



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRONICA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN TELECOMUNICACIONES
Y REDES

**“ESTUDIO DE LAS RADIACIONES ELECTROMAGNÉTICAS
PARA DETERMINAR EL PATRÓN DE RADIACIONES DE UNA
ANTENA GENÉRICA Y SU COMPORTAMIENTO DE
RADIACIÓN”**

Trabajo de titulación presentado para optar al grado académico de:
**INGENIERA EN ELECTRÓNICA TELECOMUNICACIONES Y
REDES**

AUTORAS: ALEXANDRA MACARENA FLORES ARROBA
DANIELA ROCIO CARRASCO CAYAMBE

TUTOR: ING. PEDRO SEVERO INFANTE MOREIRA

Riobamba – Ecuador

2017

©2017, Alexandra Macarena Flores Arroba, Daniela Rocio Carrasco Cayambe.

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN TELECOMUNICACIONES Y
REDES

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: La Propuesta Tecnológica: “**ESTUDIO DE LAS RADIACIONES ELECTROMAGNÉTICAS PARA DETERMINAR EL PATRÓN DE RADIACIONES DE UNA ANTENA GENÉRICA Y SU COMPORTAMIENTO DE RADIACIÓN**”, de responsabilidad de las señoritas Alexandra Macarena Flores Arroba y Daniela Rocio Carrasco Cayambe, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, quedando autorizada su presentación.

FIRMA

FECHA

Ing. Washington Luna

DECANO FIE

Ing. Franklin Moreno

DIRECTOR DE EIETR

Ing. Pedro Infante

**DIRECTOR DE TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Ing. Hugo Moreno

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Yo, Alexandra Macarena Flores Arroba soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta tesis; y, el patrimonio intelectual del Proyecto de Titulación pertenece a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.

ALEXANDRA MACARENA FLORES ARROBA

Yo, Daniela Rocio Carrasco Cayambe soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta tesis; y, el patrimonio intelectual del Proyecto de Titulación pertenece a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.

DANIELA ROCIO CARRASCO CAYAMBE

DEDICATORIA

Dedico el presente Trabajo de Titulación en primer lugar a Dios, por darme la vida y por derramar sus bendiciones en cada paso que doy, por brindarme la fortaleza necesaria e iluminar mi mente y corazón para poder llegar hasta este punto tan importante de mi vida profesional. A mis padres Mesías y Rosita(+) por brindarme su apoyo incondicional, porque con su ejemplo me enseñaron a no rendirme y no dejarme vencer por más difíciles que se pongan las cosas, en especial a ti mamá Rosita(+) porque aunque te fuiste de mi lado antes de verme graduada tú has sido mi inspiración y mi fortaleza para no decaer, tu sueño siempre fue darme una carrera profesional para sustentarme en un futuro, y con todo orgullo lo he cumplido. Sé que desde el cielo estas mirándome y protegiéndome y sé que estás orgullosa de este logro, al igual que mi papá. Todo esto es por ustedes papitos. A Pepe que ha sido un pilar fundamental durante mi vida de estudiante en la ciudad de Riobamba, por su comprensión, apoyo incondicional y por compartir conmigo triunfos y fracasos. A mis amigos y amigas que me demostraron que una amistad bien cultivada nunca morirá, porque con su colaboración en trabajos y proyectos hemos logrado nuestro gran objetivo.

Alexandra Flores

En primer lugar quiero dedicar mi título a mi Dios Todo Poderoso quien hizo posible y de la manera más maravillosa este anhelo, poniendo a las personas correctas en mi camino, iluminándome y dándome fuerzas cada día para poder terminar mi meta profesional sin ningún problema, a mis padres Jorge y Mechita quienes me ayudaron y me acompañaron cada instante dándome palabras de ánimo cada vez que quería rendirme, además de darme todas las facilidades necesarias y con su ejemplo tener una motivación para continuar, a mi hermano Esteban quien con su dedicación y ayuda me motivo a seguir adelante, a mi hermano Sebastián, para quien deseo ser un modelo y que él de la misma manera realice sus metas sin ningún inconveniente, a mis abuelit@s, ti@s, prim@s quienes de una u otra manera me apoyaron a continuar, a mis amigos con quienes compartí momentos muy agradables que quedan grabados en mi corazón y por último pero no menos importante a Jordan quien con su comprensión siempre estuvo presente para ayudarme en este camino y ha sido un gran apoyo para realizar mi primera meta profesional, y con su ayuda poder pasar cada barrera que se presentaba de la mejor manera.

Daniela Carrasco

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por cuidarnos y protegernos durante toda nuestra vida estudiantil, a nuestros padres por su confianza y su apoyo incondicional, haciendo posible el cumplimiento de este gran sueño.

Al Ing. Pedro Infante por guiarnos y asesorarnos durante el desarrollo de este trabajo y por su gran calidad humana que nos ha demostrado.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, por permitirnos estudiar y a nuestros profesores que nos compartieron grandes conocimientos los cuales servirán para el desempeño de nuestra carrera profesional.

Gracias a todas las personas que colaboraron directa e indirectamente ya que con sus aportaciones se ha logrado culminar con éxito este trabajo.

Alexandra, Daniela

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE ABREVIATURAS.....	x
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xvi
RESUMEN	xix
SUMMARY	xx
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	
1. MARCO TEÓRICO.....	5
1.1 Ondas electromagnéticas	5
1.2 Propagación de las Ondas Electromagnéticas	6
<i>1.2.1 Radiaciones Ionizantes</i>	<i>6</i>
<i>1.2.2 Radiaciones no Ionizantes.....</i>	<i>6</i>
1.3 Espectro Electromagnético	7
1.4 Regiones de Campo	8
<i>1.4.1 Región de Campo Cercano</i>	<i>8</i>
<i>1.4.2 Región de Campo Lejano</i>	<i>9</i>
1.5 Exposición de las Radiaciones Electromagnéticas No Ionizantes	10
<i>1.5.1 Exposición Ocupacional</i>	<i>10</i>
<i>1.5.2 Exposición Poblacional.....</i>	<i>10</i>
1.6 Normativas de la exposición a las Radiaciones	10
<i>1.6.1 Comisión Internacional de Protección contra la Radiación no Ionizante (ICNIRP).....</i>	<i>10</i>
1.6.2 Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT)	12
1.6.3 Agencia de Regulación y Control de Telecomunicaciones (ARCOTEL).....	13
1.7 Regulación de las radiaciones no ionizantes en el Ecuador	14
1.8 Modelos de señalización	15
CAPÍTULO II	
2. MARCO METODOLÓGICO.....	17
2.1 Introducción.....	17
2.2 Equipos empleados en las mediciones.....	17
<i>2.2.1 Equipo Narda SRM-3000.....</i>	<i>17</i>

2.2.2	<i>GPSMAP GARMIN 60CS</i>	18
2.3	Software utilizado	19
2.3.1	<i>Radio Mobile</i>	19
2.3.2	<i>Open Street Map</i>	19
2.3.3	<i>Java – Netbeans</i>	20
2.3.4	<i>PostgreSQL</i>	20
2.4	Procedimiento para ubicar las antenas en el mapa de Riobamba	21
2.5	Procedimiento realizado para las Mediciones en las cercanías de 31 antenas de telefonía celular ubicadas en distintos sectores de la ciudad de Riobamba	22
2.6	Procedimiento realizado para las Mediciones de Campo Eléctrico durante siete días continuos en las cercanías de una antena de telefonía celular ubicada en el exterior de la ESPOCH:.....	23

CAPÍTULO III

3	MEDICIONES, PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.	25
3.1	Ubicación de las antenas de telefonía celular sobre el mapa de Riobamba.....	25
3.1.1	<i>Ubicación de las 31 antenas de telefonía celular en la ciudad de Riobamba</i>	25
3.1.2	<i>Mediciones en varios puntos en las cercanías de las 31 antenas de telefonía celular ubicadas en la ciudad de Riobamba</i> 26	
3.1.3	<i>Procedimiento para la obtencion del patrón de radiación de la antena genérica</i>	73
3.1.4	<i>Análisis de resultados entre los valores máximos y promedios de la antena genérica.</i>	74
3.1.5	<i>Comparación de resultados entre los valores máximos y promedios de la antena genérica con respecto a los valores limites de las normativas ICNIRP, UIT-T K.52 de la ARCOTEL</i>	77
3.2	Mediciones durante 7 días en un solo punto en las cercanías de una antena radio base de telefonía celular ubicada en el exterior de la ESPOCH.	79
3.3	Desarrollo del programa utilizando el lenguaje JAVA para presentar el comportamiento del campo eléctrico.....	79
3.4	Análisis de resultados del comportamiento del campo eléctrico durante 7 días continuos en el interior de la ESPOCH	88
3.5	Cuadros comparativos del comportamiento de la intensidad de campo eléctrico	

de la antena ubicada en las cercanías de la ESPOCH con las normas vigentes nacionales e internacionales.....	120
CONCLUSIONES.....	125
RECOMENDACIONES.....	125
BIBLIOGRAFÍA	

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

EM:	Onda electromagnética
E:	Campo eléctrico
H:	Campo magnético
RF:	Radiofrecuencia
TEM:	Ondas Electromagnéticas Transversales
CEMRF:	Campos Electromagnéticos de Radio Frecuencia
CEM:	Campos electromagnéticos
UIT:	Unión Internacional de Telecomunicaciones
ICNIRP:	Comisión Internacional para la Protección contra las Radiaciones No Ionizantes
OMS:	Organización Mundial de la Salud
RNI:	Radiaciones No Ionizantes
LF:	Low Frequency - Baja frecuencia
HF:	High Frequency- Alta frecuencia
VHF:	Very High Frequency
UHF:	Ultra High Frequency
SHF:	Super High Frequency
EHF:	Extremely high frequency
RBWs:	Risk Based Work Selection
W-CDMA:	Wideband Code Division Multiple Access-Acceso múltiple por división de código de banda ancha
UMTS:	Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Clasificación de los campos electromagnéticos	8
Tabla 1-3: Ubicación de las 31 antenas de telefonía celular en la ciudad de riobamba donde se realizaron las mediciones.	26
Tabla 2-3: Valores en las cercanías de la antena 1.....	27
Tabla 3-3: Valores en las cercanías de la antena 2.....	29
Tabla 4-3: Valores en las cercanías de la antena 3.....	30
Tabla 5-3: Valores en las cercanías de la antena 4.....	32
Tabla 6-3: Valores en las cercanías de la antena 5.....	33
Tabla 7-3: Valores en las cercanías de la antena 6.....	35
Tabla 8-3: Valores en las cercanías de la antena 7.....	36
Tabla 9-3: Valores en las cercanías de la antena 8.....	38
Tabla 10-3: Valores en las cercanías de la antena 9.....	39
Tabla 11-3: Valores en las cercanías de la antena 10.....	41
Tabla 12-3: Valores en las cercanías de la antena 11.....	42
Tabla 13-3: Valores en las cercanías de la antena 12.....	44
Tabla 14-3: Valores en las cercanías de la antena 13.....	45
Tabla 15-3: Valores en las cercanías de la antena 14.....	47
Tabla 16-3: Valores en las cercanías de la antena 15.....	48
Tabla 17-3: Valores en las cercanías de la antena 16.....	50
Tabla 18-3: Valores en las cercanías de la antena 17.....	51
Tabla 19-3: Valores en las cercanías de la antena 18.....	53
Tabla 20-3: Valores en las cercanías de la antena 19.....	54
Tabla 21-3: Valores en las cercanías de la antena 20.....	56
Tabla 22-3: Valores en las cercanías de la antena 21.....	57
Tabla 23-3: Valores en las cercanías de la antena 22.....	59
Tabla 24-3: Valores en las cercanías de la antena 23.....	60
Tabla 25-3: Valores en las cercanías de la antena 24.....	62
Tabla 26-3: Valores en las cercanías de la antena 25.....	63
Tabla 27-3: Valores en las cercanías de la antena 26.....	65
Tabla 28-3: Valores en las cercanías de la antena 27.....	66
Tabla 29-3: Valores en las cercanías de la antena 28.....	68
Tabla 30-3: Valores en las cercanías de la antena 29.....	69
Tabla 31-3: Valores en las cercanías de la antena 30.....	71
Tabla 32-3: Valores en las cercanías de la antena 31.....	72

Tabla 33-3: Datos referenciales del lugar en donde se realizaron las mediciones de la antena ubicada cerca de la ESPOCH.....	88
Tabla 34-3: Rangos de tiempo para el análisis de los siete días de la semana.....	89
Tabla 35-3: Días de la semana para comparar el comportamiento de campo eléctrico	118

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Características de reflexión y refracción de las ondas electromagnéticas	5
figura 2-1: Espectro electromagnético	7
figura 3-1: Regiones de campos de radiación electromagnética	9
Figura 4-1: Niveles de referencia para la exposición ocupacional según la icnirp.....	11
Figura 5-1: Niveles de referencia para la exposición poblacional según la icnirp.....	12
Figura 6-1: Niveles de referencia según uit-t k.52.....	13
Figura 7 -1: Límites máximos de exposición por estación radioeléctrica fija.	14
Figura 8-1: Señalización visual de las diferentes zonas de exposición a rni	16
Figura 1-2: Equipo narda srm-3000.....	18
Figura 2-2: Equipo gpsmap garmin 60cs	19
Figura 3-2: Componentes de un sistema postgresql.	21
Figura 4 -2: Antena de telefonía celular ubicada en el exterior de la época	23
Figura 1-3: Fotografía antena 1, ubicada en las calles "2 de agosto y 5 de junio"	28
Figura 2-3: Fotografía antena 2, ubicada en las calles "brasil y gonzalo dávalos".....	30
Figura 3-3: Fotografía antena 3, ubicada en las calles "santos leopoldo cabezas y argentinos"	31
Figura 4-3: Fotografía antena 4, ubicada en las calles "lizarzaburu y saint amand montrond"	33
Figura 5-3: Fotografía antena 5, ubicada en las calles "manuel orozco y eduardo kigman"	34
Figura 6-3: Fotografía antena 6, ubicada en las calles "panamericana sur y avenida 11 de noviembre"	36
Figura 7-3: Fotografía antena 7, ubicada en las calles "juan montalvo y argentinos"	37
Figura 8-3: Fotografía antena 8, ubicada en las calles "ayacucho y juan montalvo"	39
Figura 9-3: Fotografía antena 9, ubicada en las calles "panamericana rafael jimena entre francisco de marcos y avenida 11 de noviembre"	40
Figura 10-3: Fotografía antena 10, ubicada en las calles "venezuela y juan montalvo"	42
Figura 11-3: Fotografía antena 11, ubicada en las calles "interior de la época edificio de química y de física"	43
Figura 12-3: Fotografía antena 12, ubicada en las calles "dr. Camilo ponce e. Y josé maría velasco ibarra"	45
Figura 13-3: Fotografía antena 13, ubicada en las calles "avenida celso rodriguez y bolívar bonilla"	46
Figura 14-3: Fotografía antena 14, ubicada en las calles "parque industrial"	48

Figura 15-3: Fotografía antena 15, ubicada en las calles "juan de lavalle y 14 de agosto"	49
Figura 16-3: Fotografía antena 16, ubicada en las calles "vargas torres y 11 de noviembre" ...	51
Figura 17-3: Fotografía antena 17, ubicada en las calles " uruguay y chile"	52
Figura 18-3: Fotografía antena 18, ubicada en las calles " daniel león borja y miguel angel león"	54
Figura 19-3: Fotografía antena 19, ubicada en las calles " virgilio corral y milton reyes"	55
Figura 20-3: Fotografía antena 19, ubicada en las calles "	57
Figura 21-3: Fotografía antena 21, ubicada en las calles " duchicela y daniel león borja"	58
Figura 22-3: Fotografía antena 22, ubicada en las calles " olmedo y juan de velasco"	60
Figura 23-3: Fotografía antena 23, ubicada en las calles " José veloz y Joaquín chiriboga"	61
Figura 24-3: Fotografía antena 24, ubicada en las calles " José de Orozco y Cristóbal Colón"	63
Figura 25-3: Fotografía antena 25, ubicada en las calles " 10 de agosto y	64
Figura 26-3: Fotografía antena 26, ubicada en las calles "	66
Figura 27-3: Antena 27, " los nogales y argentinos"	67
Figura 28-3: Fotografía antena 28, ubicada en las calles " espejo	69
Figura 29-3: Fotografía antena 29, ubicada en las calles " silvio haro y 35"	70
Figura 30-3: Fotografía antena 30, ubicada en las calles " pedro bedón pineda y morona"	72
Figura 31-3: Fotografía antena 31, ubicada en las calles " venezuela y juan de velasco"	73
Figura 32-3: Tabla comparativa de los valores máximo y promedio de la antena genérica con respecto a las normativas icnirp, uit-t k.52 de la arcotel	78
Figura 33-3 : Tabla comparativa de los valores máximo y promedio de la antena genérica con respecto a las normativas icnirp, uit-t k.52 de la arcotel	78
Figura 34-3: Tabla comparativa de los valores máximo y promedio de la antena genérica con respecto a las normativas icnirp, uit-t k.52 de la arcotel	79
Figura 35-3: Diseño de la base de datos	80
Figura 36-3: Algoritmo de la aplicación	81
Figura 37-3: Desarrollo del programa en java netbeans	83
Figura 38-3: Ventana de inicio del programa (aplicación)	84
Figura 39-3: Ventana principal del programa (aplicación)	84
Figura 40-3: Ventana que muestra las opciones para realizar las gráficas de la antena genérica	85
Figura 41-3: Ventana con los resultados de la antena genérica para campo eléctrico	86
Figura 42-3: Opciones para el comportamiento del campo eléctrico durante 7 días	86
Figura 43-3: Ventana con el comportamiento del campo eléctrico y cuadro compartivo para un solo día	87
Figura 44-3: Ventana con el comportamiento del campo eléctrico y cuadro compartivo para dos días.	88

Figura 45-3: Cuadro comparativo con las normativas icnirp y uit t-k.52 del	121
Figura 46-3: Cuadro comparativo con las normativas icnirp y uit t-k.52 del	121
Figura 47-3: Cuadro comparativo con las normativas icnirp y uit t-k.52 del	122
Figura 48-3: Cuadro comparativo con las normativas icnirp y uit t-k.52 del valor máximo, mínimo y medio de campo eléctrico de cada rango del día jueves.	122
Figura 49-3: Cuadro comparativo con las normativas icnirp y uit t-k.52 del	123
Figura 50-3: Cuadro comparativo con las normativas icnirp y uit t-k.52 del	123
Figura 51-3: Cuadro comparativo con las normativas icnirp y uit t-k.52 del	124

-

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3: Valores del campo eléctrico máximo de la antena genérica.....	74
Gráfico 2-3: Valores del campo eléctrico promedio de la antena genérica	75
Gráfico 3-3: Valores del campo eléctrico máximo de la antena genérica	75
Gráfico 4-3: Valores del campo magnético promedio de la antena genérica.....	76
Gráfico 5-3: Valores de la densidad de potencia máximo de la antena genérica.....	77
Gráfico 6-3: Valores de densidad de potencia promedio de la antena genérica.....	77
Gráfico 7-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día lunes de 00:00 a 03:00	89
Gráfico 8-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día lunes de 03:00 a 06:00	89
Gráfico 9-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día martes de 00:00 a 03:00.....	90
Gráfico 10-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día martes de 03:00 a 06:00.....	90
Gráfico 11-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día miércoles de 00:00 a 03:00	91
Gráfico 12-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día miércoles de 03:00 a 06:00.....	91
Gráfico 13-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día jueves de 00:00 a 03:00	92
Gráfico 14-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día jueves de 03:00 a 06:00	92
Gráfico 15-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día viernes de 00:00 a 03:00	93
Gráfico 16-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día viernes de 03:00 a 06:00.....	93
Gráfico 17-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día sábado de 00:00 a 03:00	94
Gráfico 18-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día sábado de 03:00 a 06:00	94
Gráfico 19-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día domingo de 00:00 a 03:00	95
Gráfico 20-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día domingo de 03:00 a 06:00	95
Gráfico 21-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día lunes de 06:00 a 09:00.....	96
Gráfico 22-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día lunes de 09:00 a 12:00	97
Gráfico 23-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día martes de 06:00 a 09:00.....	97
Gráfico 24-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día martes de 09:00 a 12:00.....	98
Gráfico 25-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día miércoles de 06:00 a 09:00.....	98
Gráfico 26-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día miércoles de 09:00 a 12:00.....	99
Gráfico 27-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día jueves de 06:00 a 09:00.....	99
Gráfico 28-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día jueves de 09:00 a 12:00	100
Gráfico 29-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día viernes de 06:00 a 09:00.....	100
Gráfico 30-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día viernes de 09:00 a 12:00.....	101
Gráfico 31-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día sábado de 06:00 a 09:00	101
Gráfico 32-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día sábado de 09:00 a 12:00	102
Gráfico 33-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día domingo de 06:00 a 09:00.....	102
Gráfico 34-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día domingo de 09:00 a 12:00	103
Gráfico 35-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día lunes de 12:00 a 15:00	103

Gráfico 36-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día lunes de 15:00 a 18:00	104
Gráfico 37-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día martes de 12:00 a 15:00.....	104
Gráfico 38-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día martes de 15:00 a 18:00.....	105
Gráfico 39-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día miércoles de 12:00 a 15:00....	105
Gráfico 40-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día miércoles de 15:00 a 18:00....	106
Gráfico 41-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día jueves de 12:00 a 15:00	106
Gráfico 42-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día jueves de 15:00 a 18:00	107
Gráfico 43-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día viernes de 12:00 a 15:00.....	107
Gráfico 44-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día viernes de 15:00 a 18:00.....	108
Gráfico 45-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día sábado de 12:00 a 15:00	108
Gráfico 46-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día sábado de 15:00 a 18:00	109
Gráfico 47-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día domingo de 12:00 a 15:00	109
Gráfico 48-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día domingo de 15:00 a 18:00	110
Gráfico 49-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día lunes de 18:00 a 21:00	111
Gráfico 50-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día lunes de 21:00 a 23:54	111
Gráfico 51-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día martes de 18:00 a 21:00.....	112
Gráfico 52-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día martes de 21:00 a 23:54.....	112
Gráfico 53-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día miércoles de 18:00 a 21:00....	113
Gráfico 54-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día miércoles de 21:00 a 23:54....	113
Gráfico 55-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día jueves de 18:00 a 21:00	114
Gráfico 56-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día jueves de 21:00 a 23:54	114
Gráfico 57-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día viernes de 18:00 a 21:00.....	115
Gráfico 58-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día viernes de 21:00 a 23:54.....	115
Gráfico 59-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día sábado de 18:00 a 21:00	116
Gráfico 60-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día sábado de 21:00 a 23:54	116
Gráfico 61-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día domingo de 18:00 a 21:00	117
Gráfico 62-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día domingo de 21:00 a 23:54.....	117
Gráfico 63-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día lunes y viernes de 01:00 a 04:00	118
Gráfico 64-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día lunes y viernes de 09:00 a 12:00	119
Gráfico 65-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día lunes y viernes de 14:00 17:00	119
Gráfico 66-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día lunes y viernes de 20:00 a 23:00	120

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1-3: Ubicación de las antenas de telefonía celular en la ciudad de Riobamba.....	25
Mapa 2-3: Ubicación antena 1, con sus 6 puntos medidos	28
Mapa 3-3: Ubicación antena 2, con sus 6 puntos medidos	29
Mapa 4-3: Ubicación antena 3, con sus 6 puntos medidos	31
Mapa 5-3: Ubicación antena 4, con sus 6 puntos medidos	32
Mapa 6-3: Ubicación antena 5, con sus 6 puntos medidos	34
Mapa 7-3: Ubicación antena 6, con sus 6 puntos medidos	35
Mapa 8-3: Ubicación antena 7, con sus 6 puntos medidos	37
Mapa 9-3: Ubicación antena 8, con sus 6 puntos medidos	38
Mapa 10-3: Ubicación antena 9, con sus 6 puntos medidos	40
Mapa 11-3: Ubicación antena 10, con sus 6 puntos medidos	41
Mapa 12-3: Ubicación antena 11, con sus 6 puntos medidos	43
Mapa 13-3: Ubicación antena 12, con sus 6 puntos medidos	44
Mapa 14-3: Ubicación antena 13, con sus 6 puntos medidos	46
Mapa 15-3: Ubicación antena 14, con sus 6 puntos medidos	47
Mapa 16-3: Ubicación antena 15, con sus 6 puntos medidos	49
Mapa 17-3: Ubicación antena 16, con sus 6 puntos medidos	50
Mapa 18-3: Ubicación antena 17, con sus 6 puntos medidos	52
Mapa 19-3: Ubicación antena 18, con sus 6 puntos medidos	53
Mapa 20-3: Ubicación antena 19, con sus 6 puntos medidos	55
Mapa 21-3: Ubicación antena 20, con sus 6 puntos medidos	56
Mapa 22-3: Ubicación antena 21, con sus 6 puntos medidos	58
Mapa 23-3: Ubicación antena 22, con sus 6 puntos medidos	59
Mapa 24-3: Ubicación antena 23, con sus 6 puntos medidos	61
Mapa 25-3: Ubicación antena 24, con sus 6 puntos medidos	62
Mapa 26-3: Ubicación antena 25, con sus 6 puntos medidos	64
Mapa 27-3: Ubicación antena 26, con sus 6 puntos medidos	65
Mapa 28-3: Ubicación antena 27, con sus 6 puntos medidos	67
Mapa 29-3: Ubicación antena 28, con sus 6 puntos medidos	68
Mapa 30-3: Ubicación antena 29, con sus 6 puntos medidos	70
Mapa 31-3: Ubicación antena 30, con sus 6 puntos medidos	71
Mapa 32-3: Ubicación antena 31, con sus 6 puntos medidos	73

RESUMEN

El objetivo del trabajo de titulación fue realizar el estudio de las radiaciones electromagnéticas para determinar el patrón de radiación de una antena genérica y su comportamiento de radiación. Para obtener el patrón de radiación de la antena genérica se midieron radiaciones electromagnéticas no ionizantes en las cercanías de 31 antenas de telefonía celular, en varias zonas de Riobamba, a diferentes distancias alrededor de cada una, en la banda de frecuencias de 76 MHz a 2.686 GHz utilizando el equipo NARDA SRM-3000. Se obtuvieron datos de mediciones temporales de campo eléctrico durante 7 días continuos, en la cercanía de una antena ubicada en los exteriores de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), a una distancia de 110 m desde la antena al equipo de medición; se analizó el comportamiento de la intensidad de campo eléctrico y la comparación con las normas vigentes nacionales e internacionales, la Agencia de Regulación y Control de Las Telecomunicaciones (ARCOTEL), la cual está basada en las normas de la Comisión Internacional sobre Protección frente a Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP) y la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), con la normativa K.52. Para representar las antenas sobre el mapa de Riobamba se utilizaron Radio-Mobile y Open Street Map. Para visualizar los resultados de los datos medidos se desarrolló una aplicación utilizando PostgreSQL para almacenar los datos y lenguaje JAVA para desarrollar la aplicación, donde se indican gráficos del patrón de radiación de la antena genérica, el comportamiento del campo eléctrico durante 7 días y cuadros comparativos con normativas vigentes. Se determinó que las radiaciones emitidas por las antenas ubicadas en la ciudad de Riobamba y la antena ubicada cerca de la ESPOCH no sobrepasan las limitaciones. Se recomienda que las mediciones se realicen de acuerdo a los parámetros establecidos en las normativas que se basan las entidades reguladoras.

Palabras claves: <TECNOLOGÍA Y CIENCIAS DE LA INGENIERÍA>, <TELECOMUNICACIONES>, <COMPORTAMIENTO DEL CAMPO ELÉCTRICO>, <ANTENA GENÉRICA>, <NARDA SRM - 3000 (HARDWARE)>, <INTENSIDAD DE CAMPO ELÉCTRICO>, <UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES (UIT)>.

SUMMARY

The objective of this research Project was to complete an electromagnetic radiation study to determine the pattern of radiation of a generic antenna and its radiation behavior. In order to obtain the radiation pattern of the generic antenna, non-ionizing electromagnetic radiation was measured in the vicinity of 31 cellular phone antennas in several areas of Riobamba at different distances, with the frequency band between 76 MHz and 2.686 GHz using the NARDA SRM-3000 tool. Temporary electric field measurement data was obtained over seven continuous days in the vicinity of an antenna located at the Chimborazo Polytechnic (ESPOCH) at a distance of 110 m from the antenna to the measurement equipment. The electric field intensity was analyzed and compared with the current national and international regulations, specifically the Telecommunications Regulation and Control Agency (ARCOTEL), which in turn is based on the standards of the International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) and the International Telecommunication Union (ITU) with the norm K.52. In order to represent the antennas on a map of Riobamba, Radio Mobile and Open Street Map were used. To visualize the results of the data measured, an application was develop using PostgreSQL to store the data measured and JAVA script to application, where graphs of the radiation pattern of the generic antenna are indicated, the behavior of the electric field over 7 days as well as the comparative tables with current regulations. It was determined that the radiation emitted by the antennas located in the city of Riobamba and the antenna located close to ESPOCH do not surpass set limits. It is recommended that measurements be made according to the parameters established in the regulation provided by the regulatory entities.

Key Words: <ENGINEERING TECHNOLOGY AND SCIENCES>, <TELECOMMUNICATIONS>, <ELECTRIC FIELD BEHAVIOR>, <GENERIC ANTENNA>, <NARDA SRM-3000 (HARDWARE)>, <ELECTRIC FIELD INTENSITY>, <INTERNATIONAL TELECOMMUNICATIONS UNION (ITU)>.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha dado un gran incremento de radio bases en la ciudad de Riobamba debido a la demanda de servicios de telecomunicaciones por parte de la población, así también han incrementado las empresas proveedoras, siendo la industria de telefonía celular la que presenta un mayor índice de crecimiento. Es por ello que se nota un aumento de radiaciones electromagnéticas, que se encuentra en el ambiente y día a día la población está expuesta a éstas.

En el presente trabajo de titulación se muestra un estudio en el rango de frecuencia de 76 MHz a 2.686 GHz de las radiaciones electromagnéticas generadas en las cercanías de 31 antenas radio base de telefonía celular y en la cercanía de una antena ubicada en la parte externa de la ESPOCH.

Considerando los puntos de mayor cantidad de radiación electromagnética, se realizaron mediciones de campo eléctrico en las cercanías de 31 antenas radio base de telefonía celular para la obtención de los niveles de radiación de una antena genérica. De igual manera, se realizaron mediciones de campo eléctrico promedio junto al dispensario médico en el interior de la ESPOCH durante 7 días consecutivos, en las cercanías de una antena ubicada en la parte externa de la ESPOCH, para determinar el comportamiento de los niveles de radiación. Finalmente, con los datos obtenidos se realizaron cuadros comparativos entre los valores medidos y los niveles límites de las normativas vigentes.

Los resultados obtenidos fueron visualizados con el desarrollo de un programa en Java que permitió determinar el patrón de radiación de una antena genérica, y del comportamiento del campo eléctrico durante los 7 días continuos.

Existen organismos internacionales tales como: la Comisión Internacional para la Protección contra las Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP), la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), y en el Ecuador la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones (ARCOTEL), los cuales se encargan de regular y controlar que las radiaciones emitidas estén dentro de un rango que no cause afectación alguna a las personas. La ARCOTEL se acoge a la recomendación UIT T-K.52, que indica los diferentes aspectos para la correcta instalación de los sistemas de telecomunicaciones y también los límites de exposición a los campos electromagnéticos.

ANTECEDENTES

En la ciudad de Riobamba no existe un estudio en la banda de frecuencia de 76 MHz a 2.686 GHz para determinar el patrón de radiación de una antena genérica, mediante mediciones realizadas alrededor de varias antenas radio base de celulares ubicadas en la ciudad de Riobamba. Además, si bien diversos estudios han tratado la problemática de los potenciales riesgos de las radiaciones electromagnéticas, no existen estudios del comportamiento de la intensidad del campo eléctrico en la banda de frecuencia anteriormente mencionada, durante un periodo de 7 días continuos.

Debido a que actualmente no existe un estudio relacionado a lo anteriormente dicho, se plantea el desarrollo de esta tesis.

JUSTIFICACIÓN

En el presente proyecto de investigación se realizará la medición de las radiaciones electromagnéticas no ionizantes en la banda de frecuencias de 76 MHz a 2.686 GHz utilizando el equipo NARDA SRM-3000 en varias zonas de la ciudad de Riobamba, en las cercanías de las antenas transmisoras de las estaciones base de celulares, para obtener el patrón de radiación de una antena genérica a partir de la intensidad del campo eléctrico medido. Además, se realizarán mediciones temporales de campo eléctrico en el interior de la ESPOCH ubicado a lado del dispensario médico, aproximadamente a 110m de la antena transmisora de telefonía celular en la parte externa de la ESPOCH, mediante la utilización del equipo NARDA SMR-3000. Ello permitirá con los datos obtenidos, realizar un análisis del comportamiento de la intensidad de campo eléctrico y compararlos con las normas vigentes nacionales e internacionales que rigen en el país.

Mediante un programa se presentará el análisis del comportamiento de las radiaciones electromagnéticas.

Los datos obtenidos serán aplicados en el tema de investigación de Doctorado en Ciencias Técnicas de la Universidad de Oriente de Santiago de Cuba, que está siendo desarrollada por el Ingeniero Pedro Infante y será publicada mediante un artículo científico en una revista relacionada al tema.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo realizar el estudio de las radiaciones electromagnéticas para determinar el patrón de radiación de una antena genérica y su comportamiento de radiación?

SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo ubicar en el mapa de Riobamba las antenas de las radio base de celulares, utilizando los software Radio Mobile y Open Street Map?

¿Cómo medir el campo eléctrico en la banda de frecuencias de 76 MHz a 2.686 GHz en las cercanías de las antenas de las radio base de celulares utilizando el equipo NARDA SRM-3000 en varias zonas de la ciudad de Riobamba?

¿Cómo determinar los valores máximo y promedio de campo eléctrico, campo magnético y densidad de potencia medidos?

¿Cómo analizar los valores medidos del campo eléctrico, campo magnético y densidad de potencia, para determinar el cumplimiento con las limitaciones de las normas nacionales e internacionales, esto es, UIT-K.52 e ICNIRP?

¿Cómo obtener el patrón de radiación de una antena genérica en la ciudad de Riobamba para determinar los niveles de radiación a diferentes distancias en las cercanías de las antenas transmisoras de los celulares?

¿Cómo monitorear continuamente durante 7 días las radiaciones electromagnéticas no ionizantes en el interior de la ESPOCH utilizando el equipo NARDA SRM-3000, para determinar los valores medio de la intensidad de campo eléctrico en el rango de frecuencia de 76 MHz - 2,686 GHz?

¿Cómo analizar los datos medidos para determinar el comportamiento de la intensidad de campo eléctrico durante los 7 días consecutivos?

¿Cómo realizar cuadros comparativos del comportamiento de la intensidad de campo eléctrico con las normas vigentes nacionales e internacionales?

¿Cómo realizar un programa para presentar el comportamiento del campo eléctrico durante los 7 días continuos?

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Realizar el estudio de las radiaciones electromagnéticas para determinar el patrón de radiaciones de una antena genérica y su comportamiento de radiación.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Ubicar en el mapa de Riobamba las antenas de las radio base de celulares, utilizando los software Radio Mobile y Open Street Map.
2. Medir el campo eléctrico en la banda de frecuencias de 76 MHz a 2.686 GHz en las cercanías de las antenas de las radio base de celulares en varias zonas de la ciudad de Riobamba, y monitorear continuamente durante 7 días las radiaciones electromagnéticas no ionizantes en el interior de la ESPOCH utilizando el equipo NARDA SRM-3000, para determinar los valores medios de la intensidad de campo eléctrico de la misma banda mencionada anteriormente.
3. Determinar los valores máximo y promedio de campo eléctrico, campo magnético y densidad de potencia medidos del numeral 2.
4. Analizar los valores medidos del campo eléctrico, campo magnético y densidad de potencia, para determinar el cumplimiento con las limitaciones de las normas nacionales e internacionales del numeral 3, esto es, UIT-K.52 e ICNIRP.
5. Obtener el patrón de radiaciones de una antena genérica en la ciudad de Riobamba para determinar los niveles de radiación a diferentes distancias en las cercanías de las antenas transmisoras de los celulares del numeral 4.
6. Realizar cuadros comparativos del comportamiento de las mediciones de la antena genérica y del comportamiento de la intensidad de campo eléctrico con las normas vigentes nacionales e internacionales.
7. Realizar un programa para presentar el comportamiento del campo eléctrico.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1 Ondas electromagnéticas

Una onda electromagnética (EM) se produce por la aceleración de una carga eléctrica. En un conductor, la corriente y el voltaje siempre se acompañan por un campo eléctrico (E) y un campo magnético (H) en la región vecina del espacio. La Figura. 1-1 muestra las relaciones espaciales entre los campos E y H de una onda electromagnética. Se puede ver que los campos E y H son perpendiculares (en ángulo de 90°) entre sí en todos los puntos. Esto se llama cuadratura espacial. Las ondas electromagnéticas que viajan por una línea de transmisión, de la fuente a la carga, se llaman ondas incidentes, y las que regresan de la carga a la fuente se llaman ondas reflejadas (Tomasi, 2003: p.310-311).

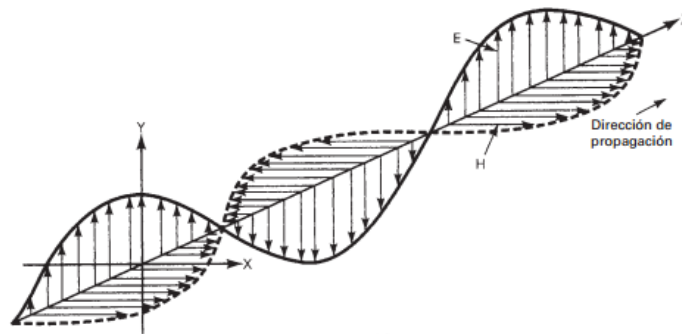


Figura 1-1: Características de reflexión y refracción de las Ondas Electromagnéticas
Fuente: <http://www.cch-sur.unam.mx/guias/experimentales/fisicaII.pdf>

Con el propósito de encontrar el flujo de potencia asociado con una onda electromagnética es necesario desarrollar un teorema de la potencia de un campo electromagnético conocido como el Teorema de Poynting, que se muestra en la ecuación (1), el cual representa la potencia total que fluye hacia afuera de un volumen determinado, donde la integral se calcula sobre la superficie cerrada que rodea al volumen.

$$\oint_{\text{área}} (\mathbf{E} \times \mathbf{H}) \cdot d\mathbf{S} \quad [\text{W}] \quad (1)$$

Al producto vectorial $\mathbf{E} \times \mathbf{H}$ se le conoce como el vector de Poynting, \mathbf{S} representado en la ecuación 2 el cual se representa como la densidad de potencia instantánea medida en Watios por metros cuadrado (W/m^2).

$$\mathbf{S} = \mathbf{E} \times \mathbf{H} \quad (2)$$

La dirección del vector **S** indica la dirección del flujo de potencia instantáneo en un punto en la dirección z, tal como indica la figura 1-1. Puesto que **S** esta dado por el producto vectorial de **E** y **H**, la dirección del flujo de potencia en cualquier punto es perpendicular tanto al vector **E** como al **H**. (Hayt & Buck, 2006, pp.413-415).

1.2 Propagación de las Ondas Electromagnéticas

La propagación de las ondas electromagnéticas por el espacio libre se suele llamar propagación de radiofrecuencia (RF), o simplemente radio propagación. Aunque el espacio libre implica al vacío, con frecuencia la propagación por la atmósfera terrestre se llama propagación por el espacio libre, y se puede considerar casi siempre así. La diferencia principal es que la atmósfera de la Tierra introduce pérdidas de la señal que no se encuentran en el vacío. Las Ondas Electromagnéticas Transversales (TEM) se propagan a través de cualquier material dieléctrico, incluyendo el aire. Sin embargo, no se propagan bien a través de conductores con pérdidas, como por ejemplo agua de mar, porque los campos eléctricos hacen que fluyan corrientes en el material, que disipan con rapidez la energía de las ondas. Las ondas de radio son ondas electromagnéticas y, como la luz, se propagan a través del espacio libre en línea recta y a la velocidad de 3×10^8 metros por segundo. Otras formas de ondas electromagnéticas son los rayos infrarrojos, los ultravioleta, los rayos X y los rayos gamma. Para propagar las ondas de radio por la atmósfera terrestre se necesita que la energía se irradie de la fuente. (Tomasi, 2003: p.347). Las radiaciones son una combinación de campos eléctricos y magnéticos desplazándose a través del espacio y llevando consigo energía que se encuentra en constante movimiento. Las radiaciones electromagnéticas se propagan en el vacío. Las radiaciones electromagnéticas pueden ser: ionizantes y no ionizantes.

1.2.1 Radiaciones Ionizantes

La radiación ionizante es un tipo de energía liberada por los átomos en forma de ondas electromagnéticas (rayos gamma o rayos X) o partículas (partículas alfa y beta o neutrones). La desintegración espontánea de los átomos se denomina radiactividad, y la energía excedente emitida es una forma de radiación ionizante. (OMS, 2016)

Las radiaciones ionizantes son la energía necesaria para soltar electrones que se encuentran en los átomos, dicha energía se encarga de provocar ionización y además es capaz de llegar a romper enlaces químicos de ciertas moléculas orgánicas.

1.2.2 Radiaciones no Ionizantes

Las radiaciones no ionizantes encierran las regiones del espectro electromagnético que no poseen la energía suficiente y necesaria para realizar la ionización de la materia, razón por la cual las

radiaciones no ionizantes no tienen la capacidad de alterar la estructura de un átomo o de una molécula.

1.3 Espectro Electromagnético

La distribución del espectro electromagnético se muestra en la Figura. 2-1. Se puede ver que ese espectro de frecuencias va desde las subsónicas (unos cuantos Hertz) hasta los rayos cósmicos (10^{22} Hz). El espectro de frecuencias luminosas se puede dividir en tres bandas generales:

1. Infrarrojo: banda de longitudes de onda de luz demasiado grandes para que las vea el ojo humano.
2. Visible: banda de longitudes de onda de luz a las que responde el ojo humano.
3. Ultravioleta: banda de longitudes de onda de luz que son demasiado cortas para que las vea el ojo humano.

Cuando se manejan ondas electromagnéticas de mayor frecuencia, como las luminosas, se acostumbra usar unidades de longitud de onda y no de frecuencia. La longitud de onda depende de la frecuencia de la onda y de la velocidad de la luz. La relación matemática correspondiente se muestra en la ecuación 3: (Tomasi, 2003: p.425).

$$\lambda = \frac{c}{f} \quad (3)$$

en donde:

λ =longitud de onda (metros)

c = velocidad de la luz (metros por segundo)

f = frecuencia (Hertz)

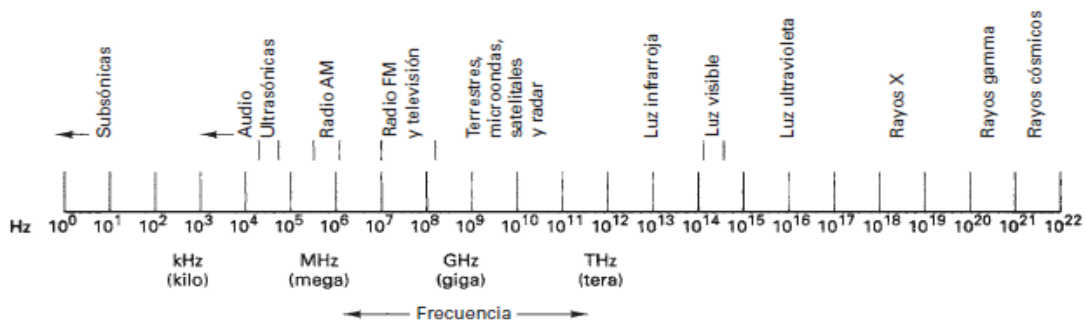


Figura 2-1: Espectro Electromagnético

Fuente: Tomasi, 2003: p.425

En la Tabla 1-1 se muestra la clasificación de los campos electromagnéticos desde 0 a 300 GHz, en donde se indican las bandas de frecuencia con sus respectivos intervalos las cuales se encuentran asignadas a diferentes usos dentro del campo de las radiocomunicaciones.

Tabla 1-1: Clasificación de los campos electromagnéticos

Clasificación de los Campos Electromagnéticos	
Frecuencias no ionizantes desde 0 a 300 GHz:	
Frecuencias	Ejemplos
Campos estáticos (0 Hz)	*Trenes de levitación magnética *Resonancia magnética *Sistemas electrolíticos
30 Hz -300 Hz	*Líneas de alta y media tensión *Neveras *Secadores de pelo
300 Hz a 3KHz:	*Cocinas de inducción *Antenas de radiodifusión modulada *Equipos de soldadura de arco.
30 kHz a 300 kHz (LF)	*Antenas de radiodifusión, comunicaciones marinas y aeronáuticas, radiolocalización.
300 kHz a 3 MHz (HF)	*Radioteléfonos marinos, radiodifusión AM.
3 MHz a 30 MHz	*Antenas de radioaficionados *Termo selladoras *Aparatos para diatermia quirúrgica *Sistemas antirrobo.
30 MHz a 300 MHz (VHF)	*Antenas de radiodifusión, frecuencia modulada *Antenas de estaciones de televisión *Sistemas antirrobo.
300 MHz a 3 GHz (UHF)	*Teléfonos móviles *Antenas telefonía móvil *Hornos microondas *Aparatos para diatermia quirúrgica *Sistemas antirrobo.
3 GHz a 30 GHz (SHF)	*Comunicaciones vía satélite *Radares *Enlaces por Microondas.
30 GHz a 300 GHz (EHF)	*Antenas de radionavegación *Radares.

Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

Fuente: <http://www.enemigoinvisible.com/enemigo-de-la-salud/celulares-y-ninos/2-uncategorized/54-clasificacion-de-los-campos-electromagneticos>

1.4 Regiones de Campo

1.4.1 Región de Campo Cercano

En esta región el campo electromagnético es variable en los alrededores de la antena. Sus cálculos son complicados por ello no es posible realizar cálculos directos.

Se considera una región de campo cercano (Castillo, 2013: p.35) cuando la distancia desde la antena hacia la zona de análisis es inferior a 3λ (Ver Figura 3-1).

En la región de campo cercano según la (ICNIRP, 1998: p.3) los máximos y mínimos de los campos E y H no se producen en los mismos puntos a lo largo de la dirección en la que se propagan como ocurre en el campo lejano. En la región de campo cercano, la estructura del campo electromagnético es no homogénea y hay muchas variaciones en la impedancia de la onda plana

de 377Ω , es decir puede ocurrir que haya campos eléctricos puros en algunas regiones y campos magnéticos puros en otras regiones.

1.4.2 Región de Campo Lejano

El campo lejano hace mención a los diagramas del campo electromagnético a grandes distancias, este campo que se encuentra lejos de la antena también recibe el nombre de campo de radiación. En esta región es en donde se realizan todas las mediciones de las radiaciones. Para ser considerada una región de campo lejano la distancia depende de las dimensiones de la antena y de la longitud de onda. (Flickenger et al., 2006: p.100)

Se considera una región de campo lejano (Castillo, 2013: p.35) cuando la distancia desde la antena hacia la zona de análisis es mayor a 3λ (Ver figura 3-1).

En esta región según la (ICNIRP, 1998: p.3) se considera el modelo de onda plana como una aproximación de la propagación del campo electromagnético. Las características que tiene la onda plana, son:

- Los frentes de onda poseen una geometría plana.
- Los vectores E, H y la dirección en que se propagan son mutuamente perpendiculares.
- La fase de los campos E y H son similares, y el cociente de las amplitudes E/H es constante a través del espacio. La relación que se indica en la ecuación 4 es la impedancia característica del espacio libre.
- La densidad de potencia S, se refiere a la potencia por unidad de área normal a la dirección en que se propaga, se relaciona con los campos eléctricos y magnéticos como se muestra en la ecuación 5.

$$\frac{E}{H} = 377\Omega \quad (4)$$

$$S = EH = \frac{E^2}{377} = H^2 \cdot 377 \quad (5)$$

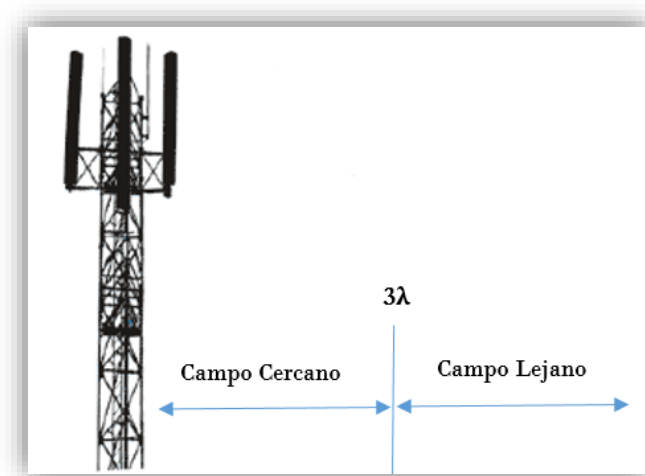


Figura 3-1: Regiones de Campos de Radiación Electromagnética
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

1.5 Exposición de las Radiaciones Electromagnéticas No Ionizantes

La exposición a las radiaciones que estamos sometidos los seres humanos en el diario vivir normalmente se encuentran en niveles inferiores a los límites recomendados, aunque si pueden existir casos en los que se superen estos límites pero son situaciones poco normales.

Las limitaciones para la exposición de CEMRF (Campos Electromagnéticos de Radio Frecuencia) hacen referencia a exposición ocupacional y exposición poblacional, por lo que, han sido definidos niveles referenciales máximos para la exposición a radiaciones ocasionadas por fuentes de campos eléctricos y magnéticos así como también para el nivel de absorción que generan en los seres humanos.

1.5.1 Exposición Ocupacional

También podemos denominarla como exposición laboral, ya que se encuentra enfocada a personas que se encuentran expuestas a emisiones RNI debido a su trabajo, las mismas que ya han sido advertidas y saben cómo prevenir sus efectos. Otra aplicación de la exposición ocupacional es cuando un ciudadano transcurre ocasionalmente por una zona en la que la limitación de exposición alcanza a ser superior a los límites establecidos para la población en general, ya que la persona ha sido advertida del potencial de exposición y al igual que el anterior caso puede ser controlado, ya sea abandonando la zona en donde sufre la exposición o adoptando las debidas seguridades. (OMS, 1994)

1.5.2 Exposición Poblacional

Se encuentra enfocada a cualquier ciudadano de la población ya que los niveles de radiación que recibe no pueden ser controlados debido a que no tienen la información adecuada.

Para la exposición a las emisiones de RNI se encuentran limitaciones las cuales están establecidas en el Reglamento vigente para Ecuador, que son basadas en valores establecidos en la Recomendación UIT-T K.52 de la Unión Internacional de Telecomunicaciones. (OMS, 1994).

1.6 Normativas de la exposición a las Radiaciones

1.6.1 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 la cual es reconocida oficialmente por la organización mundial de la salud, fue desarrollada después de evaluar publicaciones científicas revisadas por expertos, entre ellos los efectos térmicos y no térmicos. Dichas normas son basadas en evaluaciones de efectos biológicos que previamente necesitaron una comprobación, para determinar cualquier consecuencia contra la salud. Como conclusión después de las evaluaciones se ha obtenido que al exponerse a niveles de campos electromagnéticos menores a los rangos recomendados en las

normativas internacionales vigentes de la ICNIRP no generan consecuencia alguna conocida sobre la salud. El objetivo primordial de la ICNIRP es:

Establecer recomendaciones para limitar la exposición a los Campos Electromagnéticos (CEM) con el objetivo de proveer protección contra efectos adversos a la salud conocidos. Un efecto adverso a la salud causa un deterioro detectable de la salud de los individuos expuestos o sus descendencia; un efecto biológico, por otro lado, puede o no puede resultar en un efecto adverso a la salud. (ICNIRP, 1998: p.1)

Las recomendaciones no tienen el propósito de generar estándares funcionales, los mismos que están destinados a poner límites a las emisiones de los CEM (campos electromagnéticos) teniendo en cuenta condiciones de prueba específicas, tampoco se refiere a las técnicas que se utilizan para las mediciones de las cantidades físicas de los campos magnéticos, eléctricos y electromagnéticos. Estas recomendaciones se revisan y se actualizan periódicamente tomando en cuenta todos los avances realizados en la identificación de los efectos adversos para la salud provenientes de los campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos que varían en el tiempo.

Niveles de referencia:

Estos niveles sirven para evaluar de forma práctica las exposiciones a las radiaciones para determinar si hay la posibilidad de que las restricciones básicas sean excedidas. Los niveles de referencia se obtienen, a partir de las restricciones básicas mediante el uso de modelos matemáticos y por extrapolación de los resultados de investigaciones de laboratorio tomando en cuenta frecuencias específicas. En el caso de campos de frecuencias bajas, se han desarrollado varios modelos de medición y de cómputo para derivar los niveles de referencia de intensidad de campo partiendo de las restricciones básicas. En la Figura 4-1 se muestran los niveles de referencia según la ICNIRP para la exposición ocupacional y en la Figura 5-1 los niveles de exposición poblacional de los campos eléctricos, magnéticos y densidad de potencia.

Rango de Frecuencias MHz	Intensidad de campo Eléctrico (V m ⁻¹)	Intensidad de Campo Magnético (A m ⁻¹)	Densidad de Flujo Magnético (μT)	Densidad de Potencia (W m ⁻²)
hasta 1 Hz	—	1.63×10^5	2×10^5	—
1–8 Hz	20,000	$1.63 \times 10^5/f^2$	$2 \times 10^5/f^2$	—
8–25 Hz	20,000	$2 \times 10^4/f$	$2.5 \times 10^4/f$	—
0.025–0.82 kHz	$500/f$	$20/f$	$25/f$	—
0.82–65 kHz	610	24.4	30.7	—
0.065–1 MHz	610	$1.6/f$	$2.0/f$	—
1–10 MHz	$610/f$	$1.6/f$	$2.0/f$	—
10–400 MHz	61	0.16	0.2	10
400–2,000 MHz	$3f^{1/2}$	$0.008f^{1/2}$	$0.01f^{1/2}$	$f/40$
2–300 GHz	137	0.36	0.45	50

Figura 4-1: Niveles de referencia para la exposición ocupacional según la ICNIRP.

Fuente: <http://www.icnirp.org/cms/upload/publications/ICNIRPemfgdl.pdf>

Rango de Frecuencias MHz	Intensidad de campo Eléctrico (V m ⁻¹)	Intensidad de Campo Magnético (A m ⁻¹)	Densidad de Flujo Magnético (μT)	Densidad de Potencia (W m ⁻²)
Hasta 1 Hz	—	3.2×10^4	4×10^4	—
1–8 Hz	10,000	$3.2 \times 10^4/f^2$	$4 \times 10^4/f^2$	—
8–25 Hz	10,000	$4,000/f$	$5,000/f$	—
0.025–0.8 kHz	$250/f$	$4/f$	$5/f$	—
0.8–3 kHz	$250/f$	5	6.25	—
3–150 kHz	87	5	6.25	—
0.15–1 MHz	87	$0.73/f$	$0.92/f$	—
1–10 MHz	$87/f^{1/2}$	$0.73/f$	$0.92/f$	—
10–400 MHz	28	0.073	0.092	2
400–2,000 MHz	$1.375f^{1/2}$	$0.0037f^{1/2}$	$0.0046f^{1/2}$	$f/200$
2–300 GHz	61	0.16	0.20	10

Figura 5-1: Niveles de referencia para la exposición poblacional según la ICNIRP.

Fuente: <http://www.icnirp.org/cms/upload/publications/ICNIRPemfgdl.pdf>

1.6.2 Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT)

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 (*Las TIC en la administración local del futuro, 2008, pág 144*).

Funciones de la UIT-T

La unión internacional de telecomunicaciones nos permite determinar el cumplimiento de los límites de seguridad establecidos para la exposición de la ciudadanía a los campos eléctricos y magnéticos de equipos emisores de radiación utilizados cerca del cuerpo humano. Además podemos establecer como funciones principales de la UIT, las siguientes:

- 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

Recomendación UIT T-K.52

Orientación sobre el cumplimiento de los límites de exposición de las personas a los campos electromagnéticos

La finalidad de esta recomendación es facilitar el cumplimiento por las instalaciones de telecomunicación de los límites de seguridad cuando las personas están expuestas a campos electromagnéticos. Presenta orientación general, un método de cálculo y un procedimiento de evaluación de las instalaciones. En la Figura 6-1 se muestra los límites de exposición tanto poblacional como ocupacional según la recomendación UIT T-K.52. El procedimiento para la evaluación, está basado en los límites de seguridad proporcionados por la ICNIRP (UIT, 2001: p.1).

Tipo de exposición	Gama de frecuencias	Intensidad de campo eléctrico (V/m)	Intensidad de campo magnético (A/m)	Densidad de potencia de onda plana equivalente S_{eq} (W/m ²)
Ocupacional	Hasta 1 Hz	–	2×10^5	–
	1-8 Hz	20 000	$2 \times 10^5 f^2$	–
	8-25 Hz	20 000	$2 \times 10^4 f f$	–
	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	$3f^{1/2}$	$0,008f^{1/2}$	$f/40$
	2-300 GHz	137	0,36	50
Público en general	Hasta 1 Hz	–	2×10^4	–
	1-8 Hz	10 000	$2 \times 10^4 f^2$	–
	8-25 Hz	10 000	$5000/f$	–
	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	$87f^{1/2}$	$0,73/f$	–
	10-400 MHz	28	0,073	2
	400-2000 MHz	$1,375f^{1/2}$	$0,0037f^{1/2}$	$f/200$
2-300 GHz	61	0,16	10	

NOTA 1 – f es la indicada en la columna gama de frecuencias.
 NOTA 2 – Para frecuencias entre 100 kHz y 10 GHz, el tiempo de promediación es de 6 minutos.
 NOTA 3 – Para frecuencias hasta 100 kHz, los valores de cresta pueden obtenerse multiplicando el valor eficaz por $\sqrt{2}$ (1,414). Para impulsos de duración t_p , la frecuencia equivalente aplicable debe calcularse como $f = 1/(2t_p)$.
 NOTA 4 – Entre 100 kHz y 10 MHz, los valores de cresta de las intensidades de campo se obtienen por interpolación desde 1,5 veces la cresta a 100 MHz hasta 32 veces la cresta a 10 MHz. Para valores que sobrepasen 10 MHz, se sugiere que la densidad de potencia de onda plana equivalente de cresta, promediada a lo largo de la anchura del impulso, no sobrepase 1000 veces el límite S_{eq} , o que la intensidad de campo no sobrepase los niveles de exposición de intensidad de campo indicados en el cuadro.
 NOTA 5 – Para frecuencias superiores a 10 GHz, el tiempo de promediación es de $68f^{1,05}$ minutos (f en GHz).

Figura 6-1: Niveles de referencia según UIT-T K.52

Fuente: <https://www.itu.int/rec/T-REC-K.52-201612-I/es>, Año 2016, p.22

1.6.3 Agencia de Regulación y Control de Telecomunicaciones (ARCOTEL)

De acuerdo a la resolución 01-01-conatel-2005 el consejo nacional de telecomunicaciones CONATEL, en el capítulo 3, del régimen de protección y los límites máximos de exposición en el artículo 5: “Límites Máximos de Exposición por Estación Radioeléctrica Fija”: Se establecen los límites máximos de exposición a las emisiones de RNI generadas por uso de frecuencias del Espectro Radioeléctrico, de acuerdo a los valores establecidos en la Recomendación UIT -T K.52 de la UIT, como se detalla en la Figura 7-1.

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	–
	0,065-1MHz	610	1,6/f	–
	1-10 MHz	610/f	1,6/f	–
	10-400 MHz	61	0,16	10
	400-2000 MHz	3f ^{1/2}	0,008f ^{1/2}	f/40
	2-300 GHz	137	0,36	50
Poblacional	3-150 kHz	87	5	–
	0,15-1MHz	87	0,73/f	–
	1-10 MHz	87f ^{1/2}	0,73/f	–
	10-400 MHz	28	0,073	2
	400-2000 MHz	1.375f ^{1/2}	0,0037f ^{1/2}	f/200
	2-300 GHz	61	0,16	10

Figura 7 -1: Límites máximos de exposición por estación radioeléctrica fija.

Fuente: [://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/07/2005_001_01.pdf](http://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/07/2005_001_01.pdf), Año: 2005, p.3

Donde:

- Los valores límites señalados en esta tabla corresponden a valores eficaces (RMS) sin perturbaciones.
- f es la magnitud de la frecuencia indicada en la columna rango de frecuencias; se deben omitir las unidades al momento de hacer el cálculo del límite respectivo.
- Para las frecuencias entre 100 kHz y 10 GHz, el período de tiempo en el que se debe realizar la medición será de 6 minutos.
- Para las frecuencias superiores a 10 GHz; el período de tiempo en el que se debe realizar la medición será 68/1°5 minutos. (ARCOTEL, 2005, p:3)

1.7 Regulación de las radiaciones no ionizantes en el Ecuador

La Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), es la agencia especializada de las Naciones Unidas para la Tecnología de la Información y con la colaboración del Ministerio de Telecomunicaciones y las Tecnologías de Información de Ecuador; y con la Telefónica Movistar se organizó un Taller sobre la Exposición Humana a Campos Electromagnéticos en América Latina el 14 de agosto del 2013 en Quito. En donde se indican los estándares para RNI que ha adoptado cada país, en la Tabla 2-1 se indican los estándares de algunos países de América Latina entre ellos Ecuador.

Tabla 2-1: Radiaciones no ionizantes en el Ecuador

COLOMBIA	MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS (NO ESPECÍFICO)	ICNIRP	60 Hz	2007
	MINISTERIO DE COMUNICACIONES	UIT .K52 (ICNIRP)	9 kHz- 300 GHz (trabajadores, público en general)	2005
ECUADOR	NATIONAL COMMUNICATIONS COUNCIL (CONATEL) actual ARCOTEL	UIT.K52 (ICNIRP)	9 kHz- 300 GHz (trabajadores, público en general)	2005
GUATEMALA	MINISTERIO DE SALUD	ICNIRP	0Hz -300 GHz	2011
PANAMA	MINISTERIO DE SALUD Y BIENESTAR SOCIAL	IEEE	300 kHz – 100 GHz (trabajadores, público en general)	
PARAGUAY	MINISTERIO DE SALUD Y BIENESTAR SOCIAL	ICNIRP	0 Hz- 300 GHz (trabajadores, público en general)	2007

Fuente: <http://www.itu.int/en/ITU-T/Workshops-and-Seminars/Pages/ECU-2013.aspx>

1.8 Modelos de señalización

Como es indudable la población en general no siempre poseera el equipamiento necesario para conocer el nivel de radiación a la que se encuentran expuestos, es por eso que se deberán señalar adecuadamente los límites de las zonas de exposición. Para realizar una señalización adecuada y prevenir acerca de las diferentes exposiciones a las que se puede encontrar un individuo, se deberán utilizar indicadores visuales, luminosos o sonoros que adviertan de la presencia de niveles elevados de campo de radiaciones no ionizantes a toda persona o trabajador que intente acceder a la misma.

Los indicadores visuales a utilizar están mostrados en la Figura 8-1, la cual se compone de 3 señalizaciones, en donde la primera señal indica la existencia de RNI en zonas de acceso al público general con niveles que han superado lo establecido para las zonas de exposición poblacional. La segunda y tercera señal son utilizadas para indicar el ingreso o cercanía a una zona de rebasamiento en la que los máximos establecidos para la zona ocupacional son superados, lo cual nos indica que generan un riesgo inminente para la salud humana.



Figura 8-1: Señalización visual de las diferentes zonas de exposición a RNI
Fuente: http://www.paritarios.cl/especial_letreros_tarjetas_seguridad.htm

Las dimensiones de los indicadores visuales deben ser completamente visibles a toda persona u operario que se disponga a ingresar a una zona controlada debido a los niveles de radiación.

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1 Introducción

En el presente capítulo se muestra los métodos utilizados para ubicar en el mapa de Riobamba las antenas de las radio bases de telefonía celular, utilizando los software Radio Mobile y Open Street Map, además los procedimientos para medir el campo eléctrico en la banda de frecuencias de 76 MHz a 2.686 GHz en las cercanías de las antenas de las radio base de celulares en varias zonas de la ciudad de Riobamba, y también el procedimiento realizado para el monitoreo continuo durante 7 días de las radiaciones electromagnéticas no ionizantes en el interior de la ESPOCH utilizando el equipo NARDA SRM-3000, para determinar los valores medio de la intensidad de campo eléctrico de la misma banda mencionada anteriormente. Así también se realizará una descripción del software utilizado (Java, Netbeans, postgresSQL) para la presentación de las graficas comparativas del comportamiento de las mediciones de la antena genérica y del comportamiento de la intensidad de campo eléctrico con las normas vigentes nacionales e internacionales.

2.2 Equipos empleados en las mediciones

2.2.1 Equipo Narda SRM-3000

El equipo NARDA SRM-3000 es un Medidor Selectivo de las Radiaciones Electromagnéticas, sirve para realizar el análisis de los campos electromagnéticos de Radio Frecuencia y Microondas, además permite evaluar los resultados de acuerdo con las normativas nacionales e internacionales vigentes. Todas las mediciones realizadas en el sector de telefonía móvil se realizan directamente utilizando este dispositivo, ya que indica los resultados de inmediato en el lugar.

Características

- El NARDA SRM-3000 dispone de una antena triaxial, puede trabajar como un analizador de espectro para la gama de frecuencias de 100 kHz a 3 GHz (Narda Safety Test Solution, 2004, pp.1-3).
- El equipo consta de una base, una antena y una batería que permite cargarlo, es muy fácil de transportarlo y brinda todas las funciones que el usuario requiere para determinar, guardar y evaluar los datos medidos, los cuales pueden ser descargados a la PC mediante un archivo xls, para poder analizarlos y realizar las comparaciones y cálculos necesarios.

- Es inmune en el funcionamiento cuando la intensidad del campo eléctrico es alta
- Tiene una antena automática que detecta fácilmente las radiaciones
- El equipo muestra los datos medidos del campo eléctrico en V/m o mV/m
- Los datos se relacionan directamente con varios sistemas de telecomunicaciones como: GSM, TETRA, UMTS

El ancho de banda de resolución expresado como RBWs es de hasta 5MHz tanto para W-CDMA y UMTS (Advanced Test Equipment Rentals, 2017).



Figura 1-2: Equipo Narda SRM-3000

Fuente:http://www.emfrest.ru/images/product/b_378790cb03c200dcc4c9cbb3b0734613.jpg

2.2.2 *GPSMAP GARMIN 60CS*

El GPSMAP GARMIN 60CS es un equipo con varias funcionalidades, que ayudó en datos de importancia para las mediciones, es un equipo ligero, robusto y resistente al agua el cual ofrece una pantalla de 256 colores altamente reflectante que proporciona una visualización fácil en casi cualquier condición de iluminación. Este transreflectivo proporciona una excelente visualización mientras maximiza la duración de la batería (20 horas, uso típico).

Está repleto de características adicionales, como el cálculo rápido de rutas automáticas, un calendario integrado al aire libre, un modo de geocaching dedicado y juegos de GPS en interiores y exteriores que convierten al aire libre en un tablero gigante.

El GPSMAP 60CS también ofrece una brújula electrónica y un altímetro barométrico para las aventuras de las tierras altas. Estos sensores, combinados con la tecnología GPS, proporcionan lecturas mejoradas de cojinetes y elevaciones.



Figura 2-2: Equipo GPSMAP GARMIN 60CS

Fuente: <https://www.trekkinn.com/montana/garmin-gpsmap-60-csx-color/6630/p>

2.3 Software utilizado

2.3.1 Radio Mobile

Radio Mobile es un software que permite simular radioenlaces, regiones donde hay cobertura de una red, localizar un lugar específico y otras opciones. El programa opera a frecuencias que van desde los 20Mhz a los 20 Ghz, se encuentra fundamentado en el modelo de propagación ITM (Irregular Terrain Model) o también el modelo Longley-Rice. A través de este software se pueden realizar mapas virtuales de varias regiones, vistas tridimensionales y animaciones.

Radio Mobile en el presente trabajo permite simular las ubicaciones exactas de las antenas de telefonía celular situadas en diferentes sectores de la ciudad de Riobamba para de esta manera facilitar el trabajo y tener una guía clara del lugar en donde se encuentran ubicadas dichas antenas al momento de realizar los análisis.

2.3.2 Open Street Map

Es un software conocido también como OSM utilizado para diseñar mapas editables. El diseño de los mapas se hace usando información geográfica obtenida a través de fuentes libres, dispositivos GPS móviles y ortofotografías. Todas las imágenes obtenidas y los datos vectoriales son almacenados en una base de datos propia, tiene licencia libre de Base de Datos. Los usuarios que se encuentran registrados tienen la posibilidad de subir sus trazas a través de GPS, además crear, corregir y editar datos vectoriales mediante herramientas para editar, diseñadas por los usuarios de OpenStreetMap. Permite crear mapas de carreteras, senderos, vías ciclables, estaciones de esquí, náuticos, entre otros. Se utilizan también para realizar cálculos de rutas para vehículos y personas. Permite realizar:

Mapas en línea

En la web existen algunos servicios que permiten hacer uso de los datos OSM para visualizar la cartografía a través de mapas en línea utilizando varios estilos de visualización y renderización.

Cálculo de rutas y navegación

OpenStreetMap no tiene totalmente desarrollado el cálculo de las rutas óptimas, pero con el pasar de los años estos avances han sido muy importantes. Los datos que existen hasta la fecha aún no son suficientemente detallados para que se consideren fiables, debido a que no se cuenta con cierta información.

2.3.3 Java – Netbeans

NetBeans es un software que posee un entorno libre y gratuito para el usuario, diseñado especialmente para el lenguaje JAVA. Cuenta también con un gran número de módulos utilizados.

NetBeans es de código abierto de gran renombre que posee una gran base de usuarios, una gran comunidad de usuarios que crece constantemente. Sun Microsystems se encargó de fundar el proyecto NetBeans en el año 2000 y sigue siendo el principal patrocinador de los proyectos.

NetBeans hace posible que las aplicaciones se desarrollen partiendo de un conjunto de módulos, los cuales son archivos Java que poseen clases de java que permiten interactuar con las aplicaciones de NetBeans. Las aplicaciones realizadas con módulos pueden extenderse añadiéndose nuevos módulos.

Todas las funciones del IDE de NetBeans son dotadas de módulos. Los módulos brindan una función definida, entre éstos el soporte de Java, editar y el control de las distintas versiones. NetBeans cuenta con el total de los módulos indispensables para desarrollar aplicaciones Java con solo descargar el programa, haciendo mas fácil el trabajo del usuario.

2.3.4 PostgreSQL

PostgreSQL es un software que permite realizar la gestión de bases de datos relacional con orientación a objetos, posee una distribución con licencia BSD y con un código fuente libre. Es un sistema que permite la gestión de una base de datos de la manera más potente que existe en el mercado. PostgreSQL emplea un modelo de gestión cliente vs servidor y utiliza procesos múltiples lo cual garantiza una gran estabilidad del sistema. Si uno de los procesos falla no llegaría a afectar al resto y todo continuará funcionando correctamente (PostgreSQL-ES,2010).

En la Figura 3-2 se indican los principales componentes de un sistema PostgreSQL.

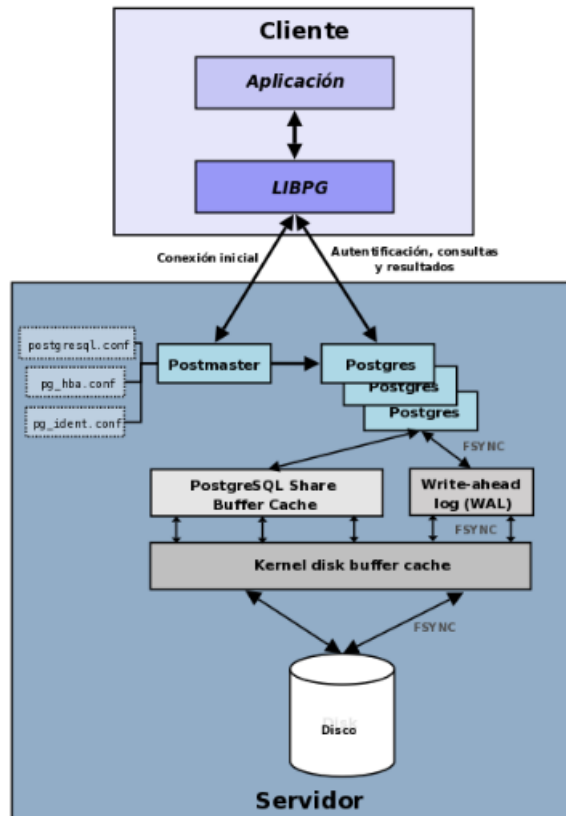


Figura 3-2: Componentes de un sistema PostgreSQL.

Fuente: http://www.postgresql.org.es/sobre_postgresql

2.4 Procedimiento para ubicar las antenas en el mapa de Riobamba

- **Utilizando el software Radio Mobile**

- Crear dos ubicaciones en Google Earth.
- Crear unidades en Radio Mobile desde las ubicaciones en Google Earth.
- Crear una red en Radio Mobile.
- Crear un sistema en Radio Mobile.
- Ubicar los puntos de acuerdo a las coordenadas.

- **Utilizando el software Open Street Map.**

Antes de comenzar a ubicar los puntos en el software Open Street Map se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Tener definida el área a la que se agregara información.
- Tener la información a agregar, las coordenadas geográficas exactas de los puntos clave.
- Tener JOSM instalado en la PC y funcional.
- Para agregar información se debe buscar los puntos de acuerdo a las coordenadas o las calles que ya han sido predefinidas.
- Debemos tener en cuenta que también se puede agregar todo tipo de elementos ya sean carreteras, caminos, puentes, edificios, etc.

- En cada caso después de marcar el tipo de elemento, podemos darle un nombre propio que se mostrará en el mapa y servirá de referencia.
- En el mapa desarrollado se puede observar los puntos estratégicos, con sus respectivas calles, de las diferentes antenas transmisoras de radio, televisión y celular de la ciudad de Riobamba previamente establecidas que fueron tomados en cuenta para las mediciones.

2.5 Procedimiento realizado para las Mediciones en las cercanías de 31 antenas de telefonía celular ubicadas en distintos sectores de la ciudad de Riobamba.

Para realizar las mediciones de RNI del presente trabajo de titulación y facilitar la obtención de valores, evitando conseguir datos erróneos, ha sido tomado como referencia el protocolo que se muestra a continuación:

- 1.- Asignar el lugar de ubicación de las 31 estaciones base a ser medidas que se encuentran en la ciudad de Riobamba.
- 2.- Se han realizado las mediciones de 31 estaciones base de telefonía celular debido a que no se contó con las facilidades del equipo para medir en más antenas.
- 3.- Seleccionar diferentes puntos en las cercanías de la antena comprendidos entre los 7.5 m y 120 m.
- 4.- En el momento en el cual ya han sido asignados los puntos de referencia en cada zona previamente seleccionada, se identificará y ubicará en el mapa los lugares y posiciones exactas así como también el número de mediciones que se tomará en dicha zona.
- 5.- Para evitar acoplamiento capacitivos, los puntos de medición deben estar ubicados a distancias que no sean menores a 20cm de algún objeto.
- 6.- La antena del equipo NARDA SRM-3000 fue colocado a una altura de 1.5 metros sobre el nivel del suelo, esta medida fue tomada en cuenta debido a la altura promedio de un ser humano.
- 7.- Al encender el equipo NARDA SRM-300 debe encerrarse para que no existan posibles confusiones con previas mediciones.
- 8.- En cada punto establecido se procederá a medir el valor máximo y el valor promedio del campo eléctrico.
- 9.- Cada medición se lo realizará en un tiempo establecido de 6 minutos
- 10.- En el momento en que cada medición se concluya, se procederá a tomar las medidas del GPS y se obtendrá las coordenadas exactas de los lugares medidos.
- 11.- Finalmente se tomarán las fotografías correspondientes a cada lugar, este procedimiento se denomina levantamiento visual.
- 12.- Después de obtener las mediciones realizadas se procede a descargar la información en Excel con el software propio del equipo NARDA.

13.- Los valores máximos y promedios de campo eléctrico descargados previamente en el numeral 14, son almacenados en la base de datos PostgreSQL para luego establecer una conexión con JAVA.

15.- Con los datos obtenidos anteriormente, los cuales son ingresados en un programa realizado en JAVA, se lleva a cabo el análisis del patrón de radiación de la antena genérica para poder visualizar las gráficas obtenidas.]

2.6 Procedimiento realizado para las Mediciones de Campo Eléctrico durante siete días contínuos en las cercanías de una antena de telefonía celular ubicada en el exterior de la ESPOCH:

1.- Se realizaron las mediciones temporales de los valores promedio del campo eléctrico en la frecuencia de 76 MHz a 2,686 GHz, de una antena de telefonía celular ubicada cerca de la ESPOCH, las mediciones se realizaron junto a la Bodega de Pecuarias a lado del Dispensario Médico, en el interior de la ESPOCH, con una Longitud: $78^{\circ} 40' 49.2''$ W , Latitud: $1^{\circ} 39' 20.8''$ S y Altura sobre el nivel del mar de: 2830m.



Figura 4 -2: Antena de Telefonía celular ubicada en el exterior de la ESPOCH
Realizado por: A. Flores, D. Carrasco.2017

2.- La distancia de la antena radio base de telefonía celular hacia el lugar en donde se realizaron las mediciones es de 110 metros, se ha tomado esta distancia por seguridad del equipo y por requerimientos de energía eléctrica. Debido a que el análisis se realizó del comportamiento del campo eléctrico con respecto al tiempo, la distancia desde la antena al punto de medición no influye en ello.

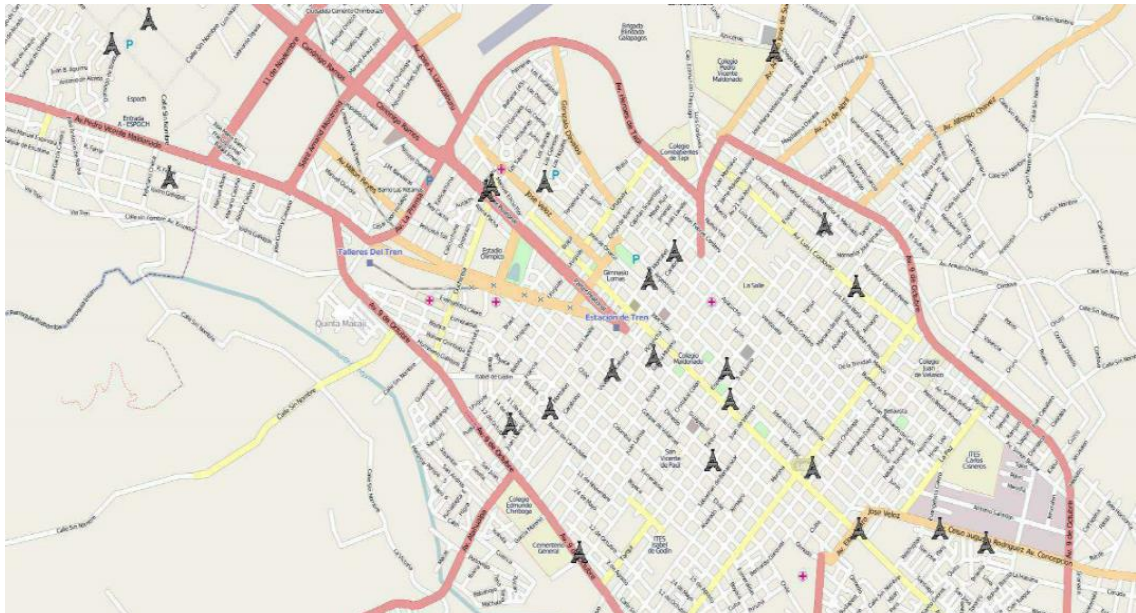
- 3.- La antena del equipo NARDA SRM-3000 se ubicó a una altura de 1,50 metros sobre el suelo, tomando en consideración que ésta es la altura promedio de un ser humano.
- 4.- Antes de iniciar las mediciones se debe resetear el equipo para que los datos no se confundan con mediciones guardadas anteriormente.
- 5.- Las mediciones del campo eléctrico se toman cada seis minutos.
- 6.- Las mediciones del campo eléctrico fueron continuas durante 7 días.
- 7.- Una vez terminadas las mediciones los datos deben ser extraídos mediante un software propio del equipo, que se utiliza con una PC que posee la ARCOTEL, los datos se descargan en un archivo de Excel.
- 8.- Los valores de campo eléctrico descargados previamente en el numeral 7, son almacenados en la base de datos PostgreSQL para luego establecer una conexión con JAVA.
- 9.- Los datos del campo eléctrico son comparados con la normativas de la ICNIRP y UIT-T K52 de la ARCOTEL.
- 10.- Utilizando el software JAVA se visualizo el comportamiento del campo lectrico durante los 7 días consecutvos.

CAPÍTULO III

3 MEDICIONES, PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.

3.1 Ubicación de las antenas de telefonía celular sobre el mapa de Riobamba

Para iniciar con las mediciones primeramente se ha ubicado a las antenas de telefonía celular en los diferentes sectores de la ciudad de Riobamba utilizando el software Radio Mobile como se indica en el Mapa 1-3. Tomando en cuenta que las mediciones se las han realizado en puntos estratégicos es decir en donde se considera que hay mayor cantidad de radiación electromagnética y además mayor concurrencia de gente, tomando en cuenta aquello también se realizaron mediciones en una antena ubicada cerca de la Espoch debido a la masiva concurrencia de Estudiantes.



Mapa 1-3: Ubicación de las antenas de telefonía celular en la ciudad de Riobamba

Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

3.1.1 Ubicación de las 31 antenas de telefonía celular en la ciudad de Riobamba

Las mediciones de campo eléctrico, se han realizado en 31 antenas ubicadas en diferentes sectores de la ciudad de Riobamba los cuales se detallan a continuación:

Tabla 1-3: Ubicación de las 31 antenas de telefonía celular en la ciudad de Riobamba donde se realizaron las mediciones.

N° Antena	Coordenadas		Dirección
	Latitud	Longitud	
1	1° 40' 51.34" S	78° 39' 15.8" W	2 de agosto y 5 de junio
2	1° 39' 46.84" S	78° 39' 17.11" W	Brasil y Gonzalo Dávalos (esquina)
3	1° 39' 30.04" S	78° 39' 41.836" W	Santos Leopoldo Cabezas y Argentinos
4	1° 39' 20.88" S	78° 39' 54.056" W	Lizarzaburu y Saint Amand Montrond
5	1° 39' 17.36" S	78° 40' 3.424" W	Manuel Orozco y Eduardo Kingman
6	1° 39' 18.825" S	78° 40' 39.984" W	Panamericana Sur y Avenida 11 de Noviembre
7	1° 40' 1.503" S	78° 39' 6.911" W	Juan Montalvo y Argentinos
8	1° 39' 57.432" S	78° 39' 3.617" W	Ayacucho y Juan Montalvo
9	1° 39' 38.70" S	78° 39' 26.8" W	Panamericana Rafael Jimena y Av. 11 de Noviembre
10	1° 39' 55.174" S	78° 39' 1.744" W	Venezuela y Juan Montalvo
11	1° 39' 18.9" S	78° 40' 40.70" W	Interior de la ESPOCH entre la Escuela de Química y de Física
12	1° 39' 24.705" S	78° 40' 51.70" W	Dr. Camilo Ponce E. y José María Velasco Ibarra
13	1° 40' 47.957" S	78° 37' 58.339" W	Avenida Celso Rodríguez y Bolívar Bonilla (inpapel)
14	1° 40' 39.25" S	78° 38' 12.70" W	Parque Industrial
15	1° 40' 28.426" S	78° 39' 31.775" W	Juan de Lavalle y 14 de Agosto
16	1° 39' 46.84" S	78° 39' 17.11" W	Vargas Torres y 11 de Noviembre
17	1° 40' 07.035" S	78° 39' 28.43" W	Uruguay y Chile
18	1° 39' 6.033" S	78° 39' 18.793" W	Daniel León Borja y Miguel Angel León
19	1° 39' 49.047" S	78° 39' 57.528" W	Virgilio Corral y Milton Reyes
20	1° 39' 51.071" S	78° 38' 55.502" W	Cerca del monumento del libro
21	1° 39' 49.306" S	78° 39' 37.491" W	Duchicela y Daniel León Borja
22	1° 40' 33.45" S	78° 38' 54.855" W	Olmedo y Juan de Velasco
23	1° 40' 35.859" S	78° 38' 35.68" W	José Veloz y Joaquín Chiriboga
24	1° 40' 15.50" S	78° 38' 54.80" W	José de Orozco y Cristóbal Colón
25	1° 40' 16.50" S	78° 39' 06.80" W	10 de Agosto y Gabriel García Moreno
26	1° 40' 22.80" S	78° 38' 53.00" W	Tarqui entre Primera constituyente y José Veloz
27	1° 39' 47.974" S	78° 39' 22.254" W	Los Nogales y Argentinos (Hotel Galpón)
28	1° 39' 54.158" S	78° 38' 32.919" W	Espejo y Monseñor Ulpiano Pérez
29	1° 40' 10.463" S	78° 38' 20.187" W	Silvio Haro y 35 (Sector Matriculación de carros cerca de la Vasija)
30	1° 40' 14.436" S	78° 38' 26.003" W	Pedro Bedón Pineda y Morona (6 cuadras de la plaza de las gallinas)
31	1° 40' 15.03" S	78° 38' 39.606" W	Venezuela y Juan de Velasco (cerca de La Salle)

Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

3.1.2 Mediciones en varios puntos en las cercanías de las 31 antenas de telefonía celular ubicadas en la ciudad de Riobamba

Las mediciones en las 31 antenas se realizaron en la región de campo lejano, por esta razón solo se midieron valores de campo eléctrico, debido a que en esta región se considera la propagación de onda plana, lo cual a partir del campo eléctrico medido con el equipo NARDA SRM-3000, se pueden obtener los valores de campo magnético y densidad de potencia a través de las siguientes fórmulas:

$$H = \frac{E}{377} \quad (4)$$

$$S = EH = \frac{E^2}{377} = H^2 \cdot 377 \quad (5)$$

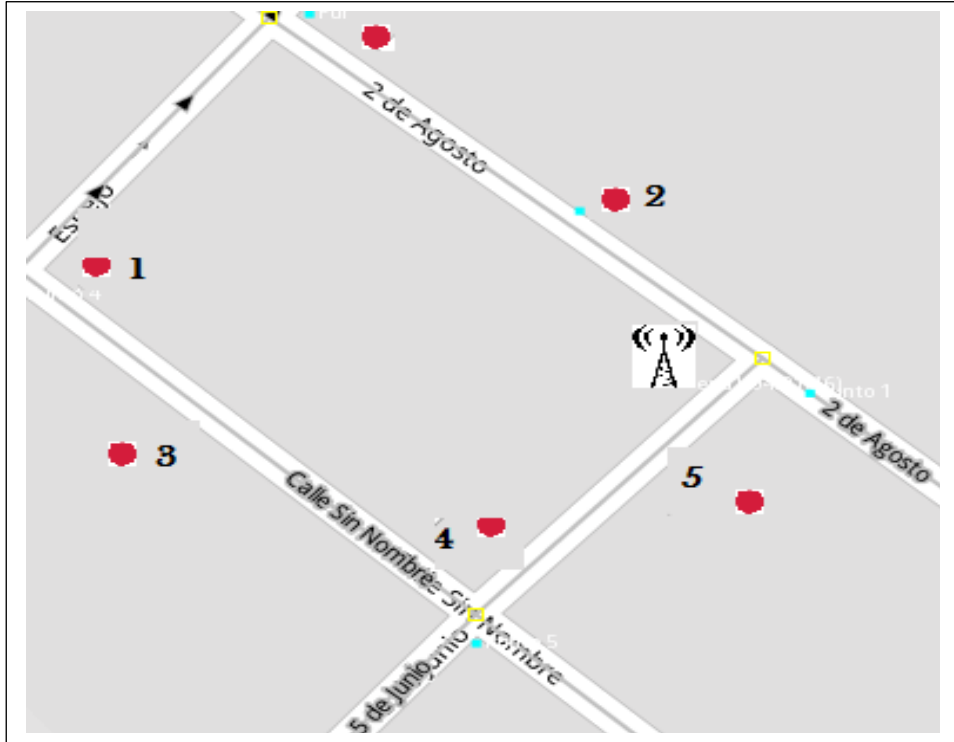
Los valores máximos y promedios medidos del campo eléctrico y los valores calculados de campo magnético (H) y densidad de potencia (S), en las cercanías de las 31 antenas de estaciones base con sus respectivas coordenadas (latitud y longitud), su ubicación utilizando el software open Street map y su fotografía correspondiente, se muestran detalladamente a continuación:

ANTENA 1

Tabla 2-3: Valores en las cercanías de la Antena 1

Antena 1							
Dirección: 2 de agosto y 5 de junio							
Altura de la Antena Radio Base de Telefonía Celular: 15 m sobre el suelo							
Rango de Frecuencia: 76 MHz a 2.686 GHz							
N° de medición:		1	2	3	4	5	6
Longitud		78°39'15,7`` W	78°39'16,3`` W	78°39'17,2`` W	78°39'18,7`` W	78°39'16,9`` W	78°39'15,4`` W
Latitud		01°40'50,3`` S	01°40'49,6`` S	01°40'48,5`` S	01°40'50,2`` S	01°40'51,8`` S	01°40'53,3`` S
Campo eléctrico (V/m)	Máx .	1.504	2.052	1.268	1.235	1.163	0.599
	Pro m.	1.125	1.204	0.861	0.862	0.752	0.41
Campo magnético (mA/m)	Máx .	4.237	5.512	3.142	3.309	2.973	1.538
	Pro m.	2.447	3.305	2.419	2.281	2.167	1.047
Densidad de potencia (mW/m²)	Máx .	6.333	14.22	4.343	4.152	3.59	0.955
	Pro m.	2.877	4.497	2.451	1.645	1.404	0.563

Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017



Mapa 2-3: Ubicación Antena 1, con sus 6 puntos medidos
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017



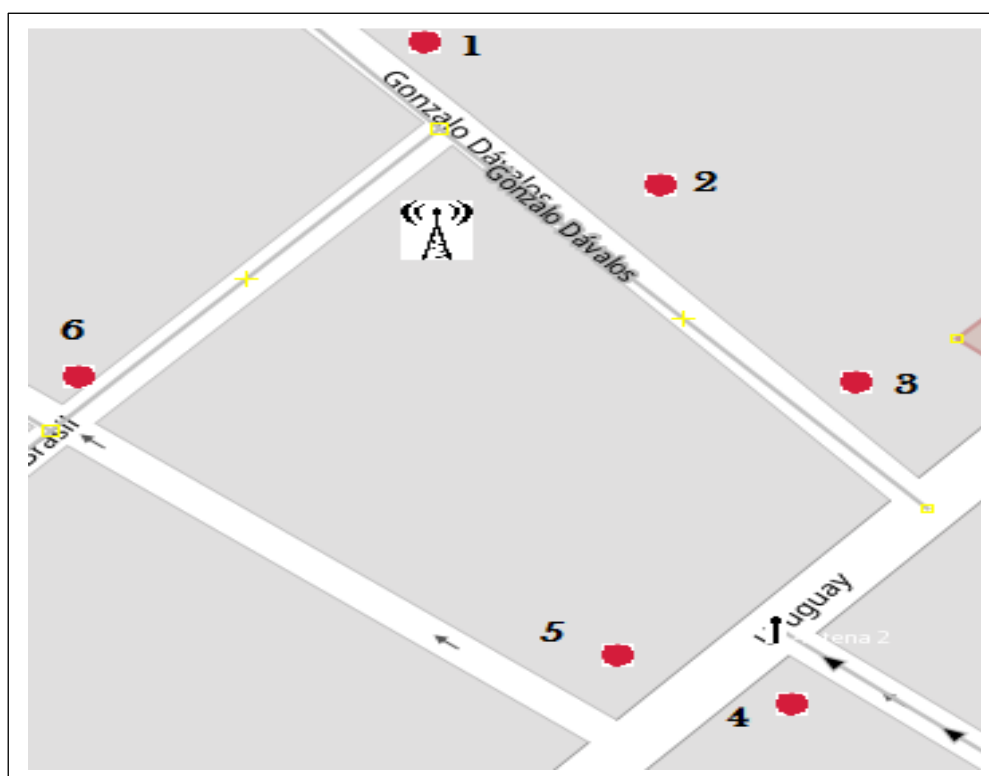
Figura 1-3: Fotografía Antena 1, ubicada en las calles ” 2 de agosto y 5 de junio”
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

ANTENA 2

Tabla 3-3: Valores en las cercanías de la Antena 2

Antena 2							
Dirección: Brasil y Gonzalo Dávalos (esquina)							
Altura de la Antena Radio Base de Telefonía Celular: 12 m sobre el suelo							
Rango de Frecuencia: 76 MHz a 2.686 GHz							
N° de medición:		1	2	3	4	5	6
Longitud		78°39'16,2`` W	78°39'15,8`` W	78°39'16,8`` W	78°39'15,2`` W	78°39'13,9`` W	78°39'15,1`` W
Latitud		01°39'48,5`` S	01°39'47,8`` S	01°39' 49,8``S	01°39'52,3`` S	01°39'50,0`` S	01°39'48,7`` S
Campo eléctrico (V/m)	Máx .	0.83688	1.0417	1.7668	0.75884	0.61494	3.2511
	Pro m.	0.52137	0.59831	0.76771	0.38853	0.44215	0.48076
Campo magnético (mA/m)	Máx .	1.9799999	2.5211	2.6044999	1.7439	1.7612	3.1313
	Pro m.	1.5343	1.5537	2.112	1.0221	1.116	1.9814
Densidad de potencia (mW/m²)	Máx .	1.8345	2.1401001	2.5126	1.19	1.3549	5.1369001
	Pro m.	0.70935	1.0353	1.922	0.49827	0.29609	1.3579

Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017



Mapa 3-3: Ubicación Antena 2, con sus 6 puntos medidos

Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017



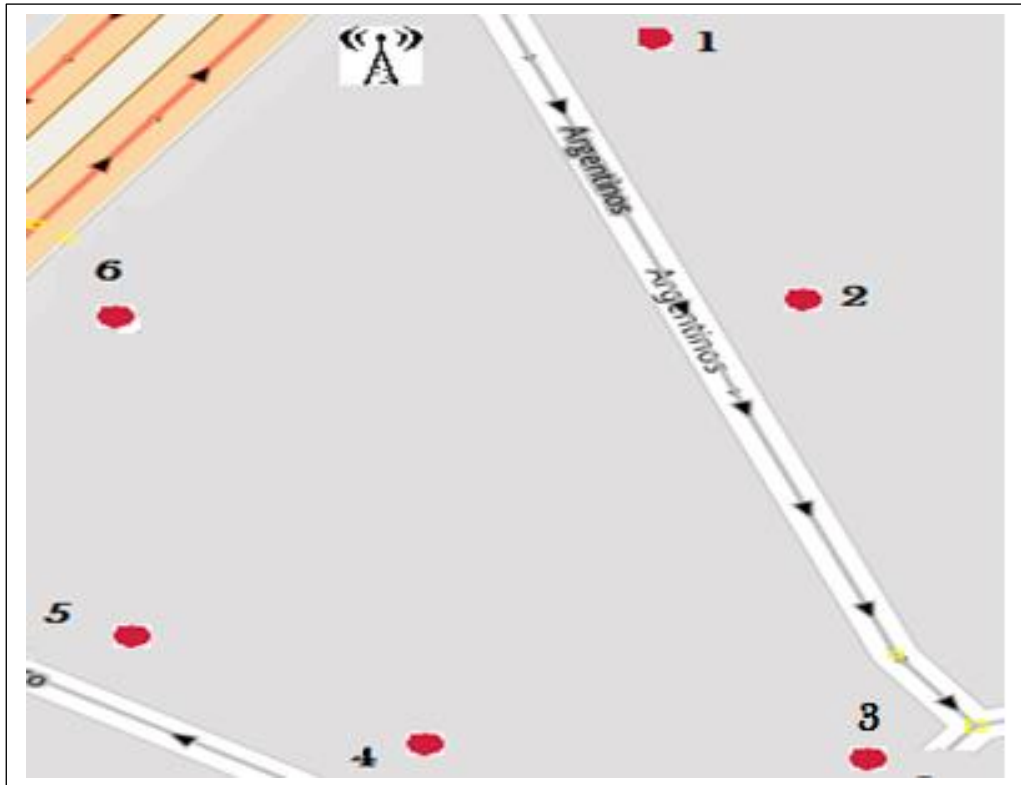
Figura 2-3: Fotografía Antena 2, ubicada en las calles ” Brasil y Gonzalo Dávalos”
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

ANTENA 3

Tabla 4-3: Valores en las cercanías de la Antena 3

Antena 3							
Dirección: Santos Leopoldo Cabezas y Argentinos							
Altura de la Antena Radio Base de Telefonía Celular: 12 m sobre el suelo							
Rango de Frecuencia: 76 MHz a 2.686 GHz							
N° de medición:		1	2	3	4	5	6
Longitud		78°39'40,9`` W	78°39'41,3`` W	78°39'41,7`` W	78°39'37,7`` W	78°39'39,5`` W	78°39'38,0`` W
Latitud		01°39'28,4`` S	01°39'29`` S	01°39'30,3`` S	01°39'39,4`` S	01°39'30,5`` S	01°39'28,5`` S
Campo eléctrico (V/m)	Máx .	1.0363	0.60567	0.44771	1.2239	0.84934	0.21149
	Pro m.	0.49804	0.40815	0.27991	0.65727	0.55327	0.18782
Campo magnético (mA/m)	Máx .	2.7566	1.5788	1.2179	2.8913	3.3523	0.7011
	Pro m.	1.443	1.2721	0.75044	1.8233	1.1586	0.5074
Densidad de potencia (mW/m²)	Máx .	2.6660999	0.91595	0.48111	4.2852	3.1427999	0.1528
	Pro m.	0.8078	0.43327	0.19321	0.92872	0.65059	0.096663

Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017



Mapa 4-3: Ubicación Antena 3, con sus 6 puntos medidos
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017



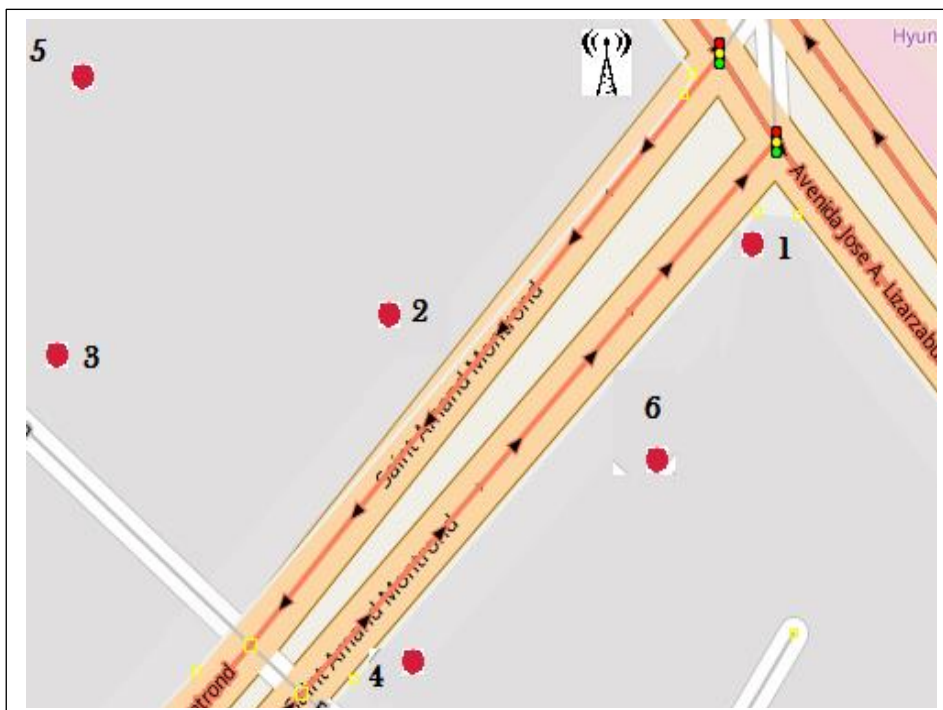
Figura 3-3: Fotografía Antena 3, ubicada en las calles " Santos Leopoldo Cabezas y Argentinos"
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

ANTENA 4

Tabla 5-3: Valores en las cercanías de la Antena 4

Antena 4							
Dirección: Lizarzaburu y Saint Amand Montrond							
Altura de la Antena Radio Base de Telefonía Celular: 15 m sobre el suelo							
Rango de Frecuencia: 76 MHz a 2.686 GHz							
Nº de medición:	1	2	3	4	5	6	
Longitud	78°39'53,7`` W	78°39'55,3`` W	78°39'55,2`` W	78°39'56,9`` W	78°39'56,3`` W	78°39'58,5`` W	
Latitud	01°39'21,4`` S	01°39'21,2`` S	01°39'21,3`` S	01°39'23,5`` S	01°39'18,7`` S	01°39'22,2`` S	
Campo eléctrico (V/m)	Máx .	1.4743	1.1798	0.84525	0.33369	0.46142	2.8368
	Pro m.	0.8749	0.61442	0.51454	1.3257999	0.29891	1.4543
Campo magnético (mA/m)	Máx .	3.2252001	3.5695001	2.2625001	0.86972	2.4142	7.7567999
	Pro m.	2.1995	2.2518	1.4156	0.58168	0.81235	4.5508
Densidad de potencia (mW/m²)	Máx .	5.2422001	2.5967001	2.1992	0.75819	0.55467	15.732
	Pro m.	1.6039	1.0016	0.70449	0.11347	0.24986	6.2707

Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017



Mapa 5-3: Ubicación Antena 4, con sus 6 puntos medidos

Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017



Figura 4-3: Fotografía Antena 4, ubicada en las calles ” Lizarzaburu y Saint Amand Montrond”

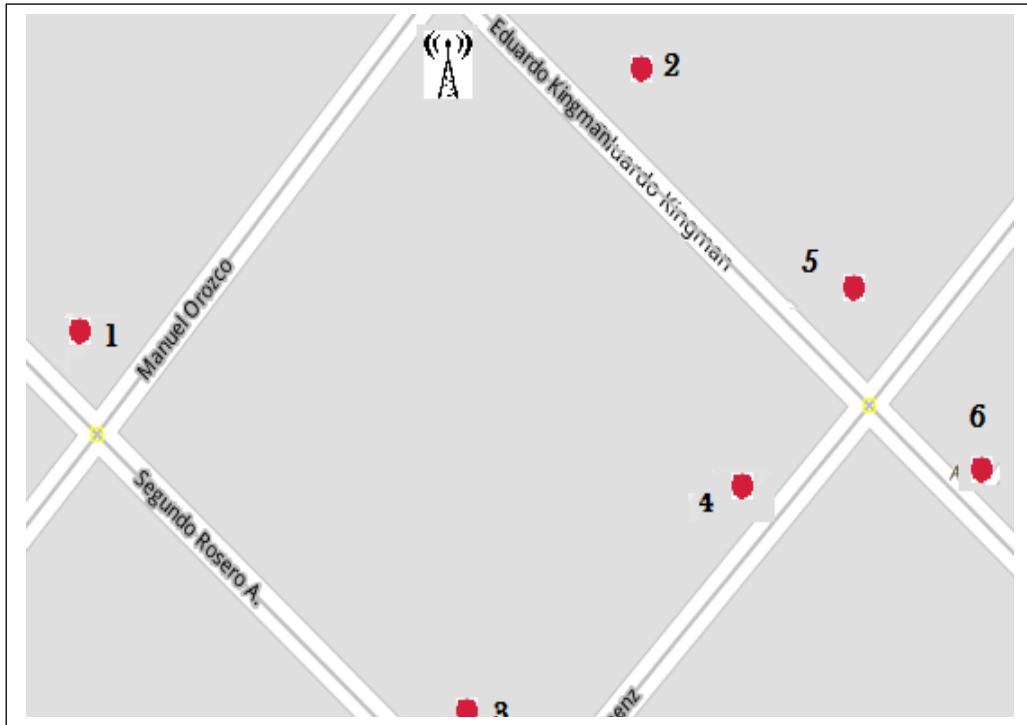
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

ANTENA 5

Tabla 6-3: Valores en las cercanías de la Antena 5

Antena 5							
Dirección: Manuel Orozco y Eduardo Kigman							
Altura de la Antena Radio Base de Telefonía Celular: 20 m sobre el suelo							
Rango de Frecuencia: 76 MHz a 2.686 GHz							
Nº de medición:		1	2	3	4	5	6
Longitud		78°40'01,5`` W	78°40'02,8`` W	78°40'01,8`` W	78°40'01,7`` W	78°40'59,2`` W	78°40'01,1`` W
Latitud		01°39'15,8`` S	01°39'17,6`` S	01°39'16,4`` S	01°39'19,1`` S	01°39'17,5`` S	01°39'15,3`` S
Campo eléctrico (V/m)	Máx.	0.69929	1.2337	0.66841	0.32208	0.75605	1.0871
	Pro m.	0.60251	0.81211	0.36099	0.23315	0.44036	0.60558
Campo magnético (mA/m)	Máx.	2.2261001	2.9751	1.682	0.92838	1.5822001	2.2215999
	Pro m.	1.692	2.1567	0.92126	0.64004	1.1409	1.5718
Densidad de potencia (mW/m²)	Máx.	2.1019999	4.0798001	8.2134001	0.30935	1.1188	1.8377
	Pro m.	0.86188	22.466	0.32509	0.16821	0.47394	1.2645

Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017



Mapa 6-3: Ubicación Antena 5, con sus 6 puntos medidos
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017



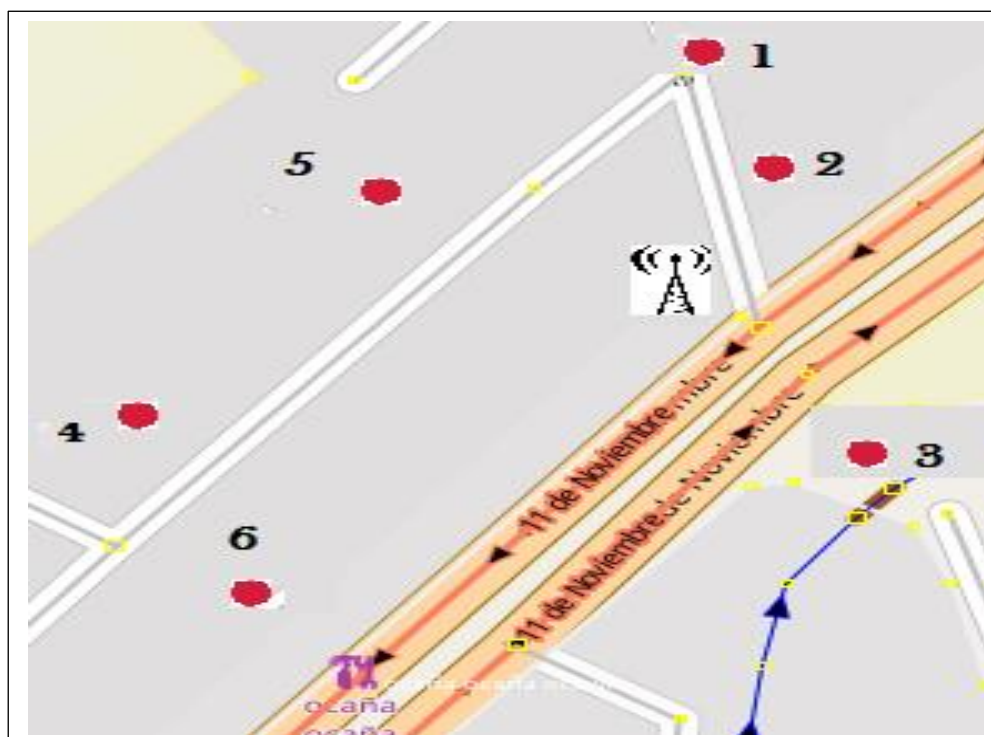
Figura 5-3: Fotografía Antena 5, ubicada en las calles ” Manuel Orozco y Eduardo Kigman”
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

ANTENA 6

Tabla 7-3: Valores en las cercanías de la Antena 6

Antena 6						
Dirección: Panamericana Sur y Avenida 11 de Noviembre						
Altura de la Antena Radio Base de Telefonía Celular: 15 m sobre el suelo						
Rango de Frecuencia: 76 MHz a 2.686 GHz						
N° de medición:	1	2	3	4	5	6
Longitud	78°40'37,1`` W	78°40'33,6`` W	78°40'34,7`` W	78°40'33,6`` W	78°40'31,0`` W	78°40'35,5`` W
Latitud	01°39'41,6`` S	01°39'16,2`` S	01°39'43,1`` S	01°39'41,5`` S	01°39'42,1`` S	01°39'42,7`` S
Campo eléctrico (V/m)	Máx.	1.8242	0.99019	1.4574	1.2995	1.4056
	Pro m.	1.1168	0.5258	0.94958	0.75076	0.78984
Campo magnético (mA/m)	Máx.	5.0249002	2.3353	4.0444001	2.8967001	3.3390999
	Pro m.	3.1474	1.3696	2.5326	2.0661	1.8184
Densidad de potencia (mW/m²)	Máx.	8.9431005	2.3388001	5.3332001	3.1353999	5.8284998
	Pro m.	2.6945	0.85079	3.0064	1.7039	1.5697

Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017



Mapa 7-3: Ubicación Antena 6, con sus 6 puntos medidos

Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017



Figura 6-3: Fotografía Antena 6, ubicada en las calles ” Panamericana Sur y Avenida 11 de Noviembre”

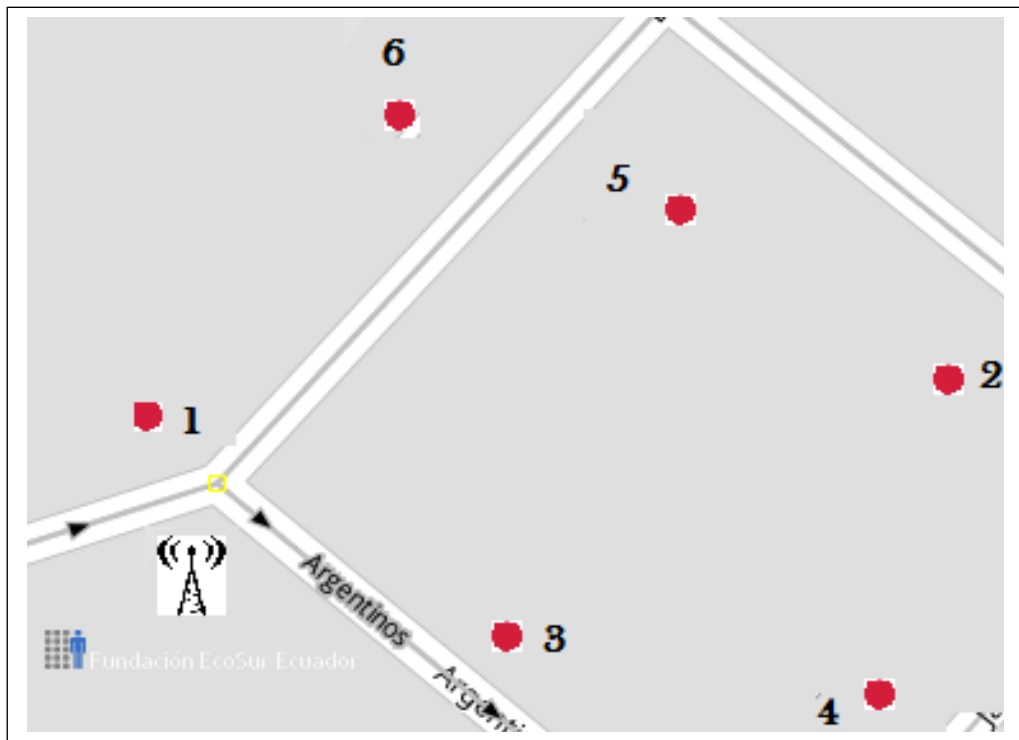
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

ANTENA 7

Tabla 8-3: Valores en las cercanías de la Antena 7

Antena 7							
Dirección: Juan Montalvo y Argentinos							
Altura de la Antena Radio Base de Telefonía Celular: 15 m sobre el suelo							
Rango de Frecuencia: 76 MHz a 2.686 GHz							
N° de medición:	1	2	3	4	5	6	
Longitud	78°39`06,6`` W	78°39`04,9`` W	78°39`02,8`` W	78°39`06,1`` W	78°39`07,4`` W	78°39`05,1`` W	
Latitud	01°40`01,7`` S	01°40`02,8`` S	01°40`0,9``S	01°40`0,6``S	01°40`0,8``S	01°39`59,3`` S	
Campo eléctrico (V/m)	Máx .	0.76914	0.77338	1.7135	4.7777	0.9301	1.0663
	Pro m.	0.37346	0.41421	1.0108	0.70508	0.55717	0.62162
Campo magnético (mA/m)	Máx .	2.0742	1.8652	3.9349999	3.1010001	2.3212	2.4408
	Pro m.	1.0308	1.1484	2.4123	1.1933	1.4234	1.5366
Densidad de potencia (mW/m²)	Máx .	1.3669	1.6334	6.0625002	0.62144	1.9112	2.2243999
	Pro m.	0.3978	0.4718	2.1699	0.51761	0.73973	0.91727

Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017



Mapa 8-3: Ubicación Antena 7, con sus 6 puntos medidos
 Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017



Figura 7-3: Fotografía Antena 7, ubicada en las calles " Juan Montalvo y Argentinos"
 Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

ANTENA 8

Tabla 9-3: Valores en las cercanías de la Antena 8

Antena 8							
Dirección: Ayacucho y Juan Montalvo							
Altura de la Antena Radio Base de Telefonía Celular: 15 m sobre el suelo							
Rango de Frecuencia: 76 MHz a 2.686 GHz							
N° de medición:	1	2	3	4	5	6	
Longitud	78°39'0,26`` W	78°39'01,1`` W	78°39'02,8`` W	78°39'04,1`` W	78°39'03,4`` W	78°39'05,1`` W	
Latitud	01°31'58,2`` S	01°39'59,0`` S	01°40'0,9``S	01°40'00,3`` S	01°39'57,5`` S	01°39'59,3`` S	
Campo eléctrico (V/m)	Máx .	2.3973	3.1428	1.7135	1.6487	0.77812	1.0663
	Pro m.	1.3442	1.3968	1.0108	0.90638	0.51354	0.62162
Campo magnético (mA/m)	Máx .	6.4293002	6.0490002	3.9349999	4.4689002	2.0186999	2.4408
	Pro m.	3.7355	3.8381	2.4123	2.6746	1.3062	1.5366
Densidad de potencia (mW/m²)	Máx .	234.72001	24.527	6.0625002	10.381	1.5249	2.2243999
	Pro m.	5.1243	4.3343	2.1699	2.2529	0.49631	0.91727

Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017



Mapa 9-3: Ubicación Antena 8, con sus 6 puntos medidos

Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017



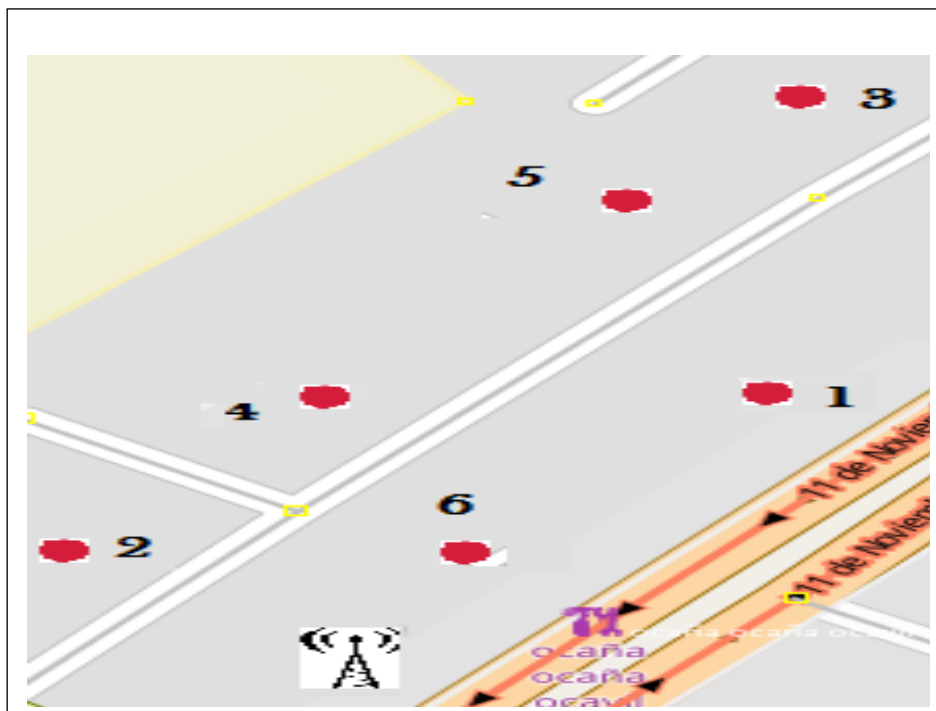
Figura 8-3: Fotografía Antena 8, ubicada en las calles ” Ayacucho y Juan Montalvo”
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

ANTENA 9

Tabla 10-3: Valores en las cercanías de la Antena 9

Antena 9							
Dirección: Panamericana Rafael Jimena entre Francisco de Marcos y Avenida 11 de Noviembre							
Altura de la Antena Radio Base de Telefonía Celular: 13 m sobre el suelo							
Rango de Frecuencia: 76 MHz a 2.686 GHz							
N° de medición:		1	2	3	4	5	6
Longitud		78°40`26,9`` W	78°40`26,1`` W	78°40`24,8`` W	78°40`26,4`` W	78°40`28,3`` W	78°40`26,5`` W
Latitud		01°39`40,1`` S	01°39`41,0`` S	01°39`39,7`` S	01°39`37,9`` S	01°39`40,4`` S	01°39`42,3`` S
Campo eléctrico (V/m)	Máx .	0.59243	0.56513	2.5821	2.689	1.2512	0.57604
	Pro m.	0.40477	0.41855	0.0040275	1.8249	0.34395	0.47295
Campo magnético (mA/m)	Máx .	1.4721	1.5192	2.6919	7.6235002	1.9083	1.575
	Pro m.	1.0612	1.117	4.0275	4.2272	1.1696	1.0893
Densidad de potencia (mW/m²)	Máx .	1.1035	0.87006	17.990001	21.04	1.4094	0.86582
	Pro m.	0.4962	0.37496	9.7579	8.8123	0.44504	0.31122

Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017



Mapa 10-3: Ubicación Antena 9, con sus 6 puntos medidos
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017



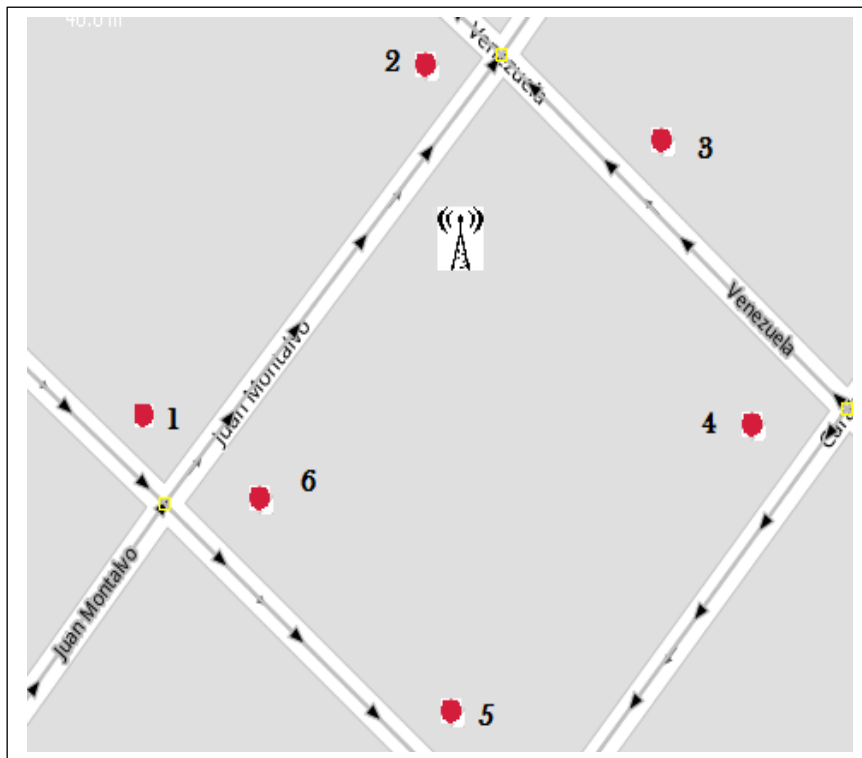
Figura 9-3: fotografía Antena 9, ubicada en las calles "Panamericana Rafael Jimena entre Francisco de Marcos y Avenida 11 de Noviembre"
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

ANTENA 10

Tabla 11-3: Valores en las cercanías de la Antena 10

Antena 10							
Dirección: Venezuela y Juan Montalvo							
Altura de la Antena Radio Base de Telefonía Celular: 20 m sobre el suelo							
Rango de Frecuencia: 76 MHz a 2.686 GHz							
N° de medición:	1	2	3	4	5	6	
Longitud	78°39'01,5`` W	78°39'01,0`` W	78°38'59,9`` W	78°38'59,0`` W	78°38'58,2`` W	78°39'0,1`` W	
Latitud	01°39'55,5`` S	01°39'54,8`` S	01°39'56,4`` S	01°39'56,3`` S	01°39'54,6`` S	01°39'52,7`` S	
Campo eléctrico (V/m)	Máx.	0.82745	1.8065	0.98979	0.74504	0.42665	1.1985
	Pro m.	0.6058	0.6058	0.70303	0.49511	0.29509	0.62457
Campo magnético (mA/m)	Máx.	2.4459001	4.3687001	2.6789999	1.9552	0.9962301	2.6837001
	Pro m.	1.5028	2.5515	1.5153	1.1595	0.60383	1.8466
Densidad de potencia (mW/m²)	Máx.	2.0448	7.9039	2.5014	1.44	0.7738	2.8478
	Pro m.	0.75108	3.047	0.95993	0.61791	0.1394	1.1176

Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017



Mapa 11-3: Ubicación Antena 10, con sus 6 puntos medidos

Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017



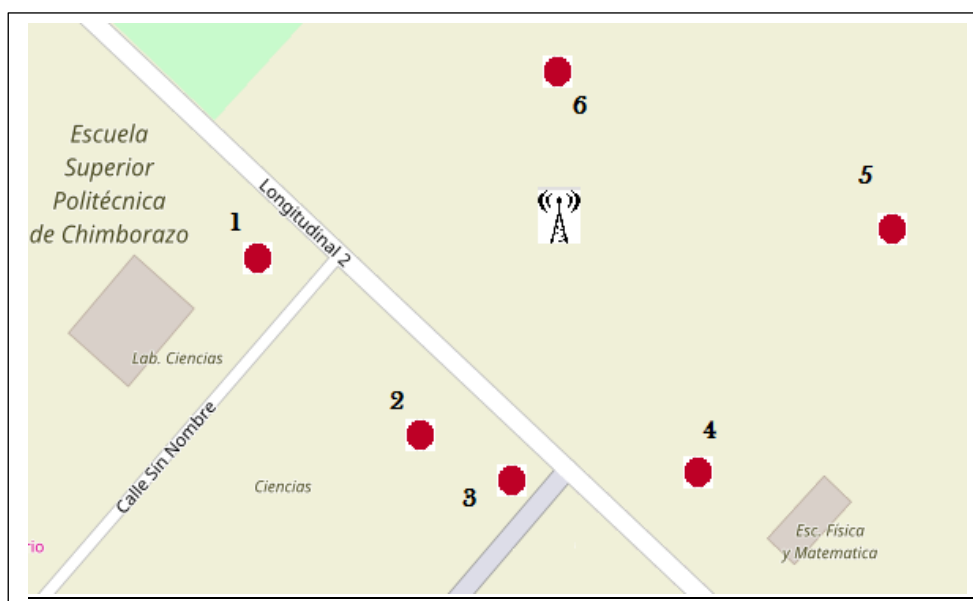
Figura 10-3: Fotografía Antena 10, ubicada en las calles” Venezuela y Juan Montalvo”
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

ANTENA 11

Tabla 12-3: Valores en las cercanías de la Antena 11

Antena 11							
Dirección: Interior de la ESPOCH entre el edificio de la Escuela de Química y de Física							
Altura de la Antena Radio Base de Telefonía Celular: 30 m sobre el suelo							
Rango de Frecuencia: 76 MHz a 2.686 GHz							
N° de medición:		1	2	3	4	5	6
Longitud		78°40'42,0`` W	78°40'43,4`` W	78°40'41,8`` W	78°40'40,7`` W	78°40'40,5`` W	78°0'38,1`` W
Latitud		01°39'18,6`` S	01°39'18,5`` S	01°39'16,0`` S	01°39'21,1`` S	01°39'20,1`` S	01°39'21,3`` S
Campo eléctrico (V/m)	Máx.	1.0185	2.3419	0.57777	0.45211	1.3784	1.2353
	Pro m.	0.61644	1.369	0.42003	0.28052	0.84838	0.7401
Campo magnético (mA/m)	Máx.	3.0435999	6.1899	1.6576	1.0681	3.3579001	3.0541001
	Pro m.	1.7261	3.5275	1.0858	0.78692	2.2439	2.2021
Densidad de potencia (mW/m²)	Máx.	3.0512	13.697	2.4194999	0.6229	4.2806002	3.7628999
	Pro m.	0.86364	5.2563	0.47175	0.21156	2.0077	1.5778

Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017



Mapa 12-3: Ubicación Antena 11, con sus 6 puntos medidos
 Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017



Figura 11-3: Fotografía Antena 11, ubicada en las calles ” Interior de la ESPOCH edificio de Química y de Física”

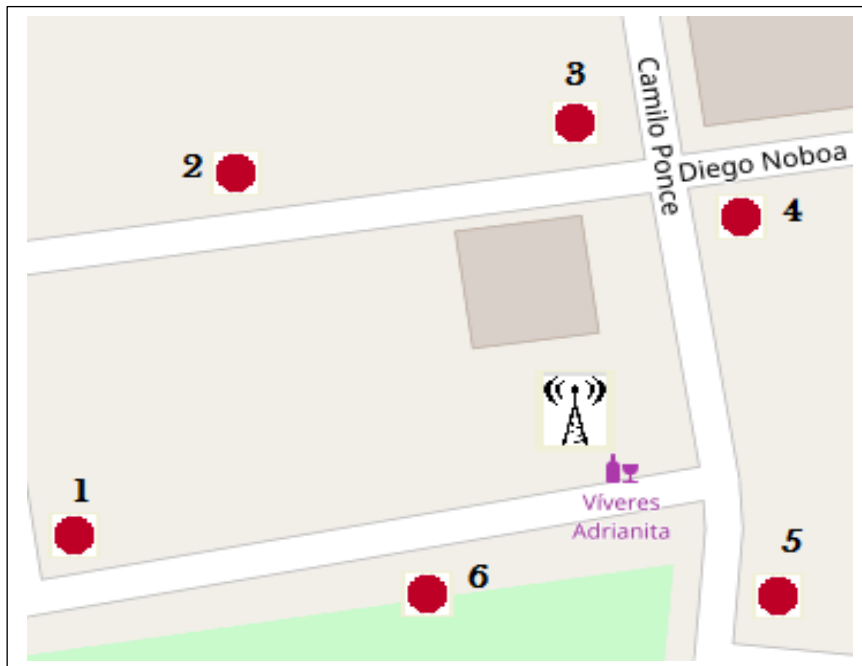
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

ANTENA 12

Tabla 13-3: Valores en las cercanías de la Antena 12

Antena 12							
Dirección: Dr. Camilo Ponce E. y José María Velasco Ibarra							
Altura de la Antena Radio Base de Telefonía Celular: 25 m sobre el suelo							
Rango de Frecuencia: 76 MHz a 2.686 GHz							
N° de medición:		1	2	3	4	5	6
Longitud		78°40`19,2`` W	78°40`49,5`` W	78°40`47,6`` W	78°40`48,7`` W	78°40`50,2`` W	78°40`51,2`` W
Latitud		01°39`22,4`` S	01°39`22,1`` S	01°39`23,3`` S	01°39`25,7`` S	01°39`26,0`` S	01°39`23,6`` S
Campo eléctrico (V/m)	Máx .	0.003934	1.7496	1.0788	1.997	0.72253	1.0455
	Pro m.	1.3809	1.2591	0.63293	1.3954	0.48369	0.74318
Campo magnético (mA/m)	Máx .	3.7453	4.7712	2.9233999	4.7774999	1.6306	2.7069
	Pro m.	4.873	3.3859	1.7539	3.624	1.3796	1.9595
Densidad de potencia (mW/m²)	Máx .	5.2355002	8.2155	2.9465	8.8362005	1.7315	3.2851
	Pro m.	5.6536	3.8222	1.109	4.0126	0.69708	1.2538

Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017



Mapa 13-3: Ubicación Antena 12, con sus 6 puntos medidos

Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017



Figura 12-3: Fotografía Antena 12, ubicada en las calles ” Dr. Camilo Ponce E. y José María Velasco Ibarra”

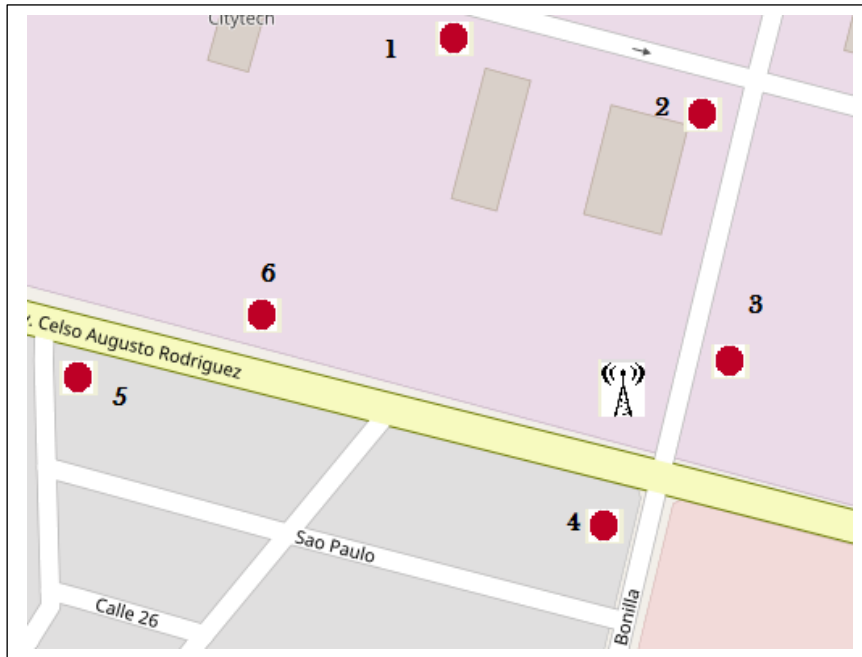
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

ANTENA 13

Tabla 14-3: Valores en las cercanías de la Antena 13

Antena 13							
Dirección: Avenida Celso Rodríguez y Bolívar Bonilla (inpapel)							
Altura de la Antena Radio Base de Telefonía Celular: 30 m							
Rango de Frecuencia: 76 MHz a 2.686 GHz							
N° de medición:	1	2	3	4	5	6	
Longitud	78°37'57,4`` W	78°37'57,5`` W	78°37'59,1`` W	78°37'57,0`` W	78°37'59,3`` W	78°38'0,4`` W	
Latitud	01°40'48,1`` S	01°40'49,1`` S	01°40'48,6`` S	01°40'44,8`` S	01°40'43,8`` S	01°40'47,8`` S	
Campo eléctrico (V/m)	Máx.	0.74423	3.1652	1.0897	0.6982	0.73831	0.6538
	Pro m.	0.53593	0.65044	0.61466	0.28275	0.49827	0.4664
Campo magnético (mA/m)	Máx.	2.4812	3.1739001	2.9261999	1.18	2.0433001	1.7632
	Pro m.	1.203	1.9518	1.8612	0.8231	1.361	1.107
Densidad de potencia (mW/m²)	Máx.	4.7483998	5.7146	2.9281001	0.51383	1.595	1.0805
	Pro m.	0.65535	1.2848	1.1392	0.25849	0.56676	0.4631

Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017



Mapa 14-3: Ubicación Antena 13, con sus 6 puntos medidos
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017



Figura 13-3: Fotografía Antena 13, ubicada en las calles "Avenida Celso Rodriguez y Bolívar Bonilla"

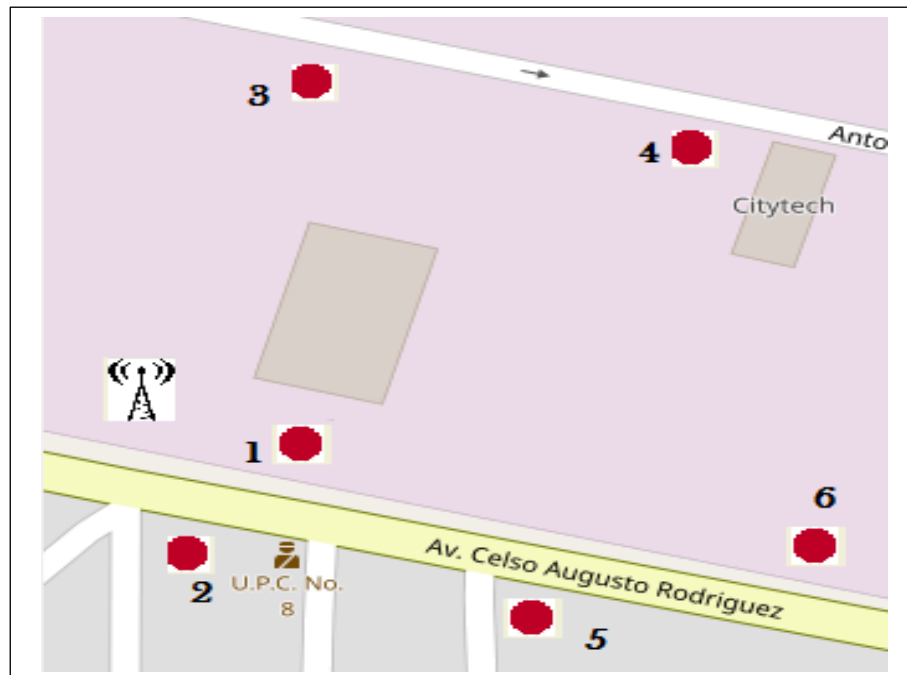
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

ANTENA 14

Tabla 15-3: Valores en las cercanías de la Antena 14

Antena 14							
Dirección: Parque Industrial							
Altura de la Antena Radio Base de Telefonía Celular: 20 m sobre el suelo							
Rango de Frecuencia: 76 MHz a 2.686 GHz							
N° de medición:	1	2	3	4	5	6	
Longitud	78°38'10,7`` W	78°38'12,0`` W	78°38'12,7`` W	78°38'13,4`` W	78°38'10,7`` W	78°38'9,0`` W	
Latitud	01°40'42,6`` S	01°40'42,5`` S	01°40'42,3`` S	01°40'39,9`` S	01°40'40,7`` S	01°40'40,7`` S	
Campo eléctrico (V/m)	Máx.	0.61561	0.44714	0.94865	1.5654	0.65473	1.1382
	Pro m.	0.25402	0.26726	0.61559	0.56021	0.42327	0.67632
Campo magnético (mA/m)	Máx.	0.87297	1.0992	2.3552999	2.2461	1.7913	2.8172999
	Pro m.	0.68667	0.77566	1.5897	1.4866	0.95094	1.7314
Densidad de potencia (mW/m²)	Máx.	0.3145	0.40397	2.1941999	20.124	1.1032	2.4129001
	Pro m.	0.18548	0.20977	0.94564	1.0993	0.45429	1.2637

Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017



Mapa 15-3: Ubicación Antena 14, con sus 6 puntos medidos

Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017



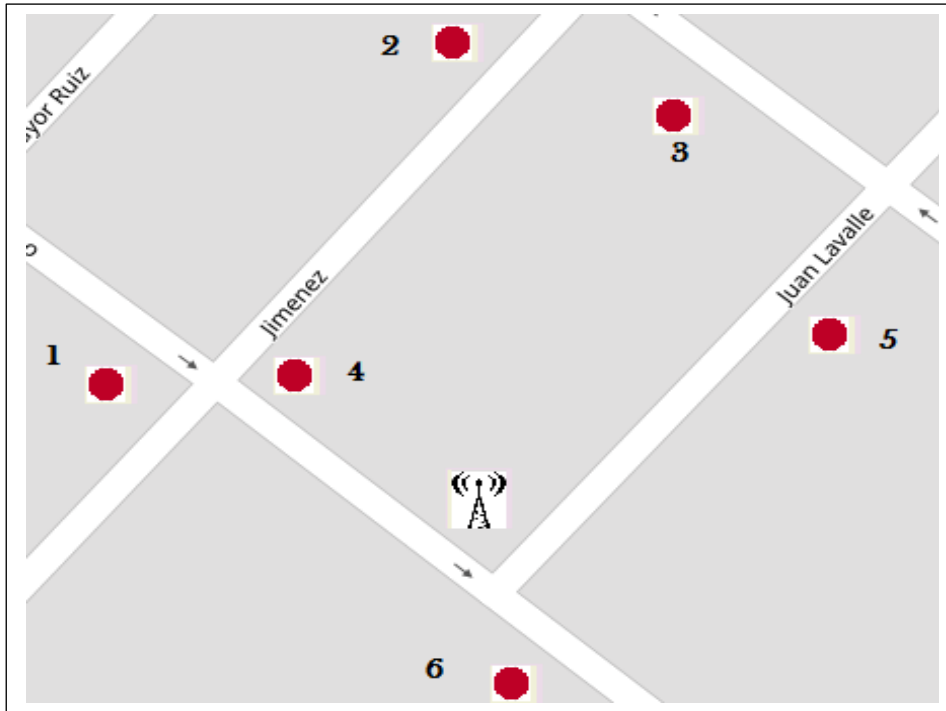
Figura 14-3: Fotografía Antena 14, ubicada en las calles "Parque Industrial"
 Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

ANTENA 15

Tabla 16-3: Valores en las cercanías de la Antena 15

Antena 15							
Dirección: Juan de Lavalle y 14 de Agosto							
Altura de la Antena Radio Base de Telefonía Celular: 15 m sobre el suelo							
Rango de Frecuencia: 76 MHz a 2.686 GHz							
N° de medición:		1	2	3	4	5	6
Longitud		78°39'37,0`` W	78°39'31,3`` W	78°39'33,6`` W	78°39'34,7`` W	78°39'32,1`` W	78°39'32,7`` W
Latitud		01°40'28,1`` S	01°40'28,3`` S	01°40'31,1`` S	01°40'78,0`` S	01°40'26,7`` S	01°40'29,2`` S
Campo eléctrico (V/m)	Máx .	1.5459	1.1073	2.2431	1.1758	1.7825	0.77242
	Pro m.	0.92138	0.74049	1.5613	0.63753	1.0713	0.67614
Campo magnético (mA/m)	Máx .	3.9744	3.0010999	7.4557001	3.1234	4.1808002	2.0139001
	Pro m.	2.2832	2.0027	3.6896	1.8655	2.6483	1.4766
Densidad de potencia (mW/m²)	Máx .	4.8904	3.4812	19.872	3.9062998	7.8825997	1.5736
	Pro m.	1.9634	1.471	11.105	1.2356	3.6564	0.54724

Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017



Mapa 16-3: Ubicación Antena 15, con sus 6 puntos medidos
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017



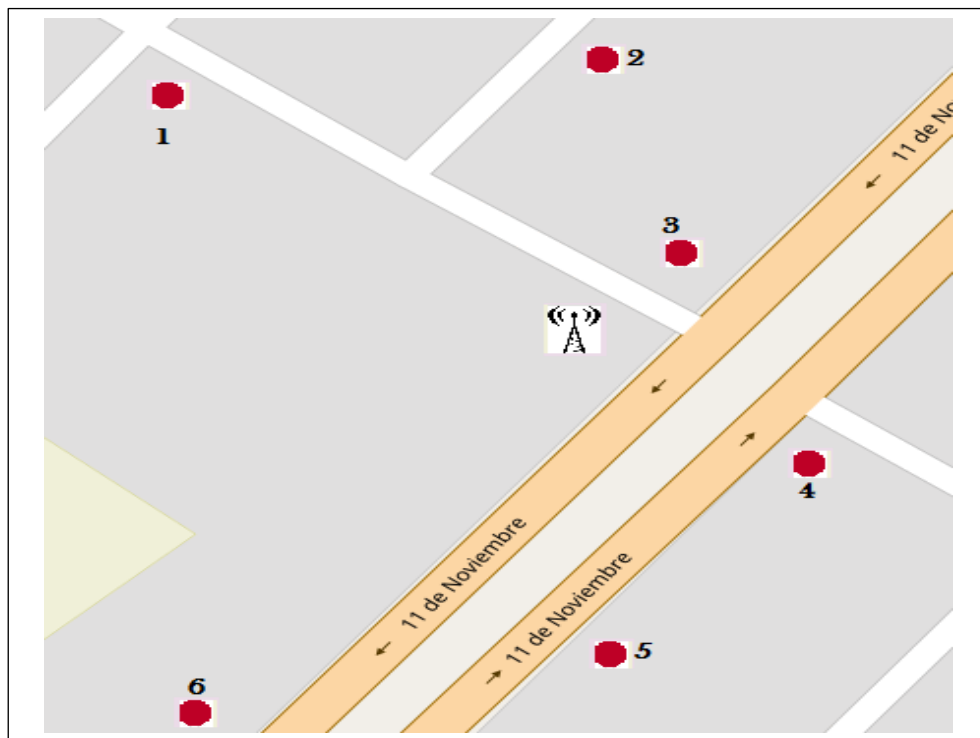
Figura 15-3: Fotografía Antena 15, ubicada en las calles” Juan de Lavalle y 14 de Agosto”
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

ANTENA 16

Tabla 17-3: Valores en las cercanías de la Antena 16

Antena 16							
Dirección: Vargas Torres y 11 de Noviembre							
Altura de la Antena Radio Base de Telefonía Celular: 15 m sobre el suelo							
Rango de Frecuencia: 76 MHz a 2.686 GHz							
N° de medición:	1	2	3	4	5	6	
Longitud	78°39'32,5`` W	78°39'33,1`` W	78°39'31,2`` W	78°39'30,7`` W	78°39'32,1`` W	78°39'32,6`` W	
Latitud	01°40'25,3`` S	01°40'24,6`` S	01°40'26,4`` S	01°40'24,0`` S	01°40'26,7`` S	01°40'21,8`` S	
Campo eléctrico (V/m)	Máx.	1.1607	1.5097	1.5333	2.0449	1.7825	0.65778
	Pro m.	0.59657	0.83378	0.8177	0.83804	1.0713	0.34859
Campo magnético (mA/m)	Máx.	2.7534	4.1156001	3.7537001	5.3127999	4.1808002	1.5781
	Pro m.	1.604	2.1628	2.3586	2.4964	2.6483	1.042
Densidad de potencia (mW/m²)	Máx.	3.3199999	6.0271001	21.392999	9.0362998	7.8825997	0.801
	Pro m.	1.0705	1.6076	1.9411	2.2306	3.6564	0.29142

Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017



Mapa 17-3: Ubicación Antena 16, con sus 6 puntos medidos

Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017



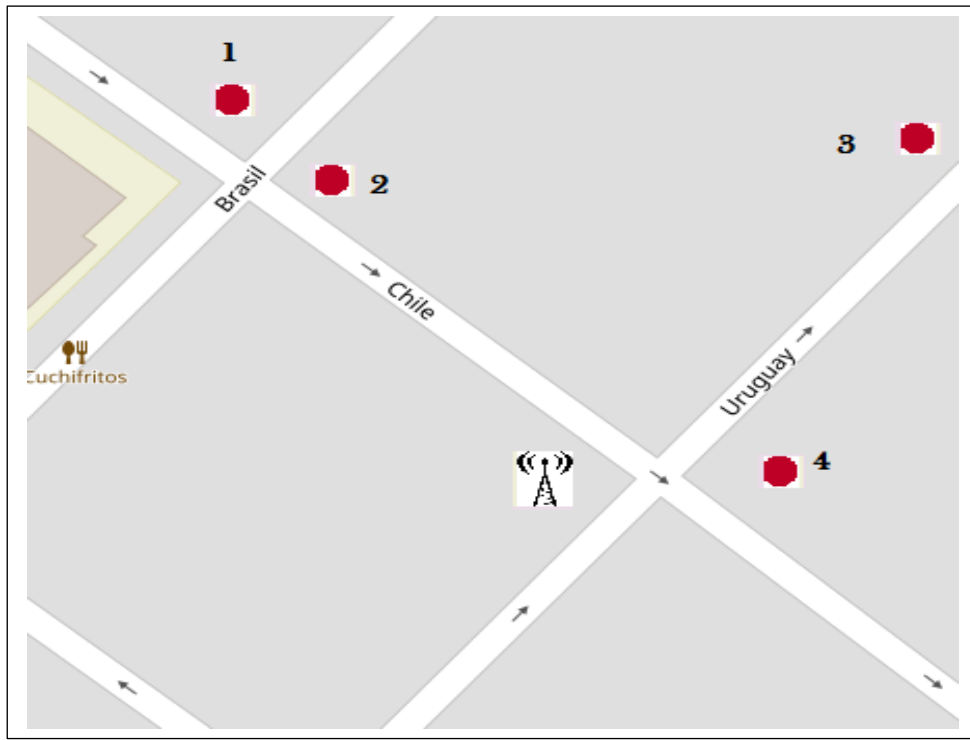
Figura 16-3: Fotografía Antena 16, ubicada en las calles” Vargas Torres y 11 de Noviembre”
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

ANTENA 17

Tabla 18-3: Valores en las cercanías de la Antena 17

Antena 17					
Dirección: Uruguay y Chile					
Altura de la Antena Radio Base de Telefonía Celular: 13 m sobre el suelo					
Rango de Frecuencia: 76 MHz a 2.686 GHz					
N° de medición:	1	2	3	4	
Longitud	78°39`31,6``W	78°39`29,3``W	78°39`27,4``W	78°39`28,6``W	
Latitud	01°40`08,9``S	01°40`09,3``S	01°40`07,0``S	01°40`06,7``S	
Campo eléctrico (V/m)	Máx.	0.9518	0.84293	1.2963	0.81146
	Prom.	0.51612	0.46997	0.81757	0.46942
Campo magnético (mA/m)	Máx.	2.7317	2.1327	3.6376	2.0134
	Prom.	1.4219	1.4532	1.7721	1.4417
Densidad de potencia (mW/m²)	Máx.	2.3465001	30.997001	3.6376	1.3219001
	Prom.	0.99251	0.70562	1.4150999	0.66609

Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017



Mapa 18-3: Ubicación Antena 17, con sus puntos medidos
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017



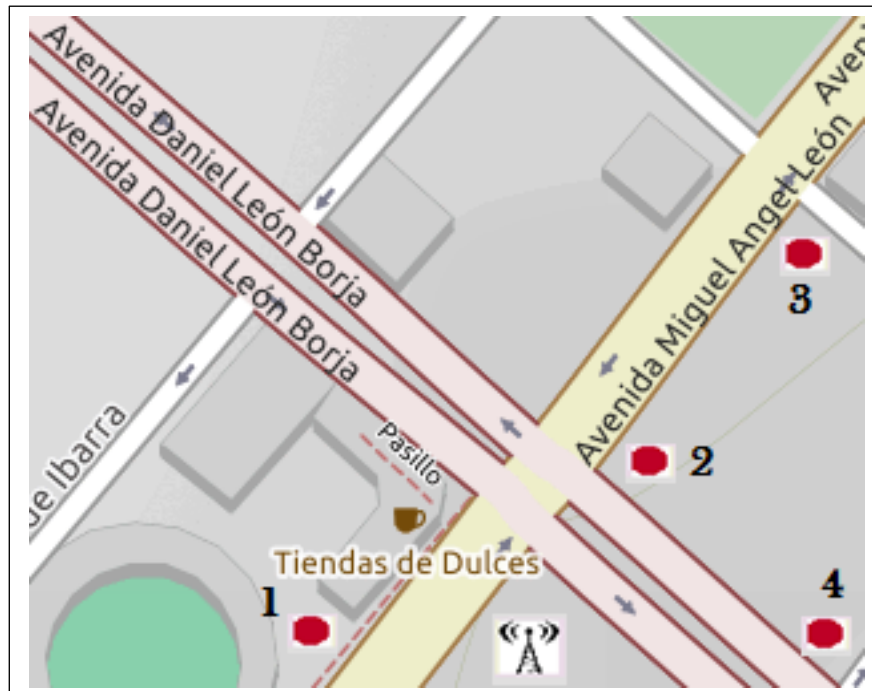
Figura 17-3: Fotografía Antena 17, ubicada en las calles ” Uruguay y Chile”
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

ANTENA 18

Tabla 19-3: Valores en las cercanías de la Antena 18

Antena 18					
Dirección: Daniel León Borja y Miguel Angel León					
Altura de la Antena Radio Base de Telefonía Celular: 18 m sobre el suelo					
Rango de Frecuencia: 76 MHz a 2.686 GHz					
N° de medición:	1	2	3	4	
Longitud	78°39'13,3``W	78°39'19,4``W	78°39'21,7``W	78°39'18,7``W	
Latitud	01°40'06,4``S	01°40'05,0``S	01°40'07,9``S	01°40'06,3``S	
Campo eléctrico (V/m)	Máx.	0.83463	1.5714	0.83575	0.51508
	Prom.	0.42444	1.3369	0.42717	0.71552
Campo magnético (mA/m)	Máx.	5.9389	4.1597	1.492	3.3431
	Prom.	1.1291	3.4034	1.0657	0.97315
Densidad de potencia (mW/m²)	Máx.	2.8285	14.818	0.66507	0.50304
	Prom.	0.61308	23.071	4.5431	0.49038

Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017



Mapa 19-3: Ubicación Antena 18, con sus puntos medidos

Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017



Figura 18-3: Fotografía Antena 18, ubicada en las calles” Daniel León Borja y Miguel Ángel León”

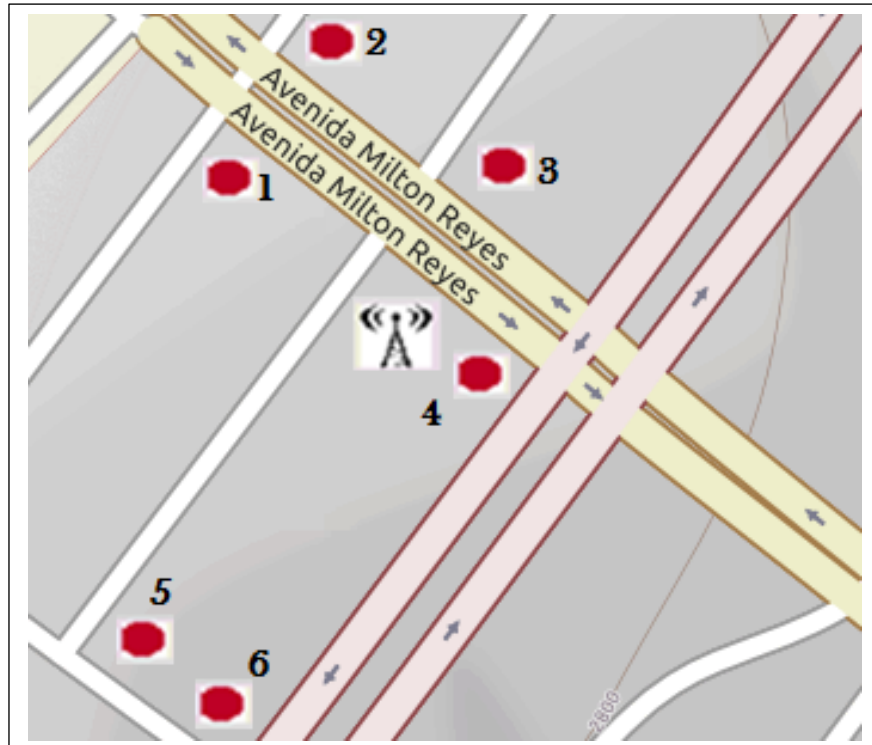
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

ANTENA 19

Tabla 20-3: Valores en las cercanías de la Antena 19

Antena 19							
Dirección: Virgilio Corral y Milton Reyes							
Altura de la Antena Radio Base de Telefonía Celular: 13 m sobre el suelo							
Rango de Frecuencia: 76 MHz a 2.686 GHz							
N° de medición:		1	2	3	4	5	6
Longitud		78°39'57,2`` W	78°39'56,7`` W	78°39'56,1`` W	78°39'53,6`` W	78°39'55,4`` W	78°39'58,0`` W
Latitud		01°39'48,7`` S	01°39'47,7`` S	01°39'46,5`` S	01°39'48,2`` S	01°39'51,4`` S	01°39'49,3`` S
Campo eléctrico (V/m)	Máx .	2.7895	1.9705	3.2529	2.7412	1.7383	1.6768
	Pro m.	1.488	1.3038	1.72	0.28492	1.6579	1.1397
Campo magnético (mA/m)	Máx .	6.465	5.7182	7.9826	0.97386	5.848	4.6478
	Pro m.	3.9618	3.7126	5.0713	0.71327	4.1346	3.0257
Densidad de potencia (mW/m²)	Máx .	18.828999	13.316	26.813	0.51444	15.322	5.9075998
	Pro m.	6.8736002	4.8970999	13.432	0.20155	5.9787999	2.8134

Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017



Mapa 20-3: Ubicación Antena 19, con sus 6 puntos medidos
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017



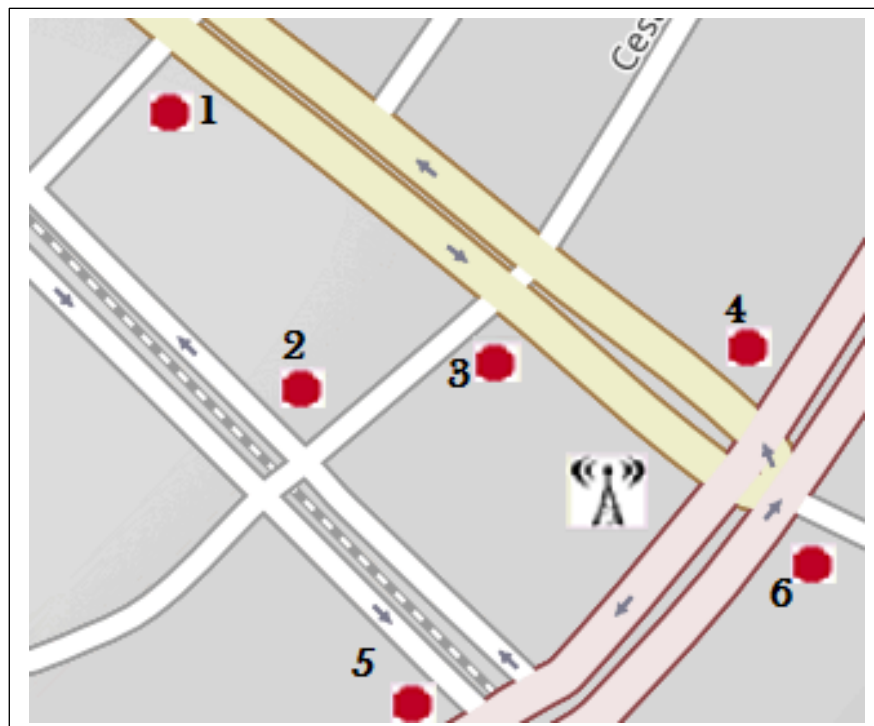
Figura 19-3: Fotografía Antena 19, ubicada en las calles ” Virgilio Corral y Milton Reyes”
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

ANTENA 20

Tabla 21-3: Valores en las cercanías de la Antena 20

Antena 20							
Dirección: Cerca del monumento del libro							
Altura de la Antena Radio Base de Telefonía Celular: 10 m sobre el suelo							
Rango de Frecuencia: 76 MHz a 2.686 GHz							
N° de medición:	1	2	3	4	5	6	
Longitud	78°40'00,1`` W	78°39'59,6`` W	78°39'57,7`` W	78°39'58,2`` W	78°39'55,4`` W	78°39'58,0`` W	
Latitud	01°39'52,4`` S	01°39'51,7`` S	01°39'51,7`` S	01°39'53,9`` S	01°39'51,4`` S	01°39'49,3`` S	
Campo eléctrico (V/m)	Máx .	0.90097	1.2735	2.5506	1.2814	1.7383	1.6768
	Pro m.	0.63419	0.84243	1.5705	0.85578	1.6579	1.1397
Campo magnético (mA/m)	Máx .	2.4279	3.4852	7.1175	4.0921	5.848	4.6478
	Pro m.	1.7192	2.4915	3.9894	2.1438	4.1346	3.0257
Densidad de potencia (mW/m²)	Máx .	2.2413	4.7050999	20.039	4.2977999	15.322	5.9075998
	Pro m.	0.61489	1.8697	6.8700998	1.825	5.9787999	2.8134

Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017



Mapa 21-3: Ubicación Antena 20, con sus 6 puntos medidos

Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017



Figura 20-3: Fotografía Antena 19, ubicada en las calles ” Virgilio Corral y Milton Reyes”
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

ANTENA 21

Tabla 22-3: Valores en las cercanías de la Antena 21

Antena 21							
Dirección: Duchicela y Daniel León Borja							
Altura de la Antena Radio Base de Telefonía Celular: 35 m sobre el suelo							
Rango de Frecuencia: 76 MHz a 2.686 GHz							
N° de medición:		1	2	3	4	5	6
Longitud		78°39`36,7`` W	78°39`35,1`` W	78°39`33,5`` W	78°39`34,8`` W	78°39`36,4`` W	78°39`37,5`` W
Latitud		01°39`48,2`` S	01°39`47,4`` S	01°39`49,8`` S	01°39`51,1`` S	01°39`50,4`` S	01°39`49,8`` S
Campo eléctrico (V/m)	Máx .	1.3479	1.0355	0.51794	0.66776	0.84793	1.0947
	Pro m.	0.82804	0.48154	0.36306	0.45844	0.54904	0.70914
Campo magnético (mA/m)	Máx .	3.2581	1.8408	1.5751	1.8858	2.6655	3.1945
	Pro m.	2.315	1.1573	0.98269	1.2187	1.4568	1.7895
Densidad de potencia (mW/m²)	Máx .	3.8576	1.3594	1.2249	1.2313999	2.0854	3.7163999
	Pro m.	1.6557	0.57267	0.35299	0.57357	0.84491	1.6352

Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017



Mapa 22-3: Ubicación Antena 21, con sus 6 puntos medidos
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017



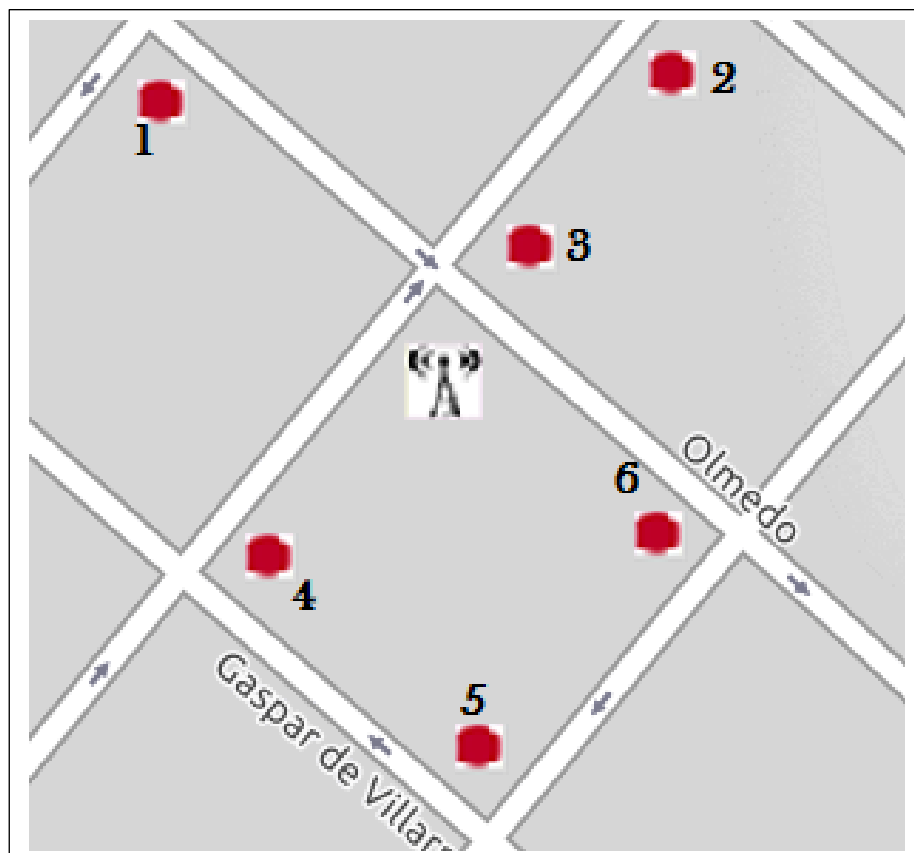
Figura 21-3: Fotografía Antena 21, ubicada en las calles ” Duchicela y Daniel León Borja”
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

ANTENA 22

Tabla 23-3: Valores en las cercanías de la Antena 22

Antena 22							
Dirección: Olmedo y Juan de Velasco							
Altura de la Antena Radio Base de Telefonía Celular: 15 m sobre el suelo							
Rango de Frecuencia: 76 MHz a 2.686 GHz							
N° de medición:	1	2	3	4	5	6	
Longitud	78°38'54,8`` W	78°38'55,3`` W	78°38'56,4`` W	78°38'55,1`` W	78°38'52,9`` W	78°38'50,9`` W	
Latitud	01°40'34,0`` S	01°40'34,4`` S	01°40'35,2`` S	01°40'37,2`` S	01°40'35,2`` S	01°40'33,4`` S	
Campo eléctrico (V/m)	Máx.	1.3133	1.496	1.1634	0.763	1.009	3.0449
	Pro m.	0.72546	0.98253	0.80636	0.52189	0.44495	2.2844
Campo magnético (mA/m)	Máx.	4.7052	3.6705	2.8557	2.0549	4.2069	8.9777
	Pro m.	1.6554	2.2864	1.996	1.4826	1.247	4.8917
Densidad de potencia (mW/m²)	Máx.	6.3976999	4.3429001	3.978	1.6479	2.4704	31.874001
	Pro m.	1.2131	2.2909001	1.3003	0.76704	0.5895	12.392

Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017



Mapa 23-3: Ubicación Antena 22, con sus 6 puntos medidos

Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017



Figura 22-3: Fotografía Antena 22, ubicada en las calles” Olmedo y Juan de Velasco”
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

ANTENA 23

Tabla 24-3: Valores en las cercanías de la Antena 23

Antena 23							
Dirección: José Veloz y Joaquín Chiriboga							
Altura de la Antena Radio Base de Telefonía Celular: 15 m sobre el suelo							
Rango de Frecuencia: 76 MHz a 2.686 GHz							
N° de medición:		1	2	3	4	5	6
Longitud	Máx	78°38`35,4`` W	78°38`35,1`` W	78°38`34,4`` W	78°38`36,9`` W	78°38`34,9`` W	78°38`33,4`` W
	Pro m.	0.79533	1.2199	1.5559	3.2704	1.1269	2.2131
Latitud	Máx	01°40`36,1`` S	01°40`35,1`` S	01°40`33,3`` S	01°40`37,8`` S	01°40`39,8`` S	01°40`37,7`` S
	Pro m.	0.79533	1.2199	1.5559	3.2704	1.1269	2.2131
Campo eléctrico (V/m)	Máx	0.79533	1.2199	1.5559	3.2704	1.1269	2.2131
	Pro m.	0.52	0.84849	0.75405	1.6609	0.5136	1.4301
Campo magnético (mA/m)	Máx	1.9485	3.4882	3.8863	9.444	2.1624	6.6427
	Pro m.	1.2401	2.3889	2.4552	4.1	1.4316	3.6947
Densidad de potencia (mW/m²)	Máx	1.4398	5.0547998	7.1549001	18.825	1.4324	14.752
	Pro m.	0.64885	1.5831999	2.4850001	8.5551003	0.62226	7.1454998

Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017



Mapa 24-3: Ubicación Antena 23, con sus 6 puntos medidos
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017



Figura 23-3: Fotografía Antena 23, ubicada en las calles ” José Veloz y Joaquín Chiriboga”
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

ANTENA 24

Tabla 25-3: Valores en las cercanías de la Antena 24

Antena 24							
Dirección: José de Orozco y Cristóbal Colón							
Altura de la Antena Radio Base de Telefonía Celular: 12.5 m sobre el suelo							
Rango de Frecuencia: 76 MHz a 2.686 GHz							
N° de medición:	1	2	3	4	5	6	
Longitud	78°38'53,6`` W	78°38'52,9`` W	78°38'54,6`` W	78°38'56,2`` W	78°38'52,8`` W	78°38'50,4`` W	
Latitud	01°40'17,1`` S	01°40'17,3`` S	01°40'36,1`` S	01°40'14,7`` S	01°40'14,0`` S	01°40'16,1`` S	
Campo eléctrico (V/m)	Máx .	0.98312	1.2448	1.0621	1.2537	1.2053	0.95956
	Pro m.	0.4572	0.4173	0.72325	0.84407	0.20574	0.54242
Campo magnético (mA/m)	Máx .	2.823	2.4833	3.3935	3.7673	1.3665	2.3668
	Pro m.	1.1541	1.0915	2.0109	2.0907	0.57962	1.4749
Densidad de potencia (mW/m²)	Máx .	5.1066	3.8221001	4.4140001	9.6754003	0.88177	2.1134
	Pro m.	1.2091	0.44265	1.8266001	1.4717	0.11228	0.82343

Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017



Mapa 25-3: Ubicación Antena 24, con sus 6 puntos medidos

Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017



Figura 24-3: fotografía Antena 24, ubicada en las calles” José de Orozco y Cristóbal Colón”

Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

ANTENA 25

Tabla 26-3: Valores en las cercanías de la Antena 25

Antena 25							
Dirección: 10 de Agosto y Gabriel García Moreno							
Altura de la Antena Radio Base de Telefonía Celular: 20-22 m sobre el suleo							
Rango de Frecuencia: 76 MHz a 2.686 GHz							
N° de medición:		1	2	3	4	5	6
Longitud		78°39'08,5`` W	78°39'07,3`` W	78°39'05,3`` W	78°39'05,8`` W	78°39'07,0`` W	78°39'08,8`` W
Latitud		01°40'16,9`` S	01°40'15,8`` S	01°40'17,3`` S	01°40'17,1`` S	01°40'18,8`` S	01°40'17,4`` S
Campo eléctrico (V/m)	Máx .	1.4056	7.9658	1.3483	1.1145	1.0815	1.345
	Pro m.	0.84306	0.86661	0.48449	0.82561	0.71337	0.41669
Campo magnético (mA/m)	Máx .	3.5984	3.9929	2.1527	3.1099	3.343	5.1958
	Pro m.	1.9909	2.395	1.2748	2.1584	1.8895	1.1026
Densidad de potencia (mW/m²)	Máx .	4.0206001	5.5537	7.8051002	9.6771	2.6026999	1.2624
	Pro m.	1.7375	2.3960001	0.75094	1.7365	1.3977	0.43628

Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017



Mapa 26-3: Ubicación Antena 25, con sus 6 puntos medidos
 Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017



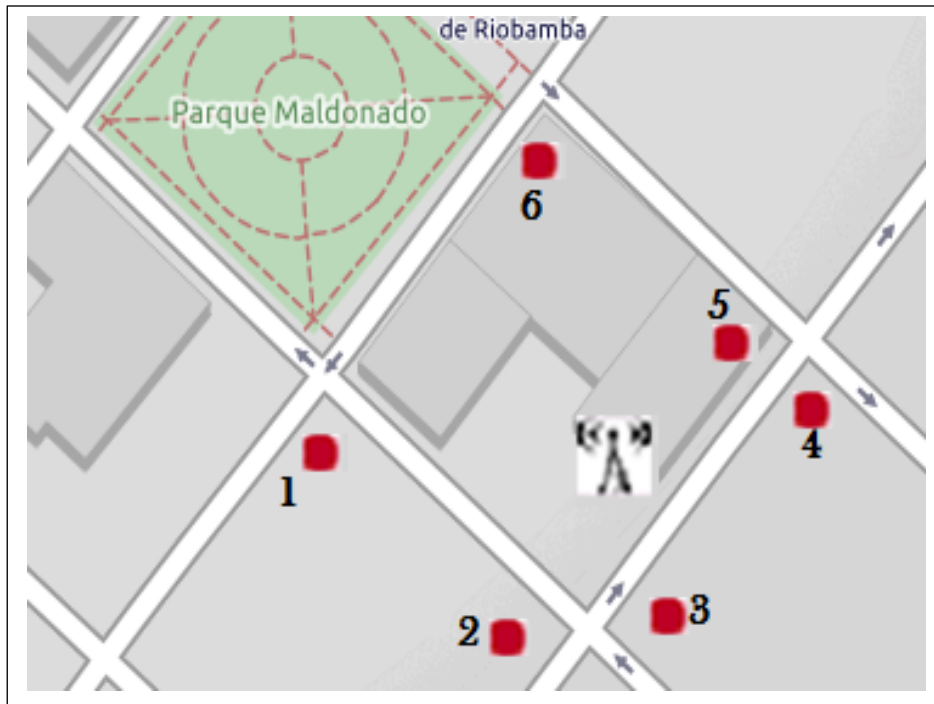
Figura 25-3: Fotografía Antena 25, ubicada en las calles "10 de Agosto y Gabriel García Moreno"
 Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

ANTENA 26

Tabla 27-3: Valores en las cercanías de la Antena 26

Antena 26							
Dirección: Tarqui entre Primera constituyente y José Veloz							
Altura de la Antena Radio Base de Telefonía Celular: 28 m sobre el suelo							
Rango de Frecuencia: 76 MHz a 2.686 GHz							
N° de medición:		1	2	3	4	5	6
Longitud	Máx .	78°38'51,7`` W	78°38'51,6`` W	78°38'52,6`` W	78°38'54,3`` W	78°38'52,0`` W	78°38'50,0`` W
	Pro m.	0.38482	0.53508	0.46985	0.24072	0.28011	0.31356
Latitud	Máx .	01°40'23,6`` S	01°40'25,1`` S	01°40'24,8`` S	01°40'23,7`` S	01°40'21,3`` S	01°40'23,4`` S
	Pro m.	0.30515	0.86042	0.49622	0.17442	0.24564	0.25477
Campo eléctrico (V/m)	Máx .	1.5017	0.97535	0.74895	0.51091	0.66764	2.1236
	Pro m.	0.38482	0.53508	0.46985	0.24072	0.28011	0.31356
Campo magnético (mA/m)	Máx .	2.175	2.3007	2.5158	0.95411	3.7037	1.9049
	Pro m.	0.97395	1.4503	0.97969	0.70056	0.68965	0.84563
Densidad de potencia (mW/m²)	Máx .	2.1923	1.5119	2.7550999	0.47789	1.4662	1.3699
	Pro m.	0.30515	0.86042	0.49622	0.17442	0.24564	0.25477

Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017



Mapa 27-3: Ubicación Antena 26, con sus 6 puntos medidos

Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017



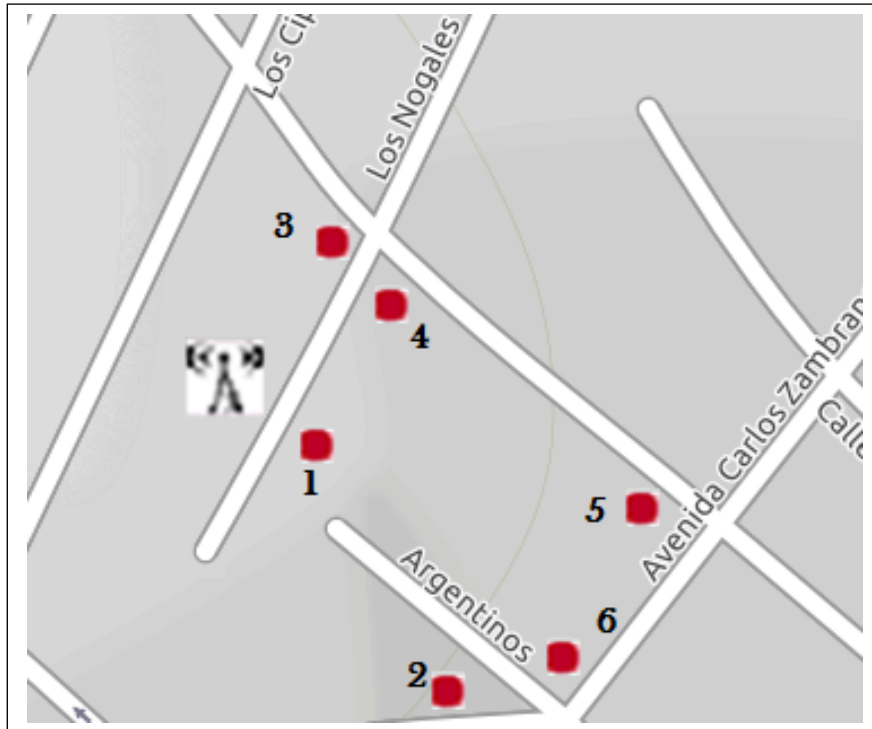
Figura 26-3: Fotografía Antena 26, ubicada en las calles” Tarquí entre Primera constituyente y José Veloz”
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

ANTENA 27

Tabla 28-3: Valores en las cercanías de la Antena 27

Antena 27							
Dirección: Los Nogales y Argentinos (Hotel Galpón)							
Altura de la Antena Radio Base de Telefonía Celular: 12 m sobre el suelo							
Rango de Frecuencia: 76 MHz a 2.686 GHz							
N° de medición:	1	2	3	4	5	6	
Longitud	78°39'26,3`` W	78°39'26,2`` W	78°39'25,3`` W	78°39'25,4`` W	78°39'26,2`` W	78°39'29,0`` W	
Latitud	01°39'45,8`` S	01°39'45,5`` S	01°39'43,2`` S	01°39'45,3`` S	01°39'48,1`` S	01°39'46,1`` S	
Campo eléctrico (V/m)	Máx.	2.2017	2.2893	5.1222	2.3013	0.88254	1.1237
	Pro m.	1.4095	1.5833	3.0839	1.1213	0.54995	0.58219
Campo magnético (mA/m)	Máx.	5.9863	6.2508	13.562	5.5235	2.3857	2.7527
	Pro m.	3.4835	4.1072	9.0742	3.5678	1.4525	1.7781
Densidad de potencia (mW/m²)	Máx.	8.3060004	16.145	74.919999	11.782	2.0474	3.1995
	Pro m.	4.2607998	7.3565999	33.023	6.8025002	0.7975	0.93146

Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017



Mapa 28-3: Ubicación Antena 27, con sus 6 puntos medidos
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017



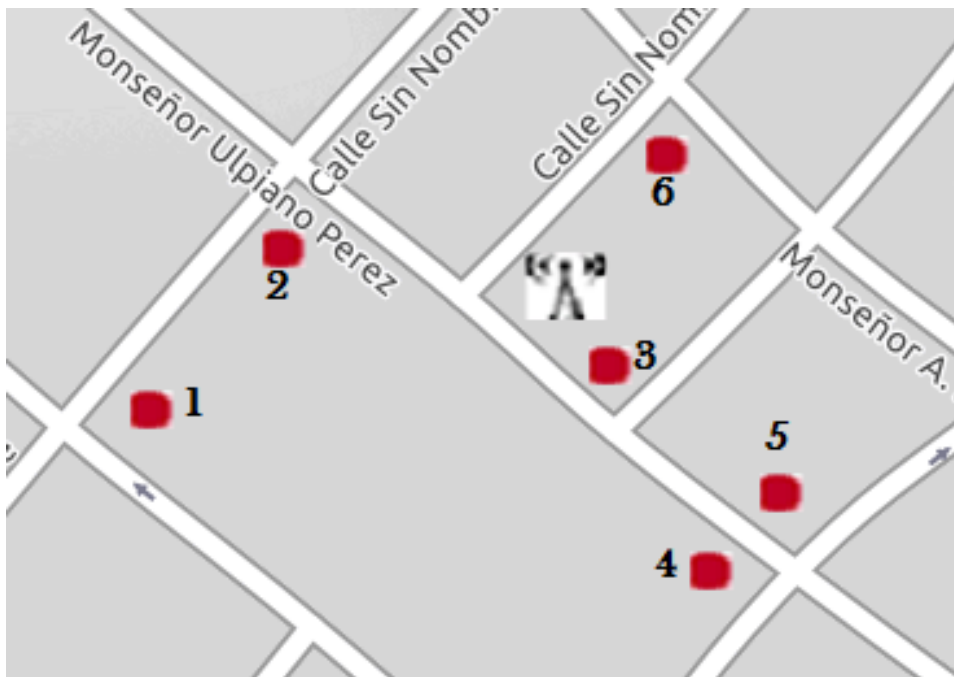
Figura 27-3: Antena 27, " Los Nogales y Argentinos"
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

ANTENA 28

Tabla 29-3: Valores en las cercanías de la Antena 28

Antena 28							
Dirección: Espejo y Monseñor Ulpiano Pérez							
Altura de la Antena Radio Base de Telefonía Celular: 15 m sobre el suelo							
Rango de Frecuencia: 76 MHz a 2.686 GHz							
N° de medición:	1	2	3	4	5	6	
Longitud	78°38'32,5`` W	78°38'33,4`` W	78°38'33,6`` W	78°38'34,5`` W	78°38'36,5`` W	78°38'34,4`` W	
Latitud	01°39'54,0`` S	01°39'54,9`` S	01°39'53,5`` S	01°39'53,0`` S	0139'54,7`` S	01°39'56,4`` S	
Campo eléctrico (V/m)	Máx .	1.6556	1.354	1.618	4.8625	1.4846	1.5212
	Pro m.	1.1207	0.8939	0.969	3.4446	1.0344	0.87833
Campo magnético (mA/m)	Máx .	0.00516	0.003416	0.004084	0.012103	0.003839	0.004445
	Pro m.	0.003013	0.002081	0.002806	0.00878	0.002952	0.001938
Densidad de potencia (mW/m²)	Máx .	0.0087027	0.0058861	0.005757	0.054296	0.0048303	0.0048632
	Pro m.	0.0030456	0.0018086	0.002394	0.021655	0.0026109	0.0018132

Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017



Mapa 29-3: Ubicación Antena 28, con sus 6 puntos medidos

Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017



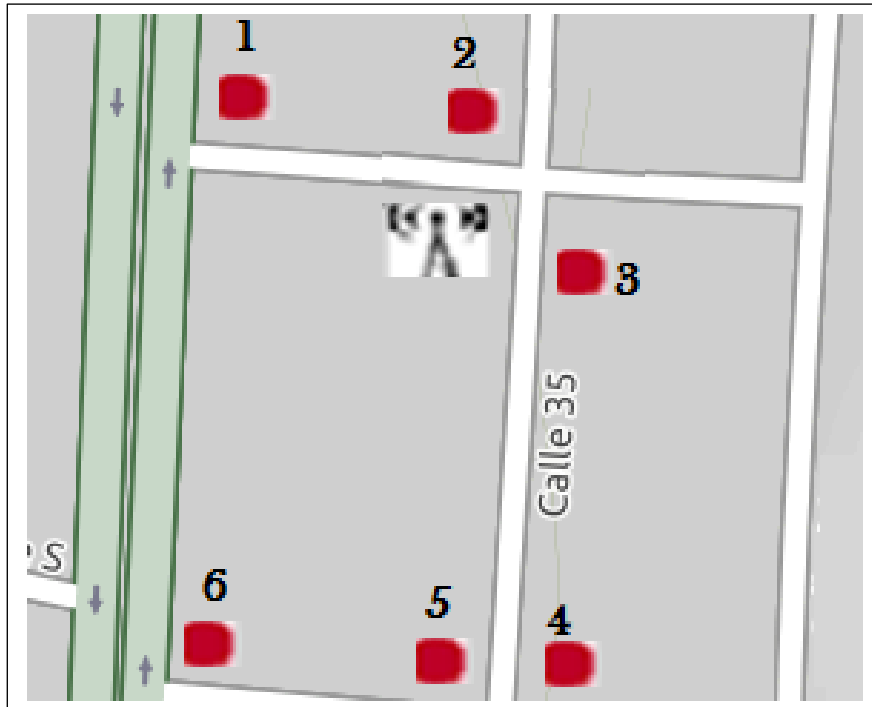
Figura 28-3: Fotografía Antena 28, ubicada en las calles ” Espejo y Monseñor Ulpiano Pérez”
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

ANTENA 29

Tabla 30-3: Valores en las cercanías de la Antena 29

Antena 29							
Dirección: Silvio Haro y 35 (Sector Matriculación de carros cerca de la Vasija)							
Altura de la Antena Radio Base de Telefonía Celular: 15 m sobre el suelo							
Rango de Frecuencia: 76 MHz a 2.686 GHz							
N° de medición:	1	2	3	4	5	6	
Longitud	78°38`16,0`` W	78°38`17,3`` W	78°38`17,2`` W	78°38`16,1`` W	78°38`18,3`` W	78°38`20,4`` W	
Latitud	01°40`08,9`` S	01°40`10,0`` S	01°40`08,1`` S	01°40`06,9`` S	01°40`07,8`` S	01°40`10,5`` S	
Campo eléctrico (V/m)	Máx .	1.0279	0.62304	1.3309	0.71348	1.3356	1.6377
	Pro m.	0.39509	0.38547	0.71483	0.43427	0.704	0.59731
Campo magnético (mA/m)	Máx .	1.8281	6.9229	4.0721	1.815	3.7958	2.0883
	Pro m.	1.0453	1.0768	1.746	0.95173	1.96	1.3482
Densidad de potencia (mW/m²)	Máx .	1.4015	1.1436	5.1381998	1.1595	5.3801001	1.808
	Pro m.	0.52998	0.42633	1.2564	0.30253	1.8386	0.62921

Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017



Mapa 30-3: Ubicación Antena 29, con sus 6 puntos medidos
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

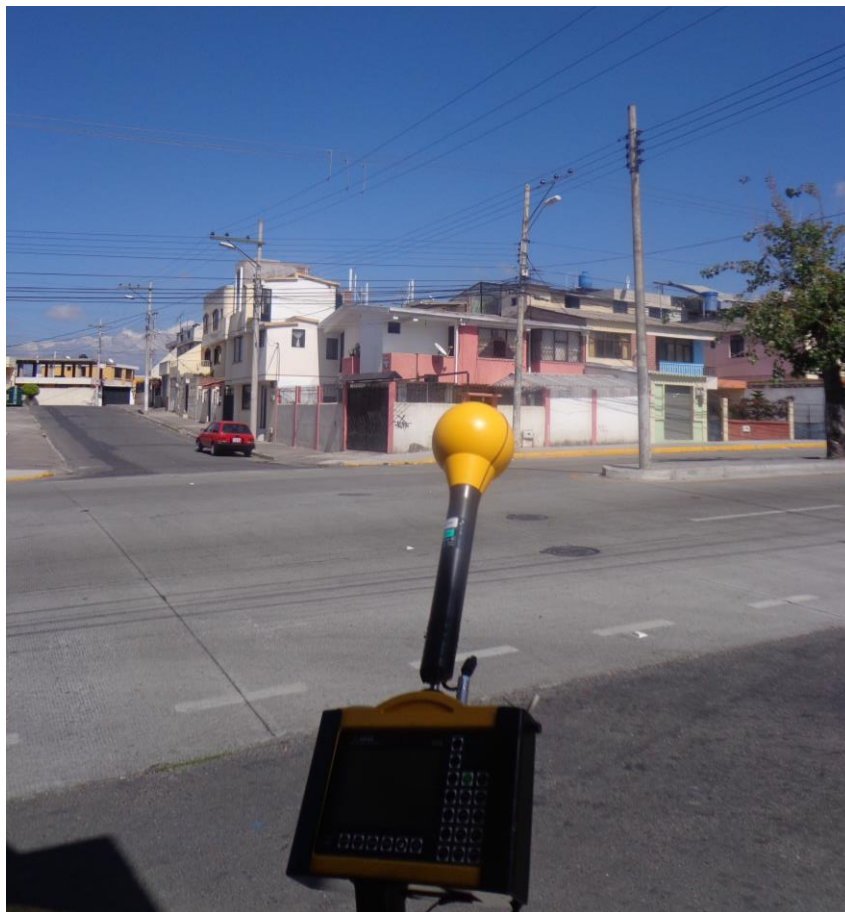


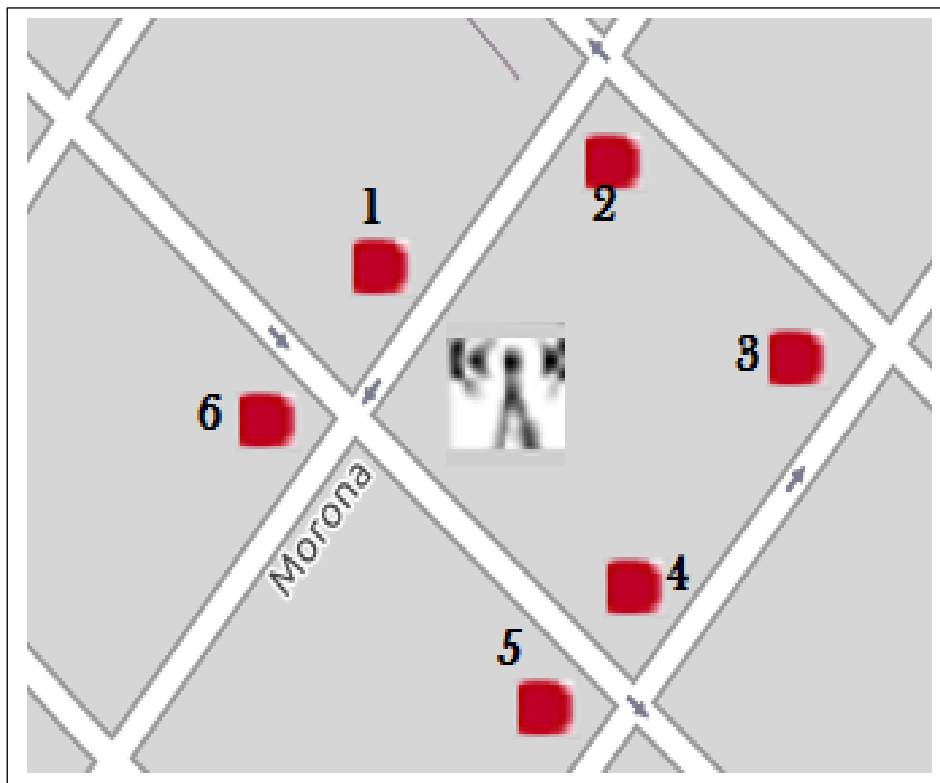
Figura 29-3: Fotografía Antena 29, ubicada en las calles " Silvio Haro y 35"
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

PUNTO 30

Tabla 31-3: Valores en las cercanías de la Antena 30

Antena 30							
Dirección: Pedro Bedón Pineda y Morona (a unas 6 cuadras de la plaza de las gallinas)							
Altura de la Antena Radio Base de Telefonía Celular: 14 m sobre el suelo							
Rango de Frecuencia: 76 MHz a 2.686 GHz							
Nº de medición:	1	2	3	4	5	6	
Longitud	78°38`25,8`` W	78°38`26,2`` W	78°38`27,0`` W	78°38`25,4`` W	78°38`24,4`` W	78°38`24,6`` 2W	
Latitud	01°40`14,7`` S	01°40`14,6`` S	01°40`15,3`` S	01°40`16,6`` S	01°40`15,1`` S	01°40`11,6`` S	
Campo eléctrico (V/m)	Máx	1.1829	1.2967	0.93288	0.99582	1.6024	2.7076
	Pro m.	0.75294	0.8321	0.53659	0.43914	0.86329	1.1329
Campo magnético (mA/m)	Máx	2.5395	2.9036	2.4633	2.0523	4.3353	8.0184
	Pro m.	2.1664	2.0551	1.5242	1.2211	2.2647	3.5948
Densidad de potencia (mW/m²)	Máx	2.7548	3.6249999	1.7084	1.678	14.903	18.895
	Pro m.	1.2613999	1.3367001	0.88072	0.99861	2.0987999	6.3788001

Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017



Mapa 31-3: Ubicación Antena 30, con sus 6 puntos medidos

Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017



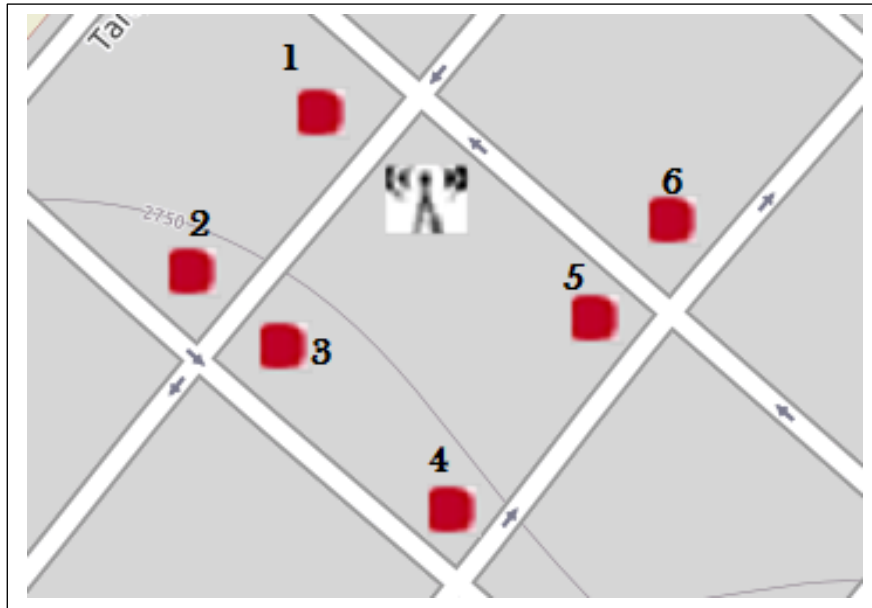
Figura 30-3: Fotografía Antena 30, ubicada en las calles ” Pedro Bedón Pineda y Morona”
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

ANTENA 31

Tabla 32-3: Valores en las cercanías de la Antena 31

Antena 31							
Dirección: Venezuela y Juan de Velasco (cerca de La Salle)							
Altura de la Antena Radio Base de Telefonía Celular: 15 m sobre el suelo							
Rango de Frecuencia: 76 MHz a 2.686 GHz							
N° de medición:		1	2	3	4	5	6
Longitud		78°38'39,8`` W	78°38'39,3`` W	78°38'40,4`` W	78°38'41,2`` W	78°38'42,6`` W	78°38'42,4`` W
Latitud		01°40'14,9`` S	01°40'14,2`` S	01°40'15,9`` S	01°40'17,2`` S	01°40'14,3`` S	01°40'12,9`` S
Campo eléctrico (V/m)	Máx .	0.50813	0.72049	1.3418	1.5089	0.41526	2.1348
	Pro m.	0.29877	0.42981	0.39093	0.91262	0.29499	1.2234
Campo magnético (mA/m)	Máx .	1.1962	1.5986	2.286	3.2639	1.3647	5.7976
	Pro m.	0.86373	1.1415	1.0938	1.9261	0.90862	3.1801
Densidad de potencia (mW/m²)	Máx .	42.312998	1.1931	1.6231	5.3273998	0.72105	14.118
	Pro m.	0.24834	0.40317	0.33004	1.4252	0.26387	3.7922

Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017



Mapa 32-3: Ubicación Antena 31, con sus 6 puntos medidos
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017



Figura 31-3: Fotografía Antena 31, ubicada en las calles "Venezuela y Juan de Velasco"
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

3.1.3 Procedimiento para la obtención del patrón de radiación de la antena genérica

Para obtener el diseño del patrón de radiación de la antena genérica a partir de las mediciones en las cercanías de las 31 antenas radio bases de telefonía celular detalladas anteriormente en el numeral 3.1.2. Se procedió a dividir la distancia de las mediciones en intervalos de: 7.5 a 10 metros, 11 a 20 metros, 21 a 30 metros, 31 a 40 metros, 41 a 50 metros, 51 a 60 metros, 61 a 70 metros, 71 a 80 metros, 81 a 90 metros, 91 a 100 metros, 101 a 110 metros y superior a 110

metros, y en cada intervalo se sacó la media aritmética de los valores máximos y promedios de campo eléctrico, campo magnético y densidad de potencia, los cuales se cargaron en una base de datos PostgreSQL para luego ser mostrados en la aplicación programada en el lenguaje JAVA .

3.1.4 Análisis de resultados entre los valores máximos y promedios de la antena genérica.

En las graficas desde la 1-3 hasta la 6-3, se representa la curva de una antena genérica proporcionada por los valores máximos y promedios del campo eléctrico, campo magnético y densidad de potencia previamente medidos de acuerdo al intervalo de distancia predefinido.

Como se puede notar las gráficas antes mencionadas tienen diferentes picos de altura en posiciones distintas, esto se debe a que son datos que determinan los niveles de radiación a diferentes distancias en las cercanías de las antenas transmisoras de la ciudad de Riobamba, por lo tanto son datos de varias antenas cercanas que se interponen entre sí.

El Gráfico 1-3 muestra la antena genérica de los valores máximos medidos del campo eléctrico, en donde su pico mayor se encuentra en el rango de los 91 a 100 metros.

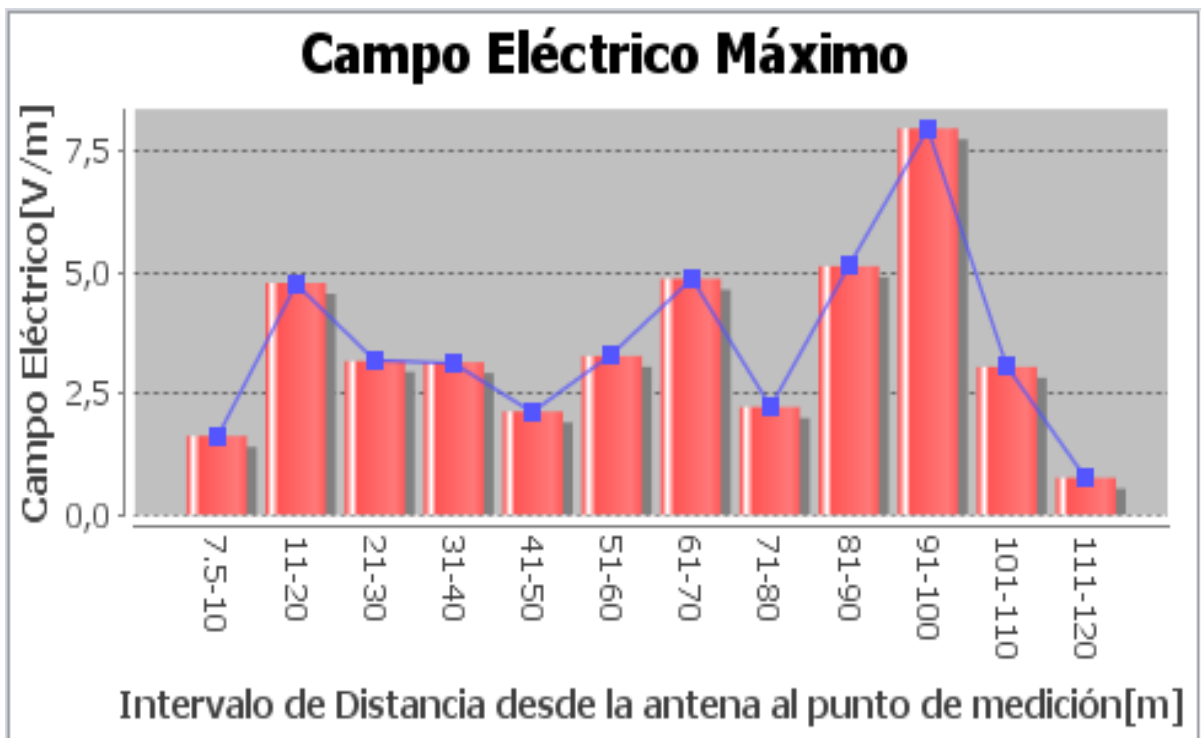


Gráfico 1-3: Valores del campo eléctrico máximo de la antena genérica
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

El Gráfico 2-3 muestra la antena genérica de los valores promedios medidos del campo eléctrico, en donde su pico mayor se encuentra en el rango de los 101 a 110 metros.

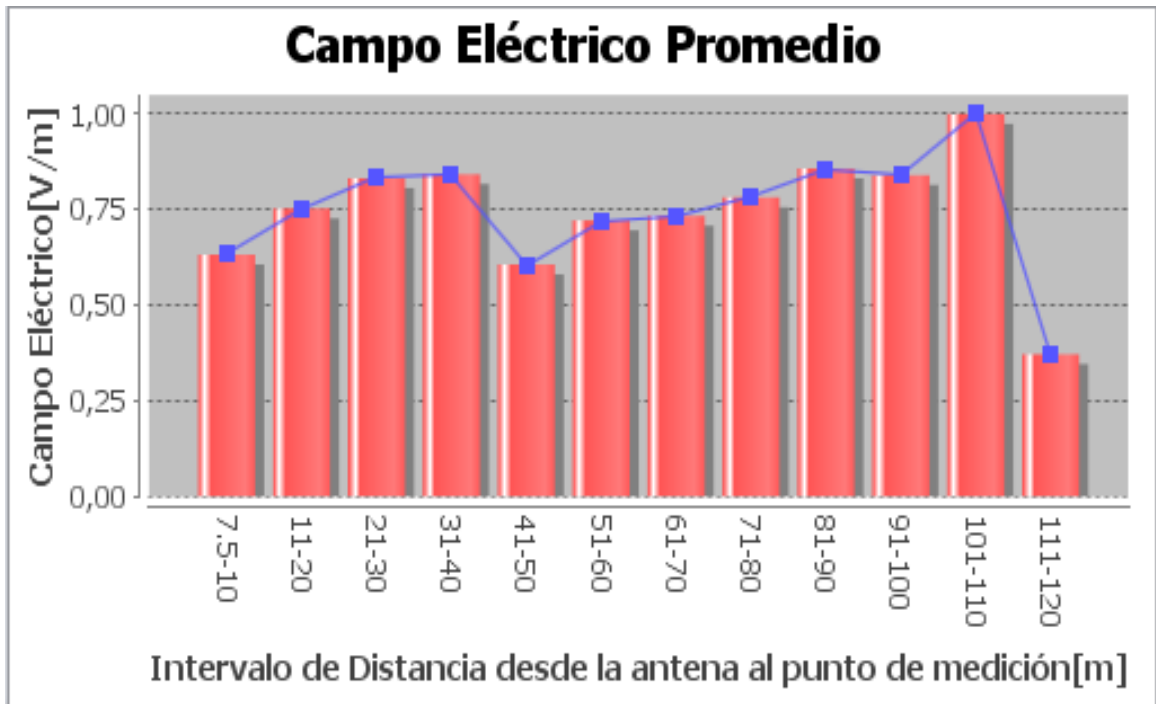


Gráfico 2-3: Valores del campo eléctrico promedio de la antena genérica

Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

El Gráfico 3-3 muestra la antena genérica de los valores máximos medidos del campo magnético, en donde su pico mayor se encuentra en el rango de los 91 a 100 metros., ya que estamos midiendo en campo lejano, los datos obtenidos del campo magnético se calcularon a partir de la siguiente fórmula $H=E/377$, y no es necesario medir los datos.

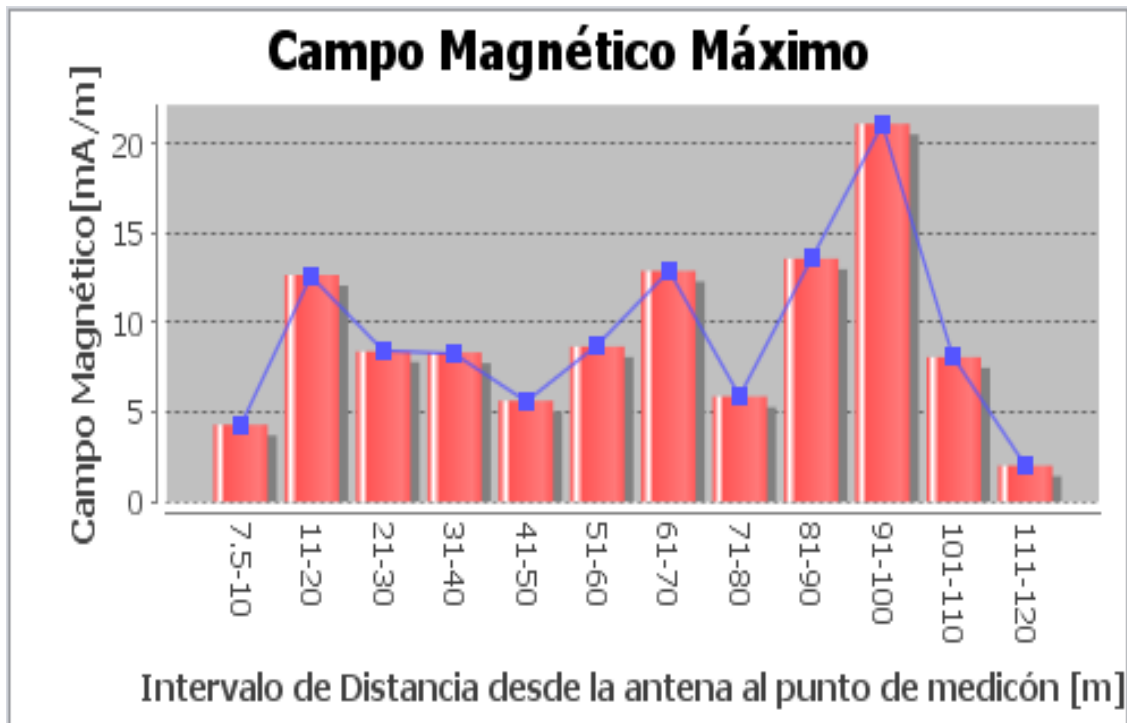


Gráfico 3-3: Valores del campo magnético máximo de la antena genérica

Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

El Gráfico 4-3 muestra la antena genérica de los valores promedios medidos del campo magnético, en donde su pico mayor se encuentra en el rango de los 101 a 110 metros., ya que estamos midiendo en campo lejano los datos obtenidos del campo magnético pueden calcularse a partir de la siguiente fórmula $H=E/377$, y no es necesario medir los datos.

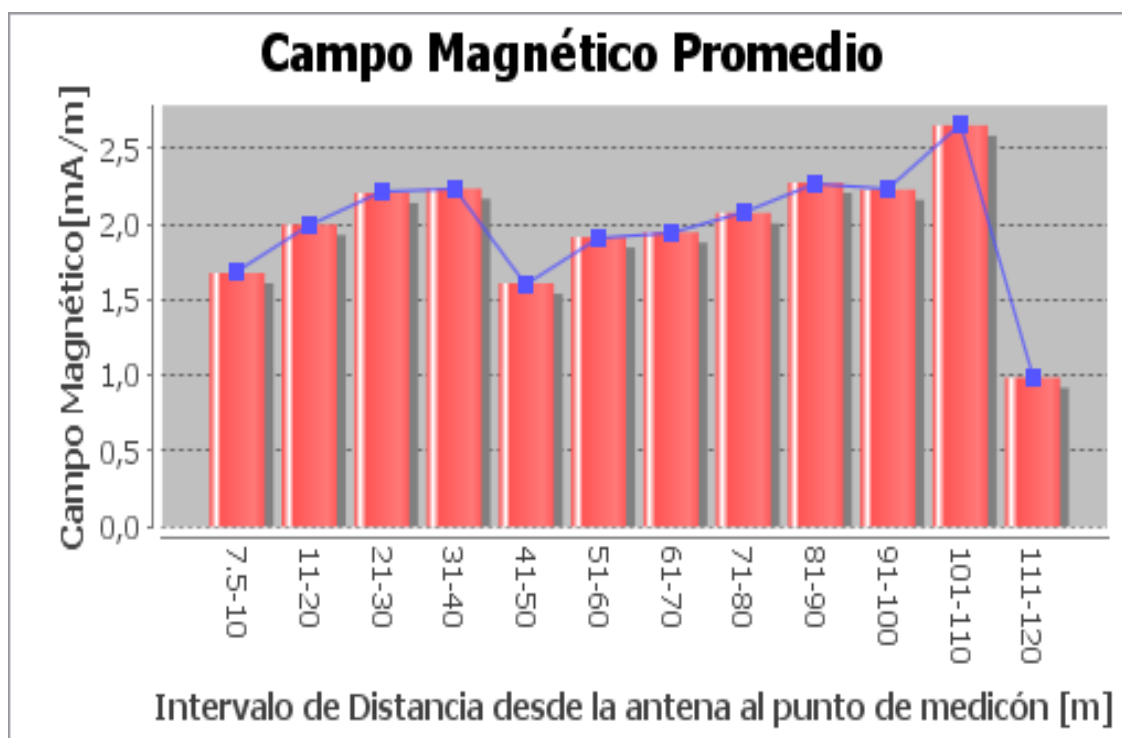


Gráfico 4-3: Valores del campo magnético promedio de la antena genérica
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

El Gráfico 5-3 muestra la antena genérica de los valores máximos medidos de la densidad de potencia, en donde su pico mayor se encuentra en el rango de los 91 a 100 metros., ya que estamos midiendo en campo lejano los datos obtenidos de la densidad de potencia pueden calcularse a partir de la siguiente fórmula $S=ExH$, y no es necesario medir los datos.

El Gráfico 6-3 muestra la antena genérica de los valores promedios medidos de la densidad de potencia, en donde su pico mayor se encuentra en el rango de los 91 a 100 metros., ya que estamos midiendo en campo lejano los datos obtenidos de la densidad de potencia pueden calcularse a partir de la siguiente fórmula $S=ExH$, y no es necesario medir los datos.

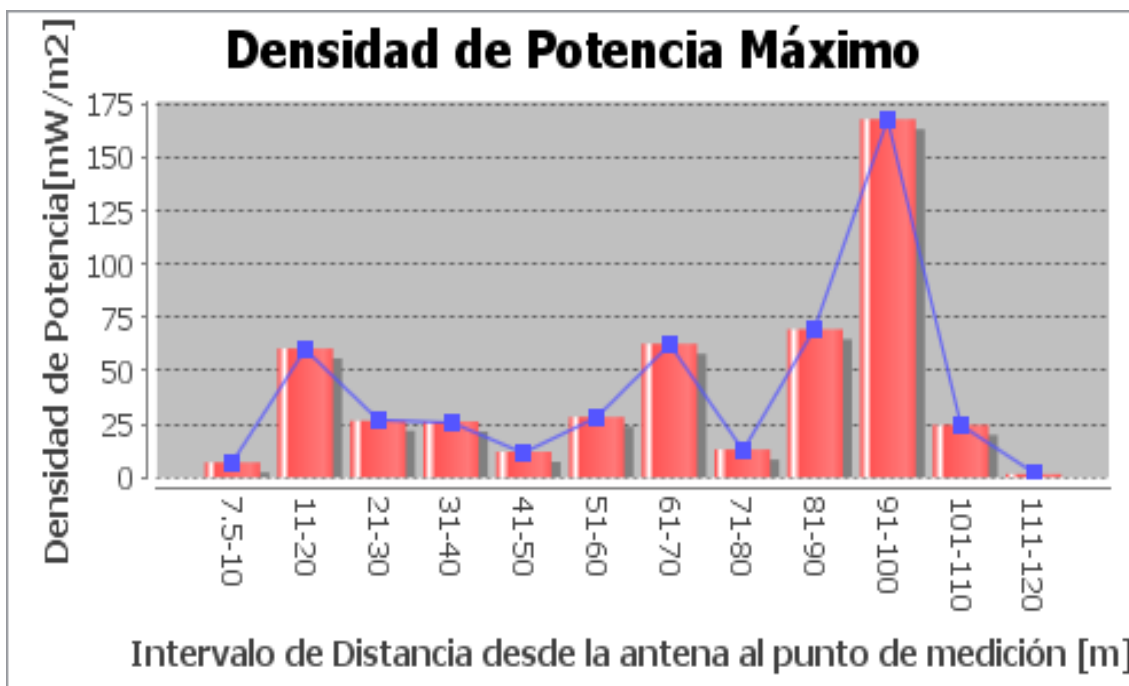


Gráfico 5-3: Valores de la densidad de potencia máximo de la antena genérica
 Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

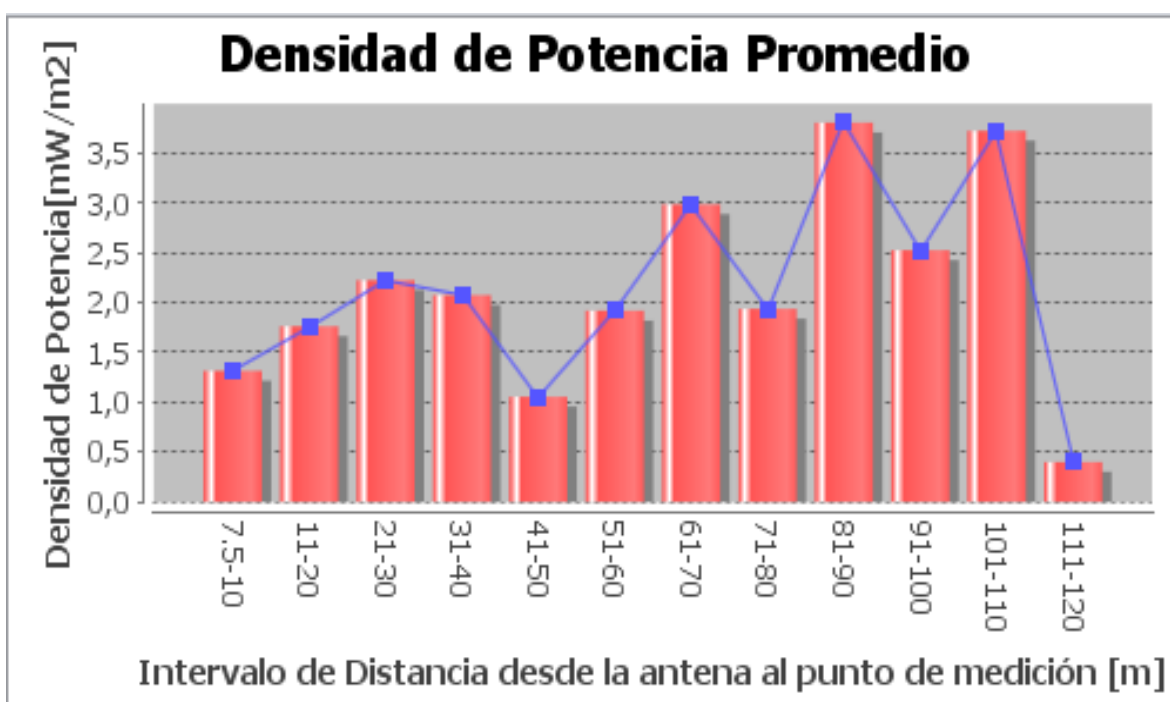


Gráfico 6-3: Valores de densidad de potencia promedio de la antena genérica
 Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

3.1.5 Comparación de resultados entre los valores máximos y promedios de la antena genérica con respecto a los valores límites de las normativas ICNIRP, UIT-T K.52 de la ARCOTEL

Como se puede observar en las Figuras desde la 32-3 hasta la 34-3, al analizar los valores medidos de las radiaciones no ionizantes tanto de los valores máximos, como de los valores promedios,

con respecto a los límites de las normativas propuestas, se observa que los valores no sobrepasan las limitaciones establecidas en las normas y se encuentran dentro del rango permitido.

Intervalo de Distancias [m]	ICNIRP [V/m]	UIT T - K52 ARCOTEL[V/m]	Máximo	Promedio
0-10	61	61	1.618000031	0.89213960...
11-20	61	61	4.77769994...	1.48660866...
21-30	61	61	3.165199995	1.42639353...
31-40	61	61	3.142800093	1.47753176...
41-50	61	61	2.12360000...	1.10630625...
51-60	61	61	3.27040004...	1.33057588...
61-70	61	61	4.86250019...	1.52014801...
71-80	61	61	2.21309995...	1.17714749...
81-90	61	61	5.12220001...	1.58538999...
91-100	61	61	7.965799809	1.62141452...
101-110	61	61	3.04489994...	2.02074998...
111-120	61	61	0.75884002...	0.57684000...

Figura 32-3: Tabla comparativa de los valores máximo y promedio de la antena genérica con respecto a las normativas ICNIRP, UIT-T K.52 de la ARCOTEL
Realizado por: A. Flores, D. Carrasco. 2017

Intervalo de Distancias [m]	ICNIRP [mA/m]	UIT T - K52 ARCOTEL[mA/m]	Máximo	Promedio
0-10	160	160	4.291777268...	2.366418042...
11-20	160	160	12.67294416	3.943259053...
21-30	160	160	8.395755955...	3.783537219...
31-40	160	160	8.336339768...	3.919182412...
41-50	160	160	5.632891263...	2.934499359...
51-60	160	160	8.674801185...	3.529379010...
61-70	160	160	12.89787849	4.032222861...
71-80	160	160	5.870291661...	3.122407157...
81-90	160	160	13.58673742...	4.205278491...
91-100	160	160	21.12944246	4.300834275...
101-110	160	160	8.076657666...	5.360079539
111-120	160	160	2.012838261...	1.530079590...

Figura 33-3 :Tabla comparativa de los valores máximo y promedio de la antena genérica con respecto a las normativas ICNIRP, UIT-T K.52 de la ARCOTEL
Realizado por: A. Flores, D. Carrasco. 2017

Intervalo de Distancias [m]	ICNIRP [mW/m ²]	UIT T - K52 ARCOTEL[mW/m ²]	Máximo	Promedio
0-10	10.000	10.000	6.944095753	2.60722687...
11-20	10.000	10.000	60.5475246...	7.90098657...
21-30	10.000	10.000	26.5742467...	6.70457772...
31-40	10.000	10.000	26.1994493...	6.64007164...
41-50	10.000	10.000	11.96200792	3.57041500...
51-60	10.000	10.000	28.3700702...	6.67659200...
61-70	10.000	10.000	62.7159366...	8.85620435...
71-80	10.000	10.000	12.9915422...	4.45447671...
81-90	10.000	10.000	69.5939866...	11.9665371...
91-100	10.000	10.000	168.312908...	13.3257549...
101-110	10.000	10.000	24.5926144...	11.9477560...
111-120	10.000	10.000	1.527422235	1.01069859...

Figura 34-3: Tabla comparativa de los valores máximo y promedio de la antena genérica con respecto a las normativas ICNIRP, UIT-T K.52 de la ARCOTEL
Realizado por: A. Flores, D. Carrasco. 2017

3.2 Mediciones durante 7 días en un solo punto en las cercanías de una antena radio base de telefonía celular ubicada en el exterior de la ESPOCH.

Se realizaron las mediciones de campo eléctrico promedio durante 7 días continuos con intervalos de seis minutos, utilizando el equipo NARDA SRM-3000, los datos fueron descargados en un archivo de Excel, para luego almacenarlos en la base de datos PostgreSQL a partir de lo cual se establece una conexión con el programa JAVA, para mostrar el comportamiento del campo eléctrico promedio durante una semana.

3.3 Desarrollo del programa utilizando el lenguaje JAVA para presentar el comportamiento del campo eléctrico

- Después de extraer los valores medidos de campo eléctrico del equipo NARDA SRM-3000, en un archivo Excel, el cual debe ser organizado para obtener los datos necesarios a ser utilizados, dicho archivo se guarda como CSV (delimitado por comas) para luego ser cargado en la base de datos PostgreSQL.

- **Diseño de la Base de Datos**

Para el diseño de la base de datos se utilizó el software PostgreSQL, en donde se crearon dos bases llamadas: *antenas* (Para la antena Genérica) y *mediciones* (Para el comportamiento del campo eléctrico promedio durante 7 días), cada una cuenta con una tabla la cual contiene todos los datos referenciales tanto para la antena genérica, como para el comportamiento del campo eléctrico en los siete días, como se indica en la Figura 35-3.

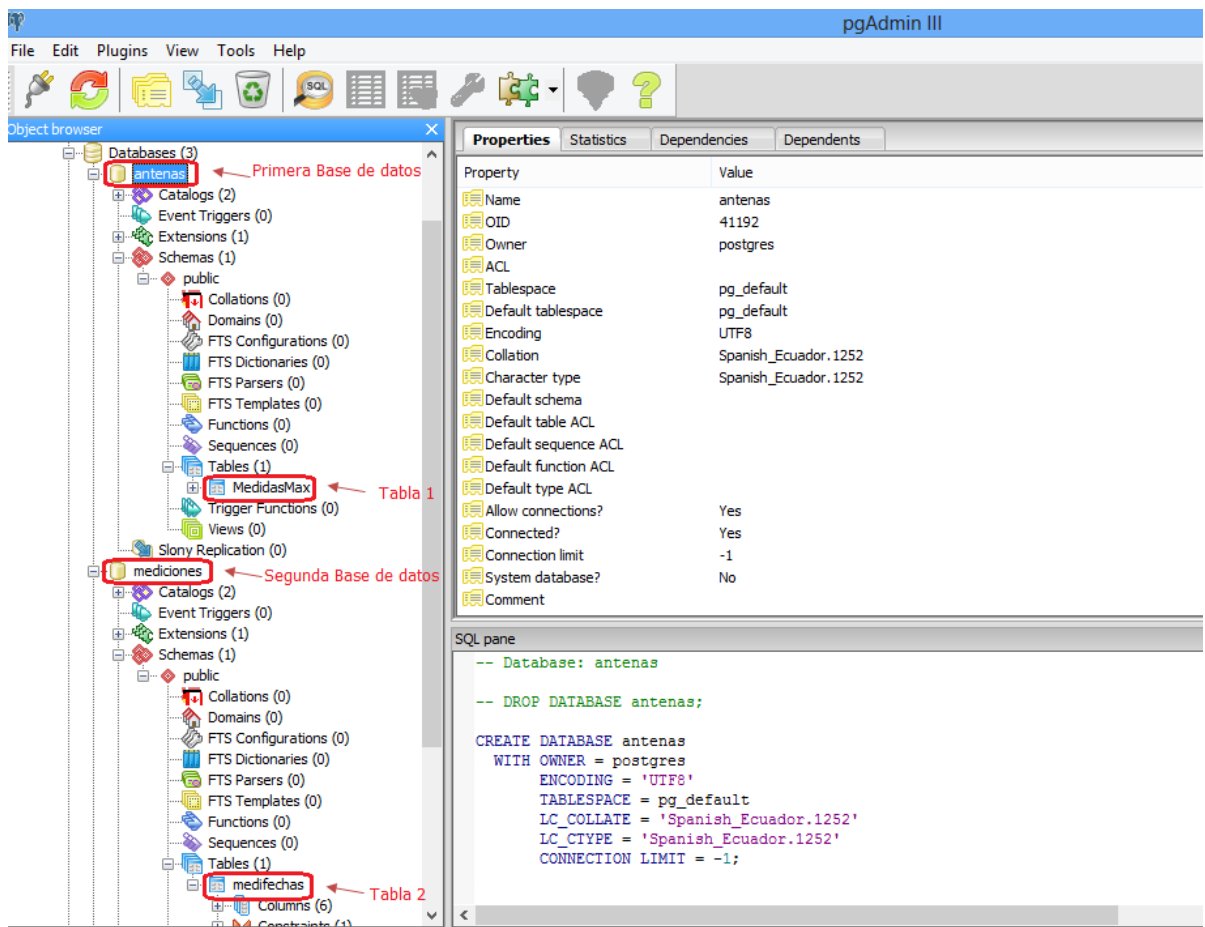


Figura 35-3: Diseño de la base de datos
Realizado por: A. Flores, D. Carrasco.2017

Una vez cargados los datos en PostgreSQL se establece la conexión con Java Netbeans y se diseña un algoritmo que servirá como guía para el desarrollo del programa (Aplicación).

- **Algoritmo del Programa (Aplicación)**

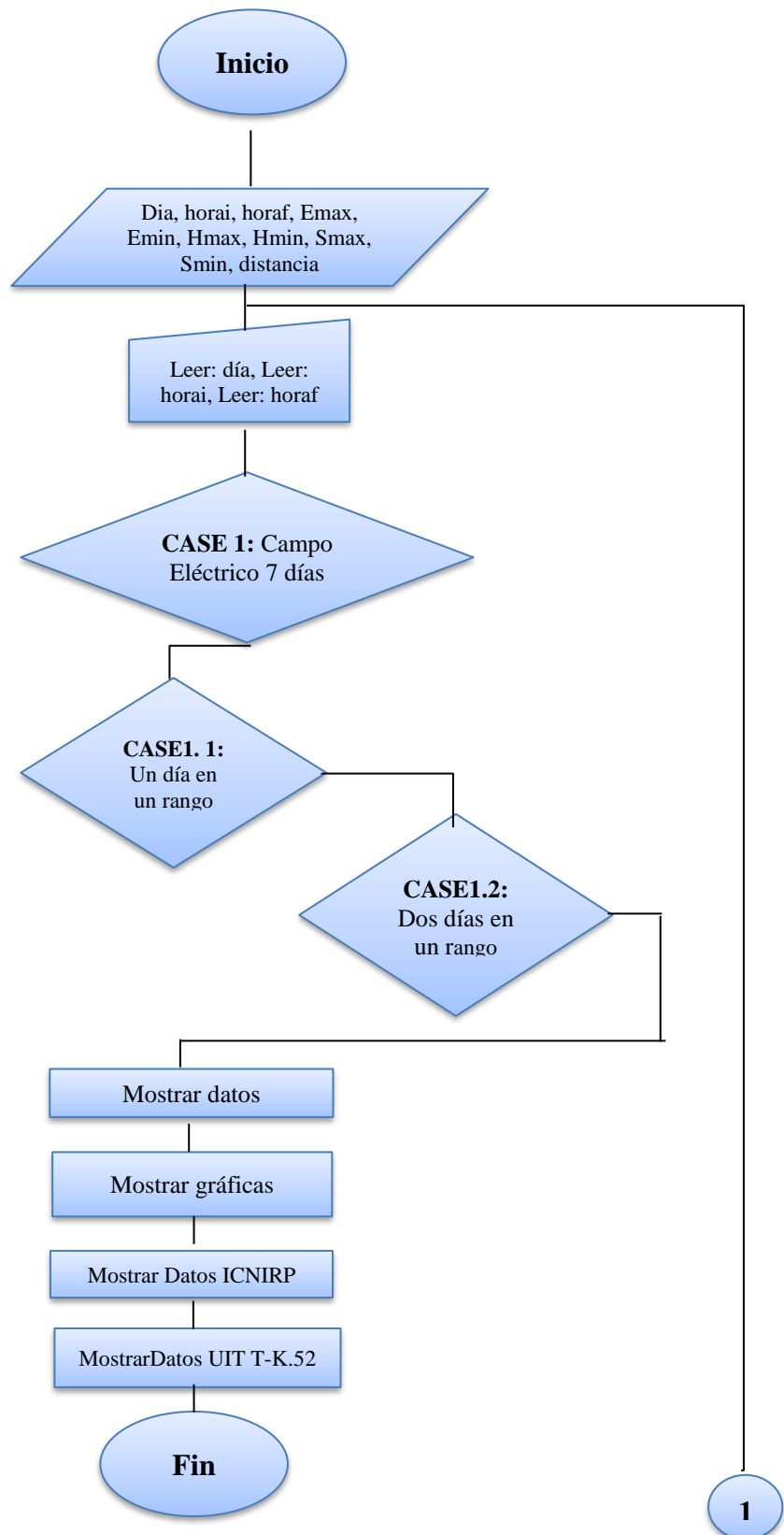


Figura 36-3: Algoritmo de la aplicación
 Realizado por: A. Flores, D. Carrasco.2017

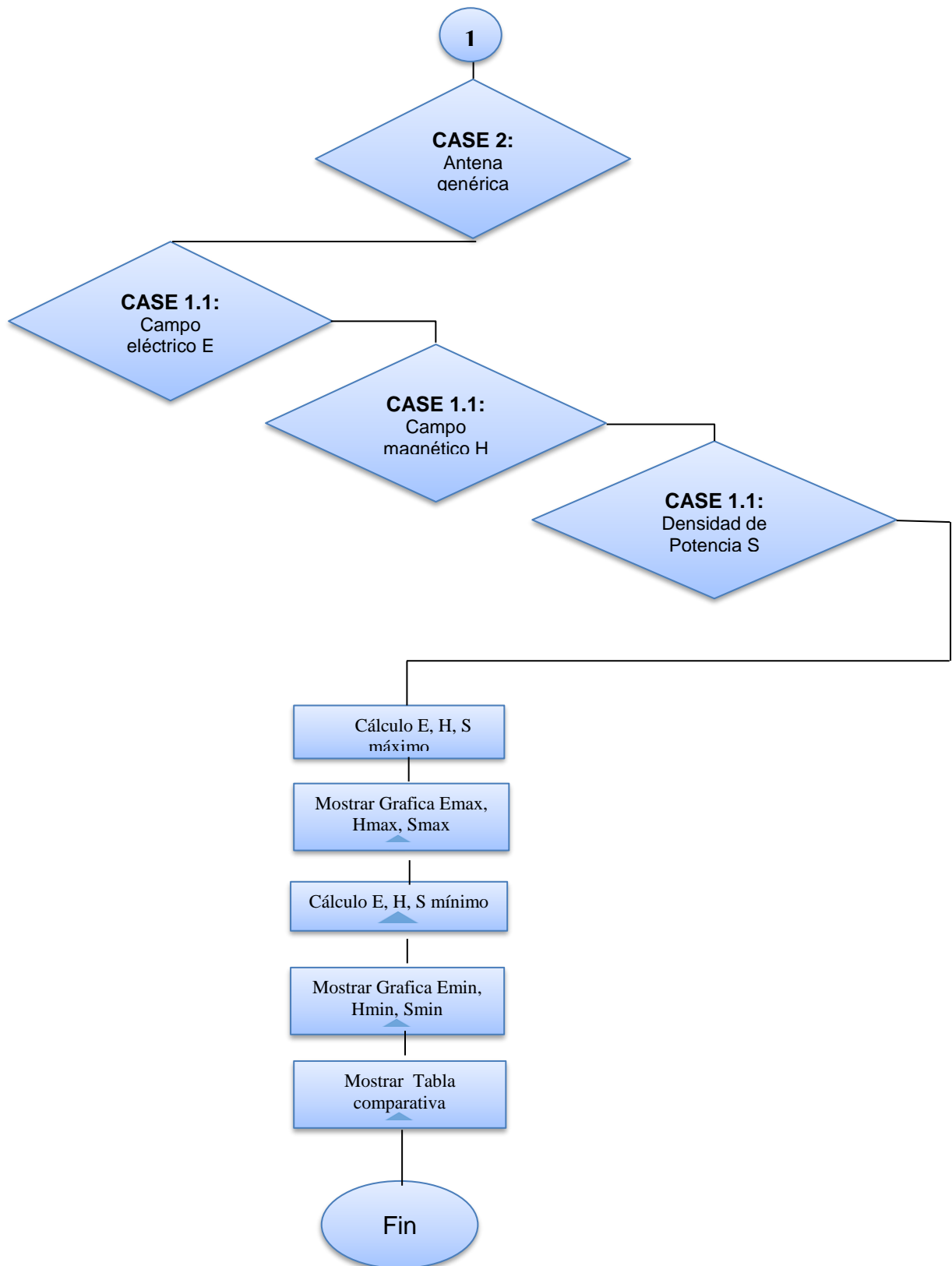


Figura 36-3: Continuación Algoritmo de la aplicación
 Realizado por: A. Flores, D. Carrasco.2017

- **Desarrollo del programa utilizando el lenguaje JAVA - Netbeans**

Utilizando el lenguaje Java-Netbeans se crea un nuevo proyecto en este caso se denominó (interfaces) el cual contiene tres paquetes (ESPOCH, Imágenes y Ventanas), el paquete imágenes contiene todas las imágenes usadas en el programa, el paquete ventanas tiene un *Java Class* en donde se ingresa el código para establecer la conexión con la base de datos, y tiene 11 *Java Packages* en donde están diseñadas cada una de las ventanas del programa, como se muestra en la Figura 37-3.

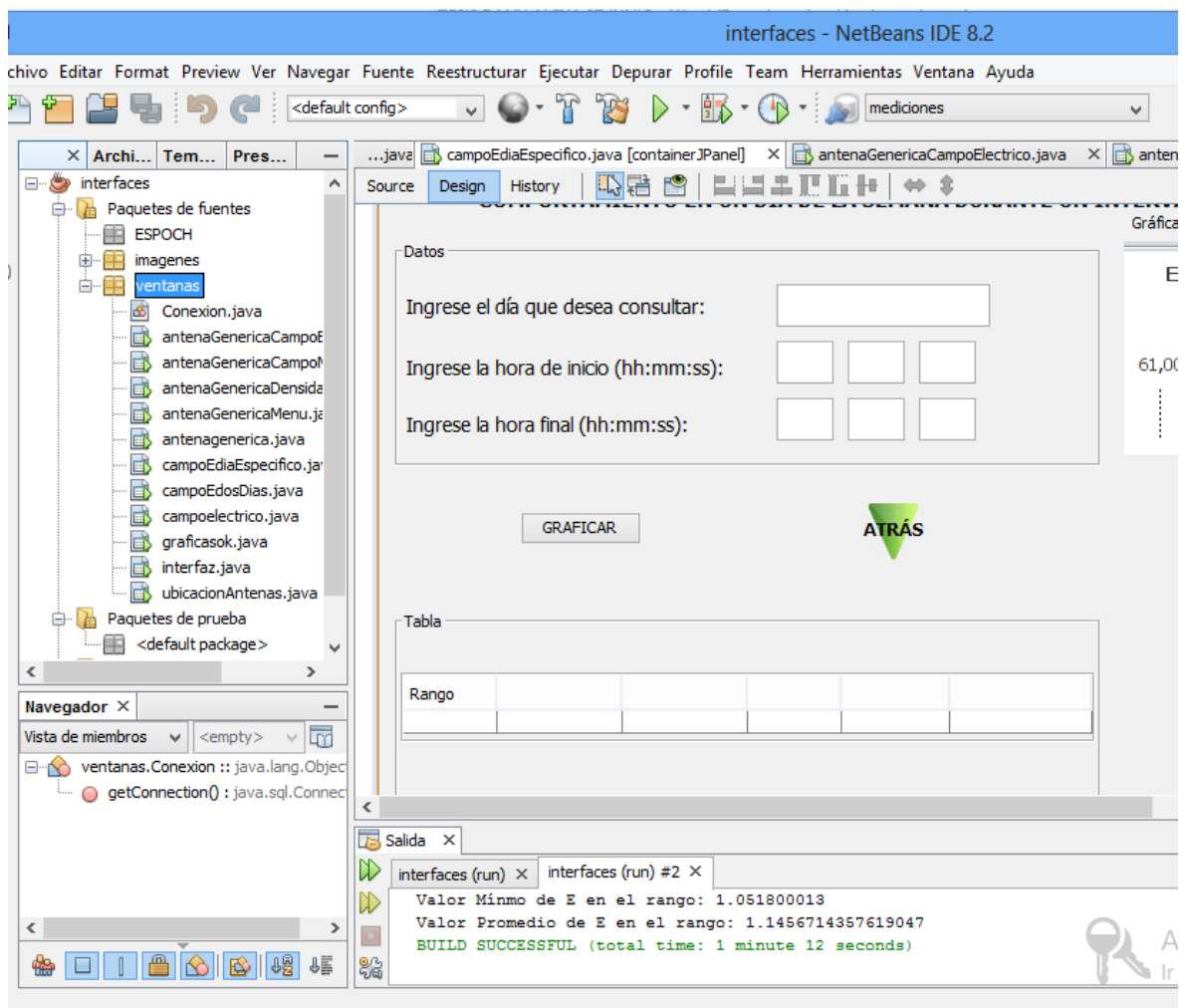


Figura 37-3: Desarrollo del Programa en Java Netbeans
Realizado por: A. Flores, D. Carrasco.2017

- **Funcionamiento del Programa (Aplicación)**

Este programa fue diseñado para presentar el comportamiento del campo eléctrico en los 7 días y de la Antena Genérica , tiene una ventana de INICIO en donde se ingresa un usuario y una contraseña como se indica en la Figura 39-3.



Figura 38-3: Ventana de inicio del programa (Aplicación)
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

El programa (Aplicación) consta de dos partes:

1.- ANTENA GENÉRICA

2.- COMPORTAMIENTO DEL CAMPO ELÉCTRICO DURANTE 7 DIAS

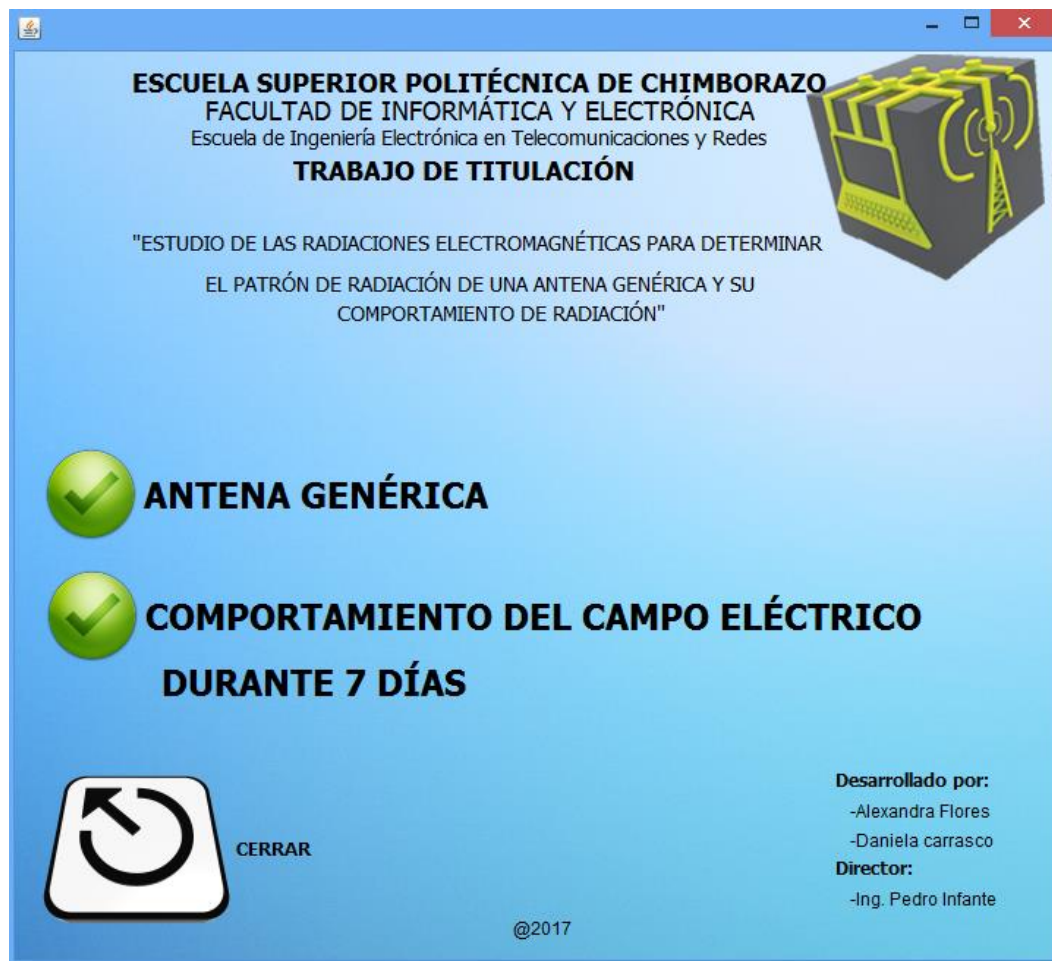


Figura 39-3: Ventana Principal del programa (Aplicación)
Realizado por: A. Flores, D. Carrasco.2017

La Figura 39-3 muestra la ventana principal, al dar click en ANTENA GENÉRICA, inicialmente se muestra una ventana con una imagen en donde se indican las antenas ubicadas en el mapa de Riobamba, a partir de los cuales se obtienen los datos para generar una sola antena genérica. Al presionar *Continuar* aparece la ventana de la Figura 40.3 que muestra tres opciones:



Figura 40-3: Ventana que muestra las opciones para realizar las gráficas de la antena genérica
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

- Al seleccionar el primer Item se muestra una ventana con las gráficas del patrón de radiación del comportamiento de la antena genérica tanto de los valores máximos y promedios de la Intensidad de campo eléctrico y su respectivo cuadro comparativos con las normas ICNIRP y UIT T-K.52 en la que se rige la ARCOTEL, de acuerdo a los datos previamente obtenidos en diferentes puntos en la ciudad de Riobamba de los niveles de radiación a diferentes distancias en las cercanías de las antenas transmisoras
- Al seleccionar el segundo Item se muestra una ventana con las gráficas del patrón de radiación del comportamiento de la antena genérica tanto de los valores máximos y promedios de la Intensidad de campo magnético y su respectivo cuadro comparativos con las normas ICNIRP y UIT T-K.52 en la que se rige la ARCOTEL
- Al seleccionar el tercer Item se muestra una ventana con las gráficas del patrón de radiación del comportamiento de la antena genérica tanto de los valores máximos y promedios de la densidad de potencia y su respectivo cuadro comparativos con las normas ICNIRP y UIT T-K.52 en la que se rige la ARCOTEL.

En la Figura 41-3 se muestra un ejemplo de los resultados del primer Item.

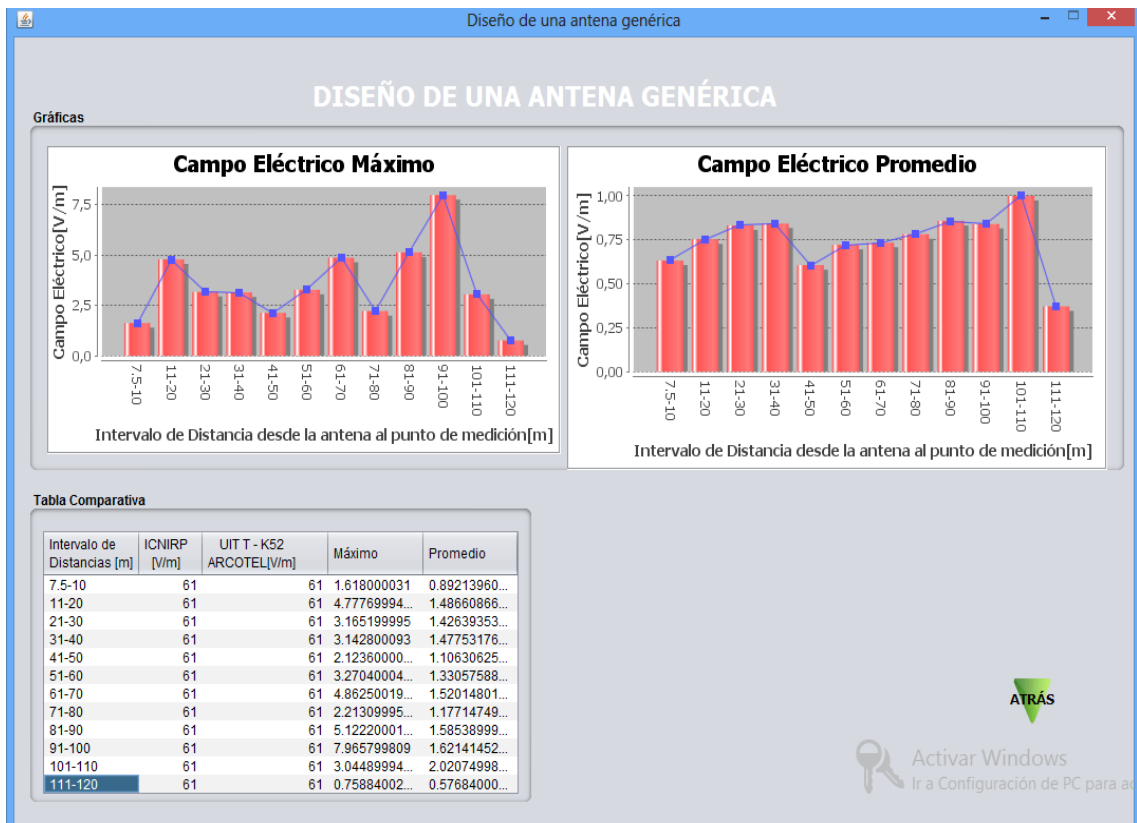


Figura 41-3: Ventana con los resultados de la antena genérica para campo eléctrico
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

La Figura 39-3 muestra la ventana principal, al dar click en COMPORTAMIENTO DEL CAMPO ELÉCTRICO DURANTE 7 DÍAS, el programa (aplicación) permite ver el comportamiento del campo eléctrico, tal como se muestra en la Figura 42-3:



Figura 42-3: Opciones para el comportamiento del campo eléctrico durante 7 días
Realizado por: A. Flores, D. Carrasco.2017

- Al seleccionar el primer Item (COMPORTAMIENTO EN UN DIA DE LA SEMANA DURANTE UN INTERVALO DE HORAS) de la figura 42-3, se muestra la ventana de la

Figura 43-3, en la cual a manera de ejemplo se ingresa el día que desea consultar y el rango de tiempo, luego se presiona graficar y se presenta una gráfica con el comportamiento del campo eléctrico y un cuadro comparativo con el valor máximo, mínimo y medio del mismo, en el rango de tiempo requerido.

Además los límites de las Normativas ICNIRP y UIT T-K.52 en la que se basa la ARCOTEL.

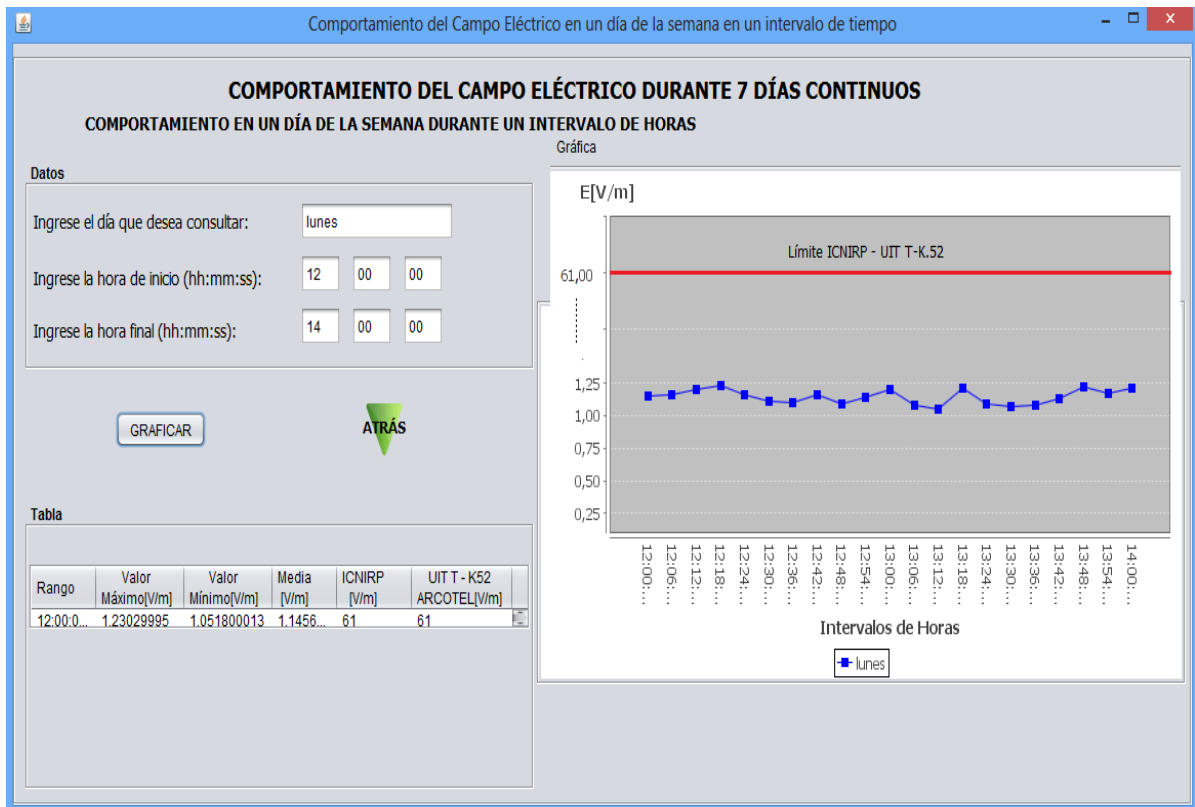


Figura 43-3: Ventana con el comportamiento del campo eléctrico y cuadro comparativo para un solo día

Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

- Al seleccionar el segundo Item (COMPORTAMIENTO ENTRE DOS DIAS DE LA SEMANA DURANTE UN INTERVALO DE HORAS) de la Figura 42-3, se muestra la ventana de la Figura 44-3, a manera de ejemplo se ingresan los dos días que desea comparar y el rango de tiempo, posteriormente se da click en graficar y se presenta una gráfica con los resultados de los valores de campo eléctrico promedio de los dos días y un cuadro comparativo del comportamiento de la intensidad de campo eléctrico con sus valores máximos, mínimos y medio.

Además los límites de las Normativas ICNIRP y UIT T-K.52 en la que se riga la ARCOTEL.

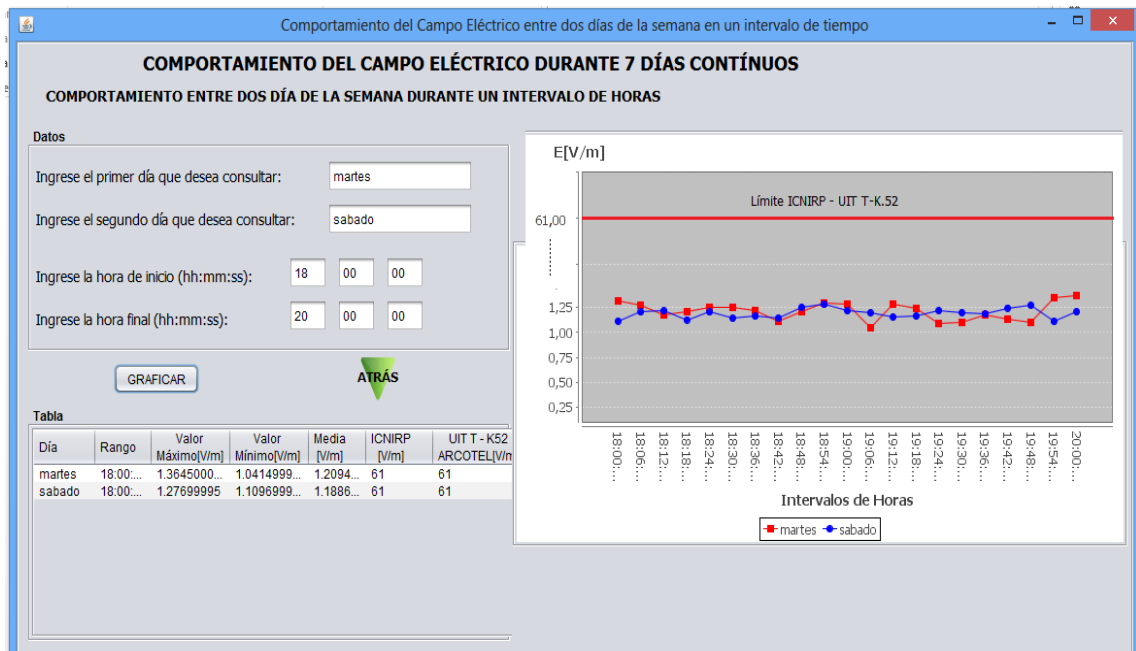


Figura 44-3: Ventana con el comportamiento del campo eléctrico y cuadro comparativo para dos días.

Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

3.4 Análisis de resultados del comportamiento del campo eléctrico durante 7 días continuos en el interior de la ESPOCH

En la Tabla 33.3 se muestra los datos referenciales del lugar en donde se realizaron las mediciones de la antena ubicada cerca de la ESPOCH, en donde se indica su longitud, latitud, altura sobre el piso, altura sobre el nivel del mar, Distancia de la antena transmisora al SRM-3000 y la ubicación exacta.

Tabla 33-3: Datos referenciales del lugar en donde se realizaron las mediciones de la antena ubicada cerca de la ESPOCH

MEDICIONES DE CAMPO ELÉCTRICO DURANTE 7 DIAS EN LA ESPOCH	
Longitud: 78° 40' 49.2" W	Latitud: 1° 39' 20.8" S
Altura de la antena sobre el piso: 1,50 m	Altura sobre el nivel del mar: 2830 m
Distancia antena transmisora al SRM-3000: 110 m	Ubicación: Bodega de Pecuarias. (Dispensario) ESPOCH

Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

Fuente: Datos obtenidos con Garmin GPSmap® 60CSx

- A manera de ejemplo, en el primer Item de la Figura 42-3 (COMPORTAMIENTO EN UN DIA DE LA SEMANA DURANTE UN INTERVALO DE HORAS) y para un mejor análisis se ha distribuido cuatro rangos de tiempo para los 7 días de la semana que se encuentra en la tabla 34-3.

Tabla 34-3: Rangos de tiempo para el análisis de los siete días de la semana

Rango 1	Rango 2	Rango 3	Rango 4
00:00 a 06:00	06:00 a 12:00	12:00 a 18:00	18:00 a 00:00

Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

Rango 1 (00:00 a 06:00) Lunes a Domingo

- **Día Lunes de 00:00 a 06:00**

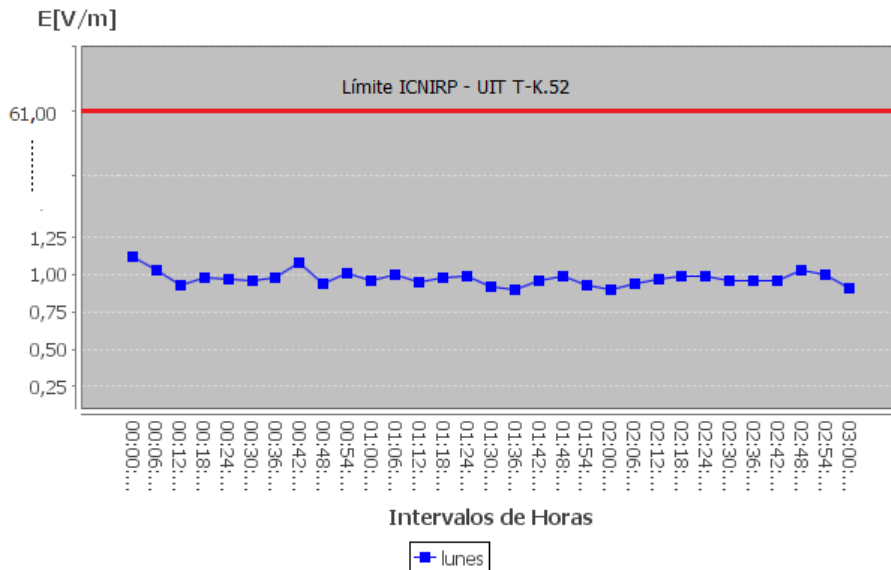


Gráfico 7-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día lunes de 00:00 a 03:00

Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

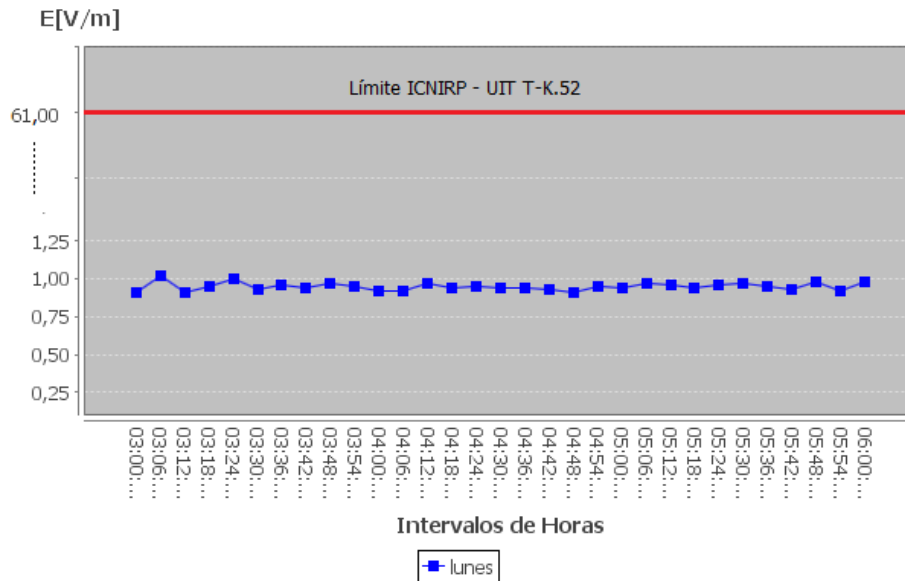


Gráfico 8-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día lunes de 03:00 a 06:00

Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

El análisis realizado para el día lunes en el rango 1, nos muestra un incremento del campo eléctrico mayor a 1V/m a las 00:00 y a las 00:42, luego hay una disminución del mismo hasta las 2:48 donde nuevamente se da un leve incremento (Ver Gráfico 7-3) y a partir de esa hora el campo eléctrico se mantiene por debajo del 1 V/m hasta las 6:00 como se muestra en el Gráfico 8-3.

- Día Martes de 00:00 a 06:00

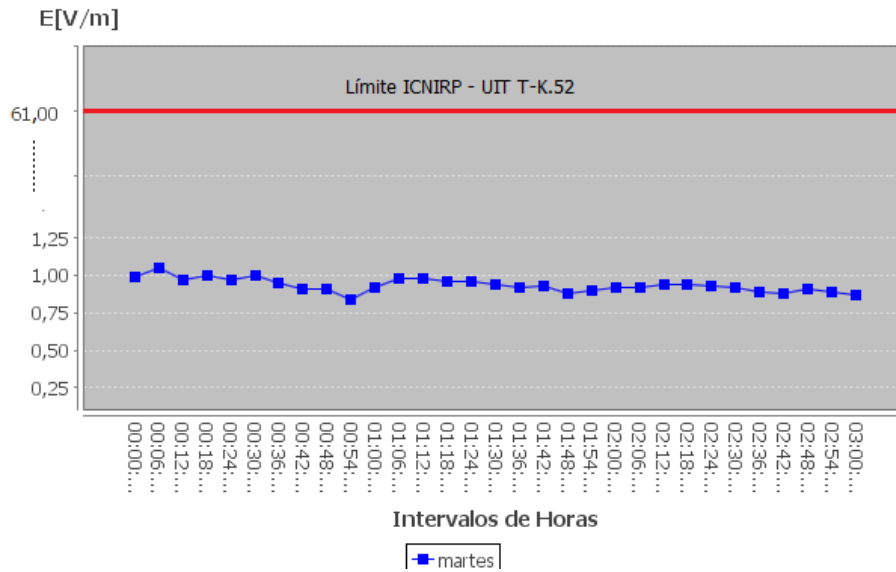


Gráfico 9-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día martes de 00:00 a 03:00
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

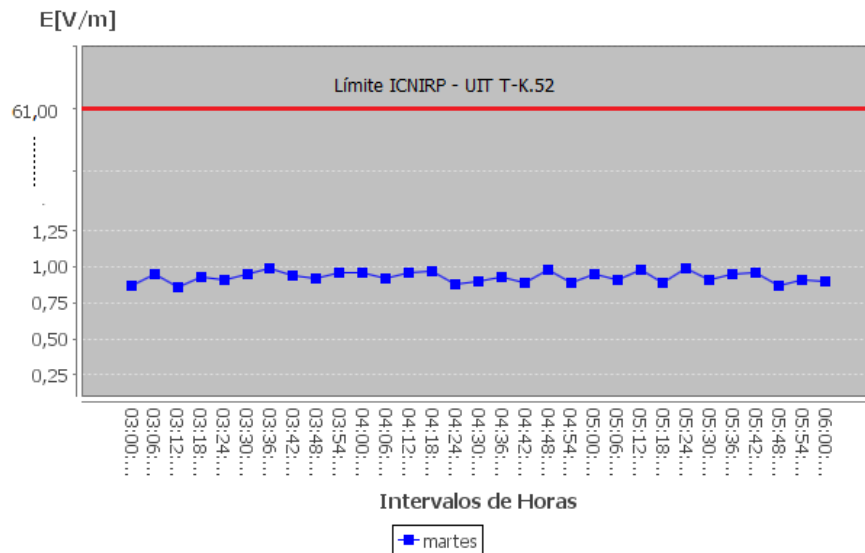


Gráfico 10-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día martes de 03:00 a 06:00
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

El análisis realizado para el día martes en el rango 1, se observan valores altos de campo eléctrico desde las 00:00 hasta las 00:30 con un pico máximo que sobrepasa el 1V/m a las 00:06 (Ver Gráfico 9-3), luego el campo eléctrico permanece por debajo del 1V/m hasta las 06:00 como se observa en el Gráfico 10-3.

- Día Miércoles de 00:00 a 06:00

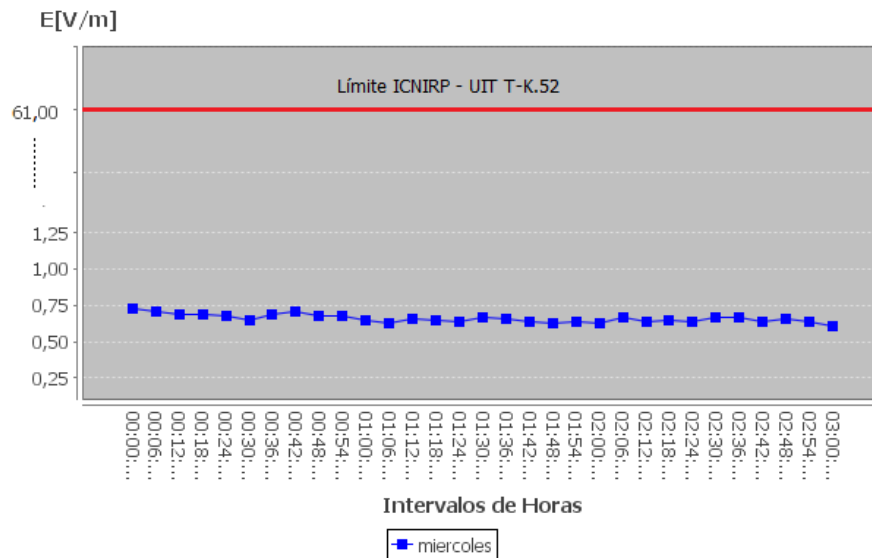


Gráfico 11-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día miércoles de 00:00 a 03:00
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

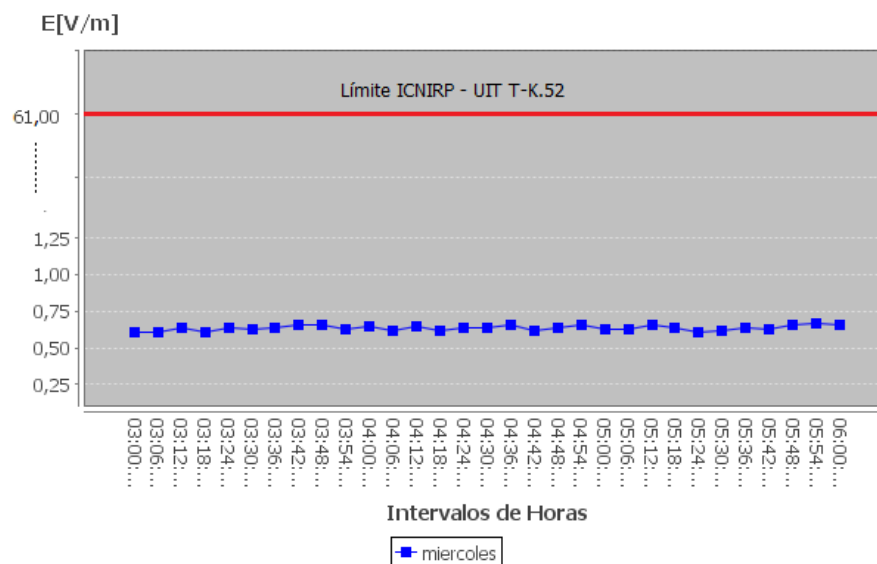


Gráfico 12-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día miércoles de 03:00 a 06:00
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

En el análisis realizado para el día miércoles en el rango 1, se observa que todos los valores de campo eléctrico están por debajo de los 0.75V/m, los valores más altos de campo eléctrico están entre las 00:00 a 00:54, a partir de la 01:00 el campo eléctrico empieza a disminuir (Ver Gráfico 11-3), observándose un ligero incremento a las 05:12 y desde las 05:48 hasta 06:00 (Ver Gráfico 12-3).

- **Día Jueves de 00:00 a 06:00**

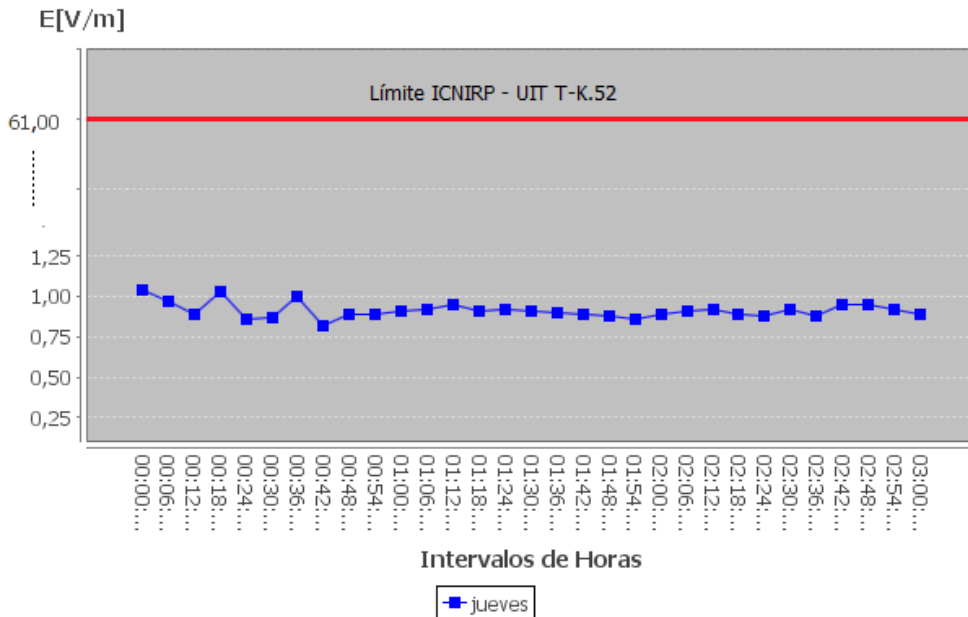


Gráfico 13-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día jueves de 00:00 a 03:00
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

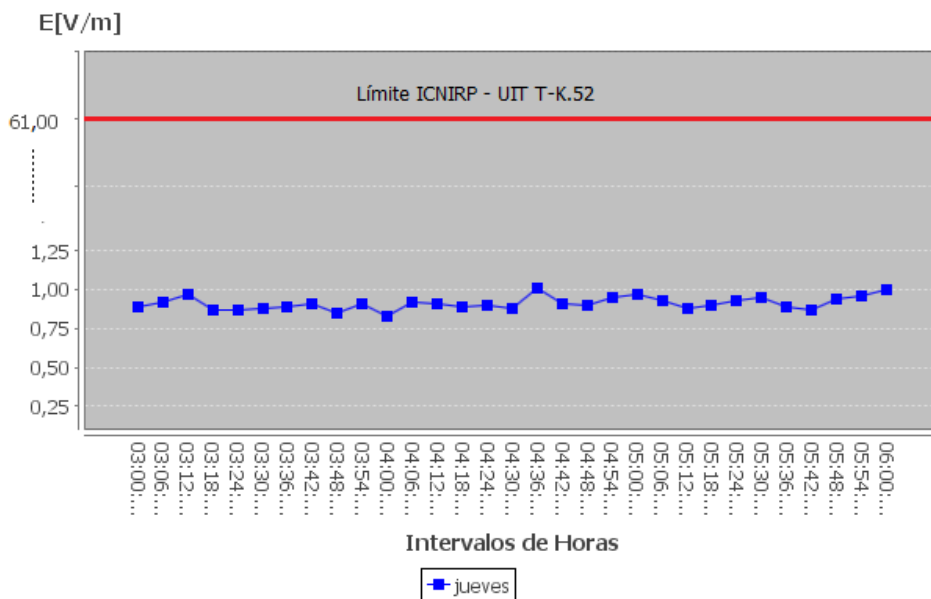


Gráfico 14-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día jueves de 03:00 a 06:00
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

En el análisis realizado para el día jueves en el rango 1, se observan los valores más altos de campo eléctrico entre las 00:00 a 00:36 sobrepasando el 1V/m, a partir de la 00:42 (Ver Gráfico 13-3) el campo eléctrico se mantiene por debajo del 1V/m hasta las 4:36 (Ver Gráfico 14-3), donde hay un ligero incremento, manteniéndose niveles altos hasta las 6:00.

- **Día Viernes de 00:00 a 06:00**

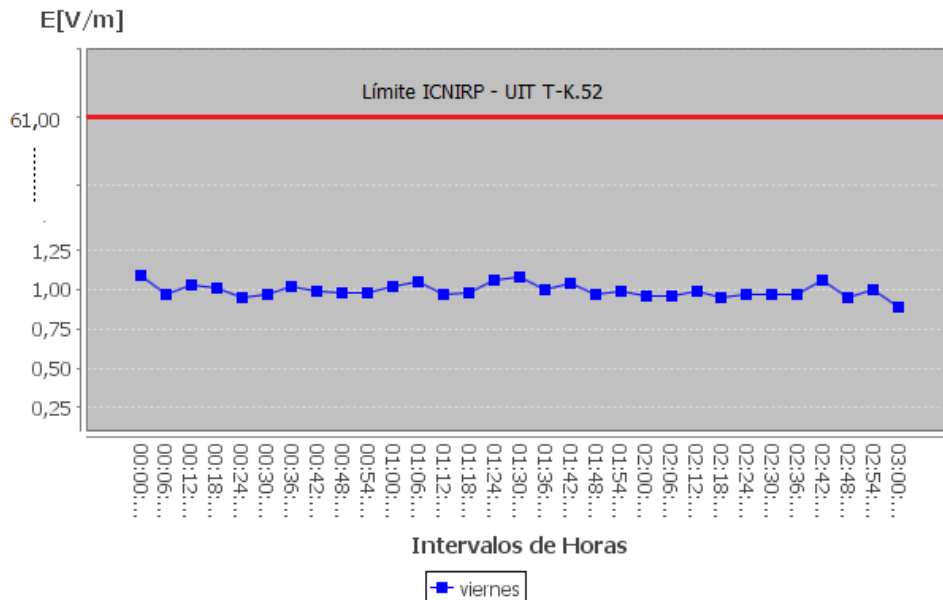


Gráfico 15-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día viernes de 00:00 a 03:00
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

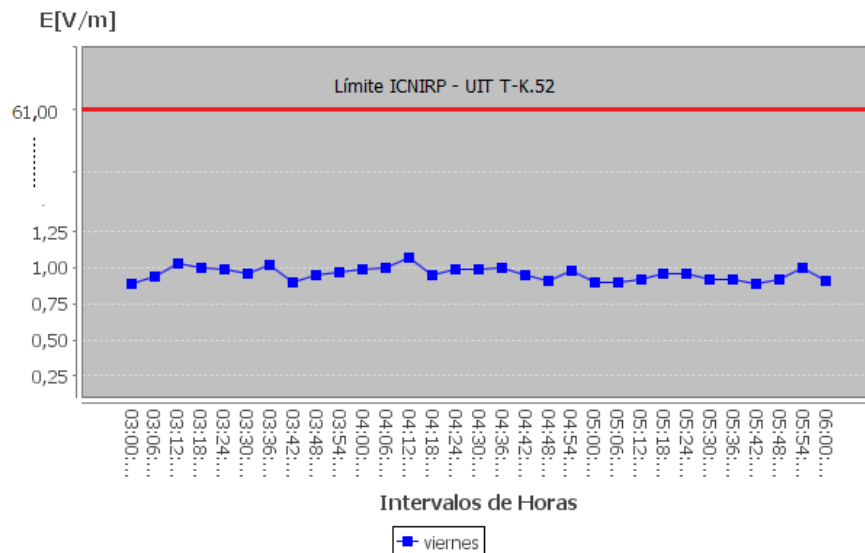


Gráfico 16-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día viernes de 03:00 a 06:00
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

En el análisis realizado para el día viernes en el rango 1, se observan picos máximos a las 00:00 y desde la 1:00 hasta las 2:00 con valores de campo eléctrico mayores a 1V/m

(Ver Gráfico 15-3) y a partir de las 3:00 hasta las 4:12 también se pueden observar tres picos máximos, a partir de allí se mantiene el valor de campo eléctrico inferior a 1V/m hasta las 6:00 como se observa en el Gráfico 16-3.

- **Día Sábado de 00:00 a 06:00**

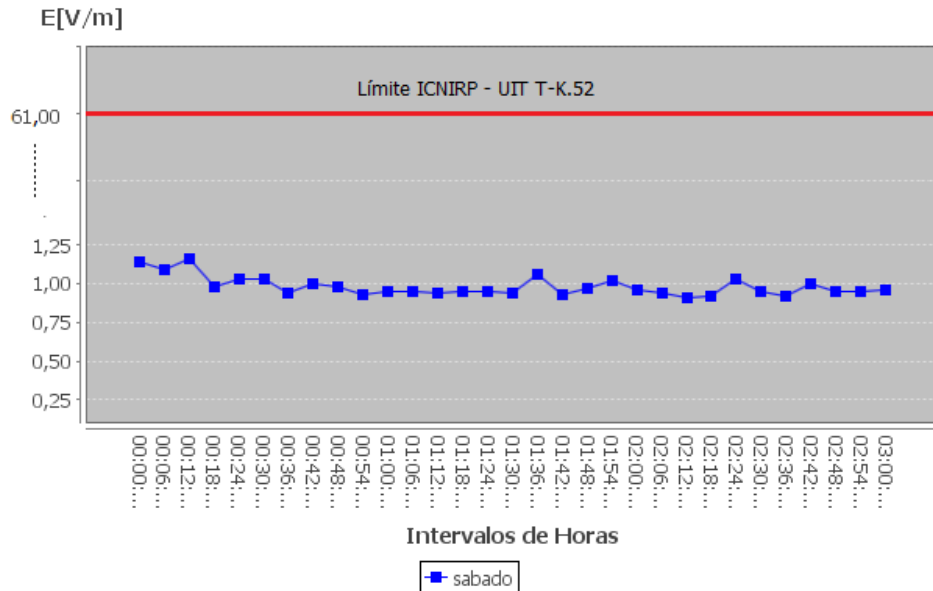


Gráfico 17-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día sábado de 00:00 a 03:00
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

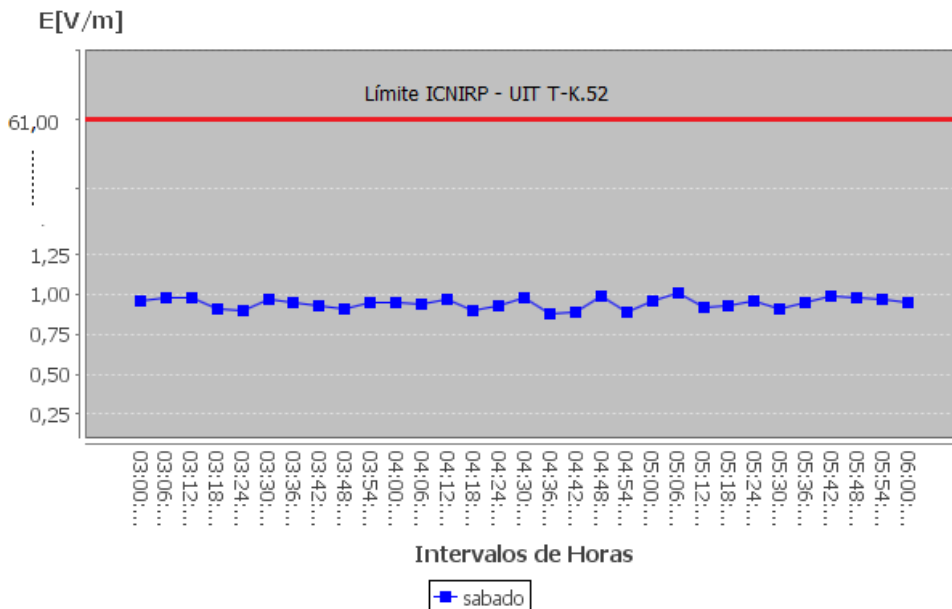


Gráfico 18-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día sábado de 03:00 a 06:00
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

En el análisis realizado para el día sábado en el rango 1, se observan valores altos de campo eléctrico entre las 00:00 a 00:30, disminuyendo hasta la 1:36 en donde se observa un pico mayor a 1V/m (Ver Gráfico 17-3), a partir de allí el campo eléctrico se mantiene por debajo del 1V/m hasta las 6:00 (Ver Gráfico 18-3).

- **Día Domingo de 00:00 a 06:00**

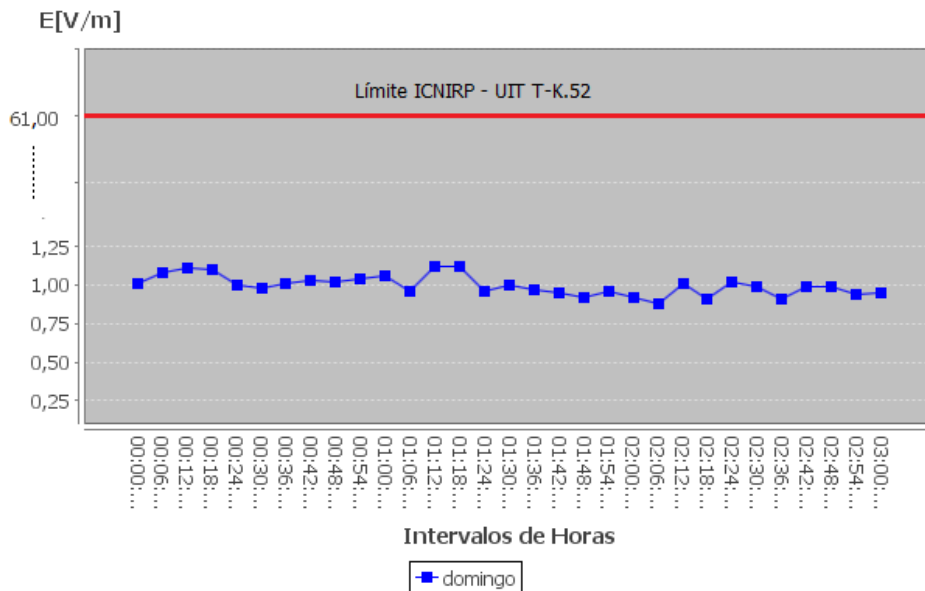


Gráfico 19-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día domingo de 00:00 a 03:00
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

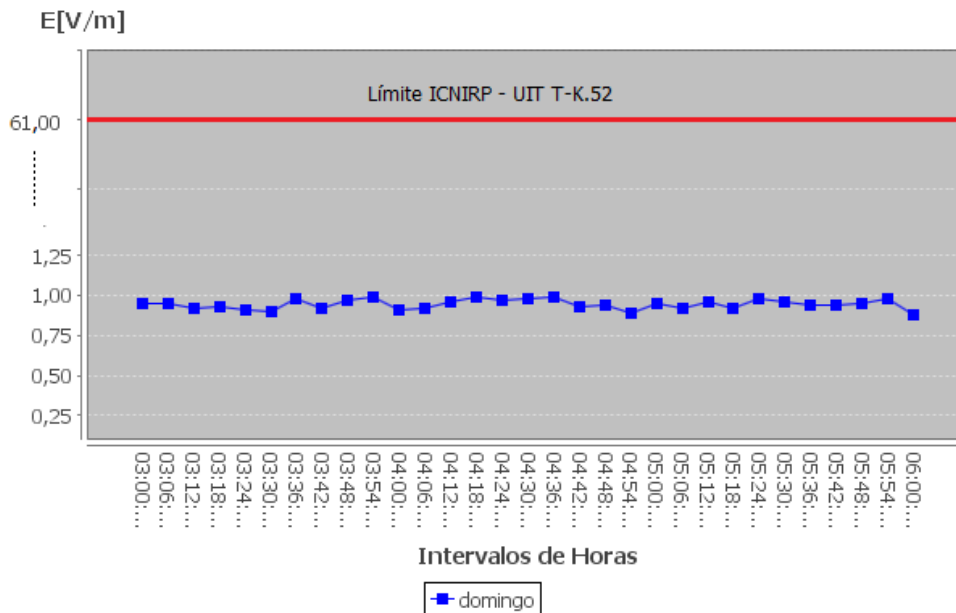


Gráfico 20-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día domingo de 03:00 a 06:00
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

En el análisis realizado para el día domingo en el rango 1, se observan los valores más altos de campo eléctrico entre las 00:00 a 00:18 sobrepasando el 1V/m, a partir de allí hay una leve disminución, mostrándose un incremento entre la 1:12 y 1:18 desde (Ver Gráfico 19-3) entonces los valores no presentan mucha variación hasta las 6:00 (Ver Gráfico 20-3), con niveles entre el 1V/m aproximadamente.

Por lo tanto en el rango de tiempo de 00:00 a 06:00, se observa que en todos los días de la semana hay un nivel alto de campo eléctrico entre las 00:00 hasta la 01:30 aproximadamente desde donde los niveles empiezan a disminuir, y el día que presenta mayor variación en cuanto a niveles altos es el día lunes con un valor máximo de 1.1188V/m a las 00:00 y el valor más bajo de campo eléctrico en este rango se presenta en el mismo día a la 01:36 con un valor de 0.8978V/m.

Rango 2 (06:00 a 12:00) Lunes a Domingo

- Día Lunes de 06:00 a 12:00

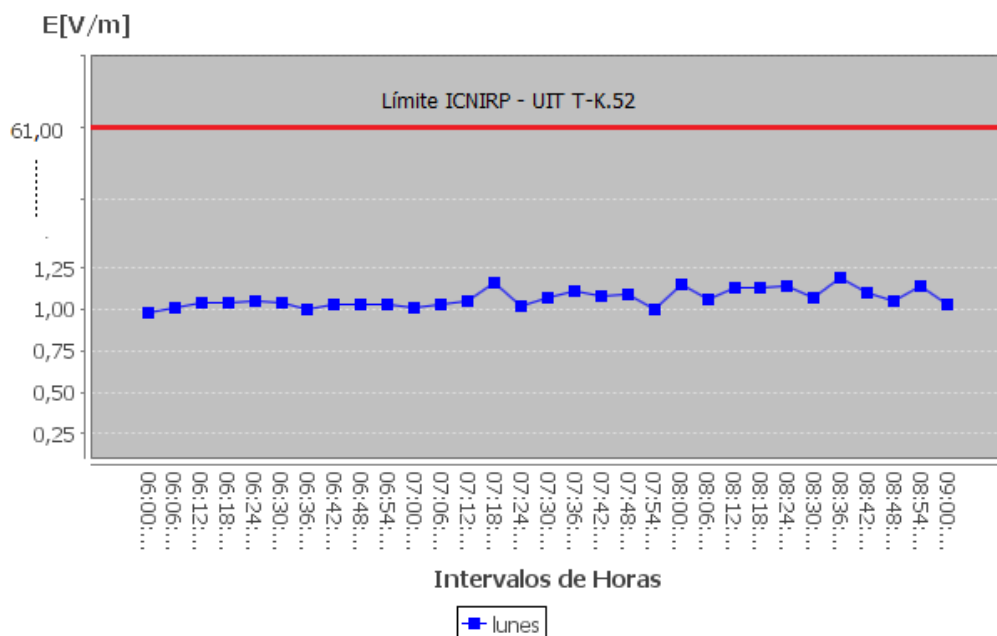


Gráfico 21-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día lunes de 06:00 a 09:00
 Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

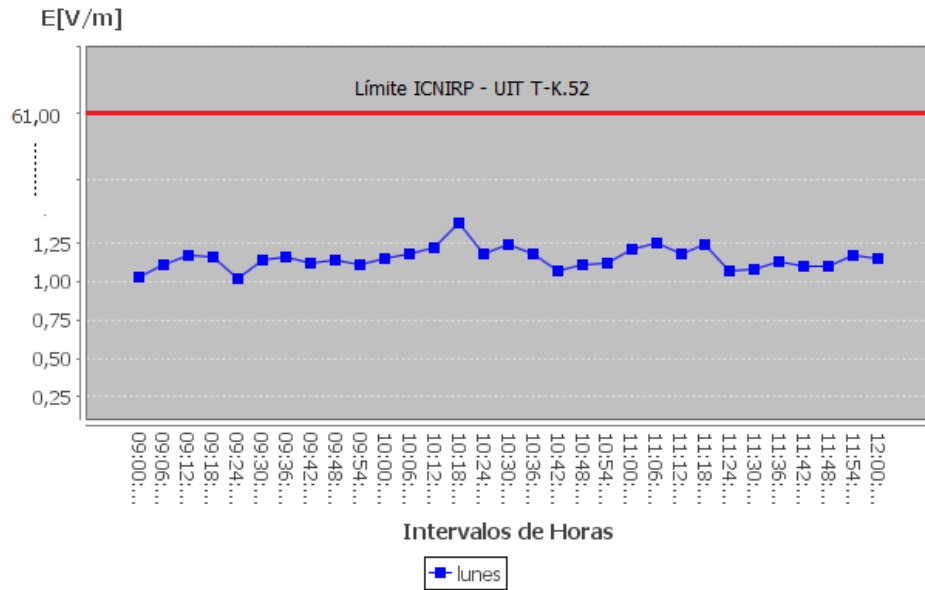


Gráfico 22-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día lunes de 09:00 a 12:00
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

En el análisis realizado para el día lunes en el rango 2, se observa que los valores de campo eléctrico van aumentando progresivamente a partir de las 07:06 (Ver Gráfico 21-3) con valores superiores al 1V/m, llegando a sobrepasar el 1,25V/m a las 10:18 (Ver Gráfico 22-3), a partir de allí el campo eléctrico se mantiene sobre el 1V/m aproximadamente hasta las 12:00

- **Día Martes de 06:00 a 12:00**

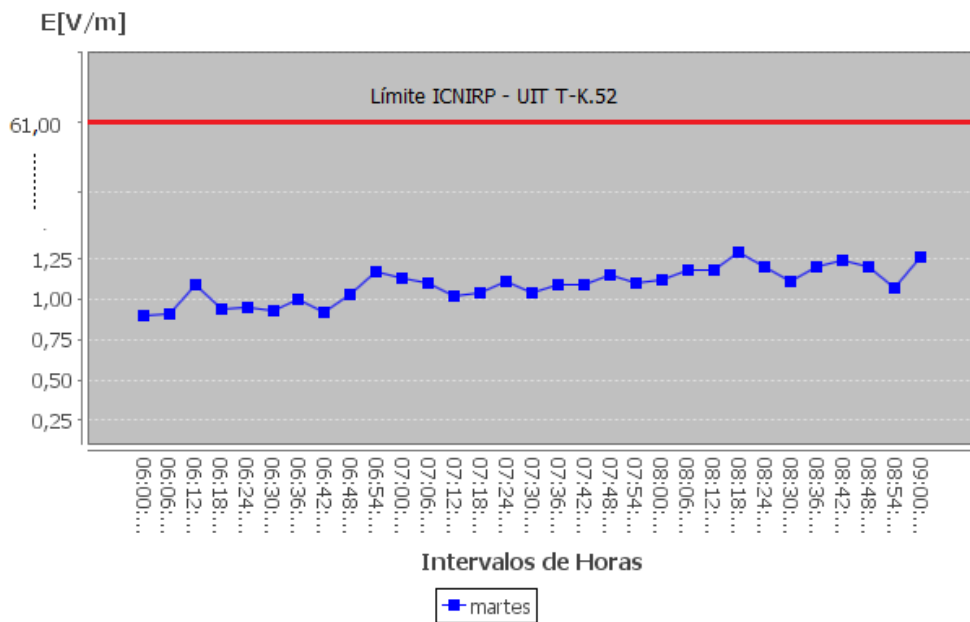


Gráfico 23-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día martes de 06:00 a 09:00
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

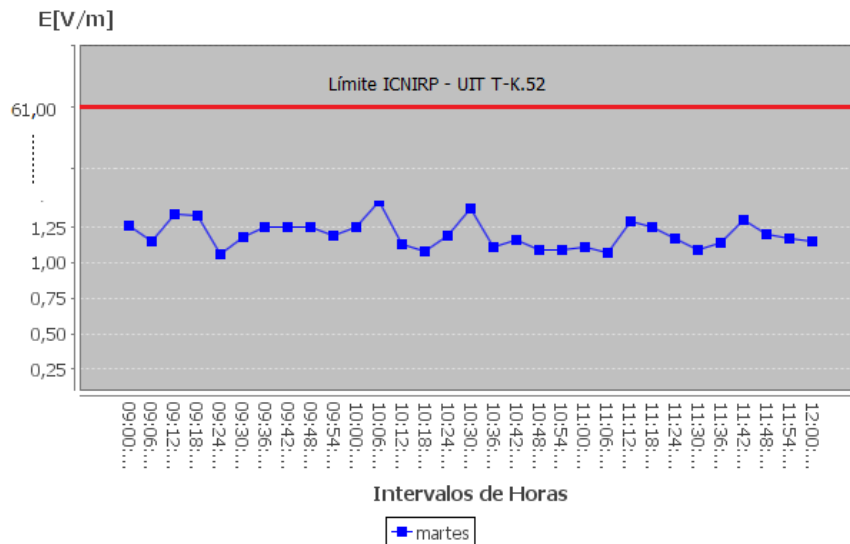


Gráfico 24-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día martes de 09:00 a 12:00
 Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

En el análisis realizado para el día martes en el rango 2, se observan valores inferiores a 1V/m entre las 6:00 y las 7:00 aproximadamente , posteriormente se observa que el campo eléctrico va incrementando gradualmente hasta llegar a sobrepasar los 1.25V/m a las 8:18, a partir de allí se mantiene con valores de 1V/m aproximadamente(Ver Gráfico 23-3), llegando a presentarse dos picos máximos entre las 10:06 y las 10:30 y después se observa una leve disminución hasta las 12:00 (Ver Gráfico 24-3).

- **Día Miércoles de 06:00 a 12:00**

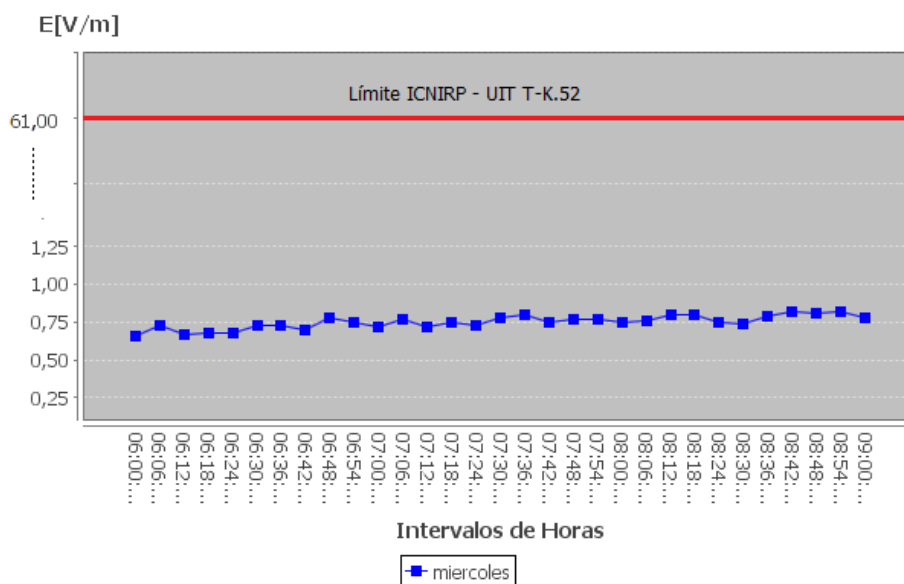


Gráfico 25-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día miércoles de 06:00 a 09:00
 Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

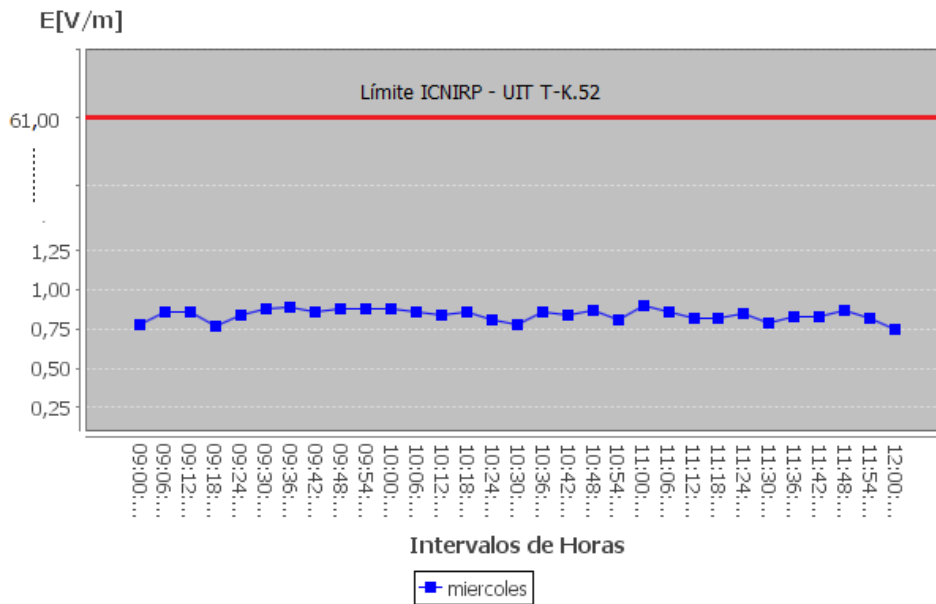


Gráfico 26-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día miércoles de 09:00 a 12:00
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

En el análisis realizado para el día miércoles en el rango 2, se observa que entre las 6:00 y las 6:42 (Ver Gráfico 25-3) los niveles de campo eléctrico son bajos, inferiores a 0,75V/m, posteriormente van incrementando hasta las 12:00 (Ver Gráfico 26-3) con valores mayores a 0,75V/m pero sin sobrepasar el 1V/m, es decir no hay mucha variación.

- **Día Jueves de 06:00 a 12:00**

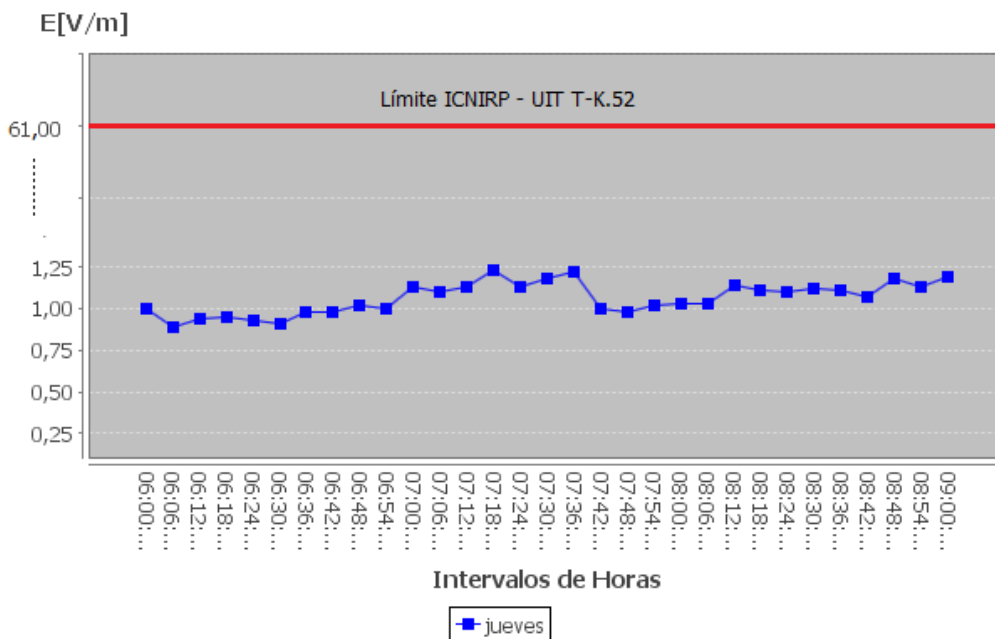


Gráfico 27-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día jueves de 06:00 a 09:00
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

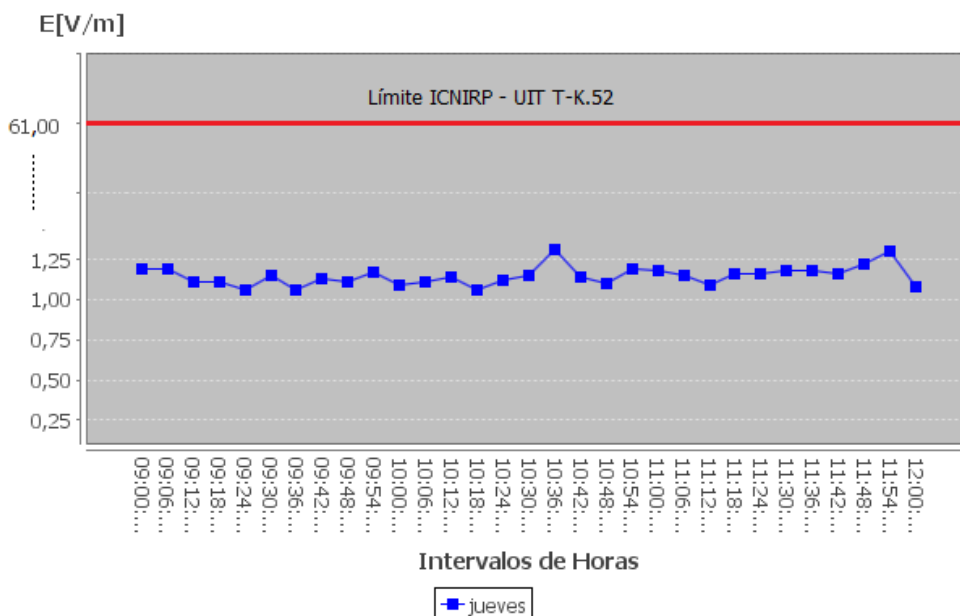


Gráfico 28-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día jueves de 09:00 a 12:00
 Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

En el análisis realizado para el día jueves en el rango 2, se observa que los valores de campo eléctrico desde las 06:00 hasta las 07:00 se mantienen constantes con valores inferiores al 1V/m aproximadamente, pero a partir de las 7:00 los niveles de campo eléctrico empiezan a crecer hasta las 7:36 llegando al 1.25V/m aproximadamente (Ver Gráfico 27-3), se observa también un pico alto mayor a 1,25V/m a las 10:36 y otro a las 11:54 (Ver Gráfico 28-3).

- **Día Viernes de 06:00 a 12:00**

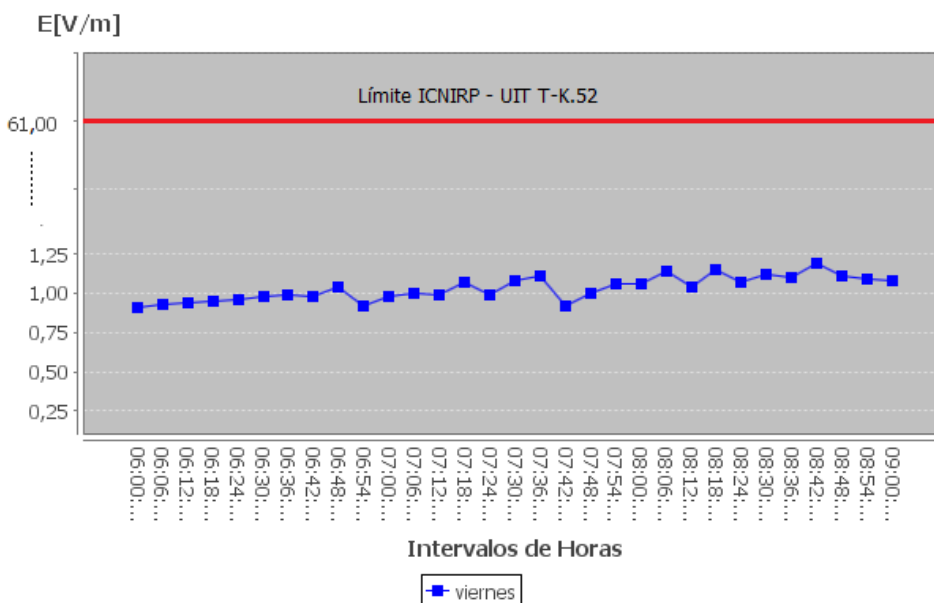


Gráfico 29-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día viernes de 06:00 a 09:00
 Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

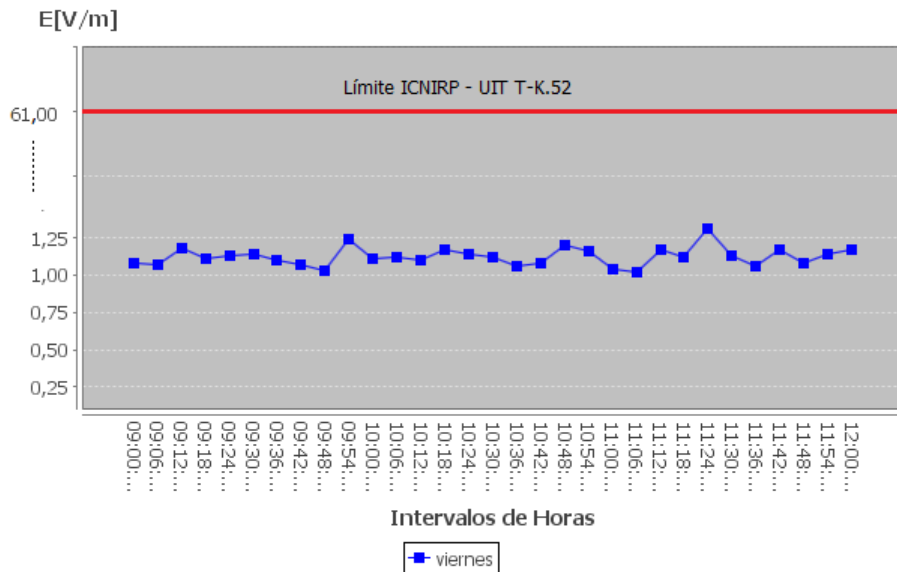


Gráfico 30-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día viernes de 09:00 a 12:00
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

En el análisis realizado para el día viernes en el rango 2, se observan valores inferiores a 1V/m de campo eléctrico entre las 6:00 y 7:00 aproximadamente, posteriormente se da un incremento a partir de las 7:18 (Ver Gráfico 29-3) hasta las 11:18 (Ver Gráfico 30-3) con valores entre el 1V/m y 1.25V/m, dándose un pico mayor a 1,25V/m a las 11:24, a partir de allí se observa una leve dismutación hasta las 12:00.

- Día Sábado de 06:00 a 12:00

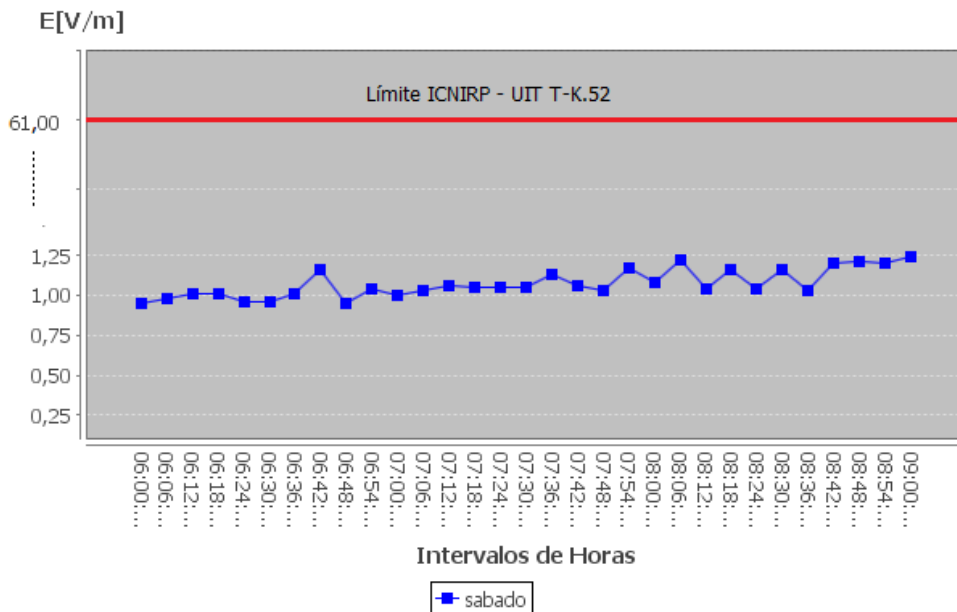


Gráfico 31-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día sábado de 06:00 a 09:00
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

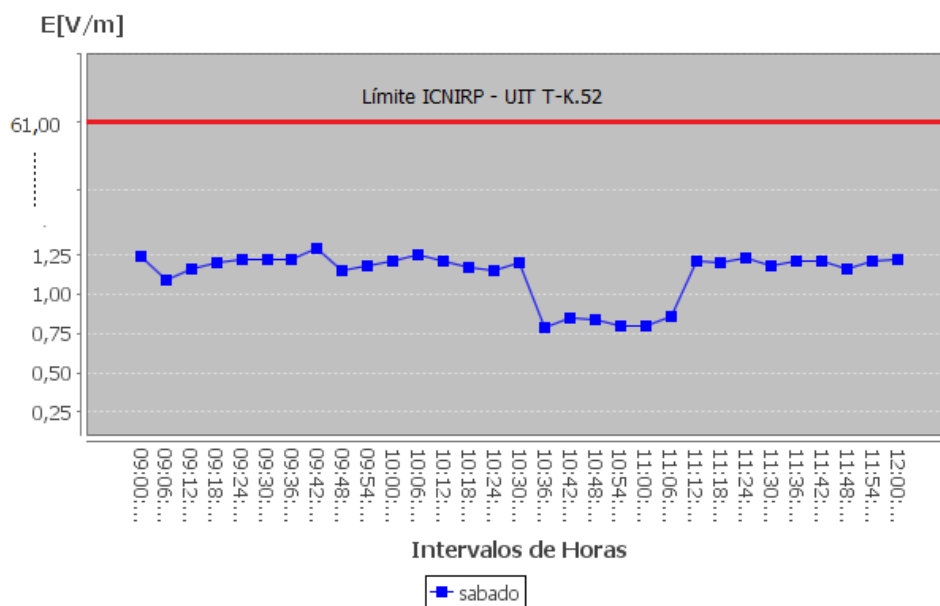


Gráfico 32-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día sábado de 09:00 a 12:00
 Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

En el análisis realizado para el día sábado en el rango 2, se observan valores inferiores a 1V/m entre las 6:00 y 6:30 (Ver Gráfico 31-3), a partir de allí el campo eléctrico va incrementándose hasta las 10:30 con valores entre 1V/m y 1,25V/m, y se observa una disminución entre las 10:36 y 11:06 (Ver Gráfico 32-3) con valores inferiores a 1V/m, dándose luego un incremento con valores mayores a 1V/m hasta las 12:00

- Día Domingo de 06:00 a 12:00

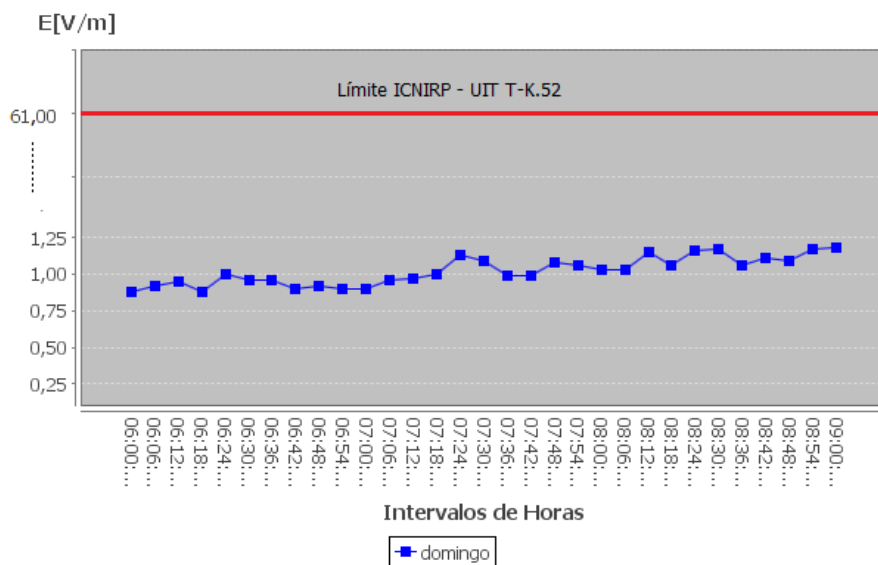


Gráfico 33-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día domingo de 06:00 a 09:00
 Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

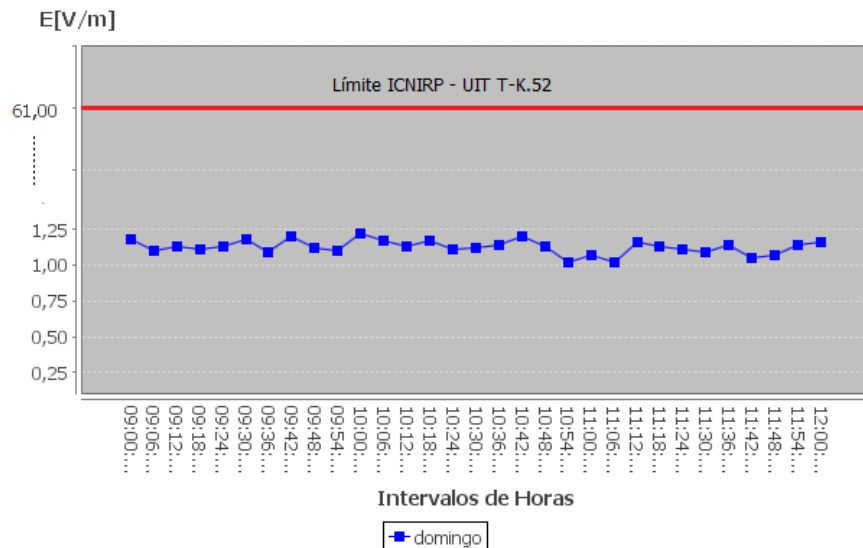


Gráfico 34-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día domingo de 09:00 a 12:00
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

En el análisis realizado para el día domingo en el rango 1, se observan valores inferiores a 1V/m entre las 6:00 y 7:18 (Ver Gráfico 33-3), a partir de allí se da un incremento constante hasta las 12:00 (Ver Gráfico 34-3). con valores mayores a 1V/m y sin sobrepasar los 1,25V/m.

Por lo tanto en el Rango 2 de 06:00 a 12:00, se observa que en todos los días de la semana los valores de campo eléctrico desde las 6:00 hasta las 7:00 aproximadamente son inferiores a 1V/m, y entre las 07:00 y 10:00 aproximadamente se encuentran los valores más altos.

Rango 3 (12:00 a 18:00) Lunes a Domingo

- Día Lunes de 12:00 a 18:00

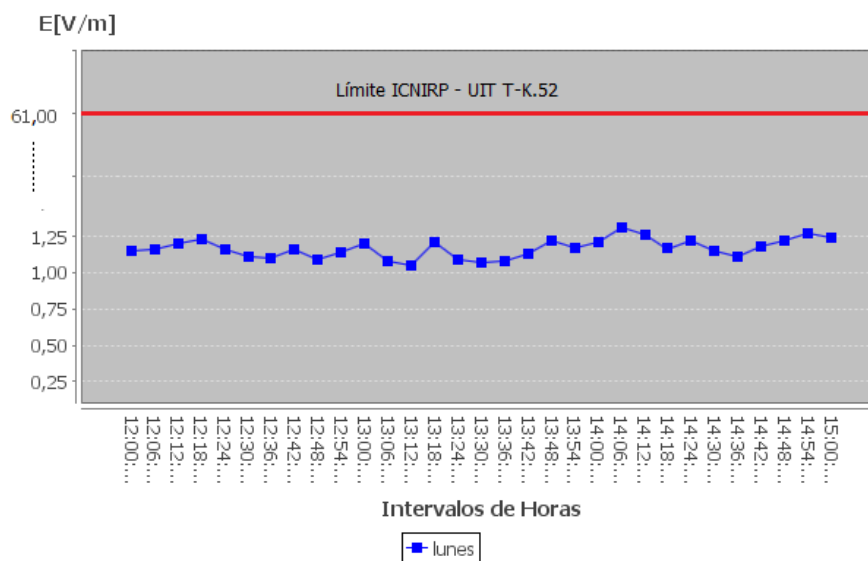


Gráfico 35-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día lunes de 12:00 a 15:00
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

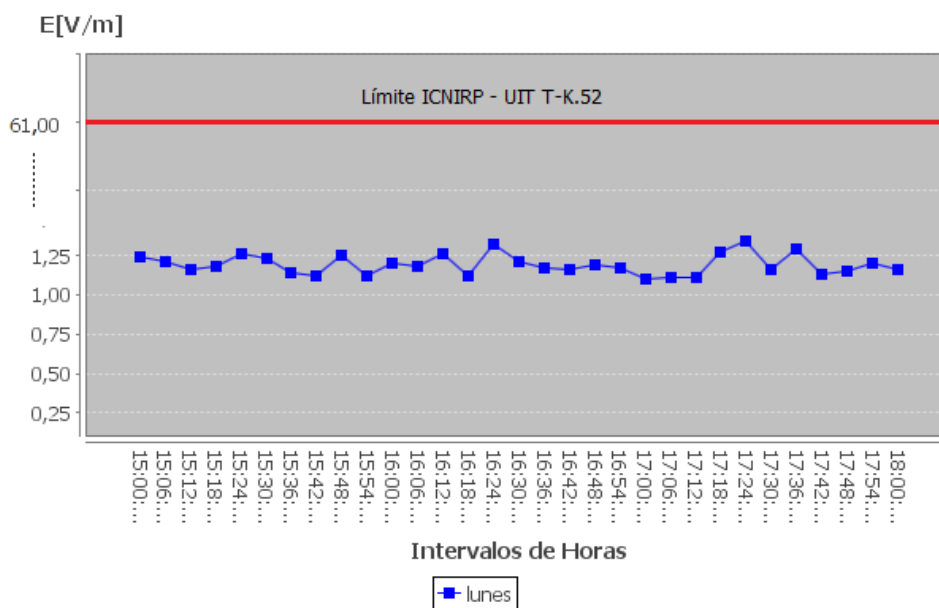


Gráfico 36-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día lunes de 15:00 a 18:00
 Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

En el análisis realizado para el día lunes en el rango 3, se observan valores entre el rango de 1V/m a 1,25V/m desde las 12:00 (Ver Gráfico 35-3) hasta las 16:18 (Ver Gráfico 36-3), a partir de allí se observan algunos picos mayores a 1,25v/m hasta las 18:00.

- **Día Martes de 12:00 a 18:00**

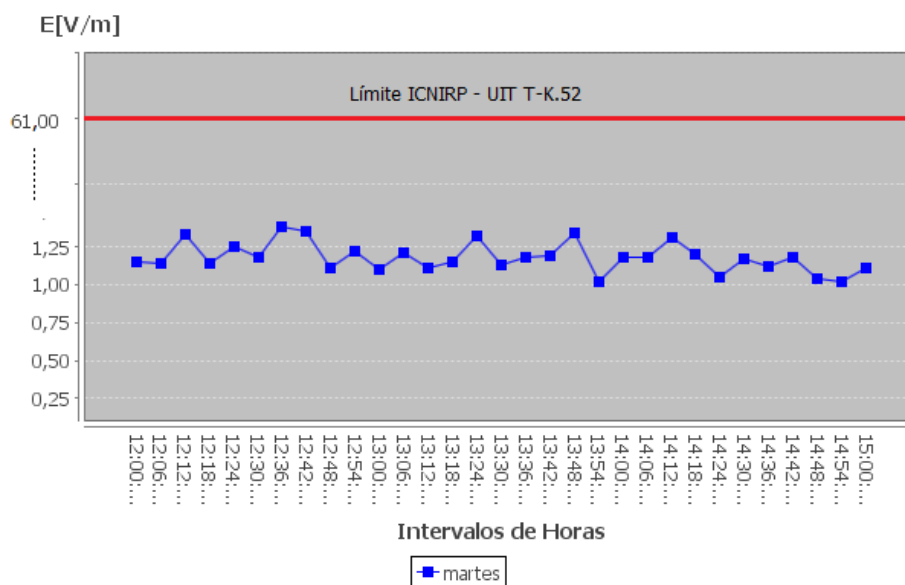


Gráfico 37-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día martes de 12:00 a 15:00
 Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

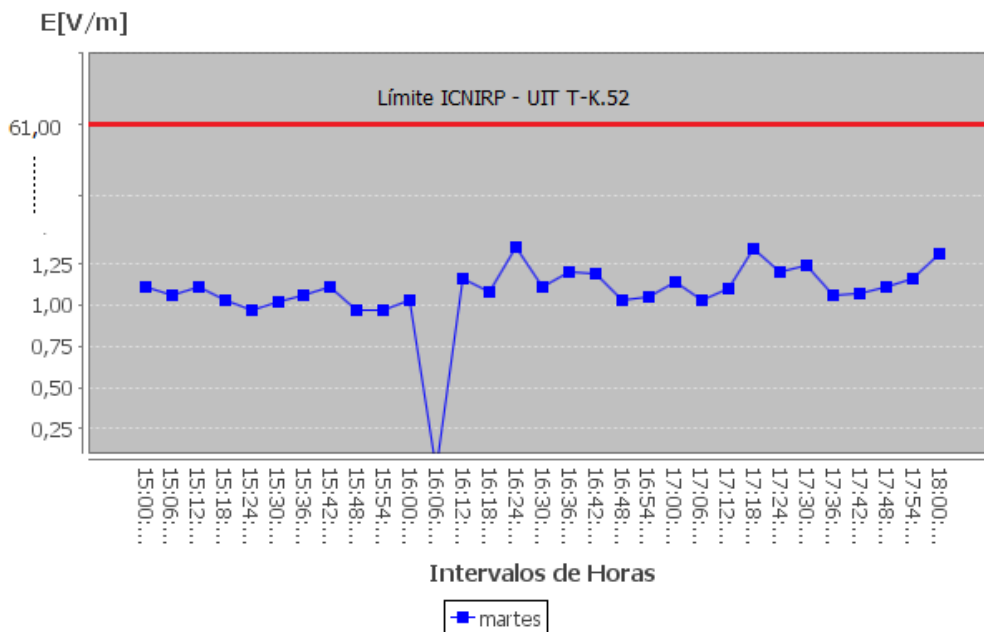


Gráfico 38-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día martes de 15:00 a 18:00
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

En el análisis realizado para el día martes en el rango 3, se observa mucha variación en el comportamiento del campo eléctrico, desde las 12:00 (Ver Gráfico 37-3) hasta las 16:00 (Ver Gráfico 38-3) se mantiene en el rango de 1V/m a 1,25V/m, observándose seis picos que llegan a sobrepasar los 1,25V/m, además se observa una gran disminución de campo eléctrico a las 16:06 con un valor casi nulo, a partir de allí el campo eléctrico empieza a incrementar hasta las 18.00 mostrándose tres picos altos.

- Día Miércoles de 12:00 a 18:00

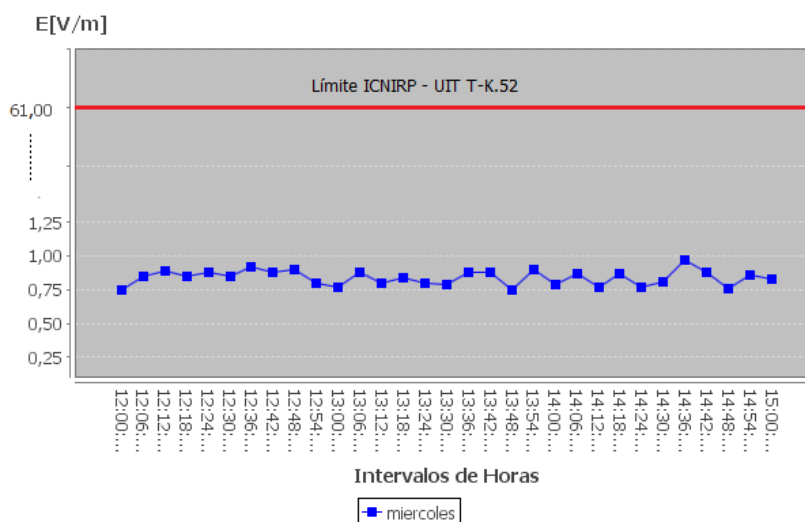


Gráfico 39-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día miércoles de 12:00 a 15:00
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

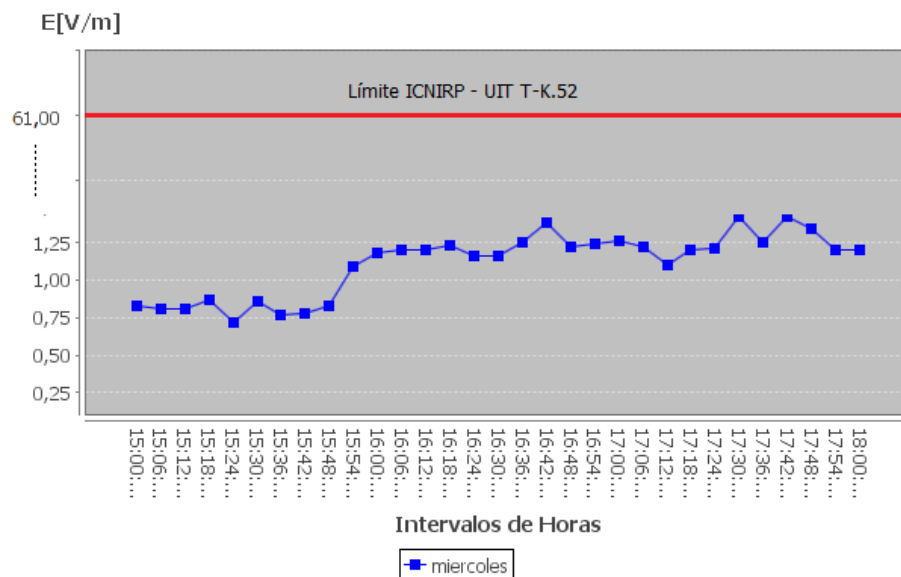


Gráfico 40-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día miércoles de 15:00 a 18:00
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

En el análisis realizado para el día miércoles en el rango 3, se observa mucha variación en los valores de campo eléctrico manteniéndose con valores inferiores a 1V/m desde las 12:00 (Ver Gráfico 39-3) hasta las 15:48 (Ver Gráfico 40-3), pero a partir de las 15:54 se incrementa manteniéndose en el rango de 1V/m a 1,5V/m, con cuatro picos mayores al 1,25V/m hasta las 18:00.

- **Día Jueves de 12:00 a 18:00**

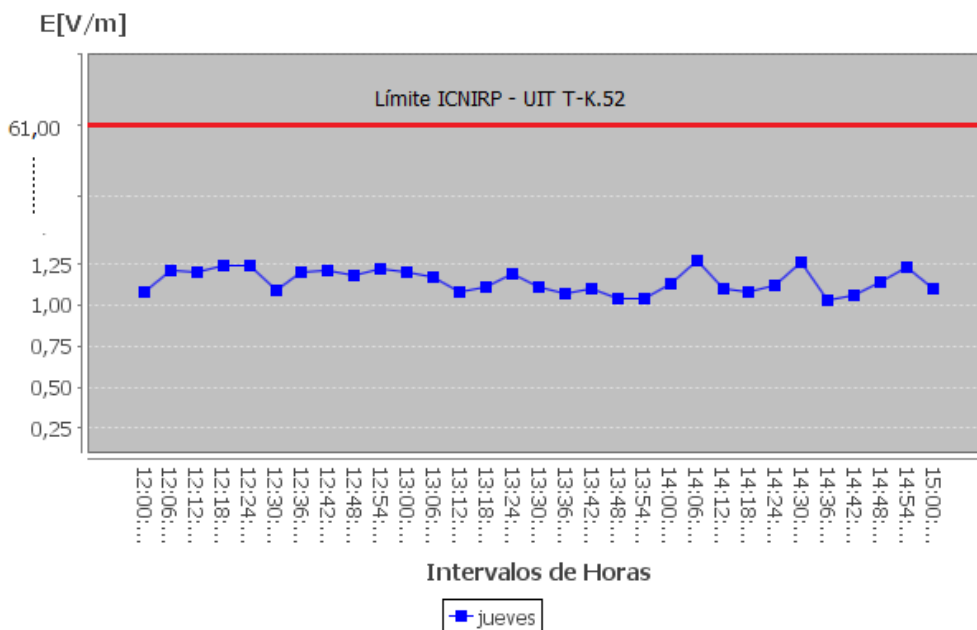


Gráfico 41-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día jueves de 12:00 a 15:00
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

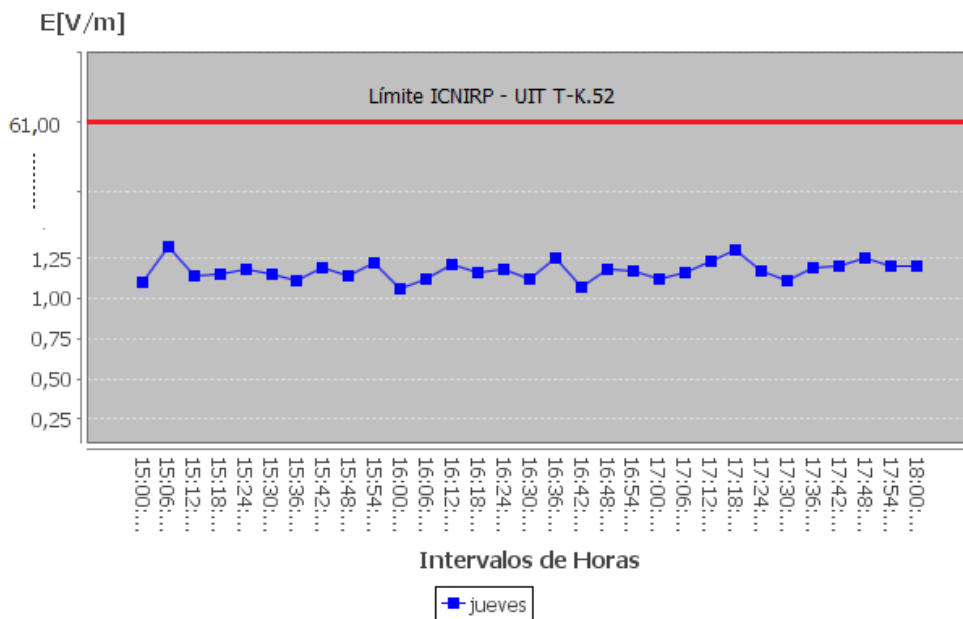


Gráfico 42-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día jueves de 15:00 a 18:00
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

En el análisis realizado para el día jueves en el rango 3, se observa que el comportamiento del campo eléctrico es constante es decir no hay mucha variación, desde las 12:00 (Ver Gráfico 41-3) hasta las 18:00 (Ver Gráfico 42-3) solo se muestran dos picos mayores a 1,25V/m a las 15:06 y a las 17:18 , y el resto de tiempo se mantienen en el rango de 1V/m a 1,25V/m.

- **Día Viernes de 12:00 a 18:00**

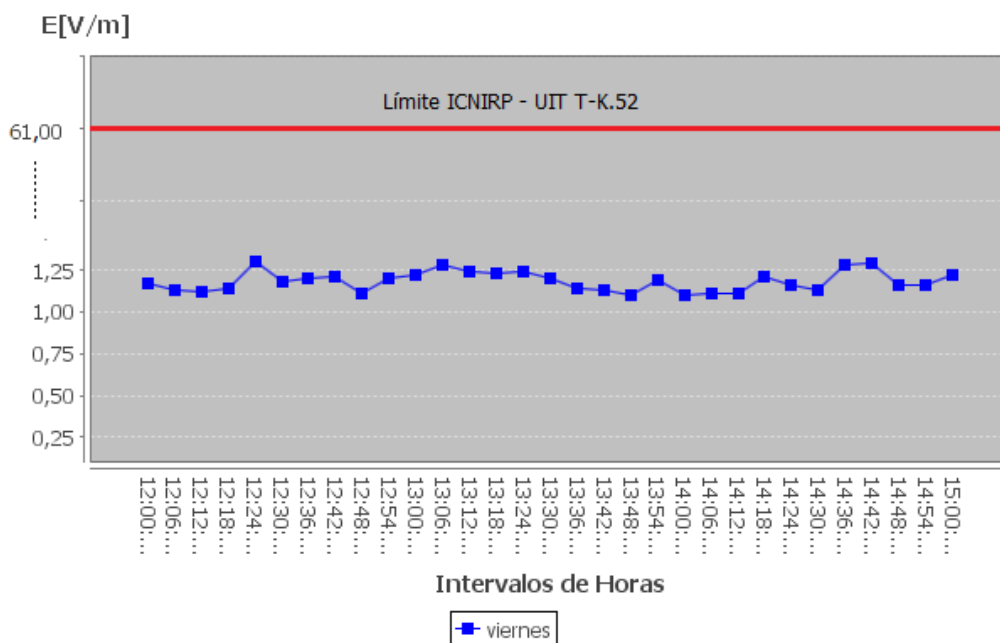


Gráfico 43-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día viernes de 12:00 a 15:00
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

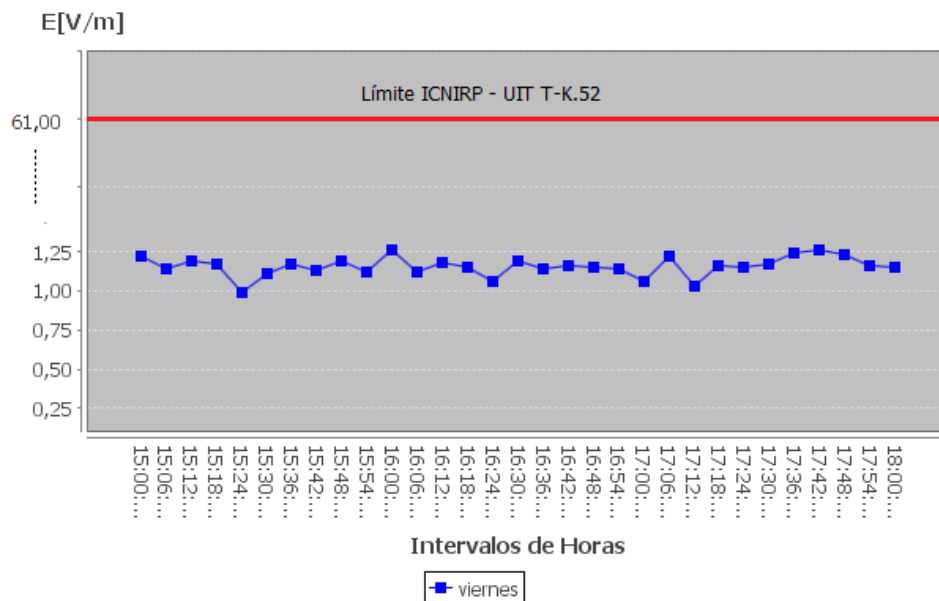


Gráfico 44-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día viernes de 15:00 a 18:00
 Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

En el análisis realizado para el día viernes en el rango 3, se observa que el comportamiento del campo eléctrico es constante es decir no hay mucha variación como en el caso anterior, desde las 12:00 (Ver Gráfico 43-3) hasta las 18:00 (Ver Gráfico 44-3) solo se muestra un pico mayor a 1,25V/m a las 12:24, y el resto de tiempo se mantienen en el rango de 1V/m a 1,25V/m.

- Día Sábado de 12:00 a 18:00

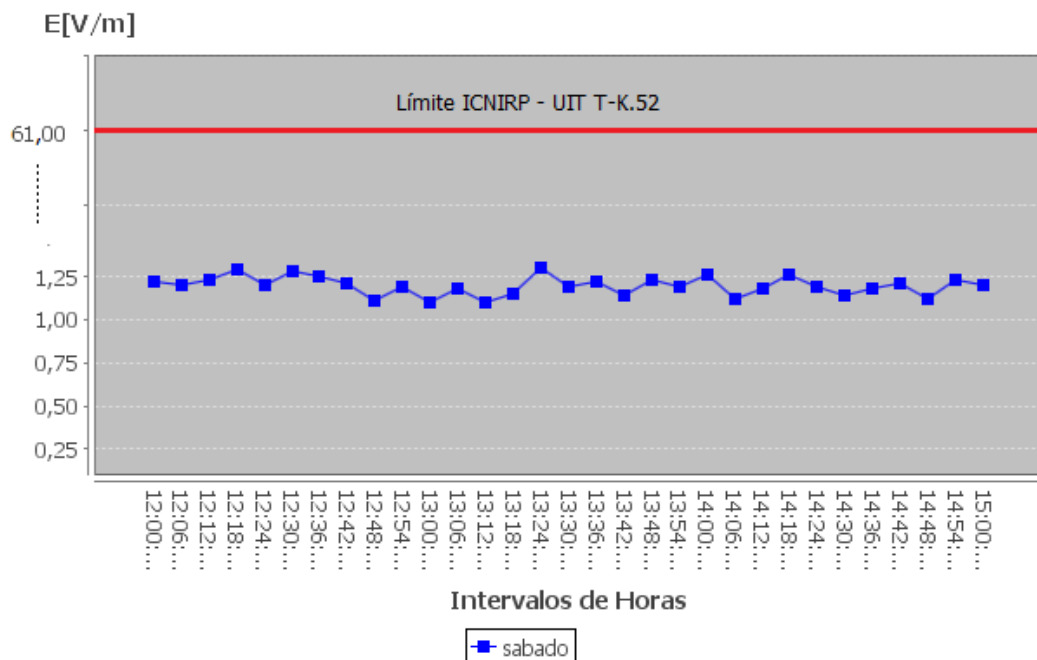


Gráfico 45-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día sábado de 12:00 a 15:00
 Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

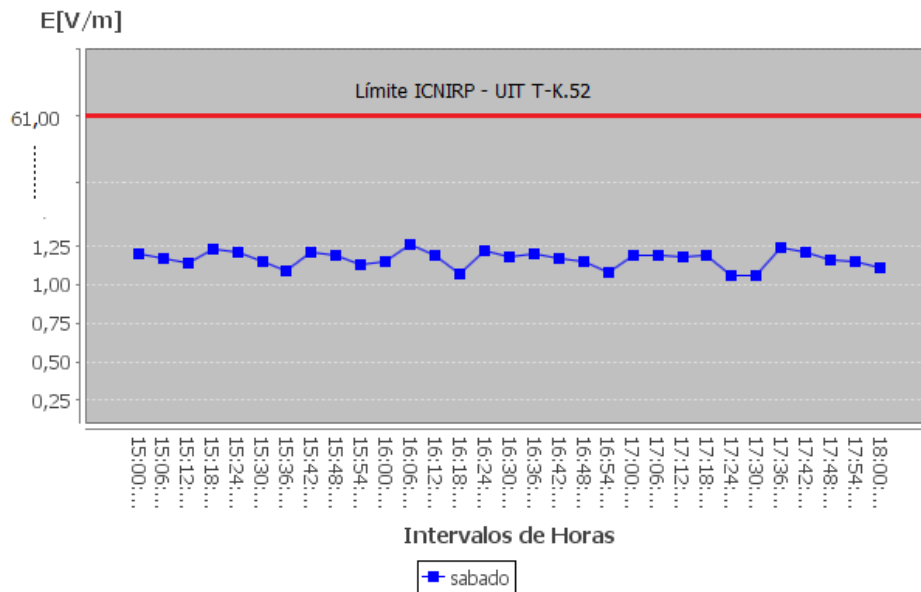


Gráfico 46-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día sábado de 15:00 a 18:00
 Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

En el análisis realizado para el día sábado en el rango 3, se observa que el comportamiento del campo eléctrico es constante es decir no hay mucha variación, desde las 12:00 hasta las 18:00 (Ver Gráfico 45-3 y 46-3) solo se muestran dos picos mayores a 1,25V/m a las 12:18 y a las 13:24 (Ver Gráfico 45-3), y el resto de tiempo se mantienen en el rango de 1V/m a 1,25V/m.

- **Día Domingo de 12:00 a 18:00**

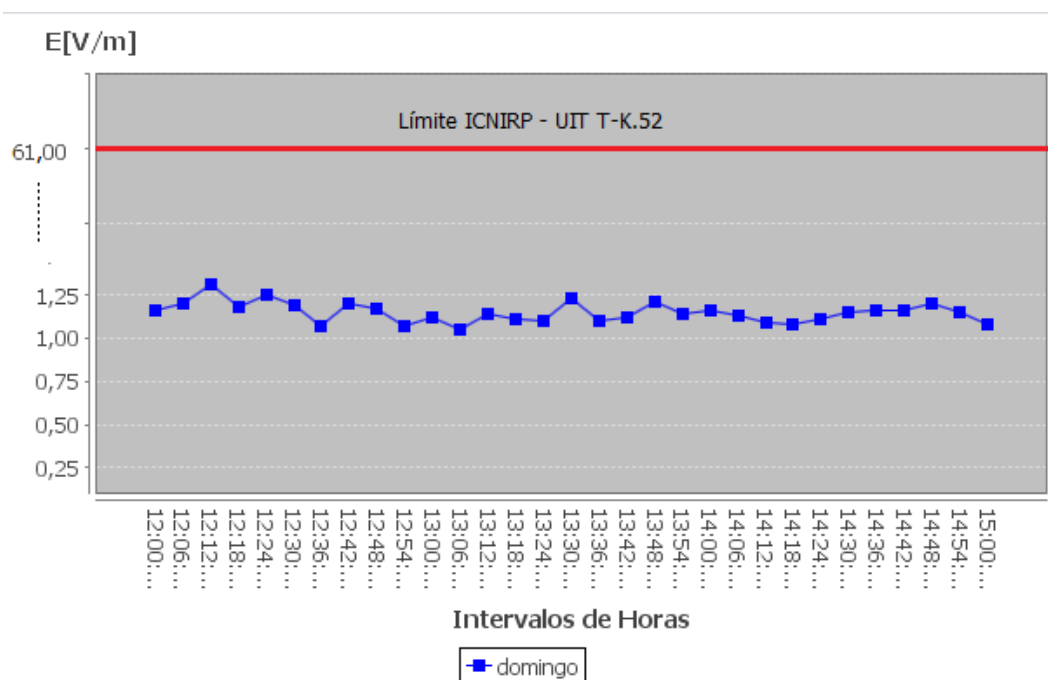


Gráfico 47-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día domingo de 12:00 a 15:00
 Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

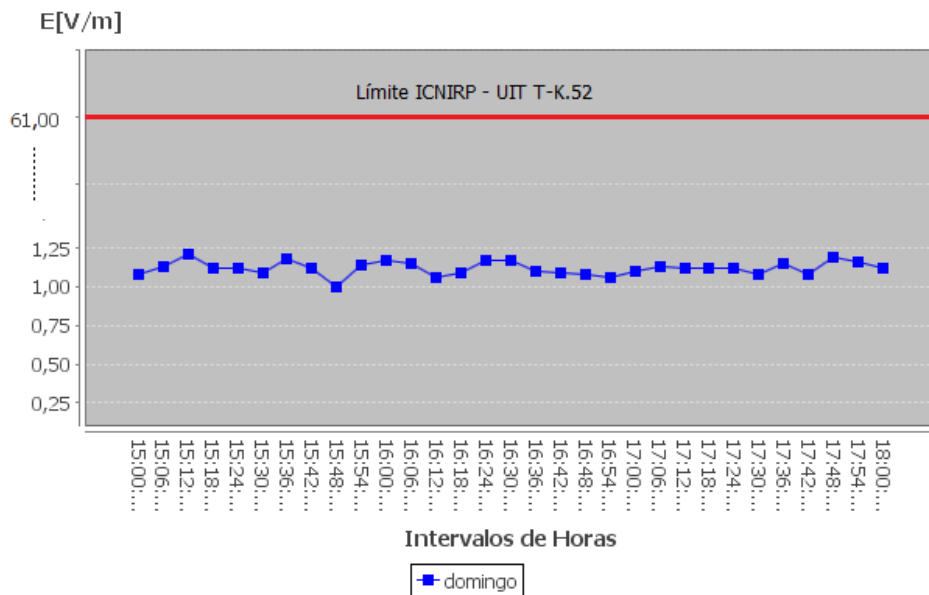


Gráfico 48-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día domingo de 15:00 a 18:00
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

En el análisis realizado para el día domingo en el rango 3, se observa que el comportamiento del campo eléctrico es constante es decir no hay mucha variación, desde las 12:00 hasta las 18:00 (Ver Gráfico 47-3 y 48-3) solo se muestra un pico mayor a 1,25V/m a las 12:18 (Ver Gráfico 47-3), y el resto de tiempo se mantienen en el rango de 1V/m a 1,25V/m.

Por lo tanto en el rango de 12:00 a 18:00, se observa que en todos los días de la semana los valores de campo eléctrico se mantienen en el rango de 1V/m a 1,5V/m con algunos picos que sobrepasan los 1,5V/m, además los días que presenta mayores variaciones son el martes con un valor casi nulo de campo eléctrico a las 16:06 y el miércoles con valores inferiores al 1V/m a partir de las 12:00 hasta las 15:48.

Rango 4 (18:00 – 00:00) Lunes a Domingo

- **Día Lunes de 18:00 a 23:54**

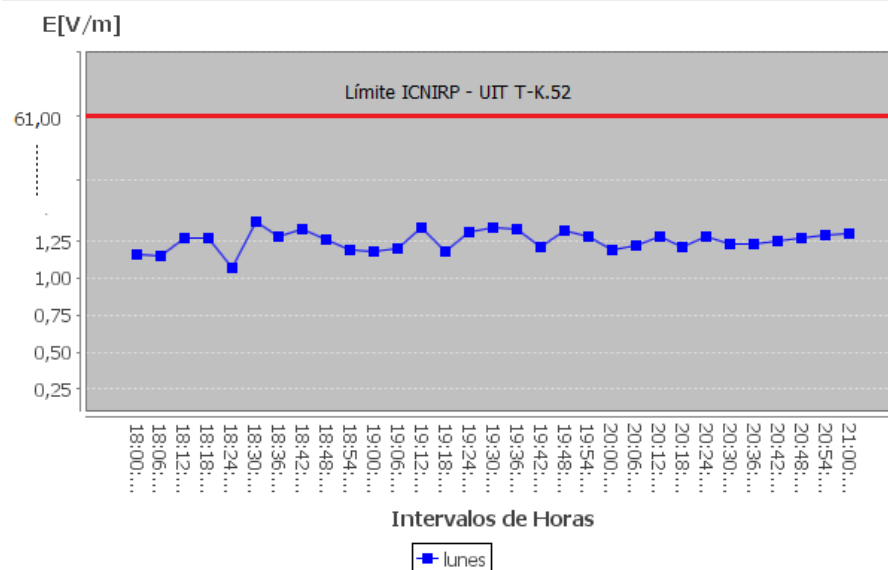


Gráfico 49-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día lunes de 18:00 a 21:00
 Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

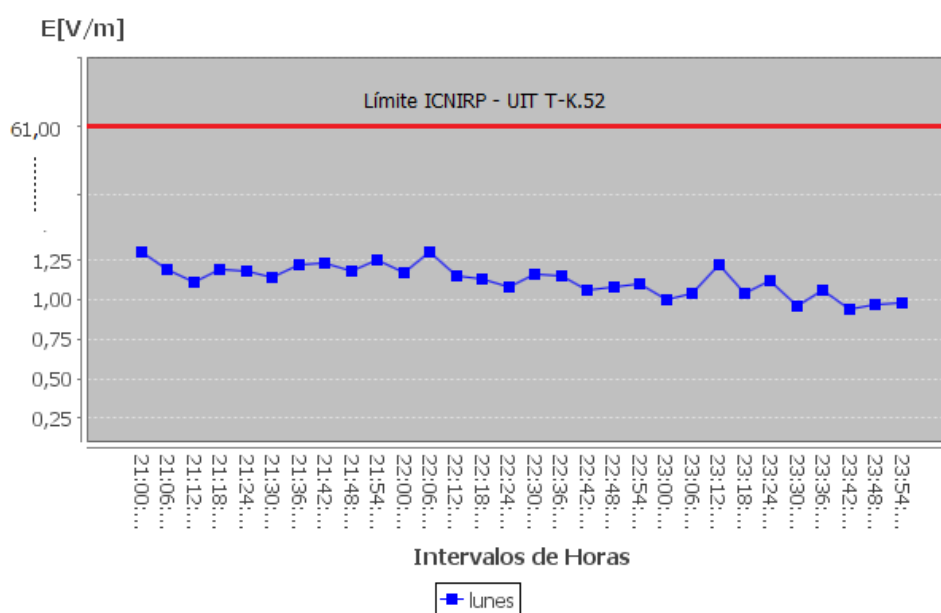


Gráfico 50-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día lunes de 21:00 a 23:54
 Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

En el análisis realizado para el día lunes en el rango 4, se puede ver que en el Gráfico 49-3 desde las 18:00 hasta 18:24 los niveles de campo eléctrico se encuentran entre 1V/m y 1,25V/m, a partir de las 18:30 los niveles van incrementando mostrándose varios picos mayores a los 1,25 V/m hasta las 21:00 (Ver Gráfico 50-3), progresivamente desde esta hora los niveles van desendiendo y manteniendose en el rango de 1V/m a 1,25V/m hasta las 23:42 que se observan valores menores al 1V/m.

- Día Martes de 18:00 a 23:54

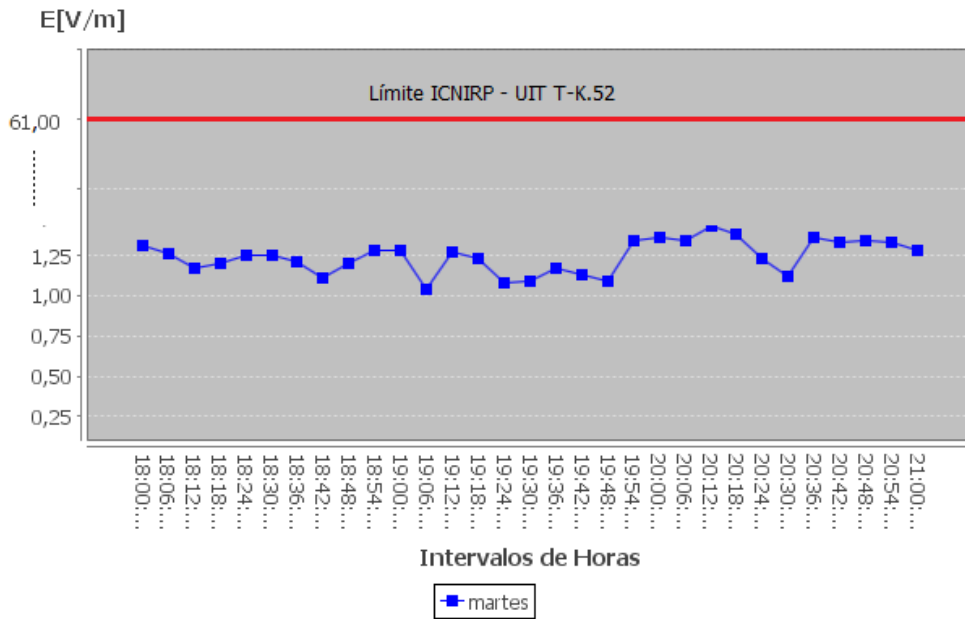


Gráfico 51-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día martes de 18:00 a 21:00
 Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

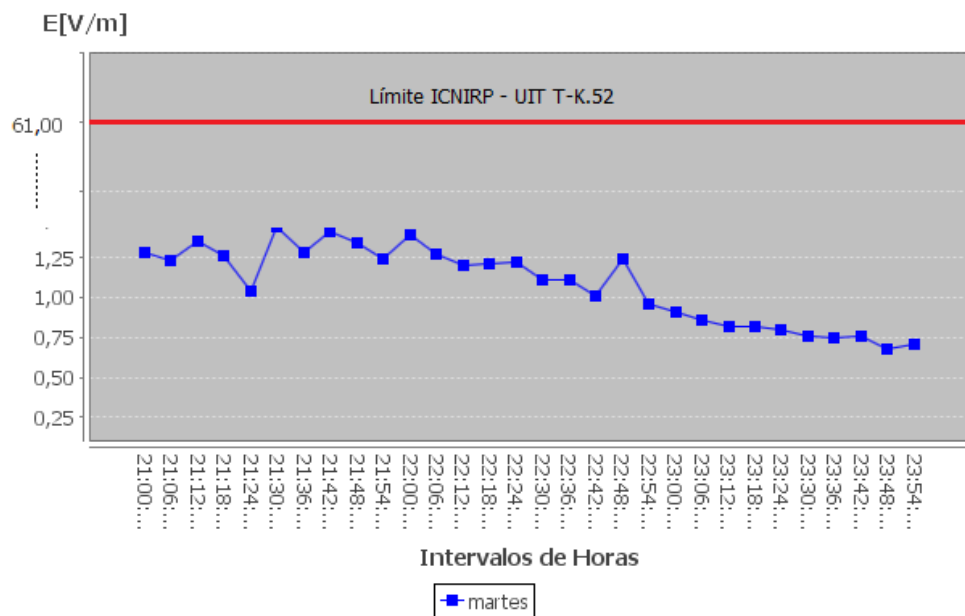


Gráfico 52-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día martes de 21:00 a 23:54
 Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

En el análisis realizado para el día martes en el rango 4, se observa que los niveles del campo eléctrico se mantienen altos en el rango de 1V/m a 1,25V/m desde las 18:00 hasta las 20:00 (Ver Gráfico 51-3), con varios picos altos que sobrepasan los 1,25V/m, mostrándose niveles mas altos entre las 20:00 y las 22:00 aproximadamente (Ver Gráfico 52-3), a partir de allí los niveles comienzan a decender hasta llegar a niveles inferiores a los 0.75V/m a las 23:54

- **Día Miércoles de 18:00 a 23:54**

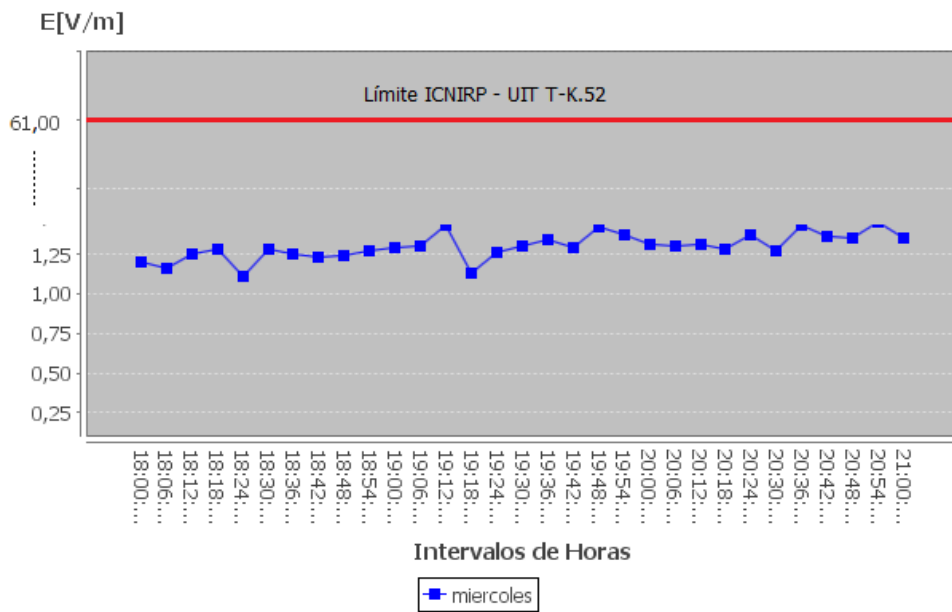


Gráfico 53-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día miércoles de 18:00 a 21:00
 Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

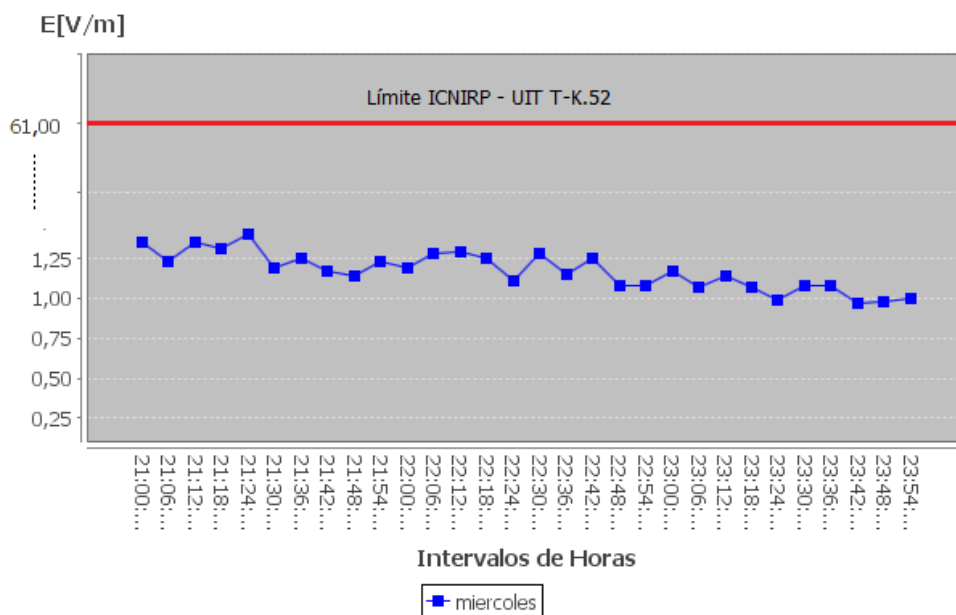


Gráfico 54-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día miércoles de 21:00 a 23:54
 Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

En el análisis realizado para el día miércoles en el rango 3, se observa que desde las 18:00 hasta las 19:06 (Ver Gráfico 53-3) el campo eléctrico se encuentra en el rango de 1V/m a 1,25V/m, a partir de esta hora los niveles empiezan a incrementar hasta las 21:24 (Ver Gráfico 54-3) con valores mayores a 1,25V/m, progresivamente el campo eléctrico desciende hasta llegar a valores inferiores a 1V/m a las 23:54.

- **Día Jueves de 18:00 a 23:54**

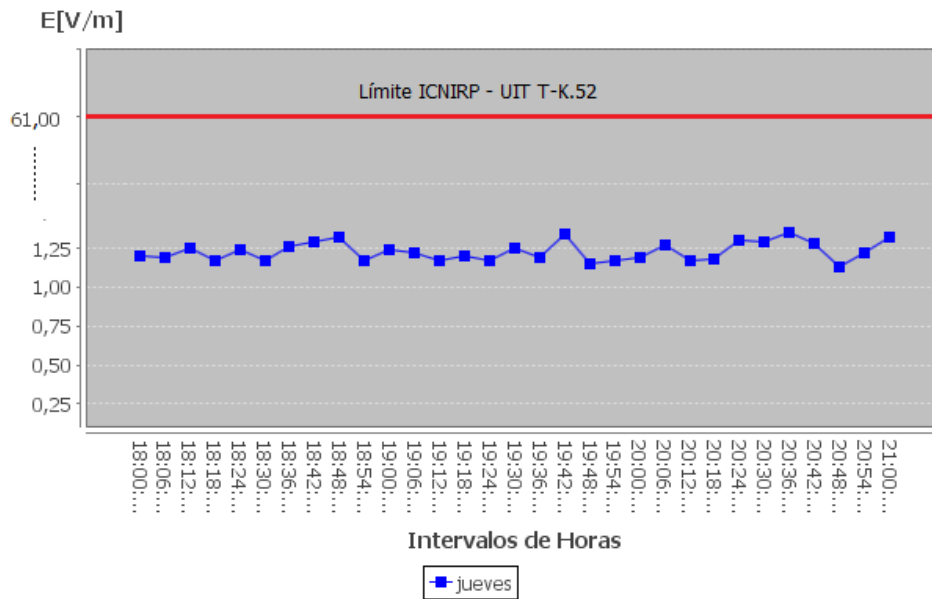


Gráfico 55-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día jueves de 18:00 a 21:00
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

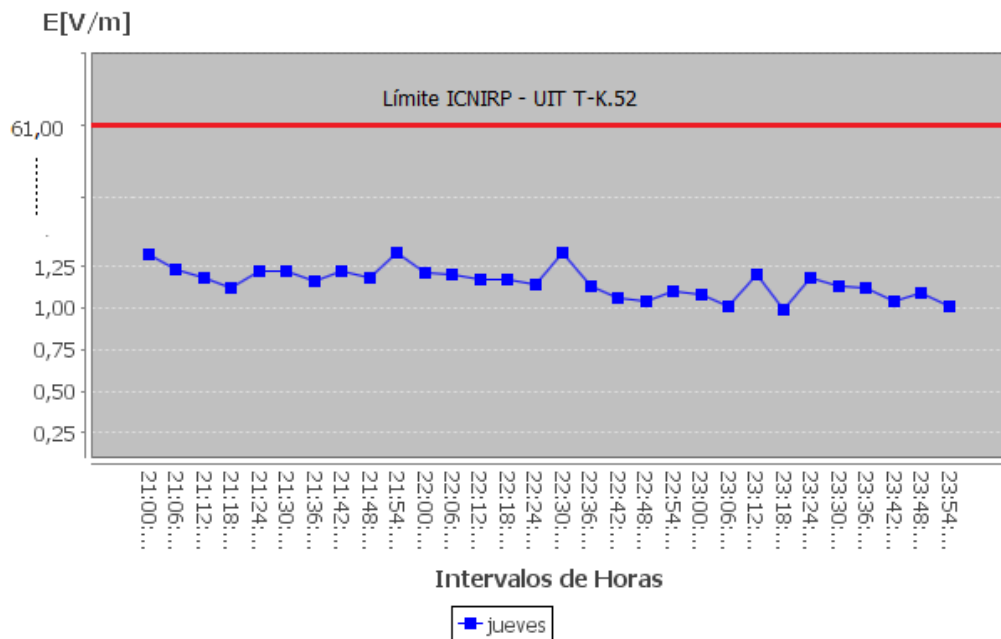


Gráfico 56-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día jueves de 21:00 a 23:54
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

En el análisis realizado para el día jueves en el rango 4, se observa que los valores de campo eléctrico se mantienen constantes desde las 18:00 (Ver Gráfico 55-3) hasta las 23:54 (Ver Gráfico 56-3) dentro del rango de 1v/m hasta 1,25V/m, mostrándose también

algunos picos superiores a 1,25V/m, pero sin llegar a descender con valores inferiores a 1V/m en ningún caso, los valores más bajos se observan entre las 22:42 y las 23:18.

- **Día Viernes de 18:00 a 23:54**

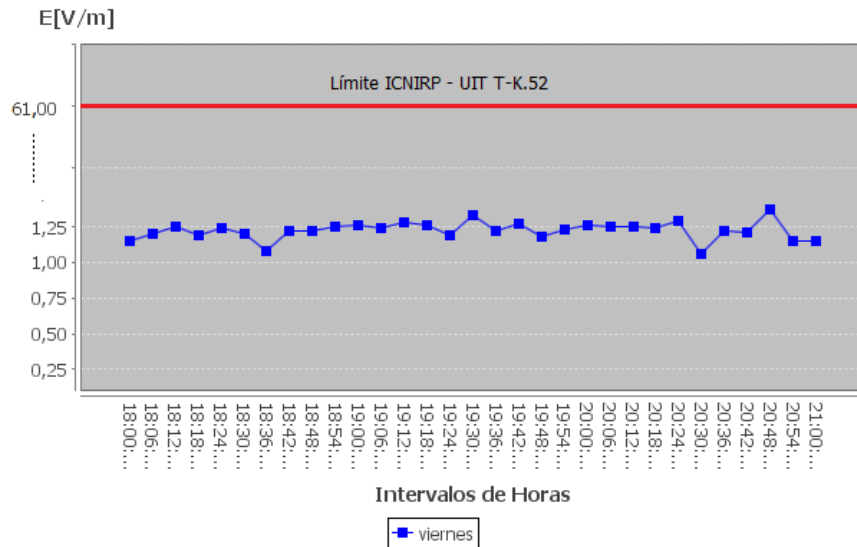


Gráfico 57-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día viernes de 18:00 a 21:00
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

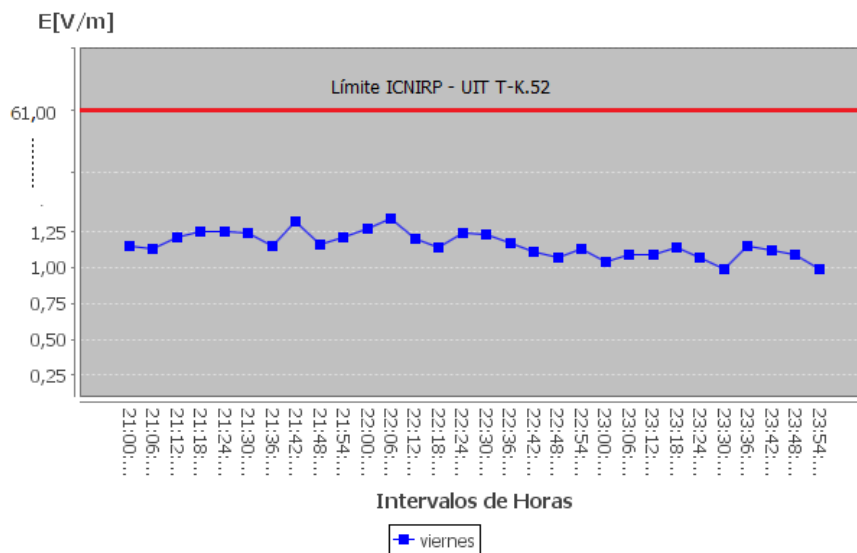


Gráfico 58-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día viernes de 21:00 a 23:54
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

En el análisis realizado para el día viernes en el rango 4, se observa que los valores de campo eléctrico se mantienen constantes desde las 18:00 (Ver Gráfico 57-3) hasta las 23:54 (Ver Gráfico 58-3), dentro del rango de 1v/m hasta 1,25V/m, mostrándose también

5 picos superiores a 1,25V/m, pero sin llegar a descender con valores inferiores a 1V/m en ningún caso, solo se observa que los valores más bajos están entre las 22:36 y 23:30.

- **Día Sábado de 18:00 a 23:54**

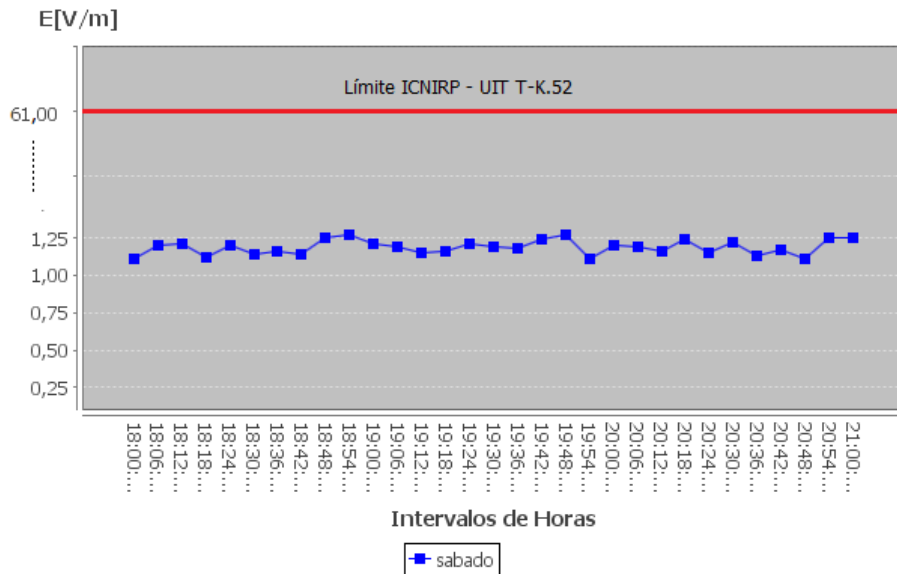


Gráfico 59-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día sábado de 18:00 a 21:00
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

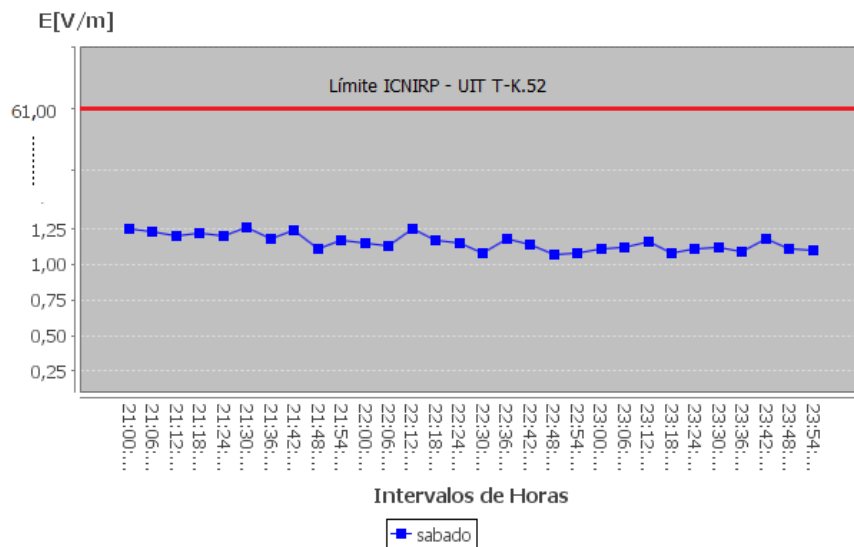


Gráfico 60-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día sábado de 21:00 a 23:54
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

En el análisis realizado para el día jueves en el rango 4, se observa que los valores de campo eléctrico se mantienen constantes desde las 18:00 (Ver Gráfico 59-3) hasta las 23:54 (Ver Gráfico 60-3), dentro del rango de 1v/m hasta 1,25V/m, sin mostrarse picos

mayores a 1,25V/m y sin llegar a descender con valores inferiores a 1V/m en ningún caso, los valores más bajos se observan entre las 22:00 y 23:00.

- **Día Domingo de 18:00 a 23:54**

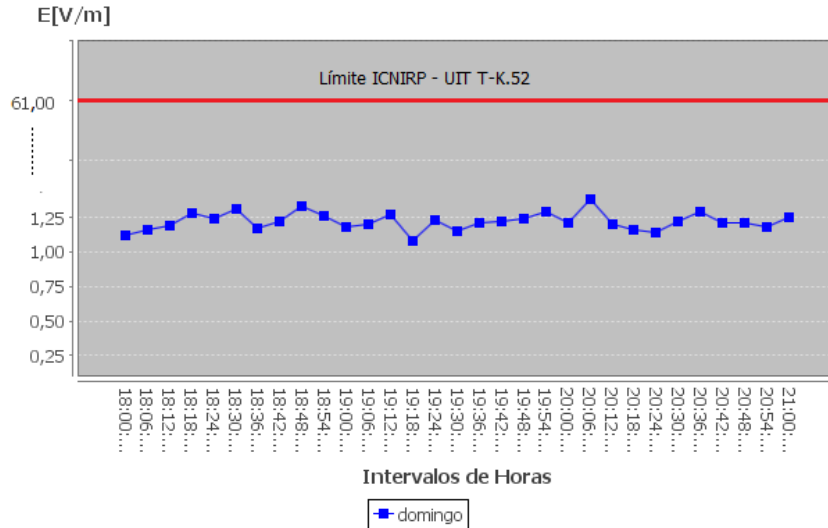


Gráfico 61-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día domingo de 18:00 a 21:00
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

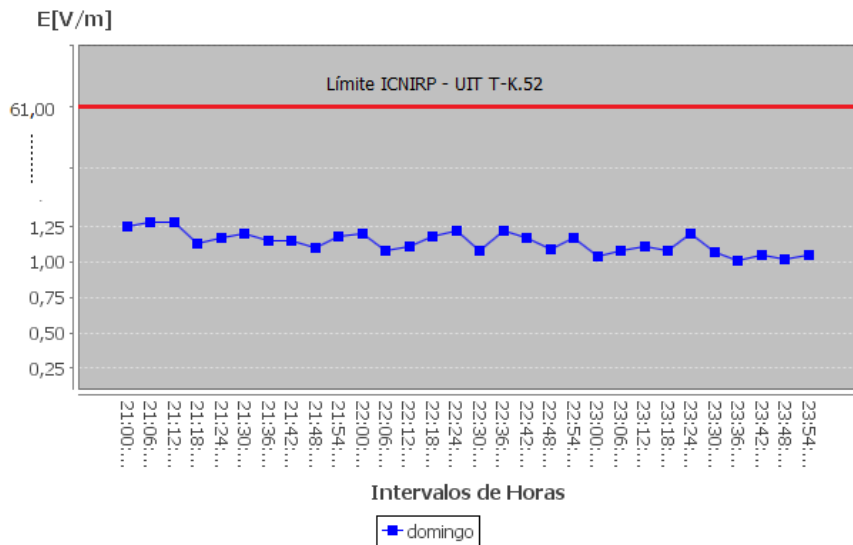


Gráfico 62-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día domingo de 21:00 a 23:54
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

En el análisis realizado para el día domingo en el rango 4, se observa que los valores de campo eléctrico se mantienen constantes desde las 18:00 (Ver Gráfico 61-3) hasta las 23:54 (Ver Gráfico 62-3), dentro del rango de 1v/m hasta 1,25V/m, observándose varios picos mayores a 1,25V/m y sin llegar a descender con valores inferiores a 1V/m en ningún caso, los valores más bajos se observan entre las 23:00 y 23:54.

Por lo tanto se observa que a partir de las 18:00 el nivel de campo eléctrico va incrementándose progresivamente, pero los niveles más altos se dan entre las 20:00 y las 22:00 y posteriormente empieza a descender.

- A manera de ejemplo, en el segundo ítem de la Figura 42-3 (COMPORTAMIENTO ENTRE DOS DÍAS DE LA SEMANA DURANTE UN INTERVALO DE HORAS) se realizará el análisis para los días Lunes y Viernes a las siguientes horas como se indica en la Tabla 35-3:

Tabla 35-3: Días de la semana para comparar el comportamiento de campo eléctrico

Día	Rango 1	Rango 2	Rango 3	Rango 4
Lunes y Viernes	01:00-04:00	09:00-12:00	14:00-17:00	20:00-23:00

Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

- **Lunes y Viernes 01:00-04:00**

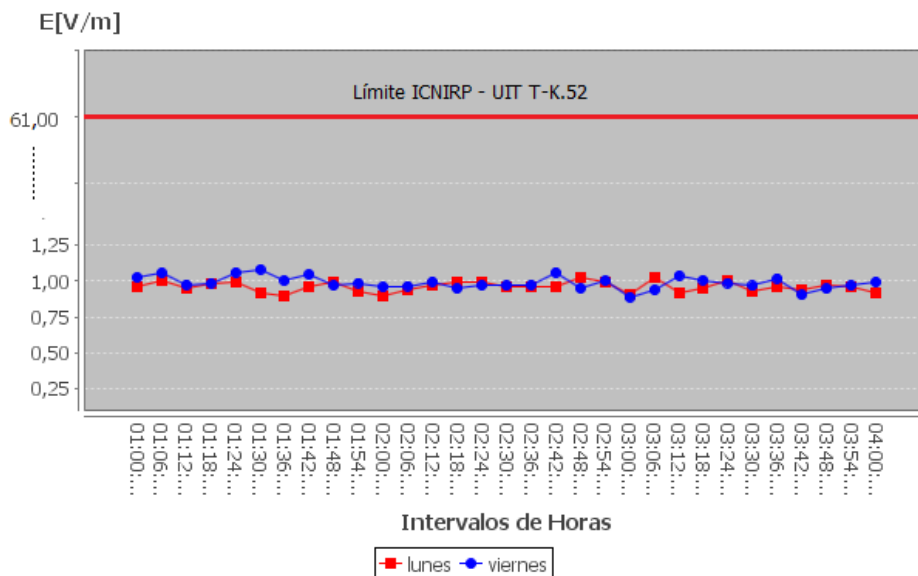


Gráfico 63-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día lunes y viernes de 01:00 a 04:00
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

En el análisis realizado para los días lunes y viernes desde la 01:00 hasta las 04:00, se observa en el Gráfico 63.3, que el día con mayor nivel de campo eléctrico es el día viernes con un valor máximo de 1,07V/m a la 1:30, mientras que el día lunes tiene un valor máximo de 1,02V/m.

- **Lunes y Viernes 09:00-12:00**

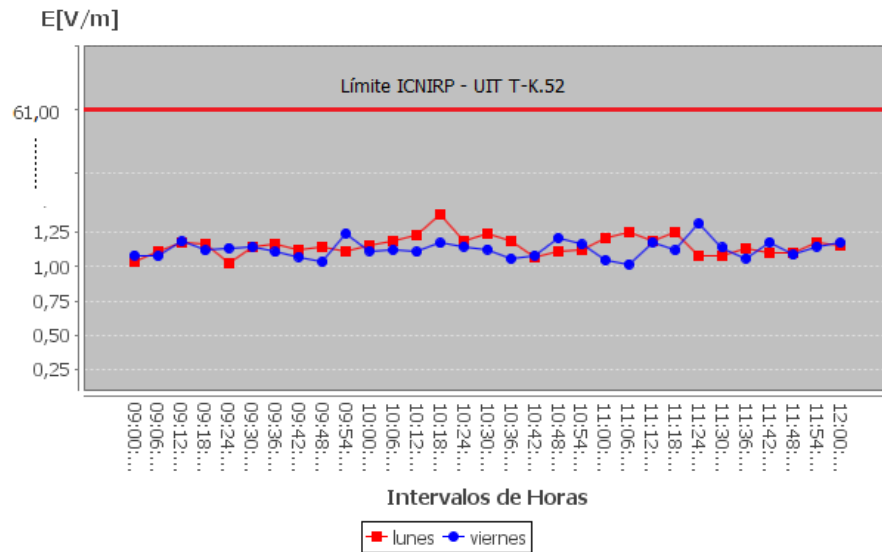


Gráfico 64-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día lunes y viernes de 09:00 a 12:00
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

En el análisis realizado para los días lunes y viernes de 09:00 a 12:00, se observa en el Gráfico 64-3, que el día con mayor nivel de campo eléctrico es el día lunes con un valor máximo de 1,38V/m a las 10:18, mientras que el día viernes tiene un valor máximo de 1,31V/m a las 11:24.

- **Lunes y Viernes 14:00-17:00**

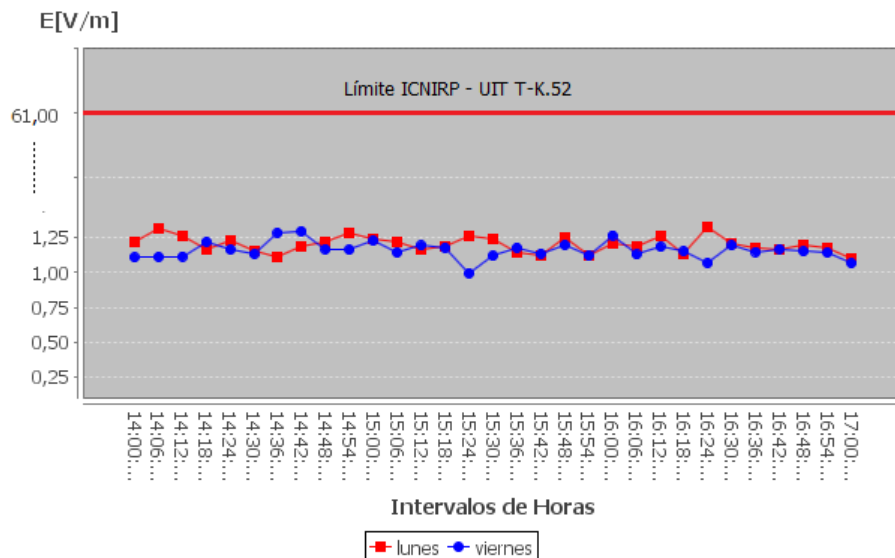


Gráfico 65-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día lunes y viernes de 14:00 a 17:00
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

En el análisis realizado para los días lunes y viernes 14:00 17:00 , se observa en el Gráfico 65-3, que el día con mayor nivel de campo eléctrico es el día lunes con un valor máximo de 1,32V/m a las 16:24, mientras que el día viernes tiene un valor máximo de 1,29V/m a las 14:42.

- **Lunes y Viernes 20:00-23:00**

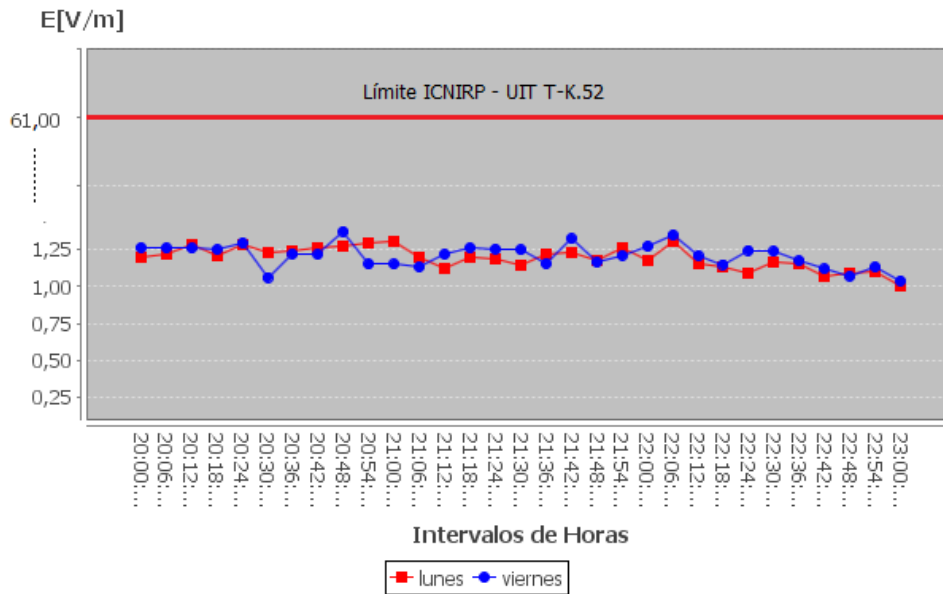


Gráfico 66-3: Comportamiento del campo eléctrico en el día lunes y viernes de 20:00 a 23:00
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

En el análisis realizado para los días lunes y viernes de 20:00 a 23:00, se observa en el Gráfico 66-3, que los niveles de campo eléctrico son casi los mismos es decir no hay mucha variación el valor máximo para ambos días es de 1,3 V/m aproximadamente.

3.5 Cuadros comparativos del comportamiento de la intensidad de campo eléctrico de la antena ubicada en las cercanías de la ESPOCH con las normas vigentes nacionales e internacionales.

Para realizar los cuadros comparativos se obtuvo un valor, máximo, mínimo y un valor estadístico medio de los valores de campo eléctrico de cada uno de los 4 rangos de los 7 días de la semana, para luego compararlos con los valores límites permitidos por las normativas ICNIRP y UT T-K.52 normativa en la que se basa la ARCOTEL, como se muestra a continuación.

Día Lunes

En la Figura 45-3 se observa que el valor máximo de campo eléctrico en el día lunes es de 1.3855V/m se presenta en el rango de 18:00 a 00:00 y el valor más bajo es de 0.8978V/m en el rango de 00:00 a 06.00.

Rango 1(00:00-06:00)					
Rango	Valor Máximo[V/m]	Valor Mínimo[V/m]	Media [V/m]	ICNIRP [V/m]	UIT T - K52 ARCOTEL[V/m]
00:00:0...	1.11880004...	0.89785999...	0.9614...	61	61
Rango 2 (06:00-12:00)					
Rango	Valor Máximo[V/m]	Valor Mínimo[V/m]	Media [V/m]	ICNIRP [V/m]	UIT T - K52 ARCOTEL[V/m]
06:00:0...	1.380300045	0.98110002...	1.1121...	61	61
Rango 3 (12:00-18:00)					
Rango	Valor Máximo[V/m]	Valor Mínimo[V/m]	Media [V/m]	ICNIRP [V/m]	UIT T - K52 ARCOTEL[V/m]
12:00:0...	1.34669995...	1.051800013	1.1800...	61	61
Rango 4 (18:00-00:00)					
Rango	Valor Máximo[V/m]	Valor Mínimo[V/m]	Media [V/m]	ICNIRP [V/m]	UIT T - K52 ARCOTEL[V/m]
18:00:0...	1.385599971	0.94063997...	1.1894...	61	61

Figura 45-3: Cuadro comparativo con las normativas ICNIRP y UIT T-K.52 del valor máximo, mínimo y medio de campo eléctrico de cada rango del día Lunes.
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

Día Martes

En la Figura 46-3 se observa que el valor máximo de campo eléctrico en el día martes es de 1.4493V/m y se presenta en el rango de 18:00 a 00:00 y el valor más bajo es de 0.0029V/m en el rango de 12:00 a 18.00.

Rango 1(00:00-06:00)					
Rango	Valor Máximo[V/m]	Valor Mínimo[V/m]	Media [V/m]	ICNIRP [V/m]	UIT T - K52 ARCOTEL[V/m]
00:00:0...	1.05369997	0.844039977	0.9329...	61	61
Rango 2 (06:00-12:00)					
Rango	Valor Máximo[V/m]	Valor Mínimo[V/m]	Media [V/m]	ICNIRP [V/m]	UIT T - K52 ARCOTEL[V/m]
06:00:0...	1.43540000...	0.90118998...	1.1434...	61	61
Rango 3 (12:00-18:00)					
Rango	Valor Máximo[V/m]	Valor Mínimo[V/m]	Media [V/m]	ICNIRP [V/m]	UIT T - K52 ARCOTEL[V/m]
12:00:0...	1.380499959	0.00291429...	1.1309...	61	61
Rango 4 (18:00-00:00)					
Rango	Valor Máximo[V/m]	Valor Mínimo[V/m]	Media [V/m]	ICNIRP [V/m]	UIT T - K52 ARCOTEL[V/m]
18:00:0...	1.44939994...	0.68128001...	1.1629...	61	61

Figura 46-3: Cuadro comparativo con las normativas ICNIRP y UIT T-K.52 del valor máximo, mínimo y medio de campo eléctrico de cada rango del día Martes.
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

Día Miércoles

En la Figura 47-3 se observa que el valor máximo de campo eléctrico en el día miércoles es de 1.4557V/m se presenta en el rango de 18:00 a 00:00 y el valor más bajo es de 0.6051V/m en el rango de 00:00 a 06:00.

Rango 1(00:00-06:00)					
Rango	Valor Máximo[V/m]	Valor Mínimo[V/m]	Media [V/m]	ICNIRP [V/m]	UIT T - K52 ARCOTEL[V/m]
00:00:0...	0.72534000...	0.60518997...	0.6477...	61	61
Rango 2 (06:00-12:00)					
Rango	Valor Máximo[V/m]	Valor Mínimo[V/m]	Media [V/m]	ICNIRP [V/m]	UIT T - K52 ARCOTEL[V/m]
06:00:0...	0.89783000...	0.65254998...	0.7944...	61	61
Rango 3 (12:00-18:00)					
Rango	Valor Máximo[V/m]	Valor Mínimo[V/m]	Media [V/m]	ICNIRP [V/m]	UIT T - K52 ARCOTEL[V/m]
12:00:0...	1.426300049	0.72268998...	0.9788...	61	61
Rango 4 (18:00-00:00)					
Rango	Valor Máximo[V/m]	Valor Mínimo[V/m]	Media [V/m]	ICNIRP [V/m]	UIT T - K52 ARCOTEL[V/m]
18:00:0...	1.45570004	0.96707999...	1.2362...	61	61

Figura 47-3: Cuadro comparativo con las normativas ICNIRP y UIT T-K.52 del valor máximo, mínimo y medio de campo eléctrico de cada rango del día Miércoles.
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

Día Jueves

En la Figura 48-3 se observa que el valor máximo de campo eléctrico en el día jueves es de 1.3537V/m se presenta en el rango de 18:00 a 00:00 y el valor más bajo es de 0.8144V/m en el rango de 00:00 a 06:00.

Rango 1(00:00-06:00)					
Rango	Valor Máximo[V/m]	Valor Mínimo[V/m]	Media [V/m]	ICNIRP [V/m]	UIT T - K52 ARCOTEL[V/m]
00:00:0...	1.040199995	0.81449997...	0.9126...	61	61
Rango 2 (06:00-12:00)					
Rango	Valor Máximo[V/m]	Valor Mínimo[V/m]	Media [V/m]	ICNIRP [V/m]	UIT T - K52 ARCOTEL[V/m]
06:00:0...	1.313699961	0.89367002...	1.1052...	61	61
Rango 3 (12:00-18:00)					
Rango	Valor Máximo[V/m]	Valor Mínimo[V/m]	Media [V/m]	ICNIRP [V/m]	UIT T - K52 ARCOTEL[V/m]
12:00:0...	1.32190001	1.033100009	1.1622...	61	61
Rango 4 (18:00-00:00)					
Rango	Valor Máximo[V/m]	Valor Mínimo[V/m]	Media [V/m]	ICNIRP [V/m]	UIT T - K52 ARCOTEL[V/m]
18:00:0...	1.353700042	0.99370998...	1.1918...	61	61

Figura 48-3: Cuadro comparativo con las normativas ICNIRP y UIT T-K.52 del valor máximo, mínimo y medio de campo eléctrico de cada rango del día Jueves.
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

Día Viernes

En la Figura 49-3 se observa que el valor máximo de campo eléctrico en el día viernes es de 1.3703V/m se presenta en el rango de 18:00 a 00:00 y el valor más bajo es de 0.8868V/m en el rango de 00:00 a 06:00.

Rango 1(00:00-06:00)					
Rango	Valor Máximo[V/m]	Valor Mínimo[V/m]	Media [V/m]	ICNIRP [V/m]	UIT T - K52 ARCOTEL[V/m]
00:00:0...	1.094499946	0.88687002...	0.9778...	61	61
Rango 2 (06:00-12:00)					
Rango	Valor Máximo[V/m]	Valor Mínimo[V/m]	Media [V/m]	ICNIRP [V/m]	UIT T - K52 ARCOTEL[V/m]
06:00:0...	1.311200023	0.91301000...	1.0787...	61	61
Rango 3 (12:00-18:00)					
Rango	Valor Máximo[V/m]	Valor Mínimo[V/m]	Media [V/m]	ICNIRP [V/m]	UIT T - K52 ARCOTEL[V/m]
12:00:0...	1.30439996...	0.99418002...	1.1716...	61	61
Rango 4 (18:00-00:00)					
Rango	Valor Máximo[V/m]	Valor Mínimo[V/m]	Media [V/m]	ICNIRP [V/m]	UIT T - K52 ARCOTEL[V/m]
18:00:0...	1.370300055	0.99009001...	1.1946...	61	61

Figura 49-3: Cuadro comparativo con las normativas ICNIRP y UIT T-K.52 del valor máximo, mínimo y medio de campo eléctrico de cada rango del día Viernes.
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

Día Sábado

En la Figura 50-3 se observa que el valor máximo de campo eléctrico en el día sábado es de 1.30V/m se presenta en el rango de 12:00 a 18:00 y el valor más bajo es de 0.7936V/m en el rango de 06:00 a 12:00.

Rango 1(00:00-06:00)					
Rango	Valor Máximo[V/m]	Valor Mínimo[V/m]	Media [V/m]	ICNIRP [V/m]	UIT T - K52 ARCOTEL[V/m]
00:00:0...	1.164800048	0.87896001...	0.9634...	61	61
Rango 2 (06:00-12:00)					
Rango	Valor Máximo[V/m]	Valor Mínimo[V/m]	Media [V/m]	ICNIRP [V/m]	UIT T - K52 ARCOTEL[V/m]
06:00:0...	1.289600015	0.79360997...	1.0998...	61	61
Rango 3 (12:00-18:00)					
Rango	Valor Máximo[V/m]	Valor Mínimo[V/m]	Media [V/m]	ICNIRP [V/m]	UIT T - K52 ARCOTEL[V/m]
12:00:0...	1.300300002	1.062899947	1.1830...	61	61
Rango 4 (18:00-00:00)					
Rango	Valor Máximo[V/m]	Valor Mínimo[V/m]	Media [V/m]	ICNIRP [V/m]	UIT T - K52 ARCOTEL[V/m]
18:00:0...	1.27699995	1.07249999...	1.1722...	61	61

Figura 50-3: Cuadro comparativo con las normativas ICNIRP y UIT T-K.52 del valor máximo, mínimo y medio de campo eléctrico de cada rango del día Sábado.
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

Día Domingo

En la Figura 51-3 se observa que el valor máximo de campo eléctrico en el día domingo es de 1.3848V/m se presenta en el rango de 18:00 a 00:00 y el valor más bajo es de 0.8751V/m en el rango de 06:00 a 12.00.

Rango 1(00:00-06:00)					
Rango	Valor Máximo[V/m]	Valor Mínimo[V/m]	Media [V/m]	ICNIRP [V/m]	UIT T - K52 ARCOTEL[V/m]
00:00:0...	1.12290000...	0.87992000...	0.9713...	61	61
Rango 2 (06:00-12:00)					
Rango	Valor Máximo[V/m]	Valor Mínimo[V/m]	Media [V/m]	ICNIRP [V/m]	UIT T - K52 ARCOTEL[V/m]
06:00:0...	1.22150003...	0.87519997...	1.0735...	61	61
Rango 3 (12:00-18:00)					
Rango	Valor Máximo[V/m]	Valor Mínimo[V/m]	Media [V/m]	ICNIRP [V/m]	UIT T - K52 ARCOTEL[V/m]
12:00:0...	1.31359994...	1.00049996...	1.1366...	61	61
Rango 4 (18:00-00:00)					
Rango	Valor Máximo[V/m]	Valor Mínimo[V/m]	Media [V/m]	ICNIRP [V/m]	UIT T - K52 ARCOTEL[V/m]
18:00:0...	1.38489997...	1.01090002...	1.1809...	61	61

Figura 51-3: Cuadro comparativo con las normativas ICNIRP y UIT T-K.52 del valor máximo, mínimo y medio de campo eléctrico de cada rango del día Domingo.
Realizado por: Flores, A; Carrasco, D. 2017

En los cuadros comparativos mostrados anteriormente se observa que los valores medios obtenidos en cada uno de los rangos, en ningún caso sobrepasan los límites de 61V/m permitidos por la (ICNIRP) normativa internacional y la (UIT T-K.52) normativa en la que se basa la ARCOTEL en nuestro país.

CONCLUSIONES

1. Del análisis realizado de los niveles de campo eléctrico durante los 7 días continuos se concluye que en los días laborables de lunes a viernes y domingo los valores más altos de campo eléctrico se presentan en el rango de tiempo de 18:00 a 00:00 con niveles superiores entre las 20:00 y las 22:00, mientras que los valores más bajos se dan entre las 00:00 y las 06:00.
2. Las tablas comparativas de las medidas de campo eléctrico en los diferentes rangos de tiempo nos muestran un valor máximo, medio y mínimo, facilitando la comparación con los límites de las normativas ICNIRP y UIT T-K.52, observando que en ningún caso dichos valores de campo eléctrico sobrepasan los límites permitidos.
3. Al analizar los datos de la antena genérica tanto el valor máximo como el valor mínimo de campo eléctrico, campo magnético y densidad de potencia que una persona puede recibir en las cercanías de una antena radio base de telefonía celular, se puede notar que los niveles de radiación en la ciudad de Riobamba están muy por debajo de los límites permitidos con respecto a las normativas ICNIRP y UIT T-K.52.
4. La antena genérica resultante muestra el comportamiento del patrón de radiación muy variable debido a que va a tener varios picos de elevación esto se debe a que dentro de la ciudad existen varias antenas que van a contribuir en un mismo punto por lo tanto mientras el campo eléctrico de una antena baja, el campo eléctrico de otra antena sube.
5. Para determinar el comportamiento del campo eléctrico dentro de la banda de frecuencia de 76 MHz a 2.686 GHz, y durante los 7 días consecutivos, se utiliza el programa (aplicación) de lenguaje JAVA desarrollado en esta tesis.
6. El análisis realizado durante los 7 días, de la intensidad de campo eléctrico se podrá utilizar para trabajos posteriores en estudios epidemiológicos.
7. Los datos obtenidos en esta tesis serán utilizados en el desarrollo de la Tesis Doctoral del Ing. Pedro Infante y también se realizará un artículo científico el cual se publicará en una revista internacional.

RECOMENDACIONES

1. Es necesario encerrar el equipo cada vez que se vuelva a establecer un punto para realizar una medición de esta manera se podrá evitar que los valores en las siguientes mediciones sean los mismos que en puntos anteriores.

2. Las mediciones deben realizarse de acuerdo a los parámetros establecidos en las normativas en las que se basa la ARCOTEL.
3. Es muy importante comprobar que el equipo de medición Narda SRM – 3000 esté correctamente configurado para poder realizar el análisis de la banda de frecuencia a considerar.
4. Es importante hacer la toma de datos en un tiempo no muy prolongado no se debe demorar mas de 10 segundos porque la secuencia varía.

BIBLIOGRAFÍA

1. **Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones (ARCOTEL).** *RESOLUCION 01-01-CONA TEL-2005* [en línea]. 2005. [Consulta: 11 junio 2017]. Disponible en: http://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/07/2005_001_01.pdf
2. **ADVANCED TEST EQUIPMENT CORP. NARDA SAFETY TEST SOLUTIONS** [en línea]. 2017.[Consulta: 30 abril 2017]. Disponible en: <http://www.atecorp.com/products/narda/srm-3000.aspx>
3. **CASTILLO, Luis.** *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 pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Informática y Electrónica, Riobamba, Ecuador. 2013. p.35. Disponible en: <http://dspace.espech.edu.ec/bitstream/123456789/3238/1/98T00040.pdf>
4. **ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS).** *Clasificación estadística internacional de enfermedades y problemas relacionados con la salud* [en línea]. 1994. [Consulta: 11 junio 2017]. Disponible en: <http://ais.paho.org/classifications/Chapters/pdf/Volume3.pdf>
5. **HAYT, W; & BUCK, J.** *Teoría Electromagnética.* 7ma ed. México: McGraw-Hill. (2006), pp. 414-415
6. **INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION (UIT).** *Orientación sobre el cumplimiento de los límites de exposición de las personas a los campos electromagnéticos* [en línea]. 6ta ed. (2016), p. 1. [Consulta: 30 abril 2017]. Disponible en: <https://www.itu.int/rec/T-REC-K.52-201612-I/es>
7. **INTERNATIONAL COMMISSION ON NON IONIZING RADIATION PROTECTION (ICNIRP).** *Recomendaciones para limitar la exposición a campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos (hasta 300 GHz)* [en línea]. 1998. [Consulta: 1 junio 2017]. Disponible en: <http://www.icnirp.org/cms/upload/publications/ICNIRPemfgdlesp.pdf>
8. **NARDA SAFETY TEST SOLUTIONS.** *SRM 3000 Selective Radiation Meter* [en línea]. 2004.[Consulta: 30 abril 2017]. Disponible en: <http://www.narda-sts.us/pdfs/SRM3000.pdf>

9. **ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS).** *¿Qué son los campos electromagnéticos?* [en línea]. 1999. [Consulta: 12 marzo 2017]. Disponible en: <http://www.who.int/peh-emf/about/WhatisEMF/es/>
10. **ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD.** *¿Qué son los campos electromagnéticos?* [en línea]. 2017. [Consulta: 31 mayo 2017]. Disponible en: <http://www.who.int/peh-emf/about/WhatisEMF/es/index4.html>
11. **ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS).** *Radiaciones ionizantes: efectos en la salud y medidas de protección* [en línea]. 2016. [Consulta: 12 marzo 2017]. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs371/es/>
12. **PÉREZ, María del Mar.** *Efectos biológicos de campos magnéticos de 50 Hz y de radiofrecuencia (2,45 GHz), y su posible sinergismo con la sobrecarga orgánica de hierro y plomo.* (Tesis Doctoral). Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Ciencias Biológicas, Madrid. 2002. pp. 25-28. Disponible en: <http://biblioteca.ucm.es/tesis/bio/ucm-t26019.pdf>
13. **PostgreSQL-ES.** *Sobre PostgreSQL* [en línea]. 2010.[Consulta: 30 abril 2017]. Disponible en: http://www.postgresql.org.es/sobre_postgresql
14. **TOMASI, Wayne.** *Sistemas de Comunicaciones Electrónicas.* 4ta ed. Phoenix Arizona: Prentice Hall, 2003, pp. 310-311,347,425.