de radiación a largo plazo.
- En la tabla VI.LXX se puede apreciar un 45% de las personas que tienen estas enfermedades son personas de avanzada edad.

4.6 ENCUESTA

Al momento de realizar una encuesta uno de los aspectos más importantes es identificar cual es la muestra y a quien va dirigido, por lo cual se ha establecido una encuesta de 10 preguntas dirigidas hacia las personas que están cerca de las antenas transmisoras y por ende a los puntos estratégicos que hemos tomado en consideración para nuestras

mediciones, los cuales son 26 puntos, como siguiente paso se procederá a tomar una muestra de la población

4.6.1 TOMA DE LA MUESTRA

Para calcular el tamaño de la muestra suele utilizarse la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N\sigma^2Z^2}{(N-1)e^2 + \sigma^2Z^2}$$

Donde:

n = el tamaño de la muestra.

N = tamaño de la población.

σ = Desviación estándar de la población que, generalmente cuando no se tiene su valor suele utilizarse un valor constante de 0,5.

Z = Valor obtenido mediante niveles de confianza. Es un valor constante que, si no se tiene su valor, se lo toma en relación al 80% de confianza equivale a 1,28.

e = Límite aceptable de error muestral que, generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor de 5% es decir 0,05.

Con esa fórmula procedemos a calcular nuestra muestra teniendo en cuenta que la población Riobamba es 263.412, por lo cual los siguientes valores de las variables quedan de la siguiente manera:

$$N = 263.412$$

$$\sigma = 0,5.$$

$$Z = 1,28$$

$$e = 0,05$$

Con los valores de las variables nos da como resultado la muestra:

$$n = 163,73$$

Nuestra muestra le dividimos para los 26 puntos que hemos medido y nos da como resultado, $163,73 / 26 = 6,29$; Por lo cual se realizara 7 encuestas en cada punto medio dando como resultado $7 * 26 = 182$ encuestas a realizar.

4.6.2 PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO
Facultad de Informática y Electrónica
Escuela de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones

1. ¿Desde qué tiempo vive en esta dirección?

Años	N° de personas
1 - 3 años	13
4 - 6 años	82
7 - 10 años	53
Más de 10 años	34
Total	182

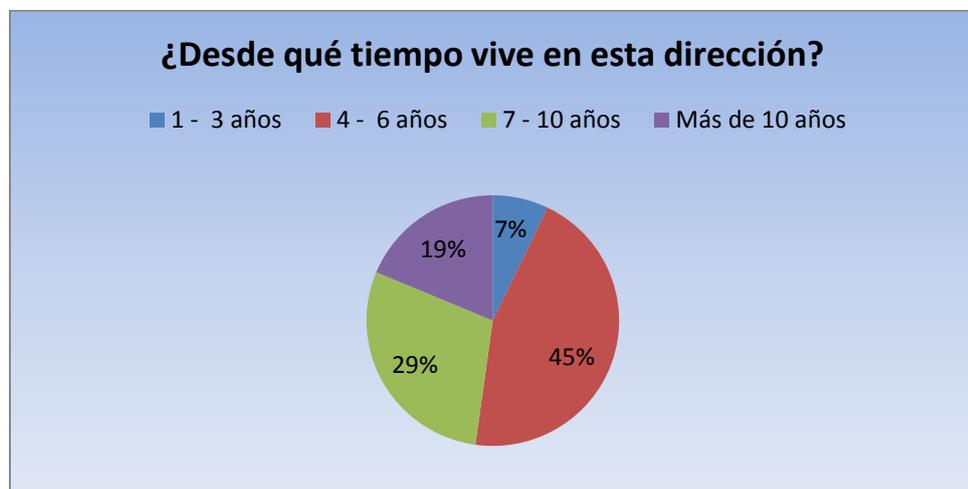


Figura IV- 68 Representación gráfica de respuesta 1

Fuente: Desarrollado por el autor

Interpretación:

45% de los ciudadanos que viven aledaños a una antena sea esta de radio, televisión o celular viven ahí de 4 a 6 años, mientras que un 29 % ha vivido cerca de las antenas de 7 a 10 años, esta población es la base para obtener nuestros resultados, ya que son las personas que más tiempo han vivido cerca de las antenas.

2. ¿Qué tiempo lleva instalada la antena en su domicilio?

Años	N° de personas
Menos de un año	7
1 - 3 años	27
4 - 6 años	54
7 - 10 años	51
Más de 10 años	43
Total	182

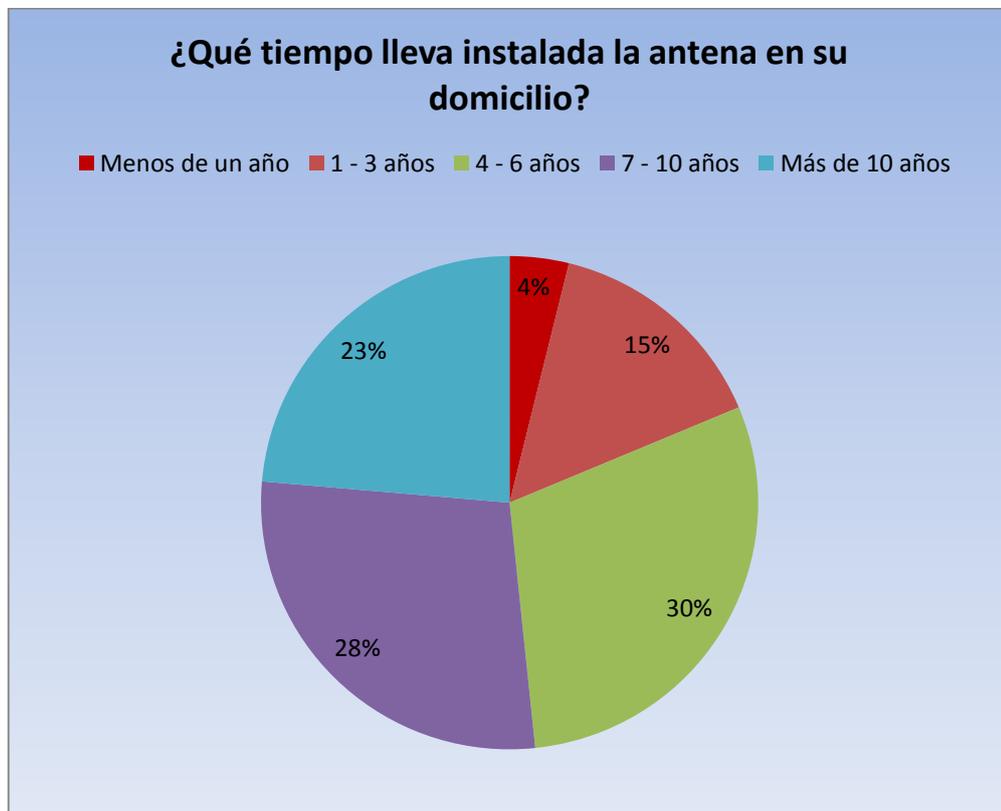


Figura IV- 69 Representación gráfica de respuesta 2

Fuente: Desarrollado por el autor

Interpretación:

Un 30% asegura que la antena instalada cerca de su domicilio lleva de 4 a 6 años y un 28 % manifiesta que la antena esta instala de 7 a 10 años, esta es la ciudadanía que nos ayudara a verificar el nivel de peligro que tienen o no el vivir cerca de una antena.

No así el 4% que manifiesta que la antena está instalada menos de un año.

3. ¿Cuántas horas por día aproximadamente pasa en su casa?

Horas	N° de personas
5 - 8 horas	27
9 -12 horas	112
13 horas en adelante	43
Total	182

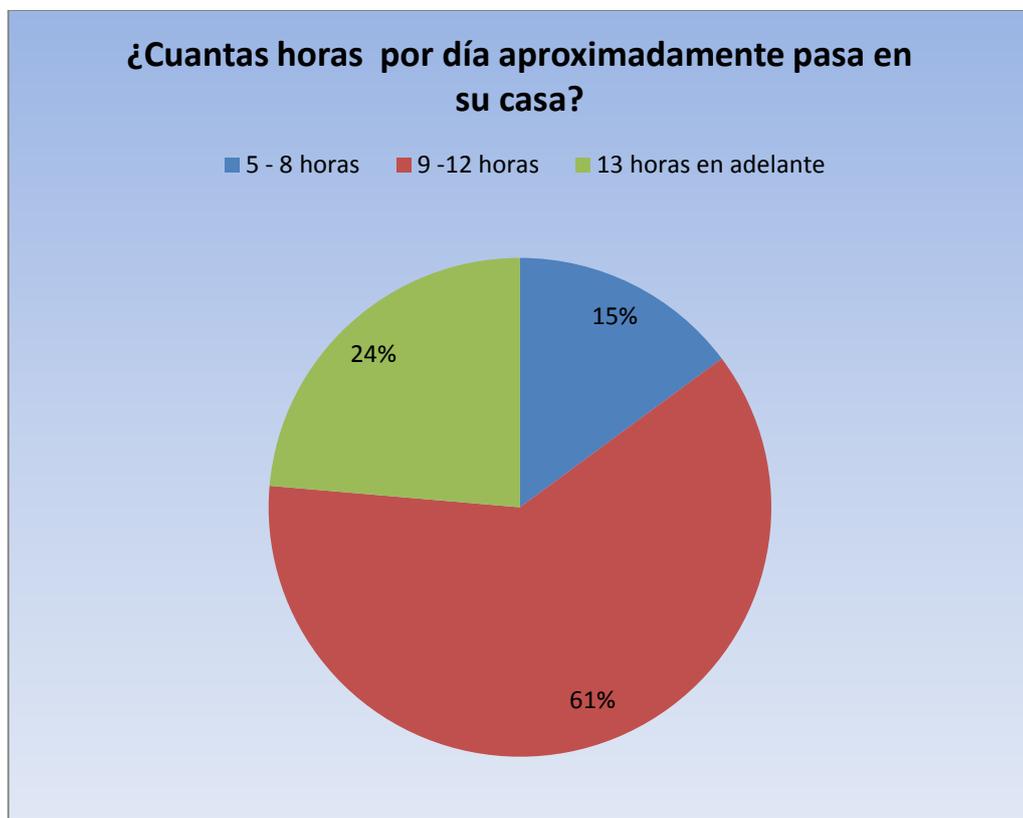


Figura IV- 70 Representación gráfica de respuesta 3

Fuente: Desarrollado por el autor

Interpretación:

El 61 % de ciudadanía manifiesta que pasa en su casa de 9 a 12 horas y el 24 % manifiesta que 13 horas en adelante pasa en su casa.

También podemos apreciar que la mayoría de las personas pasan en promedio de 9 a 12 horas en sus hogares.

4. ¿Ha tenido dolores de cabeza y con qué frecuencia?

Días	N° de personas
Nunca	22
A veces	134
Casi Siempre	26
Total	182

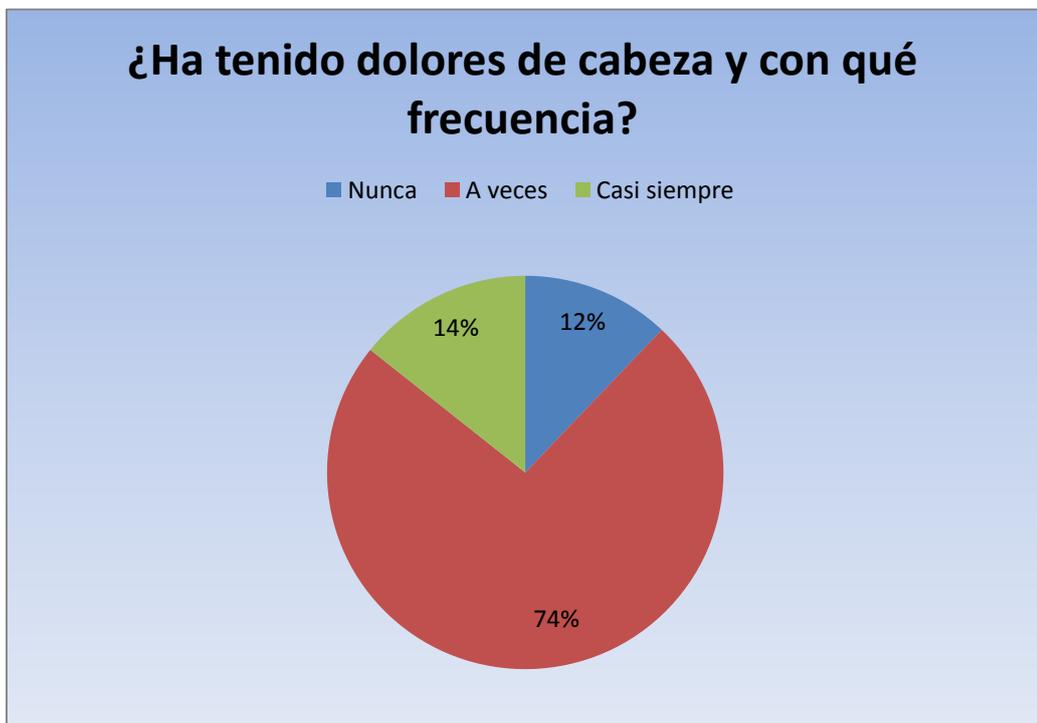


Figura IV- 71 Representación gráfica de respuesta 4

Fuente: Desarrollado por el autor

Interpretación:

Uno de los supuestos síntomas que presenta el vivir cerca de las antenas es el dolor de cabeza, es por ello que podemos observar que un 74% manifiesta que el dolor de cabeza es a veces;

Mientras que casi siempre está representado por un 14 %

5. ¿Ha padecido de Insomnio últimamente?

Tiempo	N° personas
Nunca	102
Pocas veces	55
Muchas veces	25
Total	182



Figura IV- 72 Representación gráfica de respuesta 5

Fuente: Desarrollado por el autor

Interpretación:

En el presente gráfico nos muestra que el 56% de personas encuestadas no han tenido insomnio mientras que el 14% han tenido muchas veces insomnio..

6. ¿Ha tenido algún problema con su sistema nervioso?

Respuesta	Nº personas
Sí	67
No	115
Total	182



Figura IV- 73 Representación gráfica de respuesta 6

Fuente: Desarrollado por el autor

Interpretación:

Con respecto a la alteración del sistema nervioso como podemos ver un 63% respondió que no presenta algún problema del sistema nervioso mientras que un 37% respondió que sí.

7. ¿Padece algunos de estos síntomas?: Palpitaciones, pérdida de apetito, mareo leve, asfixia o sudoración, ligeros aumentos de temperaturas

Padece	Nº personas
Si	44
No	138
Total	182

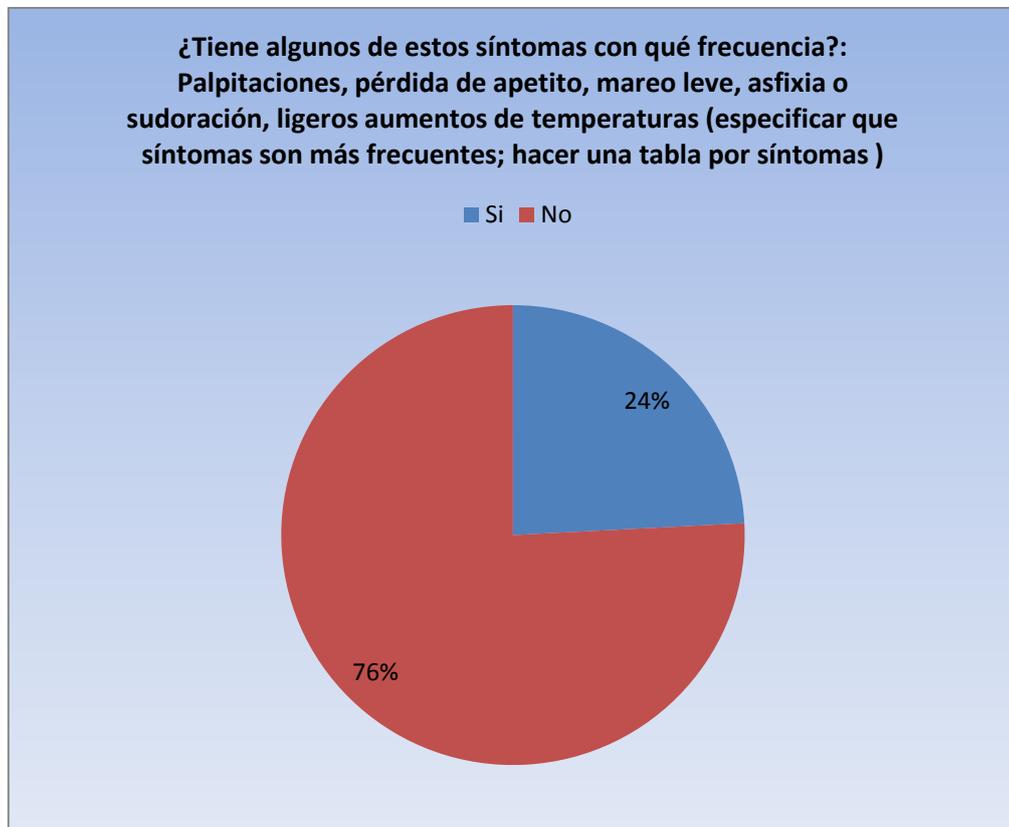


Figura IV- 74 Representación gráfica de respuesta 7

Fuente: Desarrollado por el autor

Interpretación:

El vivir cerca de las antenas de radio, televisión o celular, puede traer posibles problemas a nuestro cuerpo alguno de estos síntomas son: Palpitaciones, pérdida de apetito, mareo leve, asfixia o sudoración y ligeros aumentos de temperaturas, por lo cual podemos ver que un 24 % de

nuestros encuestados presentan estos problemas mientras que el 76% no lo presenta.

8. ¿Qué síntomas padece?

Síntomas	Nº de personas
Palpitaciones	5
Perdidas de apetito	11
Mareo Leve	6
Asfixia o sudoración	8
Ligeros aumentos de temperaturas	14
Total	44

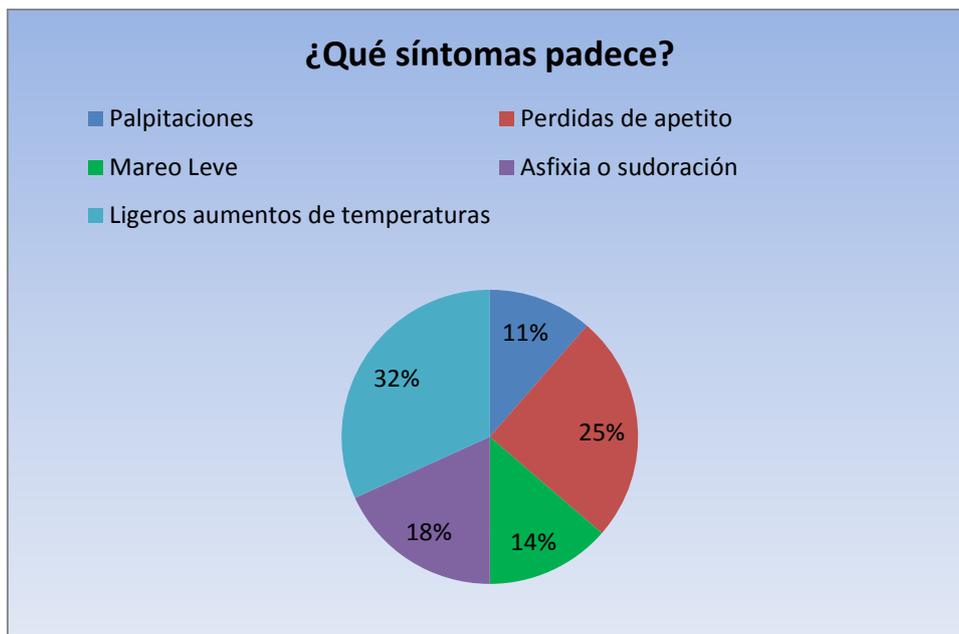


Figura IV- 75 Representación gráfica de respuesta 8

Fuente: Desarrollado por el autor

Interpretación:

En esta pregunta nuestra población es de 44 personas ya que en la pregunta anterior se detectó si presentan o no problemas de alguno de los síntomas anteriormente mencionados y 44 personas nos dijeron que si; en esta pregunta averiguamos que síntoma es el más común que padecen los encuestados y un 32% contestó que padecen de ligeros aumentos de temperatura, seguido de un 25% que pertenece a pérdidas de apetito puedo

decir que estos son los síntomas más detectados por las personas que viven cerca de una antena de radio, televisión o celular

9. ¿Alguna persona que habite en su vivienda utiliza marcapaso?

Respuesta	Nº persona
Si	10
No	172
Total	182



Figura IV- 76 Representación gráfica de respuesta 9

Fuente: Desarrollado por el autor

Interpretación:

En esta pregunta 95% de encuestados nos respondieron que no hay alguna persona de su vivienda que utilice marcapasos mientras que un 5% que corresponde a 10 personas nos respondieron que sí.

10. Que edades tienen las personas que ocupan celular en su casa

Años	Nº personas
9 – 18	38
19 – 28	43
29 – 38	52
39 – 48	26
49 en adelante	23
total	186

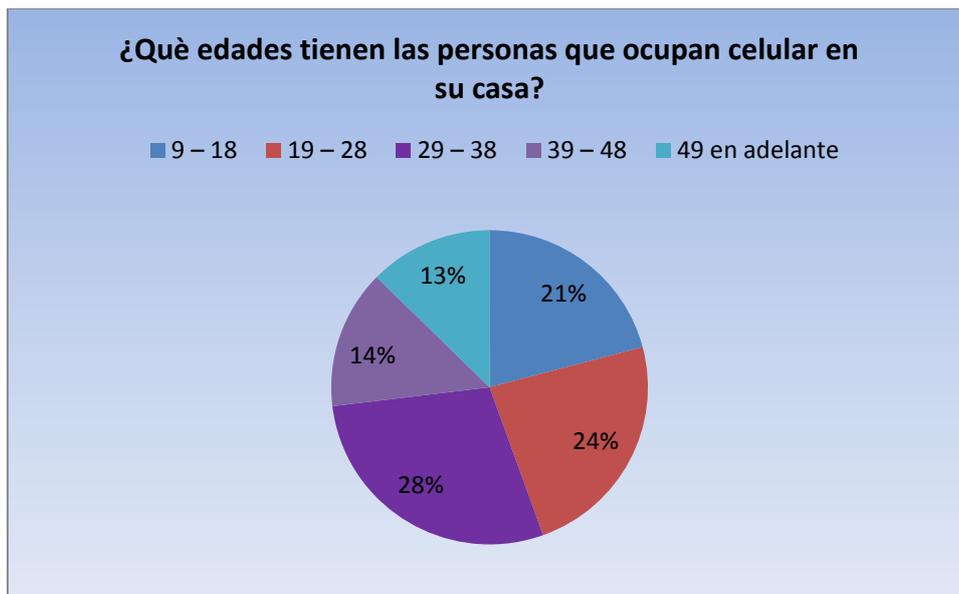


Figura IV- 77 Representación gráfica de respuesta 10

Fuente: Desarrollado por el autor

Interpretación:

El uso del celular cerca de las antenas de radio, televisión o celular puede ser un posible riesgo para la salud de los ciudadanos aledaños a estas antenas.

Podemos ver en este grafico que adultos de 29 a 38 años son los que más utilizan celular seguidos por los personas de 19 a 28 y con un 21% están los adolescente y jóvenes de 9 a 18 años esto quiere decir que la población económicamente activa se encuentra propensa a presentar algún síntoma en su salud por la cercanía de sus vivienda a las antenas.

CONCLUSIONES

- Con las mediciones realizadas en el cerro Cacha se ha podido constatar que las radiaciones emitidas por las antenas transmisoras de radio, son más altas que las antenas transmisoras en la ciudad de Riobamba, sin embargo a causa de la atenuación y la distancia, el nivel de radiación que llega a la ciudad de Riobamba es considerablemente bajo.
- Se puede decir que los niveles de radiación en la ciudad de Riobamba están muy por debajo de los límites permitidos por las normas (ICNIRP - UIT).
- El desconocimiento de los riesgos a los seres humanos que producen las Radiaciones Electromagnéticas no Ionizantes, sobre los límites permitidos por las normas internacionales, producen una preocupación especialmente a las personas que viven en la cercanía de las antenas, por el temor de contraer una enfermedad crónica, debido a que viven cerca de una antena transmisora.
- Frente a los estudios que se han realizado en muchos países acerca de los riesgos de la Radiaciones no Ionizantes y sobre los límites de radiación emitidas por las antenas, se han obtenido resultados, pero solo a corto plazo.
- Con respecto a los límites de radiación inferiores a las normas Internacionales establecidas y a largo plazo, todavía no se ha emitido un resultado, de que produce efectos adversos al ser humano.
- Los niveles de radiación en los mercados y parques céntricos de la ciudad de Riobamba están por debajo de los límites de las normas Internacionales; Sin embargo no podríamos asegurar, que estas radiaciones inferiores a los límites permitidos de las normas internacionales, no producen efectos adversos a largo plazo.

RECOMENDACIONES

- Tener muy en cuenta antes de realizar las mediciones que si el equipo que se va a utilizar esta correctamente calibrado, para que no haya errores de resultados posteriores.
- Evitar el uso de celulares a niños, ya que son los más vulnerables a efectos secundarios a causa de la radiación no ionizante, por el motivo de que sus neuronas son más débiles que las de un adulto.
- Estar muy atento a los estudios futuros de las Radiaciones no Ionizantes, acerca de los posibles efectos adversos en las personas, al estar expuestos a las radiaciones no ionizantes a largo plazo.
- En lo posible, evitar el uso del celular por tiempos prolongados, ya que mientras más tiempo este expuestos a la radiación mayor efecto térmico produce en las personas.

RESUMEN

El presente trabajo investigativo trata del estudio de los niveles de radiación electromagnética no ionizantes producidas por las antenas de radio, televisión y estaciones base de telefonía celular en varias zonas de la ciudad de Riobamba.

Se empleó el método deductivo para analizar e interpretar los resultados de radiaciones no ionizantes, permitiendo investigar temas generales como los límites de radiación permitidos, para adquirir una percepción global de las radiaciones emitidas en Riobamba, utilizando técnicas como: levantamiento de información necesaria y análisis e interpretación de resultados.

Los materiales utilizados para el desarrollo del presente trabajo fueron: equipo de medición NARDA SRM-3000, cámara digital, GPS "Garmin", software "Radio Mobile" y aplicación "OpenStreetMap".

Se realizó el estudio, análisis, comparación e interpretación de resultados, obteniendo los siguientes valores cuantitativos: el valor promedio de radiación es de $0,018 \text{ W/m}^2$ (Densidad de Potencia) emitidos por antenas transmisoras, en comparación al límite permitido de 2 W/m^2 (Densidad de Potencia), que constituye un 0,09% en relación, con límites permitidos por las normas internacionales.

En conclusión, los niveles de radiación electromagnética, están por debajo del rango permitido por normas internacionales y demuestra que no existen enfermedades graves al cuerpo humano, a corto plazo; el presente trabajo, manifiesta al sector poblacional, que enfermedades cancerígenas, no son producidas por ondas electromagnéticas emitidas por antenas transmisoras de radio, televisión y celular.

Se recomienda a SUPERTEL, controlar periódicamente los niveles de radiación emitidas por antenas de radio, televisión y celular, en consecuencia, no existan antenas que emitan radiaciones sobre niveles permitidos por normas internacionales.

SUMMARY

The present research work is about the study of nonionizing electromagnetic radiation levels produced by radio and television antennas, and stations base of cellular telephony in different zones in the city of Riobamba.

The deductive method was applied in order analyze and interpret results of nonionizing radiation. It helped to research general topics like the limit of radiation permitted in order to acquire a global perception of the radiation given in Riobamba, by using techniques like: getting necessary information and analysis and interpretation of results.

The supplies used were: equipment of measurement NARDA SRM-3000, digital camera, GPS, "Garmin", software "Radio Mobile" and application "Open Street Map"

The study, analysis, comparison, and interpretation of results were performed, getting the quantitative values: the average of radiation is $0,018 \text{ W/m}^2$ (Density-Potency) given by transmitter antennas, in comparison to the limit permitted of 2W/m^2 , that is the 0,09% in relation, with limits permitted by international norms.

In conclusion, the electromagnetic radiation levels are under the rank permitted by international norms, and show that are not dangerous sicknesses in the human body, short-term, the present work says to the population that cancerous sicknesses are not produced by electromagnetic waves given by transmitter radio, television and cellular antennas.

It is recommended SUPERTEL to control periodically the levels of radiation produced by radio, television, and cellular antennas. So, there will not be antennas that produce radiation over the levels permitted by international norms.

GLOSARIO

CAMPO ELÉCTRICO

Un campo eléctrico es un campo de fuerza creado por la atracción y repulsión de cargas eléctricas (la causa del flujo eléctrico) y se mide en Voltios por metro (V/m).

CAMPO MAGNÉTICO

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

La fuerza (intensidad o corriente) de un campo magnético se mide en Gauss (G) o Tesla (T).

DENSIDAD DE POTENCIAS

La densidad de potencia radiada es la potencia por unidad de superficie que radiará una antena siendo esta inversamente proporcional a la distancia.

EPIDEMIOLOGÍA

La epidemiología es el estudio de la distribución y los determinantes de estados o eventos (en particular de enfermedades) relacionados con la salud y la aplicación de esos estudios al control de enfermedades y otros problemas de salud.

LEUCEMIA

La leucemia es un cáncer que se inicia en la médula ósea, el órgano que genera las células de la sangre (los glóbulos rojos, que transportan el oxígeno por todo el cuerpo; los glóbulos blancos, que son los que luchan contra las enfermedades y las infecciones; y las plaquetas, que son las que ayudan a parar un flujo de sangre).

BIBLIOGRAFÍA

1.-FUSTEL, A., Campos Electromagnéticos y Efectos en Salud.,
1ª.ed., Bizkaia -Vasco., s.edt., 2012., Pp. 70–75.

2.-GONZALES,G., Para entender las radiaciones., 2ª.ed., Montevideo-
Uruguay., s.edt., 2011., Pp.65-67.

3.-HUIDOBRO, J., Todo sobre comunicaciones., 2ª.ed., s.l., FC
Editorial., 2011., Pp. 11-15.

4.-KNOLL, G., Radiation and Measurement., 3.ed., Los Ángeles –
Estados Unidos., FC Editorial., 2010., Pp.70-72.

5.- RIOS, J., Antenas., 2ª.ed., s.l., Editorial Alfa y Omega, 2010., Pp.
41–43.

6.- ANTENAS

- <http://www.cnc.gov.ar/ciudadanos/espectro/antenas.asp>
2013- 07-28

- http://www.upv.es/antenas/Documentos_PDF/Notas_clase/Tema1
2013-07-18

7.- EFECTOS DE RNI A LA SALUD

- http://www.probicosl.com/index.php?option=com_content&task=view&id=163&Itemid=37
2013-06-05
- <http://scielo.sld.cu/scielo.php>
2013-07-13

8.- FUENTES DE CAMPOS ELECTROMAGNETICOS

- http://www.euitt.upm.es/estaticos/catedra-coitt/web_salud
2013 -05-20

9.- NORMA DE PROTECCION DE RNI

- http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp_614.pdf
2013-07-25

10.- RADIACION ELECTROMAGNETICA

- <http://www.who.int/peh-emf/es/>
2013-02-17
- <http://www.liade.efn.uncor.edu/servicios/mediciones>
2013- 03-20

11.- RADIO MOBILE

- http://www.g3tvu.co.uk/Radio_Mobile.htm
2013-04-20

- <http://ayudaelectronica.com/radio-mobile-software-radio>
2013- 04-20

12.- TIPOS DE RADIACIONES

[http://divnuclear.fisica.edu.uy/libro/Para_entender_las_radiaciones.](http://divnuclear.fisica.edu.uy/libro/Para_entender_las_radiaciones)
2013-02-01