UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

ÁREA DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

TITULO

"DISEÑO DE UN SISTEMA DE RADIO SOBRE IP(RoIP) PARA LA COMUNICACIÓN ENTRE LAS ESTACIONES DEL CUERPO DE BOMBEROS DEL MUNICIPIO DE LOJA Y LOS BOMBEROS VOLUNTARIOS DE LAS PARROQUIAS RURALES DEL CANTÓN LOJA"

"Tesis de grado previo a optar por el título de Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones"

AUTOR:

Shubert Alexis Castro Meza

DIRECTOR:

Ing. Andy Fabricio Vega León, Mg. Sc.

LOJA- ECUADOR

2015

CERTIFICACIÓN

Ingeniero

Andy Fabricio Vega León, Mg. Sc.

DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICA:

Haber dirigido, asesorado, revisado y corregido el presente trabajo de tesis de grado, en su proceso de investigación cuyo tema versa en: "Diseño de un sistema de radio sobre IP (RoIP) para la comunicación entre las estaciones del cuerpo de bomberos del municipio de Loja y los bomberos voluntarios de las parroquias rurales del cantón Loja" previa la obtención del título de Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones, realizada por el señor egresado: Shubert Alexis Castro Meza, la misma que cumple con la reglamentación y políticas de investigación, por lo que autorizo su presentación y posterior sustentación y defensa.

Loja, 27 de octubre de 2015

Ing. Andy Fabricio Vega León, Mg. Sc.

DIRECTOR DE TESIS

AUTORÍA

Yo, **SHUBERT ALEXIS CASTRO MEZA**, declaro ser autor del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales por el contenido de la misma.

Adicionalmente, acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional-Biblioteca Virtual.

Firma:

Cédula: 1900519073

Fecha: 25 -11 - 2015

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR, PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO.

YO, SHUBERT ALEXIS CASTRO MEZA, declaro ser autor de la tesis titulada: **"DISEÑO DE UN SISTEMA DE RADIO SOBRE IP (RoIP) PARA LA COMUNICACIÓN ENTRE LAS ESTACIONES DEL CUERPO DE BOMBEROS DEL MUNICIPIO DE LOJA Y LOS BOMBEROS VOLUNTARIOS DE LAS PARROQUIAS RURALES DEL CANTON LOJA",** como requisito para optar al grado de**: INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES;** autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional:

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los veinticinco días del mes de noviembre del dos mil quince, firma el autor.

Firma:

Autor: Shubert Alexis Castro Meza

Cédula: 1900519073

Dirección: Loja. (Sector "Daniel Álvarez")

Correo Electrónico: shuberthcastro@hotmail.com

Teléfono: 072109006 - 0998374312

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director de tesis: Ing. Andy Fabricio Vega León, Mg. Sc.

Tribunal de Grado: Ing. Paulo Alberto Samaniego Rojas, Mg. Sc.

Ing. Mario Alberto Espinoza Tituana, Mg. Sc.

Ing. John Jossimar Tucker Yépez, Mg. Sc.

PENSAMIENTO

"El desarrollo del hombre depende fundamentalmente de la invención. Es el producto más importante de su cerebro creativo".

Nikola Tesla.

DEDICATORIA

El presente trabajo de tesis va dirigido a toda mi familia, padres, hermanos, amigos, docentes y todas las personas que confiaron en mí de alguna manera, gracias a su apoyo incondicional he logrado cumplir todas las metas que me he propuesto y que sin duda seguiré cumpliendo.

AGRADECIMIENTO

El presente trabajo va dirigido primeramente hacia Dios, gracias por iluminarme en los momentos que más lo necesitaba, por darme las fuerzas para poder seguir hacia delante y no decaer en este largo recorrido.

A mi familia, padres, hermanos y amigos por brindarme el apoyo que necesitaba en los momentos más oportunos, por la confianza que me han dado, consejos, críticas, por eso y muchas cosas más les estaré eternamente agradecido.

A la Universidad Nacional de Loja, especialmente al Área de la Energía las Industrias y los Recursos Naturales No renovables, donde me forjé, gracias por la oportunidad de realizar y culminar mis estudios; a los docentes, autoridades de la carrera de ingeniería en electrónica y telecomunicaciones, por los conocimientos que me supieron inculcar y formarme en el profesional que gracias a ustedes soy ahora.

A mi director de tesis Ing. Andy Vega, por saber guiarme con este proyecto, por sus recomendaciones y su amplia experiencia he podido culminar con éxito el presente trabajo de titulación.

Al Ing. Juan Pablo Cabrera, ex docente de la carrera de ingeniería en electrónica y telecomunicaciones por ayudarme con la elección del tema de titulación y darme la apertura con el cuerpo de bomberos para la realización del mismo, además por sus aportes brindados con su amplia experiencia y conocimientos en el desarrollo de mi trabajo de titulación.

Al Ing. Alexander Betancourt, jefe de comunicación y tecnología del cuerpo de bomberos del municipio de Loja y a todo el personal que labora en esta dependencia, quienes supieron colaborarme con toda la información necesaria para la elaboración del trabajo de titulación.

TABLA DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN ii

AUTORÍA iii

CARTA DE AUTORIZACIÓN. iv

PENSAMIENTO v

DEDICATORIA vi

AGRADECIMIENTO vii

TABLA DE CONTENIDOS viii

NOMENCLATURA 1

ÍNDICE DE FIGURAS 4

ÍNDICE DE TABLAS 7

a.- TÍTULO 9

b.- RESUMEN 10

c.- INTRODUCCIÓN 12

d.- REVISIÓN DE LITERATURA 14

d.1.- CAPÍTULO 1: Cuerpo de Bomberos del Municipio de Loja 14

d.1.1.- Área de operación del cuerpo de bomberos 14

d.1.2.- Bomberos voluntarios 18

d.1.3.- Situación actual de las comunicaciones 19

d.2.- CAPÍTULO 2: Sistemas de radiocomunicaciones 28

d.2.1. Introducción 28

d.2.2. El espectro radioeléctrico 29

d.2.2.1. Unión Internacional de Telecomunicaciones 31

d.2.2.2. Agencia de regulación y control de las telecomunicaciones 32

d.2.2.3. Títulos habilitantes 32

d.2.3. Tipos de sistemas de radiocomunicaciones 33

d.2.4. Tipos de servicios radioeléctricos 34

d.2.5. Tipos de estaciones radioeléctricas..... 34

d.2.6. Canal de radio y modos de explotación..... 35

d.2.7. Características de los equipos de radiocomunicaciones 36

d.2.7.1. Parámetros de Emisión 36

d.2.7.2. Parámetros de propagación..... 41

d.2.7.3. Parámetros de recepción 43

d.2.8. Sistemas analógicos y digitales de radiocomunicaciones..... 44

d.2.8.1. Sistema de radios de dos vías análogos 45

d.2.8.2. Sistemas de radio de dos vías digital 46

d.2.9. Sistemas de radiocomunicaciones convencionales..... 47

d.2.10. Sistemas de radio troncalizados..... 50

d.3.- CAPÍTULO 3: Radio sobre IP 52

d.3.1. Introducción..... 52

d.3.2. Sistema RoIP 52

d.3.3. Protocolos usados en RoIP 54

d.3.4. Codificadores..... 60

d.3.5. Características del sistema RoIP 65

d.4. CAPÍTULO 4: Diseño y simulación 68

d.4.1. Introducción..... 68

d.4.2. Descripción de los componentes de la red..... 68

d.4.3. Cálculo y simulación de la cobertura de radio 80

d.4.3.1. Cálculos de propagación..... 82

d.4.3.2. Simulación de cobertura 88

d.4.4. Instalación y configuración de los equipos RoIP 106

d.4.4.1. Instalación RoIP 106

d.4.4.2. Configuración RoIP 113

d.4.5. Diagrama de la red a implementar 124

d.5.- CAPÍTULO 5: Análisis de costos 126

d.5.1. Costos de equipos de radiocomunicaciones 127

d.5.2. Costos de equipo de Radio sobre IP 127

d.5.3. Proveedores de servicio de internet 128

d.5.4. Costo total de la red a implementar 130

e.- MATERIALES Y MÉTODOS 131

e.1.- Materiales 131

e.2.- Métodos 133

e.3.- Técnicas 134

f.- RESULTADOS 136

g.- DISCUSIÓN 140

h.- CONCLUSIONES 142

i.- RECOMENDACIONES 144

j.- BIBLIOGRAFÍA 145

k.- ANEXOS 149

ANEXO A. INSTALACIONES DE LAS ESTACIONES DEL CUERPO DE BOMBEROS 149

ANEXO B. ESPECIFICACIONES DE LOS EQUIPOS DE RADIOCOMUNICACIONES 154

ANEXO C. ESPECIFICACIONES DE LOS EQUIPOS ROIP 166

ANEXO D. PROFORMAS DE LOS EQUIPOS 172

ANEXO E. PERFILES DE TERRENO 174

ANEXO F. FORMULARIOS ARCOTEL 202

ANEXO F.1.- FORMULARIO PARA INFORMACIÓN LEGAL 202

ANEXO F.2.- FORMULARIO PARA INFORMACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE RADIOCOMUNICACIONES 203

ANEXO F.3.- FORMULARIO PARA INFORMACIÓN DE ANTENAS 211

ANEXO F.4.- FORMULARIO PARA PATRONES DE RADIACIÓN DE ANTENAS….. 215

ANEXO F.5.- FORMULARIO PARA INFORMACIÓN DE EQUIPAMIENTO..... 216

ANEXO F.6.- FORMULARIO PARA SERVICIOS FIJO Y MÓVIL TERRESTRE 217

ANEXO F.7.- FORMULARIO PARA CÁLCULOS DE PROPAGACIÓN..... 232

ANEXO F.8.- FORMULARIO PARA ESQUEMA DEL SISTEMA DE RADIOCOMUNICACIONES 260

ANEXO F.9.- FORMULARIO PARA ESTUDIO TÉCNICO DE EMISIONES DE RNI…… 261

NOMENCLATURA

RoIP	Radio over internet protocole (Radio sobre protocolo de internet)
IP	Internet Protocole (Protocolo de Internet)
Senatel	Secretaría nacional de telecomunicaciones
ITU	International telecommunications union (Unión internacional de Telecomunicaciones)
GPS	Global positioning system (Sistema de posicionamiento global)
ONU	Organización de las Naciones Unidas
TIC	Tecnologías de información y comunicación
ARCOTEL	Agencia de regulación y control de las telecomunicaciones
CONATEL	Consejo nacional de telecomunicaciones
TDMA	Time división multiple access (Acceso múltiple por división de tiempo)
FM	Frecuency modulation (Modulación en frecuencia)
AM	Amplitude modulation (Modulación en amplitud)
PM	Phase modulation (Modulación en fase)
PMR	Private movile radio (radio móvil privado)
TETRA	Trans European trunked radio (Radio Trans Europea Troncalizada)
ETSI	European telecommunications standars institute (Instituto europeo de estándares de telecomunicación)
GSM	Global system for mobile communications (Sistema global de comunicaciones móviles)

PTT	Push to talk (Pulse para hablar)
HAAT	Height above average terrain (Altura promedio sobre el terreno)
VoIP	Voice over internet protocol (Voz sobre protocolo de internet)
COR	Carrier operated relay (Portadora operada de retransmisión)
VOX	Vox operated switch (Switch de operaciones móviles)
SIP	Session initiation protocol (Protocolo inicio de sesión)
OSI	Open system interconnection (Modelo de interconexión de sistemas abiertos)
UDP	User datagram protocole (Protocolo datagrama de usuario)
TCP	Transmission control protocol (Protocolo de control de trasmisión)
RTP	Real time transport protocol (Protocolo de transporte en tiempo real)
RCTP	Real time control protocol (Protocolo de control en tiempo real)
RTC	Red telefónica conmutada
RDSI	Red digital de servicios integrados
IETF	Internet engineering task force (Grupo de trabajo de ingeniería de internet)
HTTP	Hypertext transfer protocol (Protocolo de transferencia de hipertexto)
DNS	Domain name system (Sistema de nombres de dominio)
DDNS	Dinamic domain name service (Sistema de nombres de dominio dinámico)
PCM	Pulse code modulation (Modulación por impulsos codificados)
DPCM	Differential pulse code modulation (Modulación diferencial por impulsos codificados)

ADPCM	Adaptive differential pulse code modulation (Modulación diferencial adaptativa por impulsos codificados)
ADM	Adaptive delta modulation (Modulación delta adptable)
LPC	Linear prediction coding (Codificación predictiva lineal)
CELP	Code excited linear prediction (Predicción lineal por excitación de código)
RPE-LTP	Regular pulse excitation – long term prediction (Excitación de pulso regular –predicción de largo plazo)
QoS	Quality of service (Calidad de servicio)
VLAN	Virtual local area network (Red de area local virtual)

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Parroquias urbanas del cantón Loja. 16
Figura 2. Parroquias rurales del cantón Loja. 17
Figura 3. Bomberos Voluntarios. 19
Figura 4. Ubicación geográfica de la estación repetidora 21
Figura 5. Situación de cobertura de radio actual del cuerpo de bomberos 24
Figura 6. Cobertura de radio de la estación repetidora 26
Figura 7. Capas atmosféricas de la tierra. 42
Figura 8. Elementos de radio de dos vías 47
Figura 9. Comunicación en forma directa del sistema de radio en dos vías..... 48
Figura 10. Sistema básico de despacho en sistema de radios de dos vías 49
Figura 11. Estándar TETRA. 51
Figura 12. Sistema de radio sobre IP 53
Figura 13. Protocolo SIP Vs H.323. 60
Figura 14. Clasificación de los codificadores de voz. 62
Figura 15. Parámetro MOS..... 65
Figura 16. Repetidor Motorola DGM 6175. 68
Figura 17. Estación Motorola DGM 6100/6100+. 70
Figura 18. Estación Motorola DGM 8500/8500+. 71
Figura 19. Equipo portátil DGP 6150..... 72
Figura 20. Equipo portátil DGP 8550+. 73
Figura 21. Antena 4 dipolos DB224. 75
Figura 22. Equipo RoIP 102. 75
Figura 23. Equipo RoIP 302M. 76
Figura 24. Equipo router Cisco RV110W. 77
Figura 25. Altura efectiva para cada radial..... 87
Figura 26. Ubicación de las estaciones de radio..... 89
Figura 27. Unidades de radio fijas en cada una las instalaciones..... 89
Figura 28. Parámetros para cada una de las redes existentes 90
Figura 29. Configuración de la topología de la red 90
Figura 30. Asignación de los miembros dentro de cada una de las redes del sistema .. 91
Figura 31. Configuración de los parámetros de cada uno de los sistemas de radio. 91
Figura 32. Ubicación de los diferentes acimuts para una estación transmisora 92
Figura 33. Cobertura de radio estación Vilcabamba 93

Figura 34. Cobertura de radio estación Malacatos 94
Figura 35. Cobertura de radio estación San Pedro de Vilcabamba 95
Figura 36. Cobertura de radio estación Chuquiribamba..... 96
Figura 37. Cobertura de radio estación Taquil 97
Figura 38. Cobertura de radio estación Chantaco..... 98
Figura 39. Cobertura de radio estación San Lucas 99
Figura 40. Cobertura de radio estación Gualel 100
Figura 41.Cobertura de radio estación El Cisne 101
Figura 42. Cobertura de radio estación Quinara..... 102
Figura 43. Cobertura de radio estación Jimbilla..... 103
Figura 44. Cobertura de radio estación Santiago..... 104
Figura 45. Cobertura de radio estación Yangana 105
Figura 46. Diagrama de básico de enlace RoIP. 107
Figura 47. Comunicación básica en múltiples regiones vía Internet. 107
Figura 48. Panel de interconexión RoIP 102. 108
Figura 49. Panel de interconexión RoIP 302M 108
Figura 50. Cable adaptador PTT..... 109
Figura 51. Disposición de pines de equipos Motorola DGM 6100/8500. 110
Figura 52. Interconexión entre radio base con el equipo RoIP. 111
Figura 53. Disposición final de las interfaces del equipo RoIP 102..... 112
Figura 54. Disposición final de las interfaces del equipo RoIP 302M. 112
Figura 55. Sistema básico RoiP. 114
Figura 56. Configuración de los pines de radio Motorola DGM 6100/8500 mediante software. 114
Figura 57. Configuración del audio de recepción Motorola DGM 6100/8500 mediante software. 115
Figura 58. Ingreso para configuración de los equipos de la serie RoIP mediante interfaz Web..... 116
Figura 59. Configuración de red RoIP 302M master 118
Figura 60. Configuración de red RoIP 302M Slave 118
Figura 61. Configuración de red RoIP 102 119
Figura 62. Configuración de la pestaña preferencia. 119
Figura 63. Configuración de llamadas del RoIP 302M Maestro..... 120
Figura 64. Configuración de llamadas del RoIP 302M Slave 121

Figura 65. Configuración de llamadas del RoIP 102 121
Figura 66. Configuración de los niveles de activación de las señales PTT..... 122
Figura 67. Configuración del Códec 122
Figura 68. Configuración de grupos 123
Figura 69. Configuración para llamadas entrantes y salientes GSM..... 123
Figura 70. Página de información del equipo RoIP 124
Figura 71. Esquema de conexión virtual de los equipos RoIP 124
Figura 72. Diagrama de la red de comunicaciones a implementar..... 125
Figura 73. Simulación de radioenlace en la estación Vilcabamba 131
Figura 74. Calculo de las diferentes altitudes efectivas e intensidad de campo eléctrico. 132
Figura 75. Simulación de enlace estación Vilcabamba – equipo portátil..... 133

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estaciones del Cuerpo de Bomberos del Municipio de Loja 15
Tabla 2. Listado de parroquias urbanas y rurales del cantón Loja 18
Tabla 3. Características técnicas del sistema de radiocomunicaciones del cuerpo de bomberos del municipio de Loja 20
Tabla 4. Estación repetidora del cuerpo de bomberos del Municipio de Loja 22
Tabla 5. Equipos de radiocomunicaciones fijos del cuerpo de bomberos del municipio de Loja 22
Tabla 6. Equipos de radiocomunicaciones móviles del cuerpo de bomberos del municipio de Loja 23
Tabla 7. Equipos de radiocomunicaciones portátiles del cuerpo de bomberos del municipio de Loja 23
Tabla 8. Ancho de banda en cada una de las instalaciones del Cuerpo de Bomberos .. 25
Tabla 9. Cobertura estación repetidora 26
Tabla 10. Bandas de frecuencias del espectro electromagnético..... 29
Tabla 11. Cuadro de atribución de frecuencias para servicios de radio en la sub-banda 148 - 156,8125 MHz..... 31
Tabla 12. Representación normalizada del ancho de banda necesario 37
Tabla 13. Tipos de modulación de la portadora principal 38
Tabla 14. Tipos de naturaleza de la señal moduladora 38
Tabla 15. Tipos de información de la señal de información 38
Tabla 16. Modalidades de propagación para las diferentes bandas de frecuencias..... 42
Tabla 17. Técnicas de compresión estandarizadas por la ITU 61
Tabla 18. Tipos de codificadores en redes de telecomunicaciones 64
Tabla 19. Especificaciones de equipo repetidor DGM 6175 en la banda VHF..... 69
Tabla 20. Especificaciones de equipo DGM 6100 en la banda VHF 70
Tabla 21. Especificaciones de equipo DGM 8500 en la banda VHF 72
Tabla 22. Especificaciones equipo DGP 6150+ en la banda VHF 73
Tabla 23. Especificaciones equipo DGP 8550 en la banda VHF 74
Tabla 24. Especificaciones equipo RoIP 102 76
Tabla 25. Especificaciones equipo RoIP 302 77
Tabla 26. Especificaciones equipo Firewall VPN Cisco RV110W Wireless – N..... 78
Tabla 27. Propuesta de equipos para el diseño del sistema de radiocomunicaciones 80

Tabla 28. Parámetros para cálculo y simulación de cobertura de cada una de las estaciones 81
Tabla 29. Coordenadas geográficas de la ubicación de las estaciones base. 81
Tabla 30. Cobertura estación Vilcabamba 93
Tabla 31. Cobertura estación Malacatos 94
Tabla 32. Cobertura estación San Pedro de Vilcabamba 95
Tabla 33. Cobertura estación Chuquiribamba 96
Tabla 34. Cobertura estación Taquil 97
Tabla 35. Cobertura estación Chantaco 98
Tabla 36. Cobertura estación San Lucas 99
Tabla 37. Cobertura estación Gualel 100
Tabla 38. Cobertura estación El Cisne 101
Tabla 39. Cobertura estación Quinara 102
Tabla 40. Cobertura estación Jimbilla 103
Tabla 41. Cobertura estación Santiago 104
Tabla 42. Cobertura estación Yangana 105
Tabla 43. Descripción de las interfaces del equipo RoIP 102 108
Tabla 44. Distribución de pines Motorola DGM 6100/8500. 110
Tabla 45. Indicadores led del equipo RoIP 102 113
Tabla 46. Características de la red RoIP a configurar 117
Tabla 47. Población de las parroquias del cantón Loja 126
Tabla 48. Costos referenciales de los equipos de radio 127
Tabla 49. Costos referenciales equipos RoIP 128
Tabla 50. Factibilidad de instalación del servicio de internet en las parroquias rurales. 129
Tabla 51. Costos referenciales del servicio de internet en las parroquias rurales 130

a.- TÍTULO

“DISEÑO DE UN SISTEMA DE RADIO SOBRE IP(RoIP) PARA LA COMUNICACIÓN ENTRE LAS ESTACIONES DEL CUERPO DE BOMBEROS DEL MUNICIPIO DE LOJA Y LOS BOMBEROS VOLUNTARIOS DE LAS PARROQUIAS RURALES DEL CANTON LOJA”

b.- RESUMEN

El presente trabajo de tesis se basa en el diseño de un sistema de comunicaciones de radio sobre IP para la comunicación entre el cuerpo de bomberos del municipio de Loja y los bomberos voluntarios de las parroquias rurales con el objetivo de proponer una alternativa al sistema actual de radiocomunicaciones que no permiten que exista una adecuada comunicación por falta de cobertura de los equipos que actualmente tiene el sistema de radio de dos vías de la institución.

La situación actual del Cuerpo de bomberos en sus comunicaciones, el número de estaciones que tienen distribuidas en el cantón Loja y cuál es el área de cobertura de cada una de ellas, la labor que realizan los bomberos voluntarios en cada una de sus parroquias, la cantidad de equipos de radio con los que cuenta la institución se analizará en el capítulo uno con el propósito de realizar el levantamiento de información de los equipos existentes para utilizarlos en el diseño de la red además para conocer las falencias en sus comunicaciones.

En el capítulo dos y tres se analizará las tecnologías que intervendrán en el diseño de la red como son los sistemas de radiocomunicaciones de dos vías así como los equipos de radio sobre IP, se recalcará los aspectos más importantes de cada uno de ellos para que el lector tenga una noción básica del funcionamiento del sistemas.

La descripción de los equipos que se utilizarán para el diseño de la red, los cálculos y simulaciones de cobertura que cada sistema de radio ubicado en las parroquias tendrá, la configuración de los equipos RoIP que se conectarán a los equipos de radio para la comunicación mediante redes IP así como un esquema donde se indicará la distribución de la red se describirá en el capítulo cuatro.

El análisis técnico que intervendrá en la implementación de la red se describirá en el capítulo cinco, se describirán los costos de todos los elementos que permitirán que la red sea implementada por el cuerpo de bomberos del municipio de Loja así como los costos referenciales del servicio de Internet para cada una de las parroquias rurales.

Finalmente se presentarán los materiales y métodos que se utilizaron para la elaboración de la presente, se realizará la presentación de los resultados obtenidos en el mismo para una posterior discusión y como último se presentarán las conclusiones alcanzadas a lo largo de la elaboración y las recomendaciones del mismo.

SUMMARY

The present work of thesis is based in the design of a communications system of radio over IP for the communications between the fire department of the municipality of Loja and volunteer firefighters in rural parishes in order to propose an alternative to the current radio communications system that do not allow proper communication exists for lack of coverage of the equipment that currently has the system of two-way radio of the institution.

The current situation of the fire department in its communications, the number of stations that are distributed in the canton Loja and what is the coverage area of each one of them, the work done by volunteer firefighters in each of its parishes, the amount of radio equipment that are in the institution will be discussed in chapter one with the purpose of making the collection of information existing equipment for use in the design of the network in addition to know the lacks in their communications.

In chapter two and three will be analyzed the technologies that will be involved in the design of the network, such as radio systems of two-way and radio equipment over IP, will be analyzed too the most important aspects of each one of them, for that the reader make a basic understanding of the system.

The description of the equipment used for the network design, calculations and simulations of coverage of each one of the radio systems located in the parishes, configuring of the RoIP equipment to be connected to the radio equipment for communication via IP networks as well as a scheme where is indicated the network distribution, will be described in chapter four.

The technical analysis that will intervene in the implementation of the network will be described in chapter five, the costs of all the elements that enable the network to be implemented by the fire department of the municipality of Loja and Internet benchmarks costs are described for each one of the rural parishes.

Finally the materials and methods used for the elaboration of this thesis will be presented, the presentation of obtain results of the same for a further discussion and last conclusions and recommendations reached throughout the development will be presented.

c.- INTRODUCCIÓN

El cuerpo de bomberos del municipio de Loja es una institución creada el 7 de Noviembre de 1946 con fin social y humanitario, algunas de sus funciones principales son: salvar vidas, prevenir y controlar los incendios, primeros auxilios, rescate básico, atención de otras emergencias, y apoyo comunitario. En la actualidad esta institución cuenta con cinco estaciones en el cantón Loja: La sede principal se encuentra en el sector céntrico de la urbe, en las calles Av. Universitaria y 10 de agosto; la estación norte ubicada en las calles Francisco Lecaro y Miguel Cano - ciudadela la Inmaculada; la estación sur ubicada en las calles Juan Pío Montufar entre Vicente Álvarez y Rodríguez Soto - sector Punzara; la estación ubicada en las instalaciones del ECU-911 en las calles Barcelona y Zaragoza - Barrio Turunuma Alto y una última estación ubicada en la parroquia Vilcabamba. En las parroquias rurales cuentan con el apoyo de los bomberos voluntarios que brindan sus servicios profesionales en cada una de las parroquias donde residen, pero no cuentan con instalaciones propias como sedes de trabajo en cada una de ellas.

El cantón Loja se encuentra dividido geográficamente en 19 parroquias, de las cuales 6 son urbanas (El sagrario, Sucre, El Valle, San Sebastián, Carigán y Punzara) y 13 rurales (Chantaco, Chuquiribamba, El Cisne, Gualel, Jimbilla, Malacatos, Quinara, San Lucas, San Pedro de Vilcabamba, Santiago, Taquil, Vilcabamba y Yangana). Para la comunicación entre las estaciones y personal del cuerpo de bomberos utilizan equipos de radiofrecuencia fijos, portátiles y móviles ubicados en sitios estratégicos haciendo el uso de la antena repetidora ubicada en el cerro Huachichambo, esta antena tiene cobertura únicamente dentro de las parroquias urbanas del cantón dejando las rurales totalmente incomunicadas ante cualquier situación de emergencia.

Los sistemas de radio sobre protocolo de internet (RoIP) permiten la comunicación de los equipos de radio en sitios donde no existe cobertura con otros sectores mediante el uso de las redes IP existentes ya sean redes basadas en internet o redes privadas, eliminado así el uso de estaciones repetidoras ya que hace el uso de la topología existente de la red mencionada anteriormente, gracias a ello su establecimiento disminuye significativamente los costos de equipos radio repetidores, concesión de frecuencias, infraestructura, estudios técnicos y muchos costos más.

Los equipos de comunicaciones que actualmente tiene el cuerpo de bomberos podrán ser re-utilizados para el diseño de la red adicionándosele a la misma otros equipos que serán necesarios para las parroquias rurales y urbanas, tales como equipos de radio para cada una de las parroquias rurales y equipos RoIP para la interconexión con los equipos de radio fijos y posterior comunicación con las demás estaciones. Cabe recalcar que es esencial que cada uno de los nodos ubicados en las parroquias rurales que formarán parte de la red deberán tener acceso a una red privada o de internet para que exista comunicación con las demás estaciones de la red, las cinco estaciones existentes al momento cuentan con el servicio de internet para el inmediato uso en la red RoIP propuesta.

Con el diseño que se presentará en este proyecto de tesis se permitirá que cuerpo de bomberos pueda decidir sobre la implementación de la red de radio sobre IP propuesta para que exista comunicación entre las estaciones del cuerpo de bomberos del municipio de Loja con los bomberos voluntarios de las parroquias rurales evitando así costos elevados en la adquisición, estudios y concesiones de todos los elementos que intervienen dentro de los sistemas de radio para ampliar la cobertura, de esta manera el principal beneficiario del mismo será la población que reside en cada una de las parroquias rurales debido que su implementación ayudará a solventar cualquier situación que pudiera ocasionar dentro o fuera de ellas.

d.- REVISIÓN DE LITERATURA

d.1.- CAPÍTULO 1: Cuerpo de Bomberos del Municipio de Loja

El cuerpo de bomberos del municipio de Loja fue creado un 7 de noviembre de 1946, en sus inicios la institución no contaba con instalaciones propias debido a la falta de presupuesto y de terrenos en sus haberes. Sus labores estaban limitadas únicamente a siniestros de baja magnitud, entre ellos: incendios y rescate básico; esto se debió a que no contaban con los equipos necesarios para socorrer a la ciudadanía y además contaban únicamente con un pequeño número de bomberos voluntarios con muy poco entrenamiento. Luego de varias administraciones en la institución y del apoyo del municipio de Loja la institución al momento cuenta con instalaciones propias en sectores estratégicos del cantón, además de vehículos para uso interno y de socorro, personal administrativo y de rescate, todo esto para el beneficio de la sociedad del cantón. [1]

Los servicios del Cuerpo de bomberos del municipio de Loja están enfocados principalmente en la prevención de siniestros realizando controles y capacitaciones, generando así una cultura de prevención en la colectividad lojana. La institución además de sus servicios de prevención brinda de manera eficaz e inmediata el socorro y salvamento en siniestros sean estos ocasionados o no por la intervención humana tales como: incendios, accidentes, inundaciones, primeros auxilios, entre otros. [1]

d.1.1.- Área de operación del cuerpo de bomberos

El cuerpo de bomberos del municipio de Loja al momento cuenta con cinco estaciones o compañías distribuidas en sitios estratégicos del cantón como se puede observar en la tabla 1. Cada una de estas estaciones coordina con las demás ante la ocurrencia de algún siniestro para solventar el problema de la forma más rápida posible y en forma organizada.

Tabla 1. Estaciones del Cuerpo de Bomberos del Municipio de Loja

Estación	Dirección
Ecu - 911	Barcelona y Zaragoza. Barrio Turunuma Alto. Parroquia Sucre.
Estación Norte	Francisco Lecaro y Miguel Cano. esq. Cdla. La Inmaculada. Parroquia el Valle
Estación Centro	Av. Universitaria y 10 de Agosto esquina Loja. Parroquia el Sagrario
Estación Sur	Juan Pio Montufar y Vicente Álvarez. Urbanización Juan José Castillo. Parroquia Punzara
Estación Vilcabamba	Sucre y Miguel Carpio, esq. Parroquia Vilcabamba

Cada una de estas estaciones cuenta con personal administrativo y de servicio necesario así como también con vehículos y equipos para solventar la mayoría de situaciones de riesgo que se puedan suscitar dentro o fuera de los perímetros donde se encuentran ubicadas estas. Cada una de las cinco estaciones cuenta con instalaciones propias a excepción de la estación ubicada dentro de las dependencias del ECU-911 así como se puede observar en el Anexo A. La estación de los bomberos que se encuentra ubicada en las instalaciones del Ecu-911 realiza la función de un centro de recepción de llamadas (call -center) para que la ciudadanía alerte de cualquier emergencia y de esta se coordine con las demás compañías para extinguir los siniestros alertados.

El cantón Loja se encuentra ubicado dentro de la provincia que lleva su mismo nombre en el sector sur del país, se encuentra conformado por 6 parroquias urbanas y 13 parroquias rurales como se observa en las figuras 1 y 2 respectivamente.

De la tabla 1 se desprende que el cuerpo de bomberos cuenta con 4 estaciones ubicadas dentro del sector urbano del cantón, estos ubicados en zonas céntricas de las parroquias: Sucre, El Valle, El Sagrario y Punzara, de esta manera se puede coordinar y atender de manera oportuna y eficaz los siniestros que ocurrieran dentro o fuera del perímetro urbano.

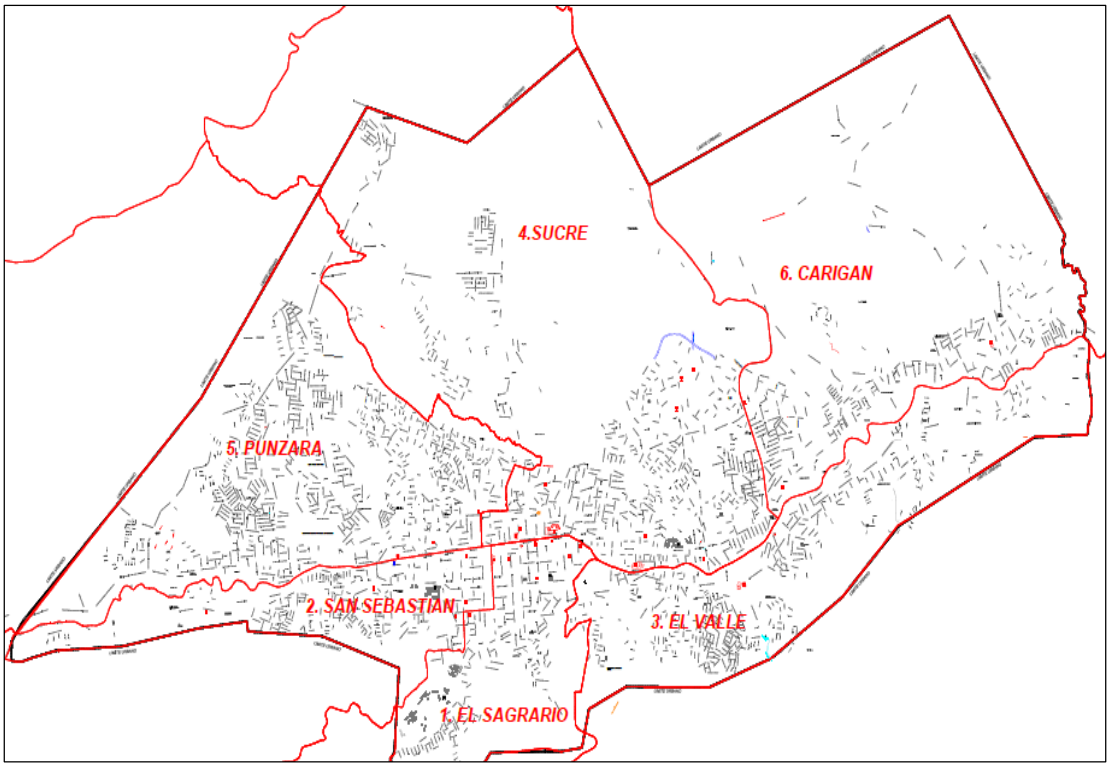


Figura 1. Parroquias urbanas del cantón Loja. Fuente: [2]

En el sector rural el cuerpo de bomberos del municipio de Loja cuenta únicamente con una estación en el sector sur del cantón, ubicada en la parroquia de Vilcabamba, al contar con una compañía ubicada en este sector aminoran los tiempos de respuestas en el accionar de los bomberos ante los siniestros que pudieran suscitarse dentro del sector sur del cantón.

El cuerpo de bomberos es una institución con fin social y humanitario que dedica sus esfuerzos a coordinar de manera eficaz entres sus compañías ubicadas a lo largo de las parroquias para aplacar cualquier siniestro que se pueda originar tanto dentro de estas como fuera de las mismas. Como es evidente la falta de compañías en las demás parroquias rurales dificulta el temprano accionar de la institución, debiendo coordinar entre las existentes, movilizarse desde sus lejanas posiciones hasta el lugar de origen del siniestro y tratar de solventar el problema de la manera más rápida posible evitando que puedan existir tanto pérdidas humanas como materiales.

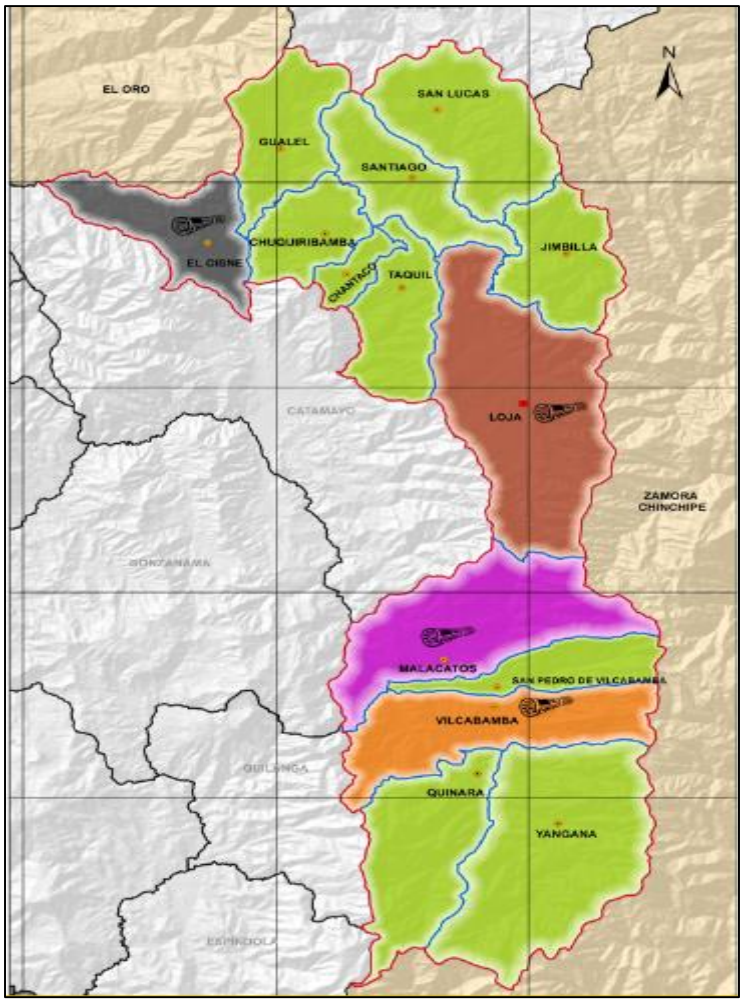


Figura 2. Parroquias rurales del cantón Loja. Fuente: [3]

Las parroquias urbanas Sucre, Carigán y el Valle limitan al norte con las parroquias rurales Taquil, Santiago y Jimbilla. En el sector inferior del cantón la parroquia urbana San Sebastián limita al sur con la parroquia rural Malacatos. De manera resumida se puede observar en la tabla 2 el total de parroquias que tiene el cantón Loja las cuales están a cargo dentro de las funciones de la institución bomberíl. Cabe recalcar que al momento de realizar este informe de tesis la institución no cuenta con instalaciones propias en las parroquias rurales (excepto Vilcabamba) y se sirven de la ayuda de bomberos voluntarios que residen dentro de cada una de las parroquia los cuales utilizan las instalaciones de las juntas parroquiales para coordinar con el cuerpo de bomberos ante los siniestros que ocurrieran.

Tabla 2. Listado de parroquias urbanas y rurales del cantón Loja

Parroquias Urbanas	Parroquias Rurales
1. El Sagrario 2. San Sebastián 3. El Valle 4. Sucre 5. Punzara 6. Carigán	1. El Cisne 2. Gualel 3. San Lucas 4. Chuquiribamba 5. Santiago 6. Chantaco 7. Taquil 8. Jimbilla 9. Malacatos 10. San Pedro de Vilcabamba 11. Vilcabamba 12. Quinara 13. Yangana

d.1.2.- Bomberos voluntarios

Los bomberos voluntarios como su nombre lo dice son personas que de manera voluntaria realizan actividades similares a los que la realizaría un bombero raso que es parte del cuerpo de bomberos, pero en su propia comunidad, es decir son capaces de ayudar a sus propias comunidades formando parte del voluntariado del cuerpo de bomberos del municipio de Loja. Para formar parte de sus filas pasan una serie de requisitos, además de pruebas médicas y físicas para que sean declarados aptos al cumplimiento de sus labores.

Cada una de las parroquias rurales está conformada por 12 bomberos voluntarios y un jefe de brigada que son seleccionados después de varios procesos dentro de la institución. Son formados mediante capacitaciones continuas por personal experimentado de la institución para ante la ocurrencia de cualquier siniestro puedan actuar de la mejor manera, luego de esto se le entrega los equipos o materiales necesarios para que puedan cumplir con sus tareas encomendadas a sus comunidades.

Al no tener dependencias propias el cuerpo de bomberos en cada una de las parroquias rurales ante la ocurrencia de algun siniestro los bomberos voluntarios dependiendo del tamaño del mismo actuan de manera temprana y se comunican con las estaciones bomberiles ya sea para recibir instrucciones o para recibir apoyo de parte de los bomberos rasos. Como es natural suponer, el desplazamiento del personal desde las estaciones a las parroquias rurales es un camino muy largo, por lo que el personal voluntario debe estar preparado continuamente ante cualquier eventualidad como se puede ver en la figura 3.

Figura 3. Bomberos Voluntarios. Fuente: [1]

d.1.3.- Situación actual de las comunicaciones

El cuerpo de bomberos del municipio de Loja para coordinar sus labores utiliza equipos de radio de dos vías para llevar acabo las comunicaciones. La institución cuenta con equipos de radiocomunicaciones fijos, móviles y portátiles que se encuentran ubicados en distintos puntos de las estaciones, vehículos y de personal de la institución respectivamente. Estos equipos de radio permiten la comunicación con el personal de manera rápida y privada en lugares de difícil acceso.

Al producirse un siniestro o cualquier situación de emergencia la ciudadanía se comunica al número único 911 a través de sus terminales telefónicos informando la situación al personal del cuerpo de bomberos que se encuentra en las instalaciones del Ecu-911, luego de conocer el escenario el personal bomberíl se comunica mediante una estación de radio fija a todas las demás estaciones fijas y móviles que dispone la institución para coordinar de manera rápida y eficiente la emergencia a socorrer.

El sistema de radiocomunicación convencional[1] o también llamado “de dos vías” de la institución utiliza dos frecuencias licenciadas, una para transmisión y otra para recepción, las mismas que fueron concesionadas a la Senatel, las características técnicas se observan en la tabla 3. El sistema de dos vías permite la transmisión y/o recepción de señales electromagnéticas en sus terminales de distintos modos de explotación, siendo el más común el modo semidúplex.

El sistema de radio está estructurado de la siguiente manera:

- Sistema repetidor ubicado en el cerro Huachichambo
- Equipos de radio fijos ubicados en las estaciones.
- Equipos de radio móviles ubicados en los vehículos de la institución.
- Equipos de radio portátiles a cargo del personal bomberíl.

Tabla 3. Características técnicas del sistema de radiocomunicaciones del cuerpo de bomberos del municipio de Loja

Número de frecuencias	**Frecuencia de trasmisión (Tx)**	**Frecuencia de recepción (Rx)**	**Ancho de banda**	**Modo de operación**	**Tipo de emisión**
2	150,325 MHz	155,325 MHz	12,50 KHz	Semidúplex	11K0F3E

Como se observa en la tabla 3 el cuerpo de bomberos del municipio de Loja utiliza dos frecuencias radioeléctricas, lo cual conforma un canal de radio, una de ellas se utiliza para transmisión y otro para recepción, así se evitan las interferencias en la comunicación; utilizan un ancho de banda de canal de 12.5 KHz que se usa para transmisiones de voz, su modo de operación es Semidúplex y el tipo de emisión es 11K0F3E. Este último ítem se refiere a un tipo de clasificación de frecuencias de la ITU donde los 4 primeros símbolos indican el ancho de banda de la señal, el quinto representa el tipo de modulación de la portadora, el sexto el tipo de señal moduladora y el séptimo representa el tipo de información a transmitir; en este caso tenemos en uso 11.0 KHz de ancho de banda

[1] Este sistema consiste de una estación repetidora que amplía la cobertura de los demás elementos de radio fijos, portátiles o móviles de la red en lugares donde estos por sus características o ubicación de no tienen cobertura para poder recibir o trasmitir información.

necesario, modulación en frecuencia, información de tipo analógica y el tipo de información a transmitir es telefónica (voz). [4]

La comunicación entre los equipos de radio de la institución se la realiza de dos modos: repetidor y directo, en modo repetidor los equipos que se comunican con el sistema repetidor trabajan de modo simplex mediante una frecuencia de operación, el sistema repetidor capta esta señal y la retransmite al mismo tiempo a otro equipo de radio en otra frecuencia que la receptada, a este modo se le llama dúplex. Este tipo de comunicación se la llama modo semidúplex ya que un lado del sistema es simplex y del otro dúplex.

La estación repetidora se encuentra en el cerro Huachichambo, este se encuentra ubicado dentro la ciudad de Loja, como se puede observar en la figura 4, este se localiza a 5 Km hacía la estación centro del cuerpo de bomberos, su función es de ampliar la cobertura del sistema de comunicaciones del cuerpo de bomberos permitiendo cubrir sectores lejanos a la urbe. Este sistema puede trabajar en modo dúplex, es decir puede recibir y transmitir una señal al mismo tiempo que la recibe ya que cuenta con dos antenas incorporadas para realizar esta labor. Las características de sistema repetidor se detallan en la tabla 4 y las hojas de especificaciones tanto del equipo repetidor como de la antena dipolo se encuentran en los anexos B.1 y B.2 de manera respectiva.

Figura 4. Ubicación geográfica de la estación repetidora

Tabla 4. Estación repetidora del cuerpo de bomberos del Municipio de Loja

Ubicación	Modelo	Marca	Cantidad	Tipo de antena
Cerro Huachichambo	DGM-6175	Motorola	1	4 Dipolos

La antena contiene 4 dipolos plegados, es decir estos se encuentran ubicados cada 90° del mástil, el patrón de radiación de la antena tiene forma omnidireccional (circular) abarcando los 360° a su alrededor, o al contario cuando los cuatro dipolos están en línea (colineal) apuntando a una sola dirección la antena tiene un patrón de radiación mucho más directivo. Este tipo de antena se usa tanto en el sistema repetidor como en las estaciones fijas con un patrón de radiación omnidireccional para cubrir la mayor cantidad de sectores posibles.

Las estaciones fijas se encuentran ubicadas en las instalaciones de las estaciones del cuerpo de bomberos del municipio de Loja como se detalla en la tabla 5. Cada una de las estaciones igualmente que la estación repetidora tiene una cierta cobertura que se encuentra determinada por las características técnicas del equipo transceptor como se puede ver en el anexo B.3.

Tabla 5. Equipos de radiocomunicaciones fijos del cuerpo de bomberos del municipio de Loja

Ubicación	Modelo	Marca	Cantidad	Tipo de antena
Ecu – 911	DGM-6100	Motorola	1	4 Dipolos
Estación Norte	DGM-6100	Motorola	1	4 Dipolos
Estación Sur	DGM-6100	Motorola	1	4 Dipolos
Estación Centro	DGM-6100	Motorola	2	4 Dipolos
Estación Vilcabamba	DGM-8500	Motorola	1	4 Dipolos
Total	6 Radios fijas			

Los equipos de radio móviles se encuentran ubicados al interior de los vehículos con los que cuentan la institución y los modelos con los que actualmente cuenta la institución se los puede observar en la tabla 6. Las especificaciones técnicas de los mismos se los puede observar en los anexos B.3 y B.4. Es conveniente mencionar que estos equipos móviles cuentan con un sistema de GPS incorporado por lo que en las estaciones de los bomberos se puede monitorear la ubicación de cada uno de los vehículos.

Tabla 6. Equipos de radiocomunicaciones móviles del cuerpo de bomberos del municipio de Loja

Ubicación	Modelo	Marca	Cantidad
Vehículos de operación y rescate la institución	DGM-6100+	Motorola	9
	DGM-8500+	Motorola	1
Total	10 Radios móviles		

Los equipos de radio portátiles se los entregan a diferentes grupos dentro del personal del cuerpo de bomberos así como se observa en la tabla 7. Al igual que en los equipos portátiles estos equipos móviles vienen incorporados con un sistema de GPS lo cual permite localizar al personal bomberíl que está detrás de los equipos de comunicaciones. Las especificaciones técnicas de los equipos se las puede observar en los anexo B.5 y B.6.

Tabla 7. Equipos de radiocomunicaciones portátiles del cuerpo de bomberos del municipio de Loja

Ubicación	Modelo	Marca	Cantidad
Personal de operación y rescate de la institución	DGP- 6150+	Motorola	22
	DGP- 8550+	Motorola	15
Total	37 Radios portátiles		

La potencia de los equipos de comunicaciones ubicados en las estaciones fijas urbanas y repetidora no permiten que exista comunicación con la única estación que tienen al

momento en el sector rural que es la estación Vilcabamba, solo permiten la comunicación con la mayoría de zonas del sector urbano dejando prácticamente incomunicada a esta zona. Al momento la única forma de comunicación que existe entre Vilcabamba y las demás estaciones es vía acceso telefónico ya sea este celular o fijo y mediante internet ya que ésta cuenta con acceso internet en sus instalaciones.

En la actualidad los bomberos voluntarios de las parroquias rurales del cantón Loja no cuentan con ningún equipo de radiocomunicación en sus instalaciones por varios motivos: la cobertura de la señal de la estación repetidora ubicada en el cerro Huachichambo no cubre estas zonas, únicamente cubre el sector urbano; los bomberos voluntarios no cuentan con recursos propios para adquirir estos equipos por lo que dependen del cuerpo de bomberos del municipio de Loja para la adquisición de los mismos.

d.1.4.- Cobertura actual de las radiocomunicaciones

Al hacer uso el cuerpo de bomberos de la estación repetidora ubicada en el cerro Huachichambo para sus comunicaciones y la misma únicamente brindar cobertura al sector urbano dejando a la estación Vilcabamba, ocasiona una gran deficiencia en las comunicaciones. En la figura 5 se puede observar la situación actual de operación del cuerpo de bomberos, donde la estación repetidora tiene únicamente cobertura con las estaciones ubicadas en el sector urbano del cantón Loja. La estación Vilcabamba no tiene línea de vista con la estación repetidora ni con las demás estaciones debido a lo accidentado del terreno circundante entre cada una de estas.

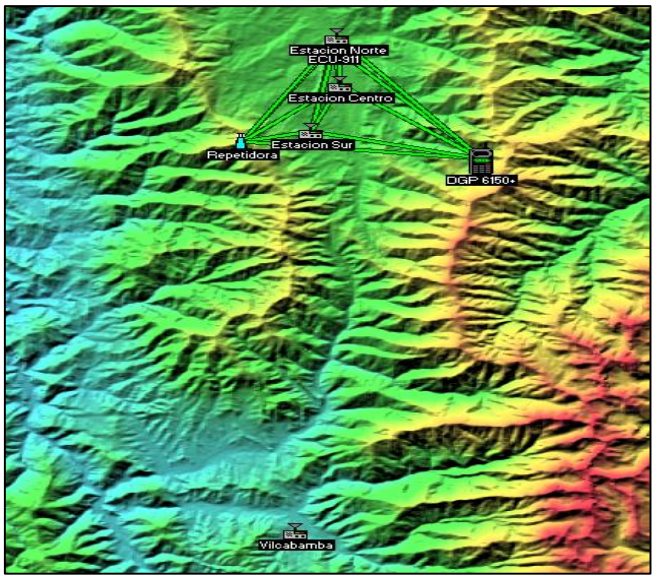


Figura 5. Situación de cobertura de radio actual del cuerpo de bomberos

La comunicación entre las estaciones del cuerpo de bomberos del municipio de Loja con los bomberos voluntarios de las parroquias rurales se la realiza mediante vía telefónica. Esta situación limita enormemente el trabajo de la institución ya que los tiempos de respuesta en el accionar del personal no son los mismos que al contar con equipos de radios de dos vías y en situaciones de emergencia se necesitan que se coordine en forma rápida las unidades para sofocar los siniestros y al estar en uso de telefonía celular fija o inalámbrica se pueden perder valiosos minutos que pueden ser de vital importancia, además que se debe disponer de cobertura telefónica en los sitios del flagelo que en la mayoría de los sectores rurales no existe.

El cuerpo de bomberos del municipio de Loja en cada una de sus instalaciones cuenta con un ancho de banda dedicado de acceso a internet como se observa en la tabla 8. El servicio de internet lo utilizan en diferentes actividades dentro de la institución, tales como: video vigilancia IP, portal de compras públicas, actualización de las páginas web de la institución, intranet, redes sociales, etc.

Tabla 8. Ancho de banda en cada una de las instalaciones del Cuerpo de Bomberos

Ancho de Banda	Instalaciones
6 Mbps	Estación Centro
2 Mbps	Estación Sur
2 Mbps	Estación Norte
2Mbps	Estación Vilcabamba
1 Mbps	Cerro Huachichambo

Anteriormente la estación centro contaba con un ancho de banda de 4 Mbps dedicados, la cual no era suficiente para el correcto funcionamiento de las 11 cámaras IP que tienen en la actualidad y así como los demás servicios de Internet que utilizan día a día, haciendo imposible monitorear en tiempo real las cámaras desde los ordenadores de la institución ya que las cámaras se colgaban a cada instante, por lo que se procedió a corregir el problema aumentando el ancho de banda a 6 Mbps con los cuales no han tenido problemas

al interior de la institución. La estación ubicada en el Ecu-911 utiliza el ancho de banda que tiene dicha institución en sus instalaciones.

En la figura 6 se puede observar la cobertura de radio de la estación repetidora así como los niveles de energía dispuestos en las distintas zonas geográficas circundantes a la misma. Se puede apreciar que existen distintos puntos donde no existe cobertura por lo accidentado del terreno, existe una mayor cantidad de cobertura en el sector urbano de la ciudad, por ende dejando a Vilcabamba sin cobertura e incomunicado.

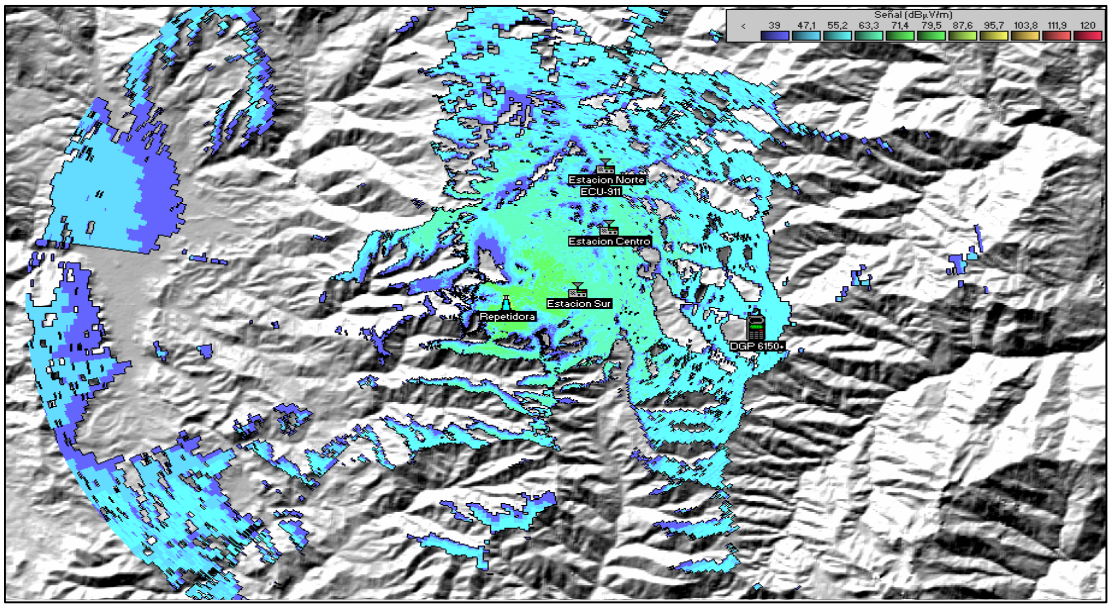


Figura 6. Cobertura de radio de la estación repetidora

La cobertura que brinda la estación repetidora para asegurar una buena calidad de la señal en recepción asegurando 38.5 dBu en cada uno de los acimuts trazados desde la estación repetidora se observan en la tabla 9.

Tabla 9. Cobertura estación repetidora

Cobertura estación repetidora												
Acimut (°)	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330
Distancia (Km)	19,88	13,60	12,84	11,80	11	15,60	11,30	9,60	19,90	20	6,71	5,60

Tomando en cuenta todo lo presentado hasta el momento es visible que las comunicaciones entre las estaciones del cuerpo de bomberos del municipio de Loja con los sectores rurales donde residen los bomberos voluntarios es precaria debido a la falta de equipos de comunicaciones y de cobertura de las estaciones transceptoras fijas, portátiles y móviles. El montar estaciones repetidoras en sitios estratégicos que tengan cobertura en la mayoría de las parroquias rurales resultaría sumamente costoso, sin contar los numerosos estudios de impacto ambiental, concesión de nuevas frecuencias de operación, adquisición de nuevos equipos repetidores, infraestructura para montar los mismos, etc. Una solución a este inconveniente son los sistemas basados en Radio sobre IP o RoIP los cuales permiten la comunicación entre las diferentes estaciones que tienen acceso a internet o a una red privada. Su funcionamiento principal consiste en la adquisición de un equipo RoIP que permite convertir las señales radioeléctricas a señales binarias permitiendo su envió a otro sector de la red donde desee comunicarse.

El cuerpo de bomberos es una institución de fin social que tiene recursos muy limitados por lo que debe aprovechar muy bien los recursos que dispone y al ser evidente la necesidad de que exista comunicaciones con los bomberos voluntarios de las parroquias rurales se debe de elegir un sistema que sea fiable y de bajo costo. Aprovechando el acceso que tienen a internet en todas las estaciones del cuerpo de bomberos se ha propuesto desarrollar el diseño de un sistema de comunicaciones de radio sobre IP para que exista la comunicación entre el cuerpo de bomberos del municipio de Loja con los bomberos voluntarios de las parroquias rurales.

d.2.- CAPÍTULO 2: Sistemas de radiocomunicaciones

d.2.1. Introducción

La necesidad del ser humano de estar comunicado a cada instante sin importar las distancias geográficas ha generado un hito en la historia, donde grandes personajes gracias a sus ideas y estudios lograron desarrollar los cimientos de los sistemas de comunicaciones que en hoy en día nos facilitan la forma en que nos comunicamos. Antes de la creación de los sistemas de radiocomunicaciones existieron algunas personalidades que gracias a sus estudios ahora todos ellos son posibles, entre ellos podemos citar al físico británico James Clark Maxwell quien en el año 1873 publicó números estudios teóricos sobre la propagación de ondas electromagnéticas llamado "Tratado en electricidad y magnetismo", años después de la muerte de Maxwell en 1887 fue el físico alemán Heinrich Hertz quien aplicó la teoría de Maxwell en un caso práctico de propagación de ondas electromagnéticas quien en su honor son llamas también ondas hertzianas [5]. En el año de 1897 el ingeniero Croata Nicola Tesla presenta la primera patente de un sistema de radio según lo registra la corte suprema de Estados Unidos en 1943 luego de varios años en la que se consideraba la invención de esta al ingeniero italiano Guillermo Marconi quien realizó la primera comunicación a largas distancias enviando señales de radio en código morse a través del canal de la mancha a una distancia aproximada de 3400 Km. [6].

Existen dos tipos de comunicación, estas pueden ser de utilizando medios alámbricos o inalámbricos. Los medios alámbricos utilizan un medio físico como canal de propagación para realizar la comunicación y los medios inalámbricos los dispositivos que intervienen en la comunicación hacen uso del espectro radioeléctrico como canal de comunicación mediante ondas radioeléctricas. La información que se envía atraviesa un sistema transductor ubicado dentro del equipo transmisor que radia una señal de radio mediante una antena generalmente omnidireccional incorporada al mismo a un medio inalámbrico de propagación denominado espectro radioeléctrico a una frecuencia determinada sea esta licenciada o no por algún ente regulador hacia la terminal receptora de radio que absorbe una cierta cantidad de energía presente en el medio mediante su antena incorporada al mismo.

Existen dos tipos de sistemas de radiocomunicaciones: privados y de explotación según la constitución ecuatoriana. Estos sistemas de radiocomunicaciones fueron ampliamente explotados en sus inicios por algunas empresas que ofertaban sus equipos a los diferentes sectores privados y públicos de la sociedad, ya que no solamente son capaces de enviar voz por dichos sistemas sino que son capaces de enviar cualquier tipo de señal. Estos sistemas de comunicaciones al no estar limitados a un medio físico de propagación permiten una amplia movilidad en los equipos dentro de la red, estos pueden ser fijos, móviles o portátiles abarcando así grandes zonas geográficas de cobertura. En la actualidad existen diferentes usos de los sistemas de radiocomunicaciones dependiendo del sector, entre los más comunes: televisión, radiodifusión, telefonía, radioaficionados, radios de dos vías.

d.2.2. El espectro radioeléctrico

Es el conjunto o agrupación de los diferentes tipos de ondas electromagnéticas u ondas hertzianas que se desplazan por el espacio a la velocidad de la luz en distintos rangos de frecuencias con un límite superior que convencionalmente se encuentra menor a los 3000 GHz. El espectro radioeléctrico es un recurso natural limitado que debe ser bien aprovechado para que exista el mayor número de usuarios operando a diferentes frecuencias con el menor número de interferencias entre cada una de ellas. Mediante él es posible transportar cualquier tipo de información hacia cualquier sector geográfico que requieran los servicios de telecomunicaciones. [7]

Según la ITU, el espectro radioeléctrico se divide en nueve bandas de frecuencias como se observa en la tabla 10, las mismas que son asignadas a diferentes tipos de servicios de telecomunicaciones según los planes de adjudicación de frecuencias de cada país.

Tabla 10. Bandas de frecuencias del espectro electromagnético

Número de la banda (N)	**Símbolos**	**Gamas de frecuencias**	**Designación métrica correspondiente**	**Abreviaturas métricas para las bandas**
4	VLF	3 a 30 KHz	Ondas miriamétricas	B. Mam
5	LF	30 a 300 KHz	Ondas kilométricas	B. Km

6	MF	300 a 3000 KHz	Ondas hectométricas	B. hm
7	HF	3 a 30 MHz	Ondas decamétricas	B. dam
8	VHF	30 a 300 MHz	Ondas métricas	B. m
9	UHF	300 a 3000 MHz	Ondas decimétricas	B. dm
10	SHF	3 a 30 GHz	Ondas centimétricas	B. cm
11	EHF	30 a 300 GHz	Ondas milimétricas	B. mm
12		300 a 3000 GHz	Ondas decimilimétricas	

Fuente: [8]

La Agencia de regulación y control de las telecomunicaciones (ARCOTEL) tiene a su cargo la elaboración del plan nacional de frecuencias donde se establece el uso del espectro radioeléctrico en el Ecuador en las diferentes bandas de frecuencias según los servicios de telecomunicaciones a utilizarse en él. Dicha agencia a su vez también recoge las recomendaciones que son elaboradas por ITU en el sector de las telecomunicaciones.

El cuerpo de bomberos hace uso del espectro radioeléctrico en la banda VHF mediante el servicio fijo y móvil terrestre utilizando equipos de radio de dos vías. La ARCOTEL en el plan nacional de frecuencias que se actualiza cada cuatro años siendo esta última en el año 2012 dispone que este tipo de sistema de dos vías sea únicamente explotado en las sub-bandas de frecuencias 148-149,9 MHz y 150,05 – 156,0125 MHz como se puede observar en la tabla 11.

Tabla 11. Cuadro de atribución de frecuencias para servicios de radio en la sub-banda 148 - 156,8125 MHz.

REGIÓN 2	ECUADOR	
Banda MHz	Banda MHz	Rango MHz Nota EQA (resumen): Servicio (Sistema/Uso)
148 - 149,9 FIJO MÓVIL MÓVIL POR SATÉLITE (Tierra-espacio) 5.209 5.218 5.219 MOD 5.221	**148 - 149,9** FIJO MÓVIL MÓVIL POR SATÉLITE (Tierra-espacio) 5.209 5.218 5.219	***148-149,9*** *EQA.25 : FIJO y MÓVIL (radio de dos vías); MÓVIL POR SATÉLITE (Tierra-espacio)*
149,9 - 150,05 MÓVIL POR SATÉLITE (Tierra-espacio) 5.209 5.224A RADIONAVEGACIÓN POR SATÉLITE 5.224B 5.220 5.222 5.223	**149,9 - 150,05** MÓVIL POR SATÉLITE (Tierra-espacio) 5.209 5.224A 5.220	***149,9-150,05*** *EQA.105 : MÓVIL POR SATÉLITE (Tierra-espacio)*
150,05 - 154 FIJO MÓVIL 5.225	**150,05 - 154** FIJO MÓVIL	***150,05-154*** *EQA.25 : FIJO y MÓVIL (radio de dos vías)*
154 - 156,4875 FIJO MÓVIL 5.226	**154 - 156,4875** FIJO MÓVIL 5.226	***154-156,0125*** *EQA.25 : FIJO y MÓVIL (radio de dos vías)* ***156,0125-156,4875*** *EQA.30: MÓVIL MARÍTIMO*
156,4875 - 156,5625 MÓVIL MARÍTIMO (socorro y llamada por LLSD) FIJO MÓVIL 5.111 5.226 5.227	**156,4875 - 156,5625** MÓVIL MARÍTIMO (socorro y llamada por LLSD) 5.111 5.226 5.227	***156,4875-156,5625*** *EQA.30: MÓVIL MARÍTIMO*
156,5625 - 156,7625 FIJO MÓVIL 5.226	**156,5625 - 156,7625** FIJO MÓVIL 5.226	***156,5625-156,7625*** *EQA.30: MÓVIL MARÍTIMO*
156,7625 - 156,7875 MÓVIL MARÍTIMO MÓVIL POR SATÉLITE (Tierra -espacio) 5.111 5.226 ADD 5.G110	**156,7625 - 156,7875** MÓVIL MARÍTIMO 5.111 5.226	***156,7625-156,7875*** *EQA.30: MÓVIL MARÍTIMO*
156,7875 - 156,8125 MÓVIL MARÍTIMO (socorro y llamada) 5.111 5.226	**156,7875 - 156,8125** MÓVIL MARÍTIMO (socorro y llamada) 5.111 5.226	***156,7875-156,8125*** *EQA.30: MÓVIL MARÍTIMO*

Fuente: [9]

d.2.2.1. Unión Internacional de Telecomunicaciones

Es un organismo especialista de la ONU en el campo de las TIC's conformado por varios sectores públicos y privados de la sociedad entre ellos: gobiernos, universidades, organizaciones, empresas, teniendo como función principal la creación de normas técnicas para la regulación y control de las telecomunicaciones a nivel internacional para que las tecnologías de información y comunicación sean de libre acceso en todos los

sectores de la sociedad en igualdad de oportunidades y condiciones. Esta organización está conformada por tres sectores [10]:

- Sector de las radiocomunicaciones (UIT-R).- Este sector es el encargado mediante la creación de normas técnicas la regulación y gestión del espectro radioeléctrico a nivel internacional para que el uso de este recurso limitado sea aprovechado por la mayor cantidad de servicios de telecomunicaciones permitiendo que estos puedan operar en el sin que exista ninguna interferencia en su explotación.
- Sector de Normalización (UIT-T).- Este sector es el encargado de normalizar las recomendaciones o normas técnicas creadas por diferentes grupos expertos de trabajo en diferentes ramas de las telecomunicaciones para que coexista interoperabilidad entre los diferentes protocolos, marcas y demás aspectos fundamentales referentes a la conectividad en las redes actuales y futuras de telecomunicaciones.
- Sector de Desarrollo (UIT-D).- Este sector es el encargado de promover el sector de las tecnologías de información mediante el fomento de nuevas políticas de liderazgo en diferentes sectores de la sociedad para reducir la brecha que se tiene actualmente al acceso a estas tecnologías.

d.2.2.2. Agencia de regulación y control de las telecomunicaciones

Todas las personas naturales o jurídicas que deseen explotar servicios de telecomunicaciones deben poseer un título habilitante que es otorgado por la ARCOTEL quien asigna a la operadora a una banda de frecuencias específicas según el plan nacional de frecuencias vigente para que puedan trabajar de manera eficiente y regulada dentro del territorio nacional evitando las interferencias de otras señales de radio, aprovechando así de mejor manera el espectro para que otras operadoras hagan uso del mismo. Esta agencia está encargada de administrar, controlar y regular todo tipo de servicios de telecomunicaciones que hagan uso del espectro radioeléctrico aprovechando así el mismo para que demás sectores de la sociedad puedan aprovecharlo.

d.2.2.3. Títulos habilitantes

Para hacer uso del espectro radioeléctrico y ofrecer servicios de telecomunicaciones se debe poseer un título habilitante emitido por la ARCOTEL, caso contrario los órganos competentes del estado intervendrán de manera sancionatoria al incumplimiento del mismo. En el artículo 37 de la ley orgánica de telecomunicaciones describe la normativa

correspondiente para la misma, dependiendo del servicio de telecomunicaciones existen tres tipos de títulos habilitantes, además la agencia determinará el valor de las concesiones dependiendo del servicio a explotar, de manera textual los títulos habilitantes mencionan los siguiente [11]:

- **Concesión:** Para servicios tales como telefonía fija y servicio móvil avanzado así como para el uso y explotación del espectro radioeléctrico, por empresas de economía mixta, por la iniciativa privada y la economía popular y solidaria.
- **Autorizaciones:** Para el uso y explotación del espectro radioeléctrico, por las empresas públicas e instituciones del Estado. Para la prestación de servicios de audio y vídeo por suscripción, para personas naturales y jurídicas de derecho privado, la autorización se instrumentará a través de un permiso.
- **Registro de servicios**: Los servicios para cuya prestación se requiere el Registro, son entre otros los siguientes: servicios portadores, operadores de cable submarino, radioaficionados, valor agregado, de radiocomunicación, redes y actividades de uso privado y reventa.

El cuerpo de bomberos es una institución manejada por el gobierno autónomo descentralizado del municipio de Loja, por tal motivo ellos deben hacen uso de concesiones de frecuencias para poder hacer uso del espectro radioeléctrico. Para la autorización de uso de frecuencias, el interesado debe presentar a la ARCOTEL una solicitud por escrito y cumplir con los requisitos de carácter legal, técnico y económico dispuestos en los formularios de la agencia. La duración del contrato tiene una duración de 5 años, además es posible hacer modificaciones técnicas en el transcurso del contrato.

d.2.3. Tipos de sistemas de radiocomunicaciones

Las radiocomunicaciones son todas aquellas comunicaciones que se realizan mediante la propagación de ondas de radio a través del espacio a distancias considerablemente lejanas al lugar de emisión de las mismas. Según el CONATEL hoy ARCOTEL el estado ecuatoriano reconoce dos tipos de sistemas de radiocomunicaciones [12]:

- **Privados:** Involucran todos aquellos sistemas de radiocomunicaciones que no tienen como fin el lucrar de la explotación del servicio sino que está dirigido específicamente a grupo de usuarios. Dentro de este grupo se puede encontrar a

organizaciones sociales que dedican sus esfuerzos a la sociedad, el cuerpo de bomberos es una de ellas.

- **Explotación:** Son todos aquellos sistemas de radiocomunicaciones que tienen como fin principal el lucrar de la explotación del servicio. Típicamente se pueden encontrar estaciones de radiofrecuencia, estaciones de televisión, etc.

El cuerpo de bomberos al ser una institución con fin social y humanitario se considera un sistema de radiocomunicación privada ya que no hace uso de la explotación de las frecuencias asignadas para su propio beneficio sino hacia la sociedad.

d.2.4. Tipos de servicios radioeléctricos

Entre los servicios más comunes que se encuentran en la actualidad podemos encontrar los siguientes [8]:

- **Servicios de radiocomunicación:** Son todos aquellos servicios de telecomunicaciones que se llevan a cabo mediante ondas de radio por el vacío para cualquier fin específico.
- **Servicio fijo:** Aquellos que se realizan entre estaciones fijas ubicadas en puntos determinados.
- **Servicio móvil terrestre:** Radiocomunicación entre estaciones móviles o entre estaciones móviles y fijas.
- **Servicio de radiodifusión:** Son todas las radiocomunicaciones que tienen como objetivo brindar servicios de telecomunicaciones a la sociedad, entre ellos televisión, radio, internet, etc.

El cuerpo de bomberos utiliza el servicio móvil y fijo terrestre ya que para que sus comunicaciones utiliza tanto equipos fijos como móviles.

d.2.5. Tipos de estaciones radioeléctricas

Una estación es aquella que está compuesta por todos los accesorios necesarios para brindar el servicio de radiocomunicaciones, entre ellos lo pueden conformar uno o varios equipos terminales de transmisión y/o recepción. Una estación conforma de manera general todos los elementos de radio que se encuentran dentro o fuera de las instalaciones, pueden ser móviles o fijas. Entre las estaciones típicas se encuentran las siguientes [8]:

- **Estación terrenal:** Este tipo de estación realiza radiocomunicaciones terrenales, es decir emplea elementos ubicados dentro de la atmosfera terrestre no emplea sistemas satelitales para la comunicación como es el caso de estaciones terrenas.
- **Estación fija:** Aquella que se encuentra ubicada en un sitio determinado.
- **Estación móvil:** Son aquellos que tienen como fin las radiocomunicaciones en sitios no determinados, es decir pueden comunicarse mientras se está en movimiento continuo.
- **Estación terrestre:** Aquellos equipos móviles que efectúan la radiocomunicación al estar fijos en sitio no determinado. Por ejemplo tenemos los equipos portátiles que utilizan las agencias gubernamentales, también son llamados walkie talkies.
- **Estación de base:** Es una estación ubicada en un sitio fijo determinado y realiza radiocomunicaciones con equipos del servicio móvil terrestre.
- **Estación móvil terrestre:** Es toda aquella estación móvil de radio ubicada dentro de un vehículo el mismo que puede estar en sitios geográficos diferentes no determinados.
- **Estación de radiodifusión:** Son todas aquellas estaciones que emiten ondas de radio de origen sonoro, es decir estaciones de radiofrecuencia.

El cuerpo de bomberos utiliza para sus comunicaciones diferentes tipos de estaciones terrenales, entre el ellas se pueden distinguir: estaciones fijas, estaciones terrestres y estaciones móviles terrestres.

d.2.6. Canal de radio y modos de explotación

Un canal de radio es aquel que está formado por un par de frecuencias, una de trasmisión y otra de recepción. Los equipos de radiocomunicaciones pueden comunicarse de distintos modos dependiendo del uso que se le quiera dar a los mismos, los modos de explotación son los siguientes [13]:

- **Simplex:** Este modo de comunicación permite a los equipos terminales de radio comunicarse en un solo sentido a la vez. Es decir no se pueden comunicar los dos al mismo tiempo sino hasta que uno haya acabado la comunicación.

- **Semidúplex:** Este modo permite a los equipos terminales de radio simplex realizar la comunicación con equipos terminales de radio dúplex. Es la comunicación típica de un equipo portátil de radio con una estación repetidora.
- **Dúplex:** Este modo permite realizar la comunicación en ambos sentidos al mismo tiempo. Es decir mientras se recibe una señal por un canal se trasmite al mismo tiempo por otro canal.

d.2.7. Características de los equipos de radiocomunicaciones

Todo proceso que conlleve a las radiocomunicaciones implica tres parámetros fundamentales: emisión de la señal, propagación de la misma y recepción de la misma; todo este proceso se lo realiza mediante la propagación de ondas de radio por el espectro radioeléctrico. Los equipos de radiocomunicaciones tienen distintas características técnicas según la empresa que la elabora o de los usos que se le quieran dar a los mismos, estas características son de vital importancia para operar de manera adecuada según las normas de la ARCOTEL [7]:

d.2.7.1. Parámetros de Emisión

Las emisiones de ondas radioeléctricas en los sistemas de trasmisión de radio tienen algunas características de importancia, entre las más importantes encontramos las siguientes:

- **Radiación:** Es la energía emitida por una fuente y se propaga por el aire en forma de ondas de radio. Según los niveles de potencia de la fuente esta pueden ser dos tipos: ionizante o no ionizante; esta primera debe ser regulada debido a los riesgos que conlleva a la salud al estar en contacto con la misma.
- **Clase de emisión:** Todo el conjunto de características que conllevan a la emisión de una señal de radio se consideran como clase de emisión, entre algunas características tenemos: modulación de la señal portadora, naturaleza de la señal de información, el tipo de servicio o información a trasmitir, se representa mediante un conjunto de símbolos que son normalizados. Para determinar la clase de emisión la ITU clasifica las señales de radiofrecuencia según una serie de características, las cuales se puede observar en las tablas 12-15.

Cada clase de emisión se basa en el tipo de emisión aquí no intervienen las características del aparato transmisor. La clasificación de la emisión tiene la forma AAAA12345, donde los símbolos AAAA indican la anchura de banda necesaria, 1 indica el tipo de modulación usada en la portadora principal, 2 indica el tipo de señal moduladora, 3 indica el tipo de información transmitida, 4 indica detalles prácticos de la información transmitida y 5 representa el método de multiplexación, los campos 4 y 5 son opcionales. Las emisiones radioeléctricas se las clasifican según la anchura de banda, clase de emisión y otras características adicionales que son opcionales, su representación se puede ver a continuación [7]:

1. La anchura de banda necesaria (ABN) se denota en los primeros cuatro símbolos (AAAA) compuestos en tres cifras y una letra. En la tabla 12 se puede observar algunos ejemplos.

Tabla 12. Representación normalizada del ancho de banda necesario

ABN	Código
11 KHz	11 K0
180,4 KHz	180 K
1,25 MHz	1 M25
10 MHz	10 M0

Fuente: [7]

2. La clase de emisión se representa mediante tres símbolos (123), estas describen las características esenciales de la emisión.

El primer símbolo (1) expresa el tipo de modulación de la portadora principal. En la tabla 13 se puede observar algunos ejemplos.

Tabla 13. Tipos de modulación de la portadora principal

Modulación	**Símbolo**
Ninguna (Onda continua)	N
Amplitud, doble banda lateral	A
Banda lateral única, portadora completa	H
Frecuencia	F

Fuente: [7]

El segundo símbolo (2) indica la naturaleza de la señal de información. En la tabla 14 se puede observar algunos ejemplos.

Tabla 14. Tipos de naturaleza de la señal moduladora

Señal moduladora	**Símbolo**
Ninguna	0
1 canal digital	1
1 canal analógico	3

Fuente: [7]

El tercer símbolo indica el tipo de información a transmitir. En la tabla 15 se puede observar algunos ejemplos.

Tabla 15. Tipos de información de la señal de información

Tipo de información	**Símbolo**
Ninguna	N
Datos	D
Fonía (Voz)	E
Video	F

Fuente: [7]

El tipo de emisión que tiene concesionado el cuerpo de bomberos con la ARCOTEL es el siguiente 11K0F3E, de lo anterior se puede concluir lo siguiente: Telefonía (Voz) de origen analógico con modulación en frecuencia, con un ABN de 11 kHz de las 12,5 KHz que asigna el estado para comunicaciones de voz y separación entre canales. Para calcular el ancho de banda necesario se utiliza la regla de Carson que sirve para calcular el mínimo ancho de banda utilizable al usar una modulación en frecuencia que dará como fin una señal de alta fidelidad y se describe mediante la siguiente ecuación:

$$\mathbf{B_T} = 2(\Delta f + f_m) \qquad (\mathbf{1})$$

, donde:

$\Delta\mathbf{f} =$ Máxima desviación en frecuencia, en este caso 2,5 KHz de desviación FM de transmisión.

$\mathbf{f_m} =$ Frecuencia de la señal modulante, en este caso 3 KHz de audio máximo modulante.

De la ecuación 1 se desprende que el ancho de bando necesario para una comunicación de voz con modulación FM es el siguiente:

$$\mathbf{B_T} = 2(2{,}5\text{KHz} + 3\text{KHz})$$
$$\mathbf{B_T} = 11 \text{ Khz}$$

- **Modulación:** Consiste en el proceso de hacer variar las características de una señal portadora (amplitud, frecuencia o fase) o de frecuencia mayor mediante una señal moduladora o de información que normalmente es de frecuencia mucho menor. En los sistemas de radio en dos vías el tipo de modulación más usado es el FM aunque también existen el AM y PM. El proceso inverso a la modulación se lo llama demodulación y consiste en extraer la señal moduladora de la señal ya modulada.
- **Potencia:** Se la clasifica según la clase de emisión de la siguiente manera :

    - **Potencia en la cresta de la envolvente o potencia de cresta (PEP o Px):** Valor medio de potencia que entrega la fuente transmisora a la antena que radia la misma, esto en condiciones de trabajo normales y durante un

período de trabajo, se toma el valor pico más alto de la onda moduladora durante el ciclo de trabajo del mismo.

- **Potencia media de la onda modulada (Pm o Py):** Valor medio de potencia que entrega la fuente transmisora a la antena que radia la misma esto calculado en condiciones de trabajo normales y durante un intervalo de tiempo adecuadamente extenso en comparación con el periodo que corresponde a la frecuencia más baja de la señal modulante.
- **Potencia de la portadora (Pc o Pz):** Valor medio de potencia que entrega la fuente transmisora a la antena que radia la misma en condiciones normales y durante un período de tiempo, en ausencia de modulación

- **Ancho de banda necesaria (ABN):** Se considera como el ancho de banda que es estrictamente necesario para asegurar que la transmisión de la información tenga la velocidad y calidad requeridas en condiciones especificadas.
- **Frecuencia asignada:** Se considera como la banda central de frecuencias asignadas a una estación transmisora.
- **Tolerancia de frecuencia:** Es la máxima desviación permitida entre la frecuencia asignada y una frecuencia de referencia a la misma.
- **Banda de frecuencias asignada:** Es la banda donde se encuentran el conjunto de frecuencias asignadas para operar dentro de una estación determinada. Esta banda es igual a la suma del ancho de banda necesario más el doble del valor absoluto del ancho de banda de tolerancia de frecuencia
- **Emisiones no deseadas:** Son todas aquellas emisiones que se producen a consecuencia normal del trabajo del equipo transmisor debido a las imperfecciones del mismo u ondas que son provocadas por otros equipos de radio. Para controlarlas se puede aplicar algunos filtros ya que son prácticamente imposibles de eliminarlas.
- **Polarización:** Las ondas electromagnéticas se desplazan según la orientación que la antena transmisora esté colocada según un plano de referencia, el más común se la considera la superficie de la tierra.

d.2.7.2. Parámetros de propagación

Una onda radioeléctrica que se propaga por el espacio sufre distintos fenómenos físicos mientras viaja por el mismo, entre ellos tenemos: reflexión, refracción, difracción, dispersión y absorción; esto se debe principalmente a la naturaleza del medio por el que viaja la señal, por la frecuencia en la que trabaja y como se encuentre polarizada la antena transmisora. Según la frecuencia se distinguen tres tipos principales de ondas [7]:

- **Ondas superficiales (OS):** Ondas que se desplazan por la superficie terrestre, se da particularmente a frecuencias menores de 30 MHz, siguen la curvatura de la tierra. Suele alcanzar 160 km durante el día, debido a atenuaciones en la superficie la señal va perdiendo su energía por ende menor distancia de recorrido.
- **Ondas ionoesféricas (OI):** Ondas tienen una reflexión en las capas de la ionosfera terrestre y se reflejan en la superficie terrestre desplazándose grandes distancias. Comprende frecuencias entre 3-30 MHz. La ionosfera comprende desde los 70 km sobre la superficie terrestre hasta la culminación de la atmosfera en aproximadamente 400 Km.
- **Onda espacial (OE):** La propagación de las señales de radio se produce en la troposfera, es decir, en las capas más bajas de atmosfera terrestre. La troposfera suele tener hasta 10 km de altura respecto a la superficie terrestre. Estas ondas comprenden a frecuencias mayores a los 30 MHz. Este tipo de propagación tiene tres sub modos:

    - **Onda directa (OD):** Siempre que haya línea visión directa entre el emisor y receptor.
    - **Onda reflejada (OR)**: La onda que se propaga entre el emisor y el receptor se refleja en la superficie terrestre.
    - **Ondas de multitrayecto (OM):** La onda que se propaga entre el emisor y el receptor se refleja en la superficie de las capas más bajas de la atmosfera.

En la figura 7 se puede observar las diferentes capas de la atmosfera terrestre, lugar por donde se desplazan las distintas ondas radioeléctricas.

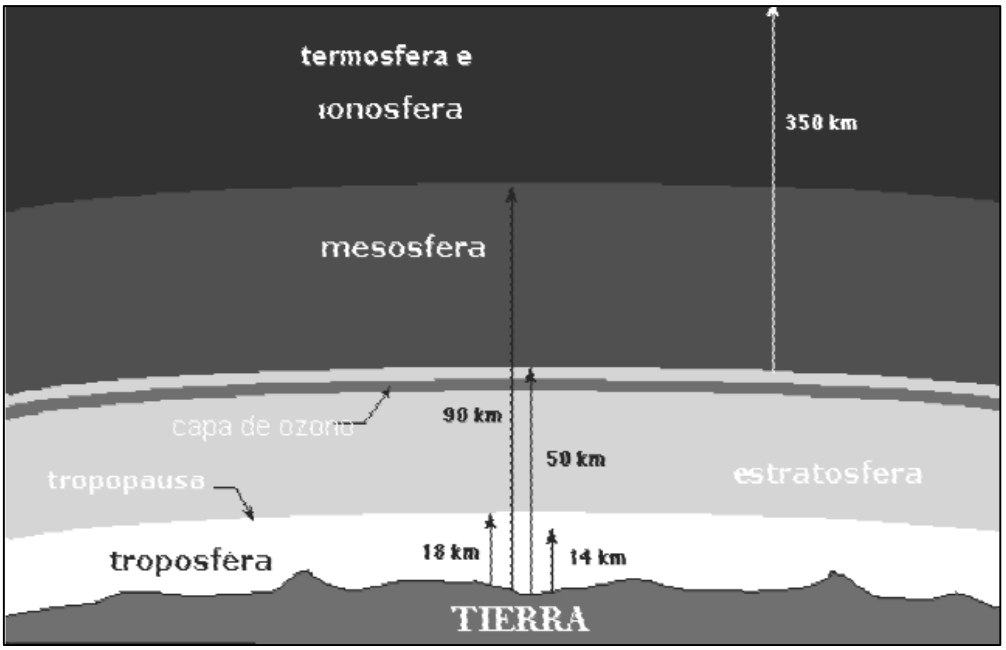


Figura 7. Capas atmosféricas de la tierra. Fuente: *[14]*

En la tabla 16 se puede observar las modalidades de propagación más comunes de las distintas bandas de frecuencias, así como los distintos tipos de servicios que se suelen usar en ellas.

Tabla 16. Modalidades de propagación para las diferentes bandas de frecuencias

Banda	**Modo de propagación**	**Alcance típico**	**Tiempo de disponibilidad**	**Utilización típica**
VLF	Guía – ondas tierra ionosfera		Todas las horas	Radionavegación. Servicio móvil marítimo.
LF	Onda de superficie	>1000 Km (sobre agua)	Todas las horas	Frecuencias patrón
MF	Onda de superficie Onda ionosférica	Distancias cortas (<100 Km) Distancias largas (>500 Km, sujeta a desvanecimiento)	Todas las horas Noche	Radiodifusión Radiodifusión

HF	Ondas ionosféricas (3-8 MHz) (3-12 MHz) (6-25 MHz) Onda superficie (3-30 MHz)	< 300 Km >500 Km >500 Km Distancias cortas (< 100 Km)	Día Noche Día Todas las horas	Servicio fijo Servicios móviles Radiodifusión
VHF	Onda espacial (troposférica) Dispersión ionosférica (f< 50 MHz)	Visión directa (50 Km) 2000 Km	Todas las horas	Servicios móviles Radiodifusión sonora y TV. Radionavegación Servicio fijo
UHF	Onda espacial (troposférica) Dispersión troposférica (f< 500 MHz)	Visión directa (40 Km) 600 Km		Servicio fijo (radioenlaces) Servicios móviles Radiodifusión Servicio fijo
SHF	Onda espacial (troposférica)	Visión directa (40 Km)		Servicio fijo (radioenlaces terrenales). Telecomunicación y radiodifusión por satélite. radionavegación

Fuente: [7]

d.2.7.3. Parámetros de recepción

El último aspecto fundamental de los equipos de radiocomunicaciones es la recepción de la señal de información que viaja en forma de ondas de radio. Algunas de las

características más importantes tenemos la intensidad de campo que recibe el equipo receptor como se detalla a continuación:

- **Intensidad de campo:** Existen dos clasificaciones:

    - **Intensidad de campo mínima utilizable:** Es valor mínimo de campo que permite obtener una señal con determinada calidad en el equipo receptor, dependiendo de las características de este último, entre ellas tenemos: sensibilidad del receptor, rendimiento antena, etc.
    - **Intensidad de campo utilizable:** Toma en cuenta el campo mínimo pero adicionalmente también las interferencias de las demás ondas de radio ocasionadas por otros equipos de transmisión. Para frecuencias superiores a 1 GHz la señal recibida se representa mediante (dBW o dBm) debido a que se utilizan típicamente antenas de apertura, y para frecuencias inferiores a 1 GHz se representa en (uV/m o dBu) debido a que a esas frecuencias se utilizan típicamente antenas lineales.

- **Interferencia:** Son aquellas señales electromagnéticas no deseadas que producen la alteración de la señal original en un sistema de radiocomunicaciones.
- **Condiciones de recepción:** La ubicación del equipo receptor es uno de los parámetros más importantes debido a que de ello se puede determinar la calidad de la información receptada, entre algunas condiciones se menciona las siguientes: ubicación del equipo receptor, tipo de trasmisión, banda de frecuencia utilizada, condiciones ambientales, etc.

d.2.8. Sistemas analógicos y digitales de radiocomunicaciones

El cuerpo de bomberos del municipio de Loja utiliza un sistema de radiocomunicación de dos vías o también llamado sistema de radiocomunicación convencional, dado esto de aquí en adelante me referiré específicamente a este tipo de sistemas caso se diga lo contrario. Al igual que cualquier otro sistema de comunicaciones los sistemas de radiocomunicaciones desde sus inicios utilizaban tecnología análoga, inclusive algunos equipos hoy en día aun la siguen utilizando, pero debido a los avances tecnológicos la tecnología digital ha ido ganando terreno debido a que provee de una gran mejora en

todos los sentidos respecto a su competidora. Algunas de las características más importantes de los equipos de digitales de radios de dos vías son:

- Mayor eficiencia espectral, es decir permite el envío de una tasa de información mayor o un número mayor de llamadas, es una medida que nos indica lo bien que se está aprovechando la banda de frecuencias utilizada y se expresa mediante [bps/Hz].
- Mejor calidad de voz, es posible tener una calidad superior a los análogos inclusive en los márgenes más alejados de su capacidad de recepción así como también en ambientes de ruido.
- Mayor duración batería, los equipos hacen uso de una menor cantidad de energía al momento de enviar una señal de radio por lo que consumen menor cantidad de esta.
- Privacidad en las comunicaciones, los equipos de radio digitales utilizan sistemas de encriptación lo cual hace que sea difícil escuchar lo que se está trasmitiendo aun así se tenga el conocimiento de la frecuencia de operación original.

Estas son solamente algunas de sus múltiples características que hace que los usuarios de radios de dos vías hacen preferir estos equipos respecto a los análogos.

d.2.8.1. Sistema de radios de dos vías análogos

El sistema analógico desde sus inicios ya hace aproximadamente un siglo ha manejado la tecnología analógica por lo que ha sido posible experimentar con los mismos numerosos experimentos que han determinado que esta tecnología ya ha alcanzado los límites máximos en cuanto a innovaciones respecta. Esta tecnología permite al momento un buen rendimiento de comunicaciones e inclusive algunos usuarios aun hacen uso del mismo pero en comparación con su competidor no ofrece las mismas ventajas como se señaló anteriormente.

Este tipo de sistema se ve gravemente afectado por las interferencias en las comunicaciones lo cual hace que la calidad original de la voz que se transmite vaya degradándose a medida que se propaga por el aire de manera que el receptor haga difícil la tarea de reconocer el audio original que se transmitió aún más cuando se encuentran dentro de los márgenes de operación este aspecto se vuelve aún más crítico. Los sistemas análogos como es común envían la información al inicio de una llamada, la misma que

es usada por el equipo receptor para decodificar la voz, esto significa que si alguien que se unió tarde a la comunicación no va a poder obtener la información de decodificación y por ende no va a poder entender la comunicación. Las características de estos equipos están limitadas prácticamente a las comunicaciones de voz, utilizan solamente el canal de radio asignado y el tipo de modulación más utilizado es el FM debido a que proporciona una mejor calidad de audio que AM y PM.

d.2.8.2. Sistemas de radio de dos vías digital

Los sistemas de radio digitales hacen el uso de las mismas características que los análogos pero con la diferencia que tienen múltiples mejoras incorporadas. La mayoría de los usuarios de radio analógicos necesitan algunas otras funcionalidades adicionales ya sea mayor volumen de canales disponibles, mejor calidad de audio entre otras que el sistema de radio digital permite. El sistema digital de radio permite un sinnúmero de características, entre las más importantes tenemos:

- Mejor uso de espectro, permite usar un solo canal de radio para múltiples comunicaciones al mismo tiempo aplicando modulación TDMA en algunos equipos. Acceso múltiple por división de frecuencia (TDMA) es un método de multiplexación más comúnmente utilizado en los equipo de radio digitales el cual permite subdividir un canal en dos subcanales virtuales lo cual optimiza las comunicaciones permitiendo dos llamadas al mismo tiempo en un solo canal.
- Costos más bajos en licencias y equipos, estos equipos dan la posibilidad la utilización de canales virtuales al tener modulación TDMA a 6,25KHz dentro de un canal licenciado de 12.5 KHz permite realizar dos comunicaciones al mismo tiempo al precio de un canal licenciado. Esto evita la necesidad de adquirir nuevos equipos repetidores para comunicar dos señales al mismo tiempo.
- Los equipos digitales de radio cuentan con un sistema de corrección de errores para reconstituir la voz lo cual permite una trasmisión mucho más grande respecto a la análoga. En ambos sistemas la señal se degrada de igual manera pero al contar con el sistema de corrección permite que la calidad de voz sea de óptima calidad al momento de receptarla.

Privacidad en la comunicación, los sistemas digitales permiten que la señal de decodificación sea transmitida muchas veces por segundo lo cual hace que los equipos

que se unan tarde a la comunicación puedan decodificar el mensaje en cualquier momento que unan a la llamada mediante la clave de encriptación.

Duración de la batería, al utilizar modulación TDMA con canal 6,25 KHz que utiliza dos canales virtuales independientes dentro de un canal de voz normal licenciado de 12,5 KHz permite hacer el uso de una sola transmisión lo cual ocupa la mitad de energía que un canal de radio.

d.2.9. Sistemas de radiocomunicaciones convencionales

Son sistemas de radio móviles privados (PMR) que permiten la comunicación entre una estación fija también llamada estación de despacho y las demás estaciones móviles que se encuentran dentro de los márgenes de operación del mismo. La comunicación se produce de manera instantánea entre las estaciones de la red, se suele hacer el uso de un canal de radio al presionar el botón PTT que se encuentra en cada uno de los equipos, todos los equipos por default se encuentran en modo de recepción y al presionar este botón se produce la comunicación y solo se lo podrá utilizar si el canal se encuentra desocupado. Trabajan en la banda VHF y las sub-bandas de frecuencia son asignadas según las agencias reguladoras en cada país. Los elementos que conforman un sistema de radiocomunicación convencional se observa en la figura 8, el proceso de comunicación se lo puede realizar de la siguiente manera: de manera directa entre equipos y de manera repetidor.

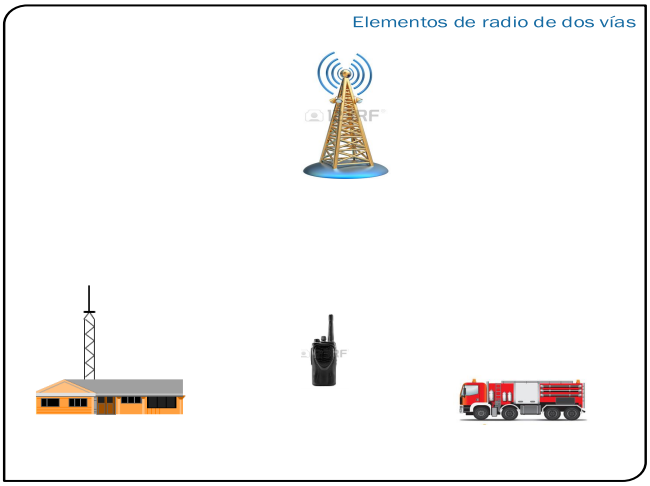


Figura 8. Elementos de radio de dos vías

- **Modo directo:** Los equipos móviles, portátiles y fijos pueden comunicarse entre sí de manera directa sin el uso de una estación repetidora que haga puente en las

comunicaciones. El alcance de las comunicaciones se encuentra limitado a la potencia de los equipos. Hacen el uso de una sola frecuencia para la comunicación es decir modo simplex. Todos los equipos deben estar configurados en modo directo para escuchar las conversaciones, en la figura 9 se puede observar la comunicación.

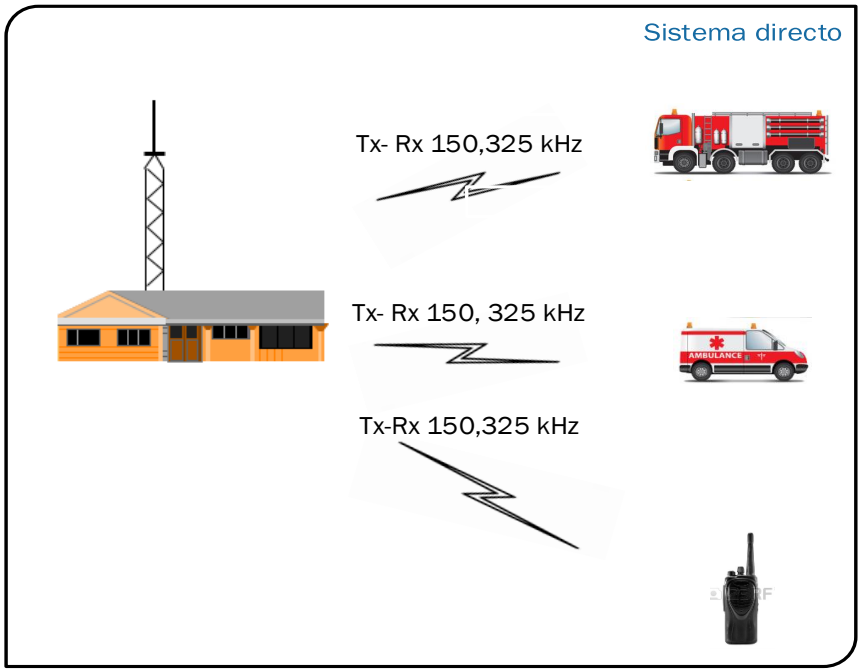


Figura 9. Comunicación en forma directa del sistema de radio en dos vías

- **Modo Repetidor:** Los equipos en sus comunicaciones hacen el uso de una estación intermedia repetidora que amplifica la señal original, ese sistema se lo suele llamar sistema básico de despacho. Suelen hacer el uso de un canal de comunicación es decir dos frecuencias de radio mediante modo semidúplex. La estación repetidora trabaja de manera dúplex, recibe una frecuencia y retransmite inmediatamente por otra, los equipos fijos y móviles traban de manera semidúplex. Todos los equipos deben estar configurados en modo repetidor para poder escuchar las conversaciones. Este es el modo más común de trabajo debido a que permite a todos estar enterados de las comunicaciones, en la figura 10 se puede observar la comunicación.

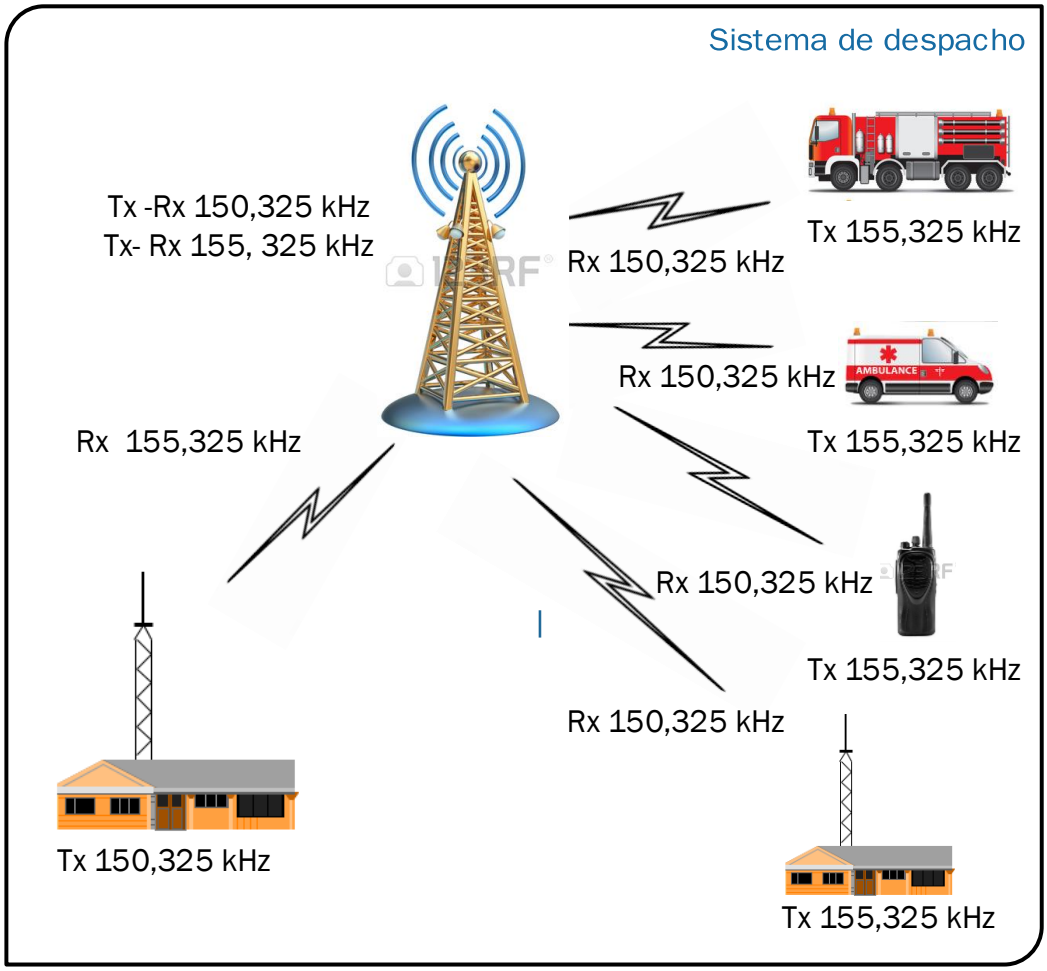


Figura 10. Sistema básico de despacho en sistema de radios de dos vías

Proceso de llamada

- Todos los equipos fijos, móviles y portátiles por default se encuentran en modo recepción y para proceder a realizar una llamada de voz se procede a presionar el botón PTT que tienen incorporados estos equipos.
- En caso de que un equipo dentro del circuito se encuentre transmitiendo se deberá esperar a que el canal se desocupe para proceder a utilizar el mismo.
- Los equipos fijos, móviles y portátiles se pueden comunicar de manera directa entre ellos sin hacer uso de una estación repetidora de modo simple haciendo el uso de una sola frecuencia, para ellos los equipos deben estar sintonizados en la misma frecuencia de operación
- Cualquier estación puede comunicarse con todas la estaciones del circuito mediante la estación repetidora haciendo uso de broadcast, es decir de manera simultánea para que todos ellos puedan estar enterados de la conversación. Todos

los equipos que intervienen en la comunicación deberán de la misma manera estar ubicados en el mismo canal para escuchar las conversaciones.

- La comunicación entre todas las estaciones se produce de manera instantánea.

En un sistema de comunicación convencional la asignación de canal es rígida, es decir se limita al uso de las frecuencias existentes en las comunicaciones y solamente se podrá ocupar hasta que esta se encuentre desocupada.

d.2.10. Sistemas de radio troncalizados

Este sistema es considerado la evolución de los sistemas de radiocomunicaciones convencionales, permite una eficiente utilización del espectro radioeléctrico mediante un controlador que asigna de manera dinámica canales disponibles para la comunicación de los equipos dentro de la red debido a que maneja un gran número de canales de comunicación. A diferencia de los sistemas convencionales donde la asignación de canales es manual los sistemas trunking se basan en protocolos de comunicaciones digitales siendo el estándar TETRA el de mayor difusión. Este entandar suele utilizar comúnmente utilizar la multiplexación TDMA técnica muy útil para mejor la capacidad de comunicación creando canales virtuales.

Este tipo de sistema permite la comunicación simultánea utilizando un gran número de canales virtuales dependiendo de la disponibilidad de los mismos, se encuentran agrupados por un número mayor de dos estaciones repetidoras lo que permite una gran área de cobertura, se suelen alcanzar coberturas extensas ya sean provinciales, regionales e incluso nacionales. TETRA es un estándar de comunicaciones privadas que permite la interconexión de sistemas abiertos, fue creado por el ETSI para que exista mayor seguridad y usos del espectro entre los sistemas de radio profesionales. Entre las características más importantes de estándar tetra tenemos las siguientes:

- Utiliza frecuencias muchos menores a las de telefonía móvil celular, así como también hace el uso de una menor cantidad de estaciones repetidoras para dar cobertura a grandes extensiones de terreno.
- En el caso de que las estaciones repetidoras fallaran, los equipos móviles son capaces de realizar comunicación de manera directa.
- Respecto al estándar GSM de telefonía móvil celular, este permite una mejor calidad de sonido ya que implementa mejores sistemas para ello.

- Hace un mejor uso del espectro radioeléctrico ya que todos los canales que se van desocupando vuelven a estar disponibles para que otros equipos los puedan utilizar, además permite hacer el uso de los modos semidúplex así como dúplex.
- Permite la comunicación e grupos de manera que si alguna organización necesita de sus servicios podrán contar con esta característica importante.
- Una de las características más importantes de TETRA es el nivel de seguridad que permite en las comunicaciones, encriptando la señal en todo el proceso y autentificando solo a los equipos que se destina la llamada.

El estándar permite la comunicación de voz y datos, las bandas de frecuencias que se utilizan en Ecuador para operar tetra son las siguientes: 806-811/ 851-855, 811-824/856-869, 896-898/935-937 y 902-904/932-934 MHz, en la figura 11 se pueden observar la forma de trabajo del estándar que tiene las siguiente interfaces:

- **Interfaz AIR IF:** permite la interoperabilidad entre equipos de distintos fabricantes.
- **Interfaz ISI**: Permite la interconexión entre distintas estaciones controladoras ubicadas en distintos sitios geográficos aumentando así el alcance de las comunicaciones.
- **Interfaz DMO**: Permite la intercomunicación de manera directa con otro equipo de radio en la red.
- **Interfaz PEI:** Permite la interconexión de datos.

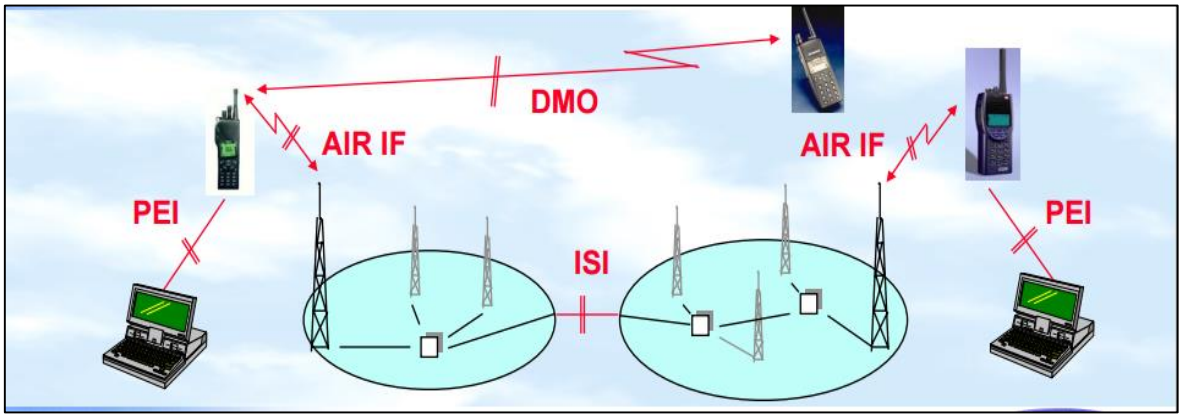


Figura 11. Estándar TETRA. Fuente: *[15]*

d.3.- CAPÍTULO 3: Radio sobre IP

d.3.1. Introducción

Las redes basadas en el protocolo de internet han venido creciendo de manera exponencial en las últimas décadas en gran medida debido al sin número de posibilidades que estas nos permiten al hacer uso de ellas, prácticamente la mayoría de servicios de telecomunicaciones utilizan sus redes basadas en IP ya que permiten la existencia de convergencia entre distintitos tipos de redes. Este tipo de redes se han convertido en un sector estratégico de los gobiernos y empresas de telecomunicaciones ya que mediante ellas es posible transportar cualquier tipo de información, un ejemplo de ello es RoIP que permite conectar el mundo RF con el mundo IP y entablar comunicaciones en cualquier parte del mundo usando la arquitectura ya existente de este tipo de redes. Todos los elementos que intervienen en la comunicación deben compartir una serie de normas o protocolos que permiten que la comunicación sea entendible.

d.3.2. Sistema RoIP

Un sistema RoIP permite el envío de señales de radio por redes IP existentes, esto se da mediante la interconexión de las interfaces de estos dos equipos: radio e informático. La convergencia de las redes IP permiten utilizar esta como plataforma de comunicación de cualquier tipo de datos no solamente de fonía. Los equipos de radio al estar conectados a una red basada en IP pueden acceder a múltiples servicios entre ellos: buzón de voz, interconexión con otros tipos de redes, posicionamiento GPS, entre muchos otros, esto también depende de las características de los equipos terminales.

Una red RoIP permite la expansión de una red de radiocomunicaciones en lugares remotos donde no exista cobertura de radio mediante redes existente basadas en IP evitando así la adquisición de costosos equipos de radiofrecuencia como sistemas repetidores. La cobertura de una red RoIP no tiene limitaciones ya que se puede mantener comunicaciones en cualquier parte del mundo siempre que se encuentren conectados mediante la misma red IP. Con RoIP un nodo de la red de radio habitualmente una estación fija, debe estar conectado mediante la interfaz de interconexión al equipo RoIP para enviar los datos mediante la red IP y a su vez este equipo de radio puede comunicarse con los demás equipos de radio que se encuentra dentro de los márgenes de cobertura del mismo.

El fundamento de la tecnología RoIP se basa en convertir las señales de audio y PTT de los sistemas de radio de dos vías en paquetes de datos IP las mismas que son enviadas por las redes IP existentes. El desafío de esta tecnología actualmente radica en trasmitir los datos en forma rápida y confiable hacia el lugar de destino. Como es normal el alcance de la cobertura de radio radica en las características de los equipos de radio y de factores medioambientales presentes. El esquema básico de un sistema RoIP se puede observar en la figura 12, en la misma intervienen equipos de radio así como cualquier terminal que tenga acceso a una red IP.

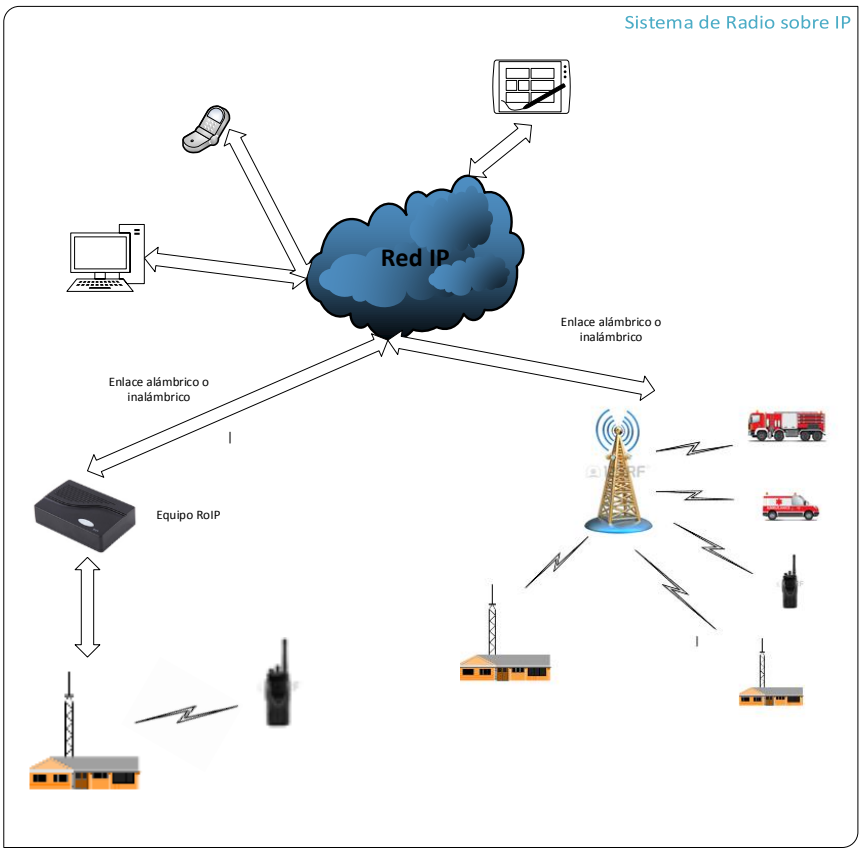


Figura 12. Sistema de radio sobre IP

RoIP es similar a VoIP pero adicionalmente considera dos aspectos fundamentales para la comunicación:

- **PTT:** Todos los equipos de radio vienen incorporados con esta función que permite al usuario al presionarlo realizar una llamada hacia otro u otros dispositivos de radio dentro de los márgenes de cobertura.
- **COR:** Esta función es fundamental en los equipos RoIP ya que mediante esta el aparato RoIP detecta si la señal que recibe proviene o no de un aparato de radio.

La gran mayoría de los terminales de radio no suelen contar con una salida COR y al suceder esto se suele utilizar la salida del equipo de radio llamada VOX (voice operated xmit). La interfaz del aparato de radio la gran mayoría de casos permite la interconexión con el equipo RoIP con un juego de cables que vienen por defecto en la adquisición del mismo.

Beneficios del sistema RoIP

Los beneficios al adquirir una red de este tipo son varias, entre las más importantes podemos citar las siguientes [16]:

- **Costos bajos:** Elimina la necesidad de adquirir nuevos equipos o infraestructura de radio debido a que los equipos RoIP utilizan las redes IP existentes para enviar la información. Además elimina el uso de líneas telefónicas o líneas arrendadas en cada estación de trabajo lo que implica una reducción de costos adicionales.
- **Mayor fiabilidad:** Al estar conectados los equipos de radio a una red IP proporciona una infraestructura resistente debido a que no tiene un único punto de falla en las comunicaciones.
- **Mayor interoperabilidad:** Las comunicaciones no están limitadas a equipos de radio ya que cualquier equipo que esté conectada a la red IP es capaz de estar enlazada a los sistemas de radio estos equipos pueden ser celulares, laptops, softphones, teléfonos, etc.

d.3.3. Protocolos usados en RoIP

Los sistemas RoIP no están normalizados por ninguna organización de telecomunicaciones, debido a esto hacen el uso de los protocolos de voz sobre IP (VoIP) que se basan en él envió de datos en tiempo real sobre redes basadas en IP. En la actualidad existen dos estándares que rigen las comunicaciones VoIP, ellos son: H.323 y SIP, cada uno tienes diferentes características y hace uso de distintos protocolos como e describe a continuación:

- **IP (Protocolo de Internet)**

Su propósito es de encaminar la información a su destino a través de los dispositivos de una red IP en forma de paquetes de datos (datagramas), los dispositivos que se encargan de encaminar se basan en la dirección destino que contiene el datagrama para así poder

elegir la mejor ruta al destino final en forma rápida. Este protocolo es independiente a los demás que trabajan en las capas adyacentes al mismo, trabaja en la capa de red del modelo OSI. Es un protocolo que se dedica a la transferencia de datos sin control de errores por lo que se considera un protocolo simple, la red más importante en la que trabaja este protocolo es en la red de Internet. El dispositivo que envía un datagrama IP no podrá saber si ha existido algún error en su envío debido a que no realiza ningún control de error, esta característica la realiza el receptor ya que en caso de haber existido alguno pide el reenvío del mismo al emisor.

- **UDP (Protocolo datagrama de usuario)**

Este protocolo trabaja en la capa de transporte del modelo OSI creando una interfaz sencilla para la entrega de datagramas entre la capa de red y las capas superiores en modo sin conexión es decir no necesita conocer el estado del receptor únicamente se encarga de enviar datagramas sin asegurar que este último reciba o no la información. Es ampliamente utilizado en aplicaciones que requieran que la información transmitida sea entregada de manera inmediata, las aplicaciones más comunes son voz y video ya que no se puede estar reenviando datagramas en el momento de recibir información errada por el retraso que se ocurriría en la red. Se dice que es un protocolo no confiable debido a que no garantiza la entrega de información al receptor, la información que envía puede tomar diferentes rutas y tomar diferente orden al momento de la llegar a su destino.

- **TCP (Protocolo control de transmisión)**

Al igual que UDP este protocolo trabaja en la capa de transporte del modelo OSI, brinda una interfaz entre la capa de red y las capas superiores, pero a su vez éste se encarga del envío de datagramas con grandes cantidades de información de manera confiable estableciendo una conexión con el destinatario para conocer si este último acepta la conexión y se procede al envío de datos, la recepción se da en el mismo orden que se enviaron los datagramas y sin errores. El receptor al momento de recibir el datagrama envía un mensaje de acuse recibo al receptor para que este finalice el envío de información y no se sature la red. Para la comunicación entre diferentes aplicaciones UDP y TCP utilizan puertos para llevar a cabo esta tarea.

- **RTP (Protocolo de transporte en tiempo real)**

Este protocolo trabaja en la capa de sesión del modelo OSI, se usa para la trasmisión de información (audio, video, datos) en tiempo real hacia el destino. Este protocolo es independiente a los demás, además se lo considera no fiable debido a que no garantiza la entrega y reenvío del datagrama. En una comunicación de voz y video es sumamente importante que los tiempos de envío de información sean rápidos, razón por la cual los datagramas se transportan usando UDP. En redes IP los datagramas UDP suelen tomar diferentes rutas para llegar hacía el destino de manera más rápida pero no garantizan que la entrega sea con la misma secuencia de origen y en aplicaciones de voz y audio esta característica es importante debido a que esto puede representar en una falla fácilmente detectable por el oído u ojo humano, es por ello que este protocolo registra dos mecanismos para el envío de información RTP que son:

e.1. **Número de secuencia:** Ayuda a reorganizar los paquetes al momento que se produzca un desorden en los mismos.

e.2. **Registro de tiempo:** Se usa para que los intervalos de tiempo de la señal destino sean sincronizados a las de origen, de manera que no existan cambios en los tiempos de voz y video recibidos.

- **RCTP (Protocolo de control de transporte en tiempo real)**

Al igual que RTP este protocolo trabaja en la capa de sesión del modelo OSI, se usa para la transmisión de paquetes de control en forma periódica a los usuarios que intervienen en la comunicación. Se envía en conjunto con RTP usando UDP, pero este último es el encargado de multiplexar estos dos, es decir los paquetes de información RTP y los de control RCTP. Este protocolo no contiene contenido de información (audio, video, datos) únicamente contienen información de control para el transporte del datagrama RTP.

- **Estándar H.323**

Creado por la ITU el cual agrupa un conjunto de protocolos que permiten que las comunicaciones de servicios audiovisuales se lleven a cabo sobre una red IP. Este estándar fue creado para la compresión y codificación de señales audiovisuales (sonido, imágenes y video) y su posterior envío por una red IP. El estándar no es fiable debido a que no garantiza la entrega de los paquetes y además estos se envían en modo sin conexión

es decir sin un acuerdo entre emisor y receptor. Entre algunos de los protocolos que utiliza este estándar encontramos:

- **RTP/RCTP:** Define la información del contenido y de control para el envío de la misma sobre una red IP.
- **H.225:** Describe aspectos importantes tales como: señalización de la llamada, el tipo de medio enviado (video, audio, datos), empaquetamiento entre tramas.
- **H.245:** Describe el proceso de negociación de canal y el proceso necesario para establecer una llamada.
- **H.235:** Describe la seguridad.
- **Q.931:** Protocolo de señalización para el inicio y terminación de llamadas.

El estándar H.323 define algunas unidades que usa para llevar acabo las comunicaciones:

- **Terminales H.323:** Como lo dice su nombre son terminales que permiten que se realice el proceso de comunicación audiovisual, pueden ser teléfonos, softphones, terminales de video, etc., aplica la norma de compresión de voz G.711, la norma de compresión de video H.263 y los protocolos H.245 y Q.931, aunque suele variar dependiendo del fabricante.

  Pasarelas: Permite la interconexión de la red IP con otro tipo de redes entre ellas: Redes telefónicas conmutadas (RTC), redes digitales de servicios integrados (RDSI), entre otras. Hace uso del protocolo Q.931 para el proceso de inicio y finalización de llamadas.
- **Controladores de acceso:** Se consideran como centros de gestión y registro de llamadas, tiene como funciones traducir las direcciones de acceso a las terminales IP vinculadas a un alias de ingreso, además mediante la gestión hace posible el establecimiento de una llamada, limitar el ancho de banda que se ocupa y así como la finalización de la llamada.
- **Unidades de conferencia multipunto (MCU), controlador multipunto (MC) y procesador multipunto (MP):** Estas unidades se encargan de gestionar datos, voz y video así como de gestionar las llamadas en conferencias multipunto. El MCU es configurado de manera virtual en algún software específico, el MP está encargado de gestionar la información hacia el destino y el MC gestiona los recursos de la red en cada nodo de la misma.

Para el establecimiento de una comunicación entre dos terminales se suelen abrir algunos canales TCP/UDP para que la conexión sea exitosa, el proceso es el siguiente [17]:

- Canal de transmisión del tren de audio mediante los protocolos UDP/RTP.
- Canal de recepción del tren de audio mediante los protocolos UDP/RTP.
- Canal de recepción de información de control de audio mediante los protocolos UDP/RTCP.
- Canal de transmisión de información de control de audio mediante los protocolos UDP/RTCP.
- Canal de transmisión de datos mediante los protocolos TCP/T.120. T.120 es una recomendación de la ITU que describe una serie de protocolos que se encargan de la gestión de las llamadas.
- Canal de recepción de datos mediante los protocolos por TCP/T.120.
- Canal de señalización de llamada.
- Canal de intercambio y control de la capacidad del terminal.
- Canal de registro y admisión con un controlador de acceso.

- **SIP (Protocolo de inicio de sesión)**

Es un protocolo que trabaja en la capa de sesión del modelo OSI desarrollado por grupos de trabajo del IETF, su objetivo es inicializar, mantener y finalizar sesiones en tiempo real en donde intervengan servicios multimedia (audio, video, datos) en redes IP. Es un protocolo cliente – servidor similar al protocolo HTTP, debido a que el usuario realiza una petición SIP al servidor, luego este asigna recursos para la conexión consultando en su base de datos para entablar la comunicación y luego de concluir finaliza la conexión.

El protocolo especifica tres tipos de servidores, aunque una misma entidad física puede realizar todas las funciones de manera interna, entre ellos tenemos:

- **Registradores:** Contienen registros de la ubicación de los clientes para luego poder determinar su ubicación al momento de inicializar una sesión.
- **Intermedios:** Este servidor es el encargado de retrasmitir las peticiones SIP hacía su destino haciendo el uso de otros servidores en caso de que sea necesario.
- **Retransmisores:** Permite mantener actualizada la base de datos de los servidores SIP para que si existiera algún usuario que se desplace a lo largo

de la red mantener actualizada la dirección final del mismo. Este tipo de servidor únicamente tiene la función de re-direccionar peticiones SIP hacía otros servidores.

SIP cuenta con una serie de mensajes que se intercambian los dispositivos y servidores dentro de la red para la comunicación, estos son 7 y se describen a continuación [17]:

- **INVITE:** Invita a un usuario de la red a participar en una sesión multimedia.
- **BYE:** Finaliza la sesión entre dos usuarios de la red.
- **OPTIONS:** Solicita información sobre la capacidad actual del usuario para formar parte de una sesión.
- **STATUS:** Se utiliza para mantener informados a los servidores sobre la señalización que se lleva a cabo.
- **CANCEL:** Se utiliza para cancelar la búsqueda de un usuario de la red.
- **ACK:** El usuario que recibe el mensaje envía un mensaje de confirmación al emisor informando que recibió la petición INVITE.
- **REGISTER:** Contiene información respecto a la ubicación del usuario dentro de la red.

Este protocolo hace uso obligatorio del protocolo IP para comunicarse con las capas inferiores, en las capas superiores los datos de información se envían mediante datagramas RTP/UDP y los datos de control y señalización mediante RCTP/UDP. Al utilizar las direcciones de los usuarios en sus servidores SIP y ayudarse en servidores DNS para la interpretación y localización de los mimos se dice que es un protocolo más sencillo que H.323.

El protocolo SIP tiene una fuerte tendencia hacia un mayor uso que el actual en redes de VoIP debido a las siguientes características [18]:

- Según su rendimiento, SIP reduce la cantidad de mensajes de control respecto a H.323 que requiere una mayor cantidad entre ellas. Además para entablar una sesión multimedia SIP necesita menos pasos por lo que la comunicación es más rápida que H.323.
- No existe compatibilidad entre los dos protocolos, pero los dispositivos multimedios en su gran medida suelen permitir ser configurados por los dos

protocolos en la mayoría de los casos. Es decir existe interoperabilidad entre los dos, pero no son compatibles.

- El protocolo SIP utiliza algoritmos más simples que H.323 por lo que consume menos recursos de memoria en la CPU de los servidores.

Debido a las características descritas SIP es el protocolo que viene marcando una gran tendencia en su uso en la actualidad y la tendencia es que su uso llegue a ocupar la mayoría de dispositivos en el futuro así como se puede observar en la figura 13.

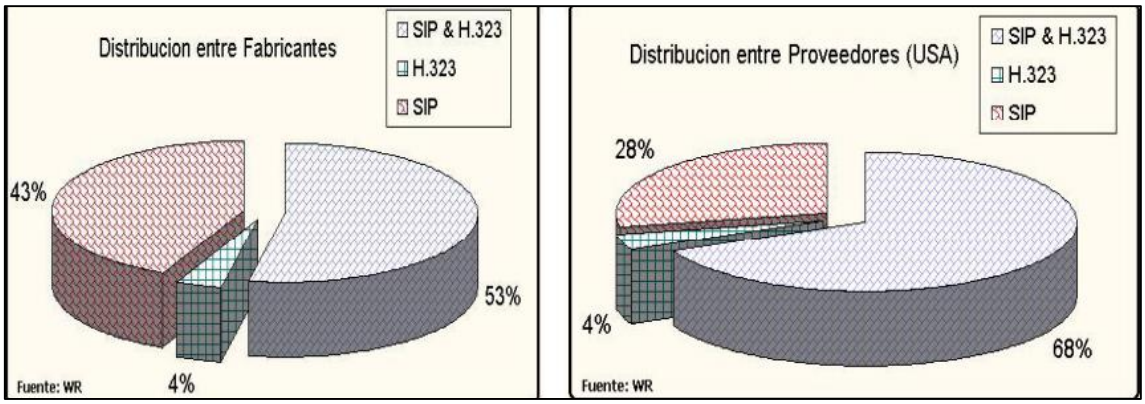


Figura 13. Protocolo SIP Vs H.323. Fuente: *[18]*

d.3.4. Codificadores

El objetivo principal de los codificadores es el de convertir una señal generalmente de origen analógico a una señal digital binaria que pueda ser enviada con una determinada calidad y velocidad por la red. El parámetro principal para la codificación es muestrear la señal analógica, para muestrear una señal se necesita utilizar una frecuencia de muestreo de mínimo el doble de la original para recuperar la señal original, entre mayor sea la calidad de la señal a necesitar mayor será la frecuencia de muestreo, luego de muestrear se procede a la cuantificación es decir digitalizar la señal asignando valores de unos y ceros a las diferentes amplitudes de la señal analógica original y por último se procede a codificar la señal utilizando un códec[2] específico.

La ITU normalizó una serie de técnicas de compresión de las cuales VoIP hace uso de las que se basan las redes IP así como se observa en la tabla 17. La cantidad de técnicas que

[2] Permite la compresión y descompresión de señales multimedios utilizando diferentes algoritmos para lograr la misma.

existen se deben a la necesidad de alcanzar algoritmos que reproduzcan con una mayor calidad la señal original a una menor compresión de la señal, entre otras.

Tabla 17. Técnicas de compresión estandarizadas por la ITU

Medio	Especificación	Compresión Voz	Velocidades
ATM	H.310/321	G.711, 728	16; 64 Kbps
IP	H.323	G.711,723.1, 729	5,3; 8; 64 Kbps
Ethernet	H.322	G.711, 728	16; 64 Kbps
POTS	H.324	G.723.1, 729	5,3; 8 Kbps
ISDN	H.320	G.711, 728	16; 64 Kbps

Fuente: [18]

Existen tres diferentes tipos de codificadores como se puede ver a continuación:

- **Codificadores de forma de onda:** Este tipo de codificador busca la representación de la forma de onda de la señal original de la manera más ajustada posible.
- **Codificadores de voz:** Llamados vocoders, se basan en el principio fundamental de la generación de la voz.
- **Híbridos:** Se basan en los dos tipos anteriores utilizando las mejores características de ellos para lograr mejor calidad en la voz y mejores tasas de compresión.

En la figura 14 se puede ver la clasificación de cada uno de los tres tipos de codificadores, cada uno de ellos utilizan distintos tipos de métodos de compresión como se detalla a continuación:

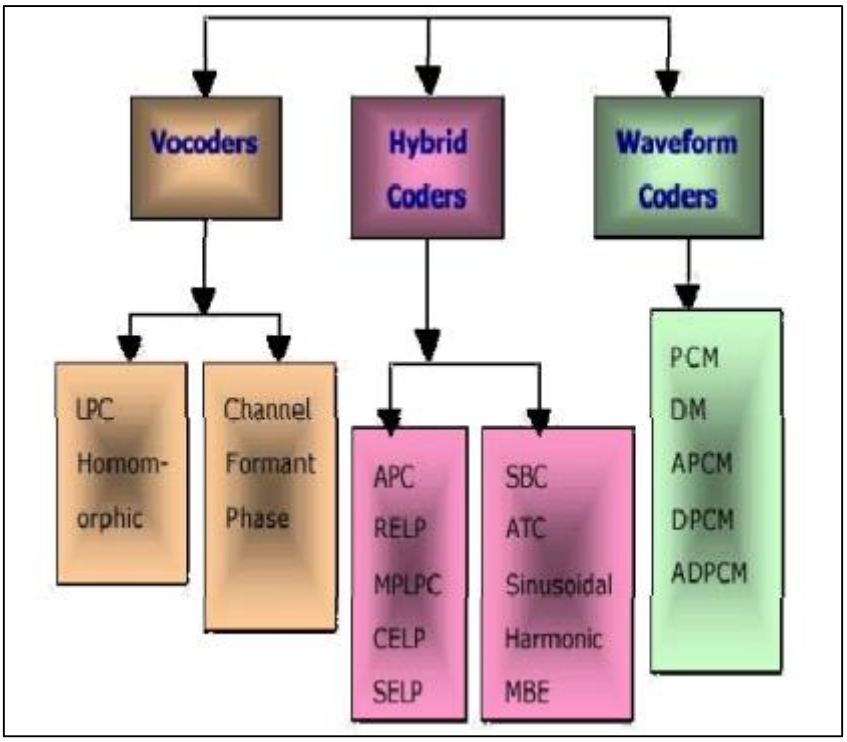


Figura 14. Clasificación de los codificadores de voz. Fuente: *[18]*

Métodos para compresión de voz

- **Codificación PCM:** Es uno de los algoritmos de codificación más simples que existen en cuanto se refiere a la voz, se suele utilizar este método de manera común en redes RTC y RDSI. Este algoritmo utiliza una frecuencia de muestreo fija de doble valor a la de la voz, es decir 8 kHz (2*4 kHz) lo cual representa 8000 muestras por segundo y luego se cuantifica cada muestra con un valor de 8 bits para representar las diferentes amplitudes de la señal analógica en forma digital, al cuantificar con 8 bits nos da la posibilidad de representar 256 (2^8) niveles de amplitudes diferentes de la señal original, pero estos valores no siempre van a ser los mismos que los originales y esto produce un error de cuantificación que produce un ruido en la señal de salida. La UIT establece el códec G.711 con una velocidad de señalización de datos 64 kbps de (8 kHz*8 bits) como norma para este método de codificación.

- **Codificación diferencial DPCM, ADPCM y ADM:** Este tipo de codificación se basa en observar la relación existente entre las muestras consecutivas y

únicamente codifica la diferencia existente entre ellas descartando las muestras que tienen una continua correlación.

La modulación DPCM utiliza un menor número de bits en la cuantificación y debido a esto ocupa un ancho de banda mucho menor para su transmisión. DPCM aprovecha la redundancia de las amplitudes de las muestras consecutivas que son idénticas transmitiendo únicamente la diferencia entre estas dos.

Codificación ADPCM es uno de los más usados en la actualidad que utiliza la codificación de forma de onda a 32 kbps lo que asemeja a la calidad de voz de las líneas telefónica de la redes RTC. Al igual que las demás modulaciones PCM utiliza una frecuencia de muestreo de 8 Khz pero la cuantificación cambia a 4 bits por muestra y transmite solamente las diferencias entre dos muestras sucesivas al igual que DPCM. ADPCM puede trabajar también con una tasa de cuantificación de 2 bits por muestra teniendo una tasa de transmisión de 16 kbps lo cual asegura un gran ancho de banda para transmisión.

En modulación ADM se predice el valor de una muestra futura tomando en consideración el valor de la muestra anterior pero al utilizar una taza de cuantificación menor a 2 bits por muestra la calidad de la señal decrece es decir a velocidad de transmisión menor a 16 kbps.

- **Codificación por síntesis:** Este método difiere a la codificación diferencial ya que no elimina las redundancias existentes entre las muestras sino que construye mediante su algoritmo sus propias muestras idénticas desde un punto de vista estadístico. Este tipo de codificación ofrece tasas de transmisión bajas pero con un retardo considerable, existen dos métodos principales:

    - **Codificación LPC:** Este método permite mediante su algoritmo de predicción tener una velocidad de transmisión 5.2 kbps mucho menor a la codificación diferencial. Consta de dos fases que corresponden a transmisión y excitación, en el proceso de transmisión sintetiza muestras mediante un sistema de generación de voz y el proceso de excitación se crea mediante una fuente de señal estocástica como es el ruido o de una fuente sinusoidal.

- **Codificación CELP:** La codificación es prácticamente similar a la codificación LPC pero en cambio el algoritmo de éste conlleva un mayor tiempo de procesamiento del CPU por lo que el retardo es mayor.

- **Codificación RPE-LTP:** Es un algoritmo ampliamente usado en comunicaciones de redes GSM para reducir la cantidad de datos que ingresan dentro de las estaciones móviles. La tasa de transmisión de datos es de 13 kbps pero la calidad de voz es bastante pobre respecto a los códecs más actualizados. Creado en 1990 pero en la actualidad tiene cierta vigencia en algunas redes debido a sus pocos requerimientos en memoria.

Los sistemas de codificación han ido en continua evolución por lo que han permitido reducir de manera drástica el ancho de banda necesario para su trasmisión, han mejorado en la calidad de voz y otros aspectos, en la tabla 17 se puede ver la mayoría de códecs utilizados en las redes de telecomunicaciones. El parámetro MOS establece una nota media de opinión que se basa en categorías: 1 = deficiente, 2 = mediocre, 3 = bastante bueno (medio), 4 = bueno, 5 = excelente, y se califica dependiendo de la calidad de voz y la tasa se transmisión utilizada como se observa en la figura 15.

Tabla 18. Tipos de codificadores en redes de telecomunicaciones

Codificador	Norma/ Recomendación	Velocidad binaria	Calidad vocal (MOS)	Retardo de codificador/ decodificador
PCfM temporal	G.711	64 kbit/s	4,2	125 µs
ADPCM temporal	G.726	32 kbit/s	4,0	300 µs
RPE-LTP Análisis-síntesis	ETSI – GSM 06-10	13 kbit/s	3,6	50 ms
CELP Análisis-síntesis	DD FS1016	4,8 kbit/s	3,5	50 ms
LD-CELP Análisis-síntesis	G.728	16 kbit/s	4,0	3 ms
CS-ACELP Análisis-síntesis	G.729	8 kbit/s	4,0	30 ms
MP-MLQ-ACELP Análisis-síntesis	G.723.1	6,3 y 5,3 kbit/s	3,9 a 3,7	90 ms
LPC paramétrico	DOD LPC10 FS1015	2,4 kbit/s	2,3	50 ms

Fuente: [17]

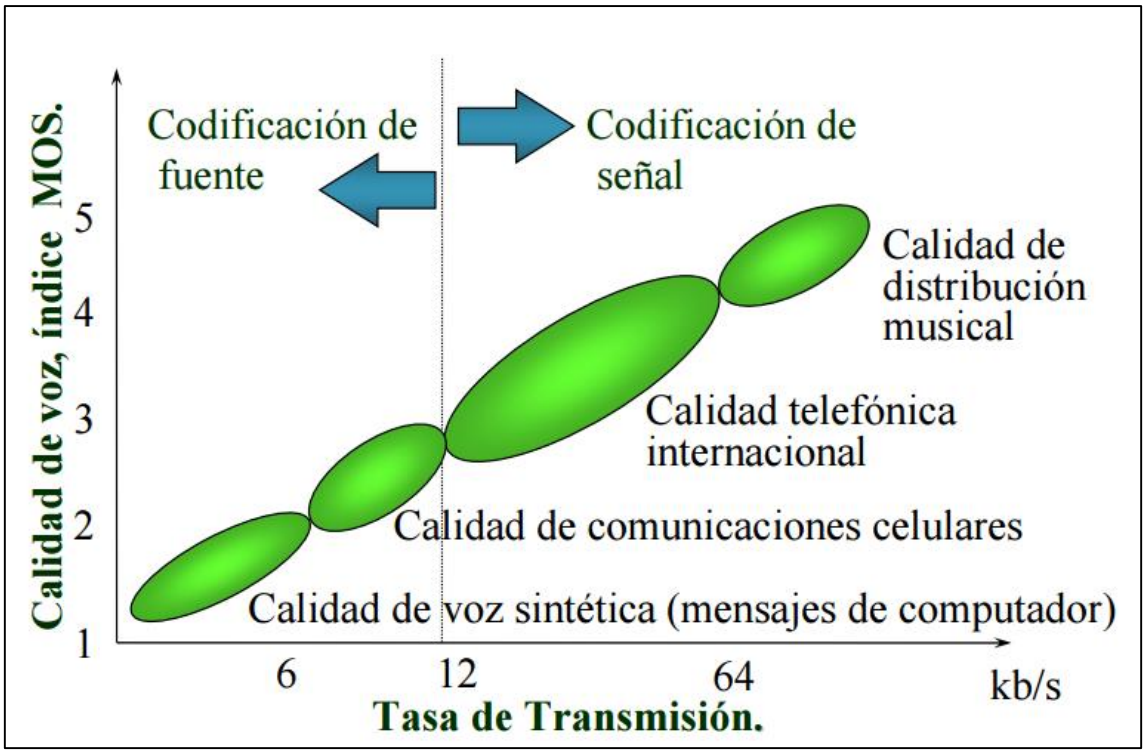


Figura 15. Parámetro MOS. Fuente: *[19]*

d.3.5. Características del sistema RoIP

A continuación se describirán algunas series de características que son de consideración al momento de diseñar un sistema RoIP [20]:

- **Red de datos:** Las redes IP deben manejar los siguientes protocolos y características dentro de la red:
  - TCP/IP, se usa para señales de control debido a que entrega un informe de llegada.
  - UDP/IP, se usa para enviar la voz debido a que ocupa menor ancho de banda.

Se requiere calidad de servicio para asegurar la entrega de los paquetes de audio a su destino final, algunos puertos de red pueden necesitar ser habilitados para el normal desarrollo de las comunicaciones, se debe administrar seguridad en la red.

- **Interfaz de radio**
  - RoIP no es un estándar de comunicaciones por lo que se basa en redes VoIP paras las comunicaciones.
  - Conexión serial desde el equipo de radio fijo hacia la interfaz del equipo RoIP.

- **Procesamiento de audio:** Se suelen utilizar distintos tipos de codificadores para llevar acabo el procesamiento, entre los más comunes tenemos:
  - Codificadores de forma de onda, reproducen la forma de la onda transmitida.
  - Vocoders, que reproducen el sonido de la voz no la forma de onda de la señal. Estos son diseñados específicamente para voz no para otro tipo de señal como tonos u otros.

- **Codificadores comunes de voz y de onda:** El proceso de codificar entre más de un códec se llama transcoding.
  - G-711. Estandarizado a 64 Kbps de ancho de banda con códec PCM.
  - G-726. Estandarizado entre 16-40 Kbps de ancho de banda con códec ADPCM.
  - G.723. Usa ancho de banda de 16 Kbps, usa códec de voz CELP.
  - G.729. Usa ancho de banda de 8 Kbps, usa códec de voz CELP.

- **Consideraciones iniciales de la red:** Redes públicas y privadas deben soportar
  - Multicast
  - Se asume un ancho de banda de 50 Kbps por canal de voz en el peor de los casos, dependiendo del códec.
  - Direcciones IP fijas
  - Ancho de banda dedicado o QoS
  - VLAN's no garantizan el ancho de banda
  - Se debe control el retraso en la transmisión
  - Se debe implementar firewall para seguridad
  - Protección contra virus y otros.

- **Implementación RoIP**
  - Realizar un inventario de todos los equipos de radio disponibles que permitan interconexión con los dispositivos RoIP.
  - Asegurar que las interfaces de los dispositivos de radio sean compatibles con los equipos RoIP, este paso comúnmente se lo realiza con los vendedores de los equipos.

- Una vez elegido el equipo se debe observar las condiciones actuales de la red IP para ver si pueden existir problemas de operación y una vez solucionados estos adquirir los equipos RoIP.
- Realizar un respaldo de la red existente.
- Una vez adquirido los equipos RoIP se procede a la configuración de cada una de las terminales.
- Una vez programada la red se procede a verificar que cumpla con todos los requisitos necesarios, ancho de banda.
- Proceder a instalar uno o dos equipos para asegurar el correcto funcionamiento, luego proceder a la instalación de los demás equipos de la red.

La tecnología RoIP llegará a ser el método más común de interconexión de sistemas de radio en el futuro cercano debido a la convergencia que permiten las redes IP hacía diferentes redes de comunicaciones existentes.

d.4.- CAPÍTULO 4: Diseño y simulación

d.4.1. Introducción

En este capítulo se describirá los componentes de la red que intervendrán en el diseño, el cálculo y simulación de la cobertura de propagación de radio de los equipos que se ubicarán en cada una de las parroquias rurales, la configuración de los equipos RoIP que se ubicarán en diferentes puntos de la red y el funcionamiento de la red a diseñar.

Dado que cada una de las parroquias rurales ocupa una considerable zona geográfica es necesario ubicar equipos de radio fijos así como equipos portátiles para que los bomberos voluntarios puedan estar comunicados ante cualquier situación. Los equipos de radio fijos que se ubicarán en cada una de las juntas parroquiales de las parroquias rurales estarán interconectados a un equipo informático denominado RoIP el mismo que se encargará de convertir las señales de audio analógico proveniente de los equipos de radio a señales digitales binarias para ser enviadas a todos los nodos conectados a la red IP del cuerpo de bomberos del municipio de Loja.

d.4.2. Descripción de los componentes de la red

Las estaciones del cuerpo de bomberos del municipio de Loja cuentan con los equipos de radio indicados en las tablas 4, 5, 6 y 7 las mismas que comprenden equipo repetidor, estaciones fijas, móviles y portátiles, de tal manera se utilizarán los equipos de las mismas características para el diseño de la red. Los equipos RoIP se los selecciono según sus características ya que se adaptan a las necesidades de comunicación de la red y debido a que no existen muchos proveedores que dispongan de otros equipos con las mismas características y a un precio bajo. Los equipos existentes son de la marca Motorola de la serie DGM - DGP y tienen las siguientes características:

Motorola DGM 6175

Figura 16. Repetidor Motorola DGM 6175. Fuente: *[21]*

Este equipo actualmente se encuentra instalado en el cerro Huachichambo y tienen la función de amplificar la cobertura actual del cuerpo de bomberos, se encuentra a una altura 2820 msm y la antena a 27 m de la misma. El equipo repetidor indicado en la figura 16 permite que la comunicación en dos vías se la realice en modo digital mediante TDMA lo cual dúplica el número de usuarios que utilizan un solo canal de voz licenciado de 12,5 kHz, aumenta la eficiencia de operación mediante la integración de voz y datos en el mismo equipo, la fuente de alimentación es interna por lo que ocupa menos espacio físico al no estar esta de manera externa, cuenta con leds de iluminación los cuales indican al usuario el modo de operación en la transmisión y recepción ya sea señal de tipo analógico o digital, permite integración de servicio de mensajería de texto y de localización mediante GPS. Algunas de las especificaciones técnicas del equipo en la banda VHF se la puede observar en la tabla 19 y el total de especificaciones se la puede observar en el anexo B.1.

Tabla 19. Especificaciones de equipo repetidor DGM 6175 en la banda VHF

Especificación	Descripción
Salida RF típica	Potencia máxima de transmisión de 45 W en la banda VHF.
Frecuencia	En la banda VHF es posible trabajar dentro del rango de frecuencias 136-174 MHz.
Espaciamiento de canal	Para que no exista distorsión en las comunicaciones el equipo permite espaciamiento de 6.25 kHz / 12.5 kHz.
Sensibilidad	El equipo permite trabajar dentro de umbrales de energía en recepción lo cual determinada la calidad de la misma. Los valores típicos de umbral de recepción es de 0.3 uW.
Modulación	El equipo trabaja en modo analógico y digital, utiliza FM con espaciamiento de canal y clase de emisión (12.5 kHz - 11K0F3E y 25 kHz -16K0FE) y 4FSK (12.5 kHz solo datos - 7K60FXD 12.5 kHz voz y datos - 7K60FXE), de manera respectiva.

Motorola DGM 6100/6100+

Figura 17. Estación Motorola DGM 6100/6100+. Fuente: *[22]*

Este equipo se encuentra ubicado en las estaciones del cuerpo de bomberos, la antena se encuentra ubicada a una altura de 15 m sobre el terreno en cada una de las mismas. El equipo de radio indicado en la figura 17 puede trabajar como estación fija o estación móvil dependiendo de los requerimientos. Este tipo de equipo cuenta con un sistema GPS lo cual permite estar monitoreando su ubicación en cualquier momento. Utiliza TDMA lo cual permite optimizar el canal de voz de 12.5 kHz duplicando el mismo para comunicaciones simultaneas. Permite el envío de mensajes de textos cortos con un teclado que se puede adquirir adicionalmente al equipo. En la tabla 20 se observa algunas de las características más importantes del equipo y en el anexo B.3 se puede ver la hoja de especificaciones del equipo.

Tabla 20. Especificaciones de equipo DGM 6100 en la banda VHF

Especificación	Descripción
Salida RF típica	Potencia máxima de transmisión de 45 W en la banda VHF.
Frecuencia	En la banda VHF es posible trabajar dentro del rango de frecuencias 136-174 MHz.
Espaciamiento de canal	Para que no exista distorsión en las comunicaciones el equipo permite espaciamiento de 12.5 kHz/ 25 kHz.

Sensibilidad	El equipo permite trabajar dentro de umbrales de energía en recepción lo cual determinada la calidad de la misma. Los valores típicos de umbral de recepción es de 0.3 uW.
Modulación	El equipo trabaja en modo analógico y digital, utiliza FM con espaciamiento de canal y clase de emisión (12.5 kHz-11K0F3E y 25 kHz-16K0FE) y 4FSK (12.5 kHz solo datos: 7K60FXD y 12.5 kHz voz y datos: 7K60FXE)

Motorola DGM 8500/8500+

Figura 18. Estación Motorola DGM 8500/8500+. Fuente: *[23]*

La institución cuenta con un equipo de estas características ubicado en la estación Vilcabamba a una altura sobre el terreno de 15m, además en este diseño se lo utilizará para cada una de las parroquias rurales. El equipo DGM 8500 que se observa en la figura 18 es la versión mejorada del equipo DGM 6100 que ya está descontinuado, agrega mejoras con el vocoder AMBE+2 que permite una mejor compresión de la señal a una mejor calidad de audio permitiendo trabajar en ambientes de alto ruido, la pantalla es amplia a colores, permite la integración de voz y datos, cuenta con un sistema GPS que le permite al usuario saber la ubicación del mismo en todo momento, cuenta con un sistema de bluetooth. Este equipo al igual que el DGM 6100 permite ser instalado como estación fija o estación móvil dependiendo de los requerimientos del usuario. En la tabla 21 se observa algunas de las características más importantes del equipo y en el anexo B.4 se puede ver la hoja de especificaciones del equipo.

Tabla 21. Especificaciones de equipo DGM 8500 en la banda VHF

Especificación	Descripción
Salida RF típica	Potencia máxima de transmisión de 45 W en la banda VHF.
Frecuencia	En la banda VHF es posible trabajar dentro del rango de frecuencias 136-174 MHz.
Espaciamiento de canal	Para que no exista distorsión en las comunicaciones el equipo permite espaciamiento de 12.5 kHz/ 25 kHz.
Sensibilidad	El equipo permite trabajar dentro de umbrales de energía en recepción lo cual determinada la calidad de la misma. Los valores típicos de umbral de recepción es de 0.22 uW.
Modulación	El equipo trabaja en modo analógico y digital, utiliza FM con espaciamiento de canal y clase de emisión (12.5 kHz-11K0F3E y 25 kHz-16K0FE) y 4FSK (12.5 kHz solo datos: 7K60FXD y 12.5 kHz voz y datos: 7K60FXE)

Motorola DGP 6150+

Figura 19. Equipo portátil DGP 6150. Fuente: *[24]*

La institución cuenta con varios equipos de este modelo repartidos entre el personal de las diferentes estaciones, se lo usa para labores de trabajo externo donde exista constante movilización. El equipo portátil que se observa en la figura 19 viene incorporado con GPS lo cual permite al usuario controlar la ubicación del mismo en todo momento,

permite duplicar la capacidad del canal de voz de 12kHz ya que usa TDMA creando dos canales virtuales en un mismo canal de voz, permite una mayor calidad de voz comparado con los equipos de radio analógicos debido a que utiliza el vocoder AMBE+, estas y otras características se pueden observar en la tabla 22 y en el anexo B.5 se puede ver la hoja de especificaciones del equipo.

Tabla 22. Especificaciones equipo DGP 6150+ en la banda VHF

Especificación	Descripción
Salida RF típica	Potencia de transmisión hasta 5 W en la banda VHF.
Frecuencia	En la banda VHF es posible trabajar dentro del rango de frecuencias 136-174 MHz.
Espaciamiento de canal	Para que no exista distorsión en las comunicaciones el equipo permite espaciamiento de 12.5 kHz/ 25 kHz.
Sensibilidad	El equipo permite trabajar dentro de umbrales de energía en recepción lo cual determinada la calidad de la misma. Los valores típicos de umbral de recepción es de 0.35 uW.
Modulación	El equipo trabaja en modo analógico y digital, utiliza FM con espaciamiento de canal y clase de emisión (12.5 kHz-11K0F3E y 25 kHz-16K0FE) y 4FSK (12.5 kHz solo datos: 7K60FXD y 12.5 kHz voz y datos: 7K60FXE)

Motorola DGP 8550

Figura 20. Equipo portátil DGP 8550+. Fuente: *[25]*

La institución bomberíl cuenta con algunos equipos de este modelo, los mismos que son asignados a diferentes grupos del personal de la misma. El equipo DGP 8550+ que se observa en la figura 20 es la versión mejorada del equipo DGM 6150+ que ya está descontinuado, por lo que se utilizará este equipo para cada una de las parroquias rurales, agrega mejoras en la calidad de voz con el vocoder AMBE+2, la pantalla es amplia a colores, permite la integración de voz y datos, cuenta con un sistema GPS que le permite al usuario saber la ubicación del mismo en todo momento. En la tabla 23 se observa algunas de las características más importantes del equipo y en el anexo B.6 se puede ver la hoja de especificaciones del equipo.

Tabla 23. Especificaciones equipo DGP 8550 en la banda VHF

Especificación	Descripción
Salida RF típica	Potencia de transmisión hasta 5 W en la banda VHF.
Frecuencia	En la banda VHF es posible trabajar dentro del rango de frecuencias 136-174 MHz.
Espaciamiento de canal	Para que no exista distorsión en las comunicaciones el equipo permite espaciamiento de 12.5 kHz/ 25 kHz.
Sensibilidad	El equipo permite trabajar dentro de umbrales de energía en recepción lo cual determinada la calidad de la misma. Los valores típicos de umbral de recepción es de 0.3 uW.
Modulación	El equipo trabaja en modo analógico y digital, utiliza FM con espaciamiento de canal y clase de emisión (12.5 kHz-11K0F3E y 25 kHz-16K0FE) y 4FSK (12.5 kHz solo datos: 7K60FXD y 12.5 kHz voz y datos: 7K60FXE)

Antena 4 dipolos DB224

Figura 21. Antena 4 dipolos DB224. Fuente: *[26]*

Este tipo de antena es utilizado por la institución para la estación repetidora y para las estaciones fijas, además se la utilizará para el acoplamiento de cada una de las estaciones base de las parroquias rurales. Esta antena posee 4 dipolos plegados como se observa en la figura 21 ubicados a radiales de 90° lo cual permite una ganancia de 6 dBi o los mismos se lo pueden ubicar de manera colineal para una ganancia de 9 dBi. La hoja de especificaciones se puede observar en el anexo B.2.

RoIP 102

Figura 22. Equipo RoIP 102. Fuente: *[27]*

Este equipo se lo utilizará en cada una de las instalaciones de los bomberos voluntarios en las parroquias rurales y en las estaciones del cuerpo de bomberos de la ciudad de Loja. El equipo que se observa en la figura 22 permite la interconexión de una estación fija de radio para la conversión de la señal de radio analógico a una señal de datos digital y posterior envió mediante una red IP. Consta con interfaces de conexión para diferentes dispositivos además cuenta con leds que indican el estado del equipo, estas y otras

características se pueden observar en la tabla 24 y en el anexo C.1 se puede ver la hoja de especificaciones del equipo. Dispositivo de alta calidad operativa fabricado por la empresa DBL Technology líder en el desarrollo y ventas de soluciones de VoIP en el mercado mundial.

Tabla 24. Especificaciones equipo RoIP 102

Especificación	Descripción
Protocolos	Este dispositivo trabaja con el protocolo SIP V2, pero soporta los siguientes: H.323 V4, SIP (RFC3261) TCP/UDP/IP, RTP/RTCP, HTTP, ARP/RARP, ICMP, DNS, DHCP, NTP, TFTP, TELNET, PPPoE
Interfaces	Incorpora dos interfaces Ethernet de 10/100 Mbps para los puertos LAN y WAN. Permite la interconexión con un equipo de radio fijo.
Códec	Permite algunos tipos de códec: GSM, G.723.1, G.711 a&u, G.729 A, G.729AB.
Ítems incluidos	Cable adaptador PTT, adaptador AC/DC con entrada de 110/220VAC y salida 12VDC a 1A, cable Ethernet.

RoIP 302M

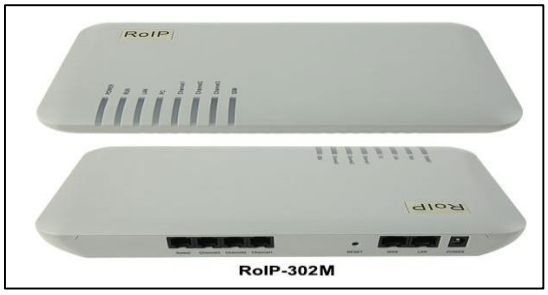


Figura 23. Equipo RoIP 302M. Fuente: *[28]*

Este equipo se lo utilizará en las instalaciones la estación centro del cuerpo de bomberos del municipio de Loja debido a que hace la función de servidor dentro de la red. El equipo que se observa en la figura 23 viene incorporado con tres interfaces de conexión PPT es

decir permite la interconexión de tres equipo de radio fijos en él, cuenta con un módulo GSM para telefonía celular y dos interfaces RJ- 11 para telefonía fija, maneja hasta doce dispositivos RoIP 102 dentro de la red, estas y otras características se pueden observar en la tabla 25 y en el anexo C.2 se puede ver la hoja de especificaciones del equipo.

Tabla 25. Especificaciones equipo RoIP 302

Especificación	Descripción
Protocolos	Este dispositivo trabaja con el protocolo SIP V2. Pero soporta los siguientes: H.323 V4, SIP (RFC3261) TCP/UDP/IP, RTP/RTCP, HTTP, ARP/RARP, ICMP, DNS, DHCP, NTP, TFTP, TELNET, PPPoE
Interfaces	Incorpora dos interfaces Ethernet de 10/100 Mbps para los puertos LAN y WAN. Permite la interconexión de hasta 3 equipos radio base.
Servidor	Este equipo realiza las funciones de un servidor SIP dentro de la red lo cual permite realizar las comunicaciones de voz dentro de la red IP. Maneja hasta 12 RoIP 102.
Códec	Permite algunos tipos de códec: GSM, G.723.1, G.711 a&u, G.729 A, G.729AB.
Ítems incluidos	3 cables adaptadores PTT, adaptador AC/DC con entrada de 110/220VAC y salida 12VDC a 1A, cable Ethernet.

Firewall VPN Cisco RV110W Wireless – N

Figura 24. Equipo router Cisco RV110W. Fuente: *[29]*

El Firewall VPN Cisco RV110W Wireless-N indicado en la figura 24 ofrece conectividad a Internet para pequeñas y medianas empresas de manera sumamente segura, simple y asequible. Brinda conectividad cableada Fast Ethernet y punto de acceso 802.11n de alta velocidad lo cual permite mayor movilidad dentro del entorno de trabajo. Brinda características en seguridad muy importantes para la empresa que disponga de sus servicios con una configuración sumamente sencilla gracias a la incorporación de firewall incorporado con normas de acceso comprobadas. Permite configuración de QoS lo cual hace que optimice el ancho de banda según el tráfico que circula por la red. Permite la separación de los distintos tráficos dentro de la red mediante la creación de VLAN's, permite VPN con IPSEC y PPTP lo cual proporciona un acceso sumamente seguro, además es totalmente compatible con IPv6, lo cual permite que se adapte a nuevas tecnologías. En la tabla 26 se pueden observar las características más importantes del equipo y en el anexo C.3.

Tabla 26. Especificaciones equipo Firewall VPN Cisco RV110W Wireless – N

Especificación	Descripción
Routing	Routing estático, dinámico (RIP 1 y 2), routing entre VLAN's.
Red	Servidor de Protocolo de configuración dinámica de host (DHCP), Protocolo punto a punto sobre Ethernet (PPPoE), Protocolo de túnel punto a punto (PPTP), Protocolo de túnel de capa 2 (L2TP), Proxy DNS, Agente de retransmisión DHCP, Proxy IGMP (Protocolo de administración de grupos de Internet) y reenvío de multidifusión, Protocolo de árbol de expansión rápida (RSTP), Traducción de direcciones de red (NAT), Traducción de direcciones de puertos (PAT), Administración de puertos, Perímetro de la red (DMZ) configurable por software con cualquier dirección IP de LAN.
Seguridad	Firewall con Inspección activa de estado de paquetes (SPI), Activación y reenvío de puerto, Listas de control de acceso con firewall y filtrado de contenido, Prevención de

	denegación de servicio (DoS), Control de acceso inalámbrico basado en MAC, Bloqueo estático de dirección URL o bloqueo de palabras clave, Política de acceso a Internet basada en cronograma, Acceso web HTTPS al administrador de dispositivos, Aplicación de complejidad de nombre de usuario/contraseña, Certificado SSL firmado automáticamente, Importación y exportación de certificado mediante el uso del formato de correo con privacidad mejorada (PEM)
VPN	5 túneles IPsec mediante el cliente Cisco QuickVPN , 5 túneles PPTP para acceso remoto de clientes, Paso de VPN con estándar de triple cifrado de datos (3DES) compatible con PPTP, L2TP e IPsec
Calidad de servicio	Prioridad 802.1p basada en puerto en el puerto LAN, prioridad basada en la aplicación en el puerto WAN, 4 colas, Punto de código de servicios diferenciados (DSCP), Clase de servicio (CoS), Administración de ancho de banda para priorización de servicios

Todos los equipos descritos anteriormente formarán parte de red IP a implementar ya que presentan las características necesarias para las comunicaciones y serán ubicados en cada una de las parroquias dentro de estaciones actuales del cuerpo de bomberos como se describirá más adelante. En el caso de las parroquias rurales los equipos se ubicarán en cada una de las instalaciones de las juntas parroquiales de cada una de las mismas.

En la tabla 27 se pueden observar el total de equipos que se utilizarán para el diseño del sistema de radio sobre IP, se tomarán los equipos ya existentes, así como también se adicionará los equipos que harán falta para las comunicaciones, como se detalla a continuación.

Tabla 27. Propuesta de equipos para el diseño del sistema de radiocomunicaciones

Circuito/ Estación	Equipos	Cantidad
C1 (Estación repetidora, Centro, Sur, Norte, Ecu-911)	Motorola DGM 6150 *	1
	Motorola DGP 6150+ *	22
	Motorola DGP 8550+ *	15
	Motorola DGM 6100+ *	Fijos: 6 Móviles: 9
	Motorola DGP 8500+ *	Móviles: 1
	RoIP 302 M **	Estación centro: 2
	RoIP 102 **	Uno por cada estación repetidora, sur, norte, Ecu-911, en total: 4
	Firewall VPN Cisco RV110W Wireless – N **	Repetidora: 1, Centro: 2, Sur: 1, Norte: 1, Ecu-911: 1
	Antena 4 dipolos *	Repetidora: 1, Centro: 2, Sur: 1, Norte: 1, Ecu-911: 1
C2- C14 (Parroquias rurales)	Motorola DGM 8500+ **	Uno por estación, equipo existente en Vilcabamba, total: 13
	Motorola DGP 8550+ **	Dos por estación, total: 26
	RoIP 102 **	Uno por estación, total: 13
	Firewall VPN Cisco RV110W Wireless – N **	Uno por estación, total: 13.
	Antena 4 dipolos **	Uno por estación, total: 13.
		* Equipos existentes ** Equipos no existentes

d.4.3. Cálculo y simulación de la cobertura de radio

Para efectos de cálculo y simulación de la cobertura de radio de cada una las estaciones rurales y de la estación repetidora tomaremos en consideración los parámetros de la tabla

28 los cuales se adaptan a las condiciones reales de los equipos y de las estaciones actuales del sistema de radio de dos vías.

Tabla 28. Parámetros para cálculo y simulación de cobertura de cada una de las estaciones

Equipo	Características
Motorola DGM 6175	Transmisión: 25 W, Recepción: 0.22 uW, Frecuencias: 150,325 -155,325 MHz, Altura antena: 27 m, Ganancia Antena: 6 dBd, Cable LMR 35m con 0.05atenuación/Km.
Motorola DGM 6100+ / Motorola DGM 8500+	Transmisión: 25 W, Recepción: 0.22 uW, Frecuencias: 150,325 -155,325 MHz, Altura antena: 15 m, Ganancia Antena: 6 dBd, Cable LMR 35m con 0.05atenuación/Km.
Motorola DGP 6150+/8550+	Transmisión: 3 W, Recepción: 0.22 uW, Frecuencias: 150,325 -155,325 MHz, Altura antena: 1.5 m, Ganancia Antena: 0 dBd, Cable LMR 35m con 0.05atenuación/Km.

En la tabla 29 se observan las coordenadas donde se ubican las estructuras actuales de telecomunicaciones del servicio de radio de dos vías y donde se ubicarán las estructuras para las parroquias rurales.

Tabla 29. Coordenadas geográficas de la ubicación de las estaciones base.

Parroquia	Coordenadas		Altura sobre el suelo (msm)	Altura de la antena (m)
	Latitud	Longitud		

Malacatos	4°13'7.96"S	79°15'34.07"O	1489,2	15
Vilcabamba	4°15'42.72"S	79°13'21.07"O	1570	15
San Pedro de Vilcabamba	4°14'32.65"S	79°13'17.47"O	1587,2	15
Chuquiribamba	3°50'36.24"S	79°20'34.82"O	2696,9	15
Taquil	3°53'4.84"S	79°17'19.56"O	2281	15
Chantaco	3°51'35.18"S	79°18'37.52"O	2782,8	15
San Lucas	3°44'48.46"S	79°15'58.23"O	2414,1	15
Gualel	3°46'41.00"S	79°22'24.31"O	2414,1	15
El Cisne	3°51'4.63"S	79°25'34.46"O	2303,8	15
Quinara	4°22'18.18"S	79°11'52.51"O	2415,3	15
Jimbilla	3°51'39.71"S	79°10'21.86"O	1882,6	15
Santiago	3°47'23.59"S	79°17'15.95"O	2420,1	15
Yangana	4°21'44.93"S	79°10'28.65"O	1832,5	15
Repetidora	4°1’52.03’’S	79°14’36.01’’O	2820	27
Ecu - 911	3°58’28.84’’S	79°12’28.17’’O	2086,1	15
Estación Norte	3°58'9.63"S	79°12'21.24"O	2029,4	15
Estación Centro	3°59'50.32"S	79°12'17.39"O	2070,5	15
Estación Sur	4° 1'31.60"S	79°12'58.89"O	2223,3	15

d.4.3.1. Cálculos de propagación

Una vez determinada la ubicación en donde se instalarán las estructuras y los equipos de radio es necesario conocer la cobertura que cada una de las estaciones brindará. De la tabla 27 se puede conocer los equipos que se usarán para el diseño, en la tabla 28 se puede

conocer las características para la simulación y calculos de cada una de las estaciones y en la tabla 29 se puede conocer la ubicación geográfica de las estructuras de telecomunicaciones del sistema.

En comunicaciones punto a punto existen varios métodos de predicción de propagación muy útiles como el módelo de tierra cuerva, modelo de tierra plana, propagación por difracción que suelen ser muy útiles conociendo el perfíl topográfico del terreno, comunmente usados en radioenlaces terrenales con antenas altamente directivas. En radiopropación zonal es decir punto a múltiples puntos como es el caso de los sistemas de radio en dos vías las señales electromagnéticas toman diferentes direcciones debido que se necesitan cubrir grandes extenciones de terreno mediante antenas que tengan patrones de radiación omnidireccionales es decir poco directivas, en tal caso es necesario conocer la topografía del terreno medido desde la antena transmisora para distintas direcciones acimutales, se suele medir cada 30°. [7]

El terreno del cantón Loja es irregular debido a la serie de montañas y coordilleras que se situan a lo largo del mismo de tal manera es complicado utilzar métodos de estimación de propagación por la serie de obstaculos existentes. En estos casos se han ideado métodos empíricos para estimar la perdida de propagación y la intesidad de campo eléctrico en cualquier punto radial desde la antena transmisora, al ser métodos empíricos su exactitud no es precisa ya que suele estimarse un error de alrededor de 10-14 dB. Los métodos más utilizados dependiendo del tipo de servicio y tipo de terreno suelen ser los siguientes:

- **Método de la recomendación UIT-R P.1546:** Este método presenta curvas normalizadas para predicción de intensidad de campo eléctrico en servicios de radiodifusión y televisión primordialmente.
- **Método COST 321:** Utilizado en comunicaciones móviles celulares para medir de manera precisa la perdida básica de propagación en medios urbanos en lugares donde el equipo móvil receptor se encuentra rodeado de edificios.
- **Método de Okumura – Hata:** Este modelo se basa en las curvas de perdidas de propagación proporcionadas por Hata en diferentes tipos de ambientes y frecuencias de operación, es uno de los métodos de predicción de propagación utilizados en ambientes urbanos, sub-urbanos y rurales en frecuencias

comprendidas entre los 150-1500 Mhz a distancias máximas de 100 Km tomando en cuenta las alturas de las antenas de transmisión y recepción.

El método que se utilizará para estimar las pérdidas de propagación en el presente proyecto será la de Okumura – Hata debido a que se adapta a nuestro sistema de comunicaciones móviles en sector urbano y rural de Loja, luego de obtener los valores de las pérdidas de propagación para cada una de las estaciones para los diferentes acimuts de las mismas se obtendrá la intensidad de campo eléctrico.

La fórmula fundamental para las pérdidas de propagación en un medio urbano de Hata es la siguiente:

$$\mathbf{L_b} = 69{,}55 + 26{,}16\log(f) - 13{,}82\log(h_t) - a(h_r) + \left(44{,}9 - 6{,}55\log(h_t)\right)\left(\log(d)^b\right) \text{ dB} \qquad \textbf{(2)}$$

,donde:

- $\mathbf{f} =$ Frecuencia en MHz entre $150 \leq f \leq 1500$ MHz
- $\mathbf{h_t} =$ Altura efectiva de la antena de transmisión en la gama de $30 \leq h_t \leq 200$ m
- $\mathbf{h_r} =$ Altura sobre el suelo de la antena receptora en metros en la gama $1 \leq h_r \leq 10$ m
- $\mathbf{d} =$ Distancia en kilometros
- $\mathbf{b} = 1$ para distancias menores a 20 Km
- $\mathbf{a(h_r)}$= Factor de corrección en función del tipo de área a cubrir.

El término $a(h_r)$ es un valor de correción que depende de la altitud en metros de la antena receptora, si esta es igual a 1,5 m este coeficiente es igual a 0 y para otras altitudes depende del tipo de ciudad, para ciudades de tamaño medio y pequeño que es el caso de la ciudad de Loja la fórmula es la siguiente:

$$\mathbf{a(h_r)} = (1{,}1\log(f) - 0{,}7) * h_r - (1{,}56\log(f) - 0{,}8) \text{ dB} \qquad \textbf{(3)}$$

Si el receptor se encuentra en una zona rural como es el caso de las parroquias rurales se agrega un valor de corrección adicional y la fórmula es la siguiente:

$$\mathbf{L_{br}} = L_b - 4{,}78(\log(f))^2 + 18{,}33\log(f) - 40{,}94 \text{ dB} \qquad (\mathbf{4})$$

Para el cálculo de la intensidad de campo eléctrico presente en las zonas circundantes al transmisor se utilizará la siguiente formula:

$$\mathbf{E(dBu)} = \text{Eo} - \text{Atenuaciones} \quad (\mathbf{5})$$

, donde:

$\mathbf{Atenuaciones} =$ Las pérdidas presentes en (2) y (4).

$\mathbf{Eo}(\boldsymbol{dBu}) =$ Campo eléctrico en el espacio libre

$$\mathbf{Eo(dBu)} = 76{,}9 + \text{PRA(dBW)} - 20\log(\text{d}) \quad (\mathbf{6})$$

, donde:

- $\mathbf{PRA(dBW)} = \text{Potencia radiada aparente} = \text{P}_\text{t} - \text{L}_\text{t} + \text{Gt} \quad (\mathbf{7})$
  , donde:
  - **Pt =** Potencia de transmisión del equipo en dBW
  - **Lt=** Pérdida de la línea de trasmisión en dB
  - **Gt=** Ganancia de la antena del transmisor en dBd
- **d=** Distancia en Km

Para el cálculo de (2) primeramente es necesario saber el valor de h_t ya que los demás datos ya se los conoce de la tabla 28, el procedimiento que deberá seguirse es el siguiente:

- Mediante un mapa deberá situarse en las coordenadas geográficas de la estación repetidora o base y tomarla como punto central
- Obtener la altitud del sitio de transmisión sobre el cual yace la antena sobre el nivel del mar.
- Trazar el acimut cada 30° para la estación transmisora.
- Para realizar la medición de la altura sobre el nivel del mar de cada radial se debe tomar intervalos de un 1 Km a partir del kilómetro 3 hasta el 15.

La fórmula para el cálculo de la altura efectiva (ht) se encuentra determinado por la siguiente ecuación:

$$\mathbf{ht} = \text{Altura efectiva} = \frac{\sum \text{hef}_\text{Ri}}{12} \quad (\mathbf{8})$$

, donde:

- $\mathbf{ht} =$ Altura efectiva promedio de todos los radiales

La altura efectiva de la antena repetidora deberá calcularse para sistemas repetidores en el caso de estaciones base no se necesita el cálculo de ht se asume el valor de 200 m, pero para cuestiones de diseño se tomará los valores reales de los mismos. Todos los valores expresados a continuación se representan en metros.

De (8) tenemos que los valores que involucran en la ecuación son los siguientes:

$$\mathrm{hef_{Ri}} = \frac{\sum \mathrm{hef_i}}{13} \quad \textbf{(9)}$$

$$\mathrm{hef_i} = \mathrm{hca} + \mathrm{hr} - \mathrm{hsm_i} \quad (\mathbf{10})$$

, donde:

- $\mathbf{hef_{Ri}}$ = Altura efectiva de cada radial (i= 1,2,…,12)
- $\mathbf{hef_i}$ = Altura efectiva para cada punto (i=3,4,5….,15)
- $\mathbf{hca}$ = Altura del centro de radiación de la antena (altura desde el piso al centro de la antena)
- $\mathbf{hr}$ = Altura del sitio de recepción sobre el nivel del mar
- $\mathbf{hsm_i}$ = Altura sobre el nivel del mar de cada punto (i = 3, 4,5,…,15).

En la figura 25 se puede observar todos los parámetros antes mencionados para el cálculo de altura efectiva de la estación transmisora y altura efectiva de la antena transmisora para cada radial. La altura efectiva que tomaremos será $\mathrm{hef_{Ri}}$ ya que necesitamos conocer la atura efectiva por cada radial desde la antena de transmisión. Se tomará una distancia "d" de 20 km desde el punto de transmisión hasta el punto de recepción debido a que cada una de las áreas geográficas de los cantones es pequeña y además es una distancia considerable grande tomando como factor el perfil geográfico de cada una de ellas.

La fórmula (5) para la expresión final de cálculo del campo eléctrico quedaría expresada con la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned}\mathbf{E(dBu)} = {} & 76{,}9 + (\mathrm{P_t} - \mathrm{L_t} + \mathrm{Gt}) - 20\log(\mathrm{d}) - ((69{,}55 + 26{,}16\log(\mathrm{f}) \\ & - 13{,}82\log(\mathrm{h_t}) - ((1{,}1\log(\mathrm{f}) - 0{,}7) * \mathrm{h_r} - (1{,}56\log(\mathrm{f}) - 0{,}8)) \\ & + \big(44{,}9 - 6{,}55\log(\mathrm{h_t})\big)\big(\log(\mathrm{d})^{\mathrm{b}}\big) - 4{,}78(\log(\mathrm{f}))^2 + 18{,}33\log(\mathrm{f}) \\ & - 40{,}94)\end{aligned}$$

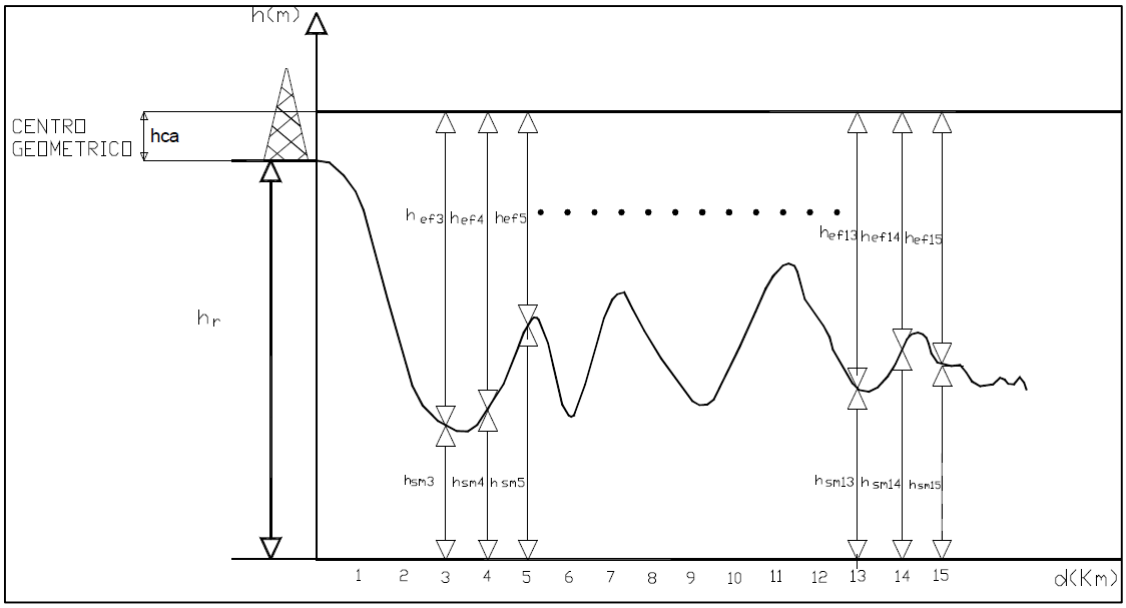


Figura 25. Altura efectiva para cada radial. Fuente: *[29]*

Para ejemplo de cálculo se presentará la resolución de la intensidad de campo eléctrico para la parroquia rural Vilcabamba a una distancia de 1Km desde el transmisor, el procedimiento a seguir para las demás parroquias es el mismo.

El primer paso es introducir los valores conocidos del transmisor y receptor conocidos de la tabla 28, los valores de ht para cada acimut se calculan de (10) y en la siguiente ecuación calcularemos para el acimut de 0°

$$\mathrm{hef}_0 = 7.5 + 1570 - \left(\frac{1702{,}8+1804{,}2+1699{,}4+1611{,}8+1690{,}7+1889+1895{,}5+1965{,}9+1902{,}6+2347{,}1+2272{,}6+2396{,}3+2723{,}5}{13}\right)$$

$$\mathrm{hef}_0 = -414{,}915 \text{ m}$$

El valor negativo de hef_0 indica que la antena transmisora se encuentra por debajo del promedio de las altitudes del terreno circundante, por lo que se toma un valor de 200 m como se había mencionado anteriormente.

$$\mathbf{E(dBu)} = \left(76{,}9 + \left(10\log(\frac{25W}{1x10-6}) - 35 * 0{,}05 + 6\text{dbi}\right) - 20\log(1)\right) - (69{,}55 + 26{,}16\log(152.825) - 13{,}82\log(200) - ((1{,}1\log(152{,}825) - 0{,}7) * (1.5) - (1{,}56\log(152{,}825) - 0{,}8)) + \left(44{,}9 - 6{,}55\log(200)\right)(\log(1)^1) - 4{,}78(\log(152.825))^2 + 18{,}33\log(152{,}825) - 40{,}94)$$

$$\mathbf{E(dBu)} = 89{,}861$$

El cuerpo de bomberos al momento mantiene una concesión de frecuencias con el estado del actual sistema de radiocomunicaciones haciendo el uso de los equipos que ya se ha mencionado anteriormente y debido a que hará una modificación a la actual con los equipos que se instalarán en cada una de las parroquias rurales se necesitará presentar una serie de formularios para que la ARCOTEL registre los cambios existentes en la red, en el anexo F se puede observar todos los formularios requeridos para la modificación del sistema actual de telecomunicaciones y en el anexo E se puede observar los perfiles topográficos para cada uno de los acimuts de las estaciones transmisoras.

d.4.3.2. Simulación de cobertura

Para realizar las simulaciones se utilizó el software de radioprogación RadioMobile, este software gratuito utiliza mapas geográficos actualizados y datos reales del sistema a simularse para obtener los calculos de propagación. Los pasos para proceder a simular la red de radio de dos vías actual del cuerpo de bomberos y de bomberos voluntarios se detallan más adelante. Se observará la cobertura simulada así como las distancias máximas de operación para cada uno delos 14 circuitos que comprende el sistema de telecomunicaciones, siendo el circuito 1 la estación repetidora y los demás circuitos hasta el 14 las estaciones de las parroquias rurales.

Primeramente creamos una nueva red e ingresamos una coordenada de referencia para poder centrarnos en un mapa y visualizar todas las unidades de la red, en nuestro caso

como trabajaremos en el cantón Loja se procedió a ubicar las coordenadas de la misma como se observa en la figura 26.

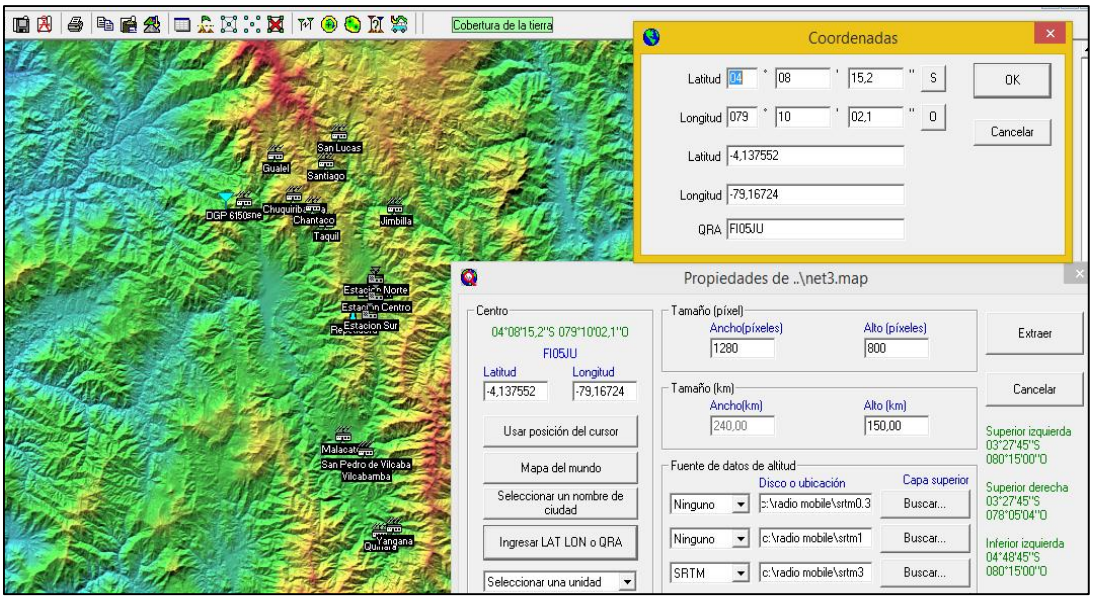


Figura 26. Ubicación de las estaciones de radio

Luego de aquello se procedió a ingresar las unidades de radio fijas que se encontrarán en cada uno de las parroquias rurales y las que actualmente existen como se observan en la figura 27, para la ubicación de las mismas se obtuvo las coordenadas geográficas de las instalaciones donde irán ubicadas las estructuras de telecomunicaciones, esta información se observa en la tabla 29.

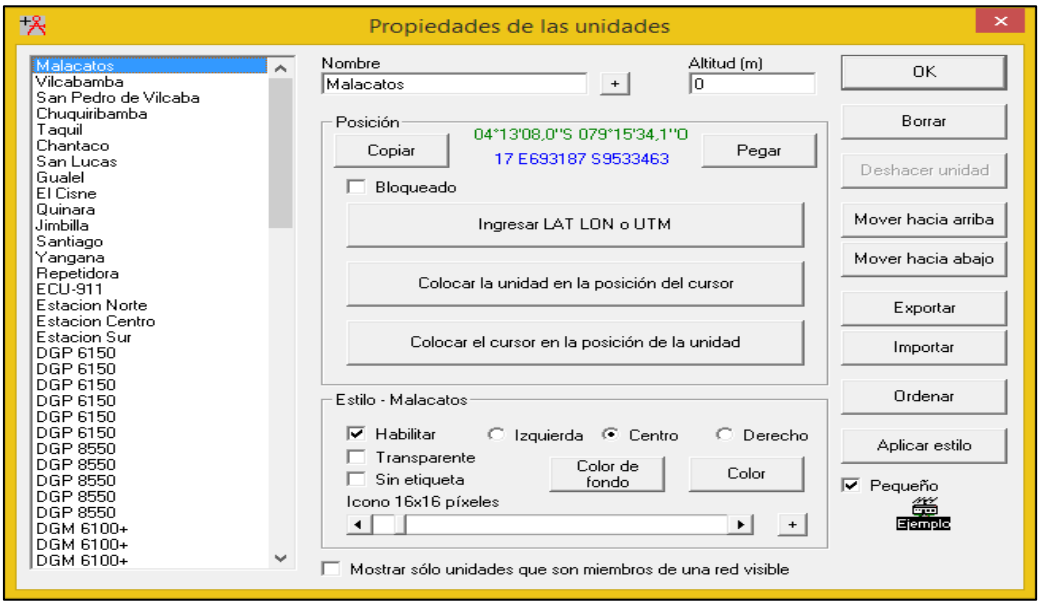


Figura 27. Unidades de radio fijas en cada una las instalaciones

En propiedades de redes se ingresa un listado de todos los circuitos del sistema así como también los parámetros de operación que están dados por cada uno de los equipos transceptores ubicados en cada una de las instalaciones bomberíles, así como se observa en la figura 28.

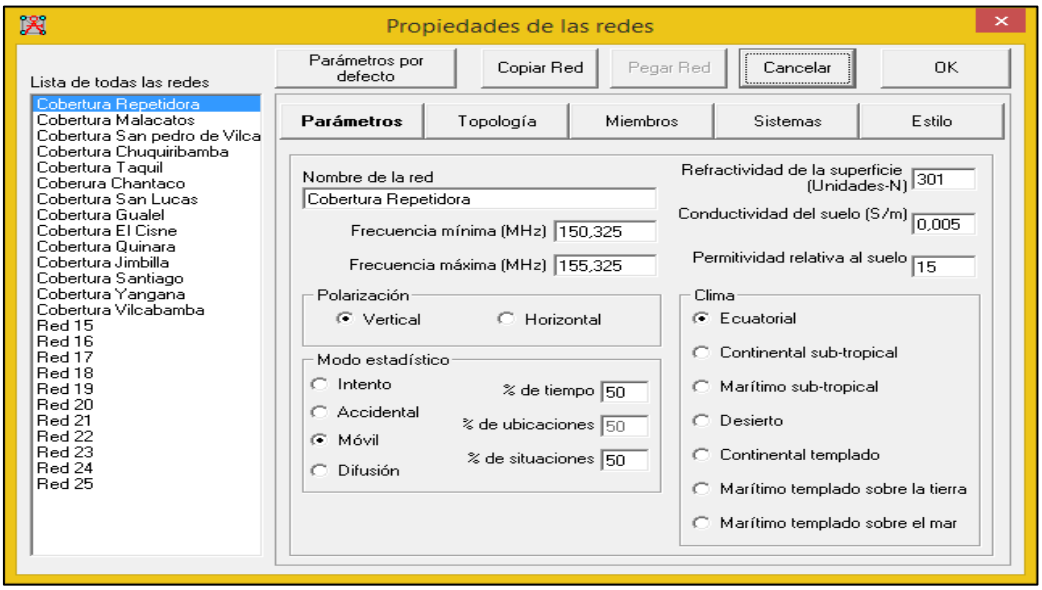


Figura 28. Parámetros para cada una de las redes existentes

En la topología de la red se marca la opción de red de voz debido a que se necesita entablar la comunicación entre los terminales de radio que se encuentran dentro de la red, esta opción se observa en la figura 29.

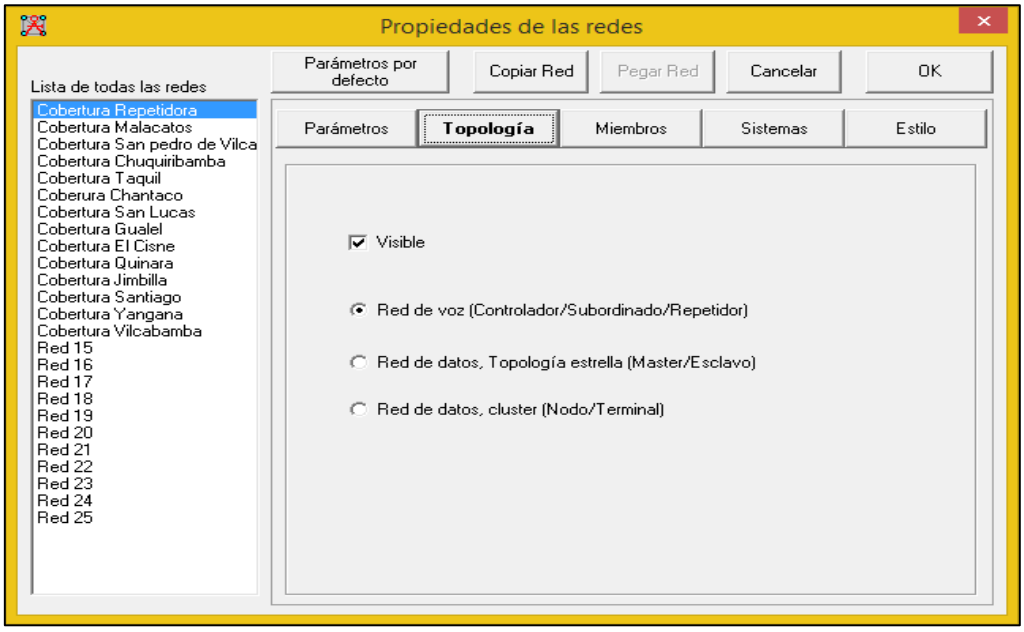


Figura 29. Configuración de la topología de la red

En miembros de red se asignan los equipos de radio que operan dentro de los márgenes de operación de cada uno de los circuitos del sistema de radiocomunicaciones, se puede observar esto en la figura 30.

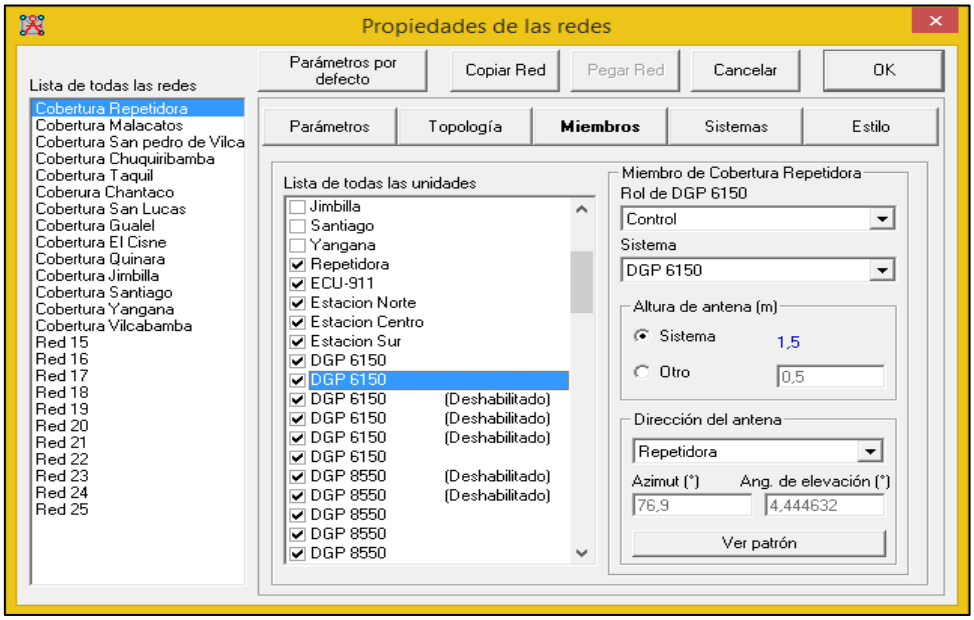


Figura 30. Asignación de los miembros dentro de cada una de las redes del sistema

En este apartado se configuran las características técnicas de operación de cada uno de los equipos de radio que operan dentro de la red, así como se observa en la figura 31.

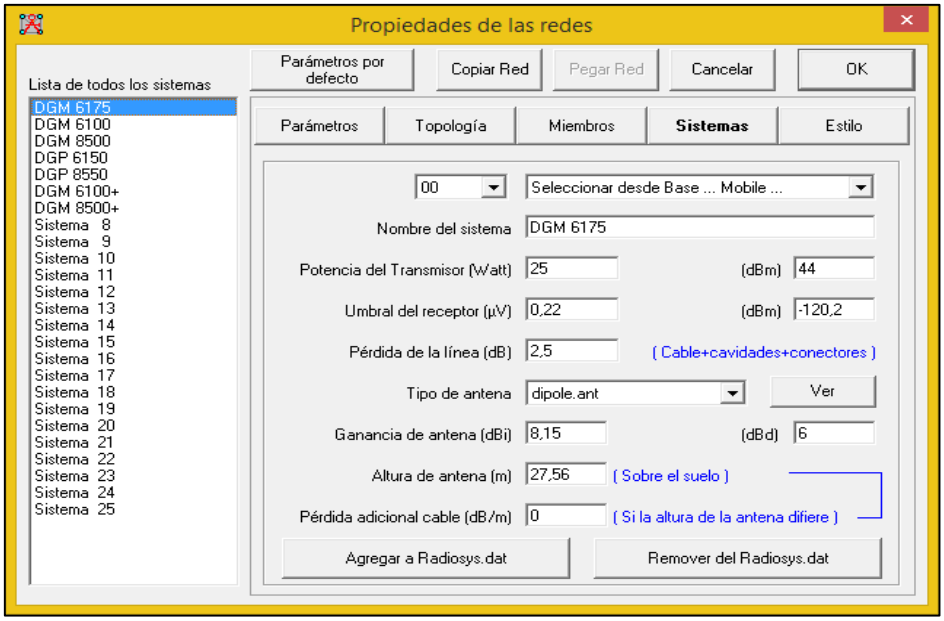


Figura 31. Configuración de los parámetros de cada uno de los sistemas de radio.

En cada una de las estaciones se simuló las condiciones del terreno cada 30° para obtener resultados de la zona que circunda cada una de las estaciones, se obtuvo la coordenadas de los acimuts en incrementos de 30° desde la estación transmisora para simular una cobertura adecuada como se observa en la figura 32. Para simular cada una de las estaciones del cuerpo de bomberos se tomó como centro geográfico cada una de ella mediante sus coordenadas geográficas.

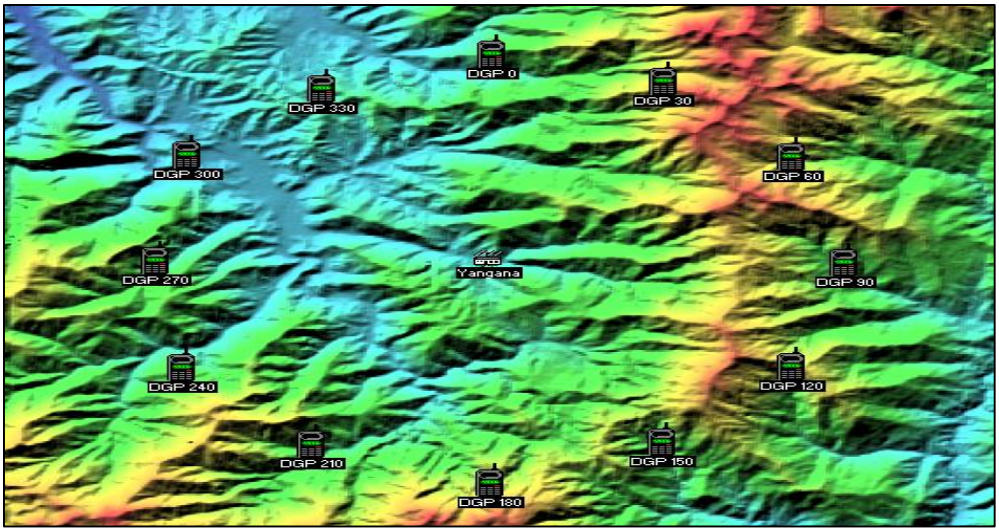


Figura 32. Ubicación de los diferentes acimuts para una estación transmisora

Los mapas presentados a continuación presentan los niveles de campo eléctrico presente en distintos puntos geográficos de cada una de las estaciones simulados a una distancia máxima de 20 Km desde el punto de transmisión. Cada uno de las distancias observadas en las tablas representa valores de intensidad de campo mayores a 38,5 dBuV/m para asegurar una adecuada calidad de voz según recomienda la ARCOTEL.

La cobertura simulada de la estación repetidora así como su cobertura se puede observar en el capítulo 1, siendo la figura 6 su cobertura, y la tabla 9 la distancia máxima que posee. Claramente además se observa que las elevaciones circundantes no permiten que la cobertura se propague a distancias mucho más largas dejando a estación actual, Vilcabamba, incomunicada.

En la figura 33 se puede observar la cobertura de radio de la estación Vilcabamba así como los niveles de energía dispuestos en las distintas zonas geográficas circundantes a la misma. Debido a la cercanía con la estación San Pedro de Vilcabamba y de la situación del terreno es posible tener comunicación entre estas dos estaciones, los equipos portátiles

tienen un rango de operación muy corto respecto a la estación debido a que el terreno es muy irregular.

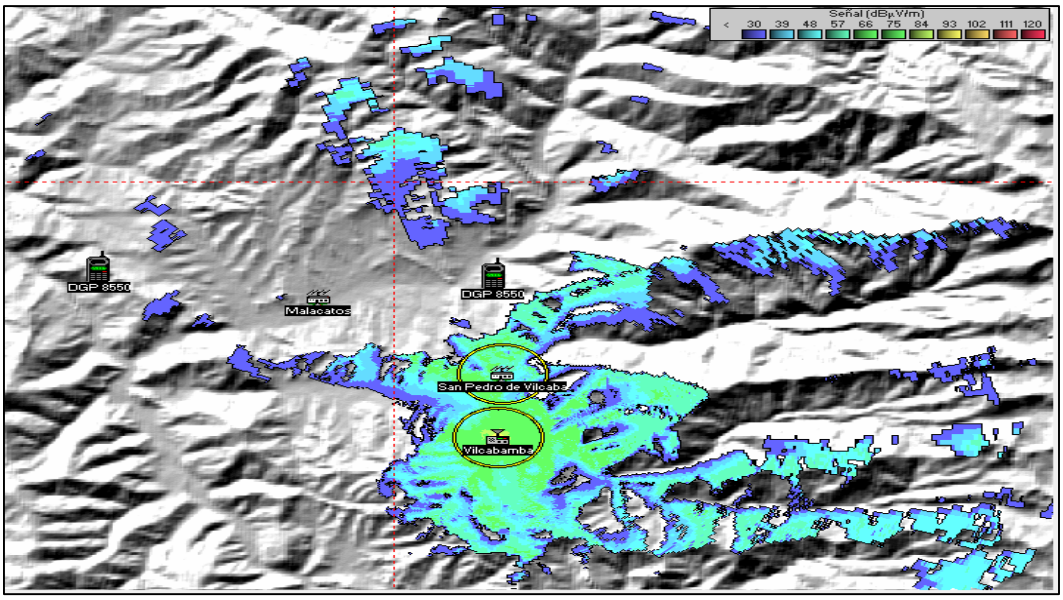


Figura 33. Cobertura de radio estación Vilcabamba

Los límites de cobertura en cada uno de los acimuts trazados desde la estación base se observan en la tabla 30.

Tabla 30. Cobertura estación Vilcabamba

Cobertura estación Vilcabamba												
Acimut (°)	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330
Distancia (Km)	3,61	8,57	6,69	6,56	9,95	10	4,35	3,96	7,13	3,25	2,05	9,25

En la figura 34 se puede observar la cobertura de radio de la estación Malacatos así como los niveles de energía dispuestos en las distintas zonas geográficas circundantes a la misma. Debido a la situación del terreno es posible tener comunicación únicamente con los equipos portátiles que se encuentren dentro de los márgenes de operación de la estación.

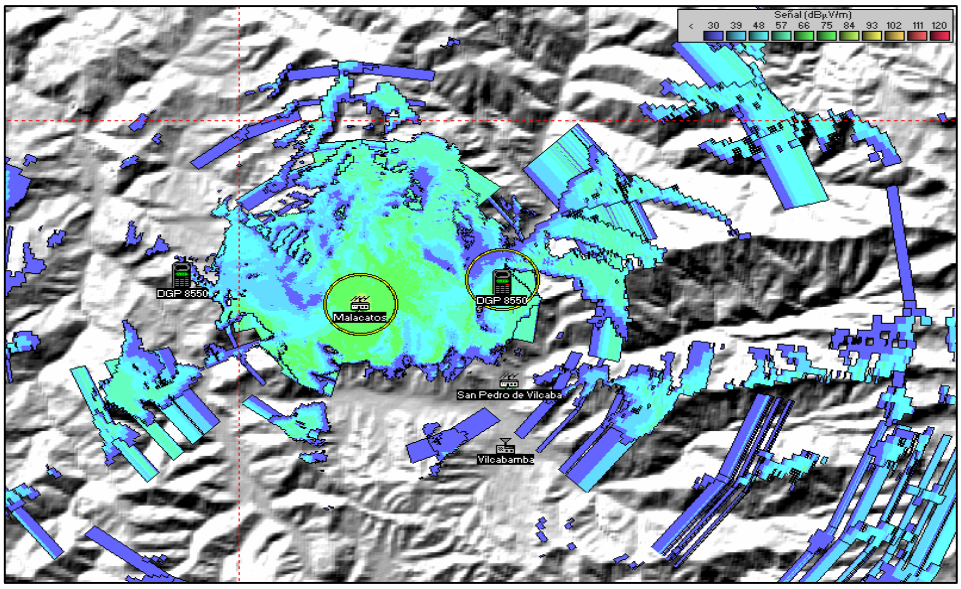


Figura 34. Cobertura de radio estación Malacatos

Los límites de cobertura en cada uno de los acimuts trazados desde la estación base se observan en la tabla 31.

Tabla 31. Cobertura estación Malacatos

Cobertura estación Malacatos												
Acimut (°)	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330
Distancia (Km)	8,12	8,35	8,80	7,47	9,02	10,13	6.10	9.93	8.45	9.87	10.73	4.91

En la figura 35 se puede observar la cobertura de radio de la estación San Pedro de Vilcabamba así como los niveles de energía dispuestos en las distintas zonas geográficas circundantes a la misma. Debido a la cercanía con la estación Vilcabamba y de la situación del terreno es posible tener comunicación entre estas dos estaciones, los equipos portátiles tienen un rango de operación muy corto respecto a la estación debido a que el terreno es muy irregular.

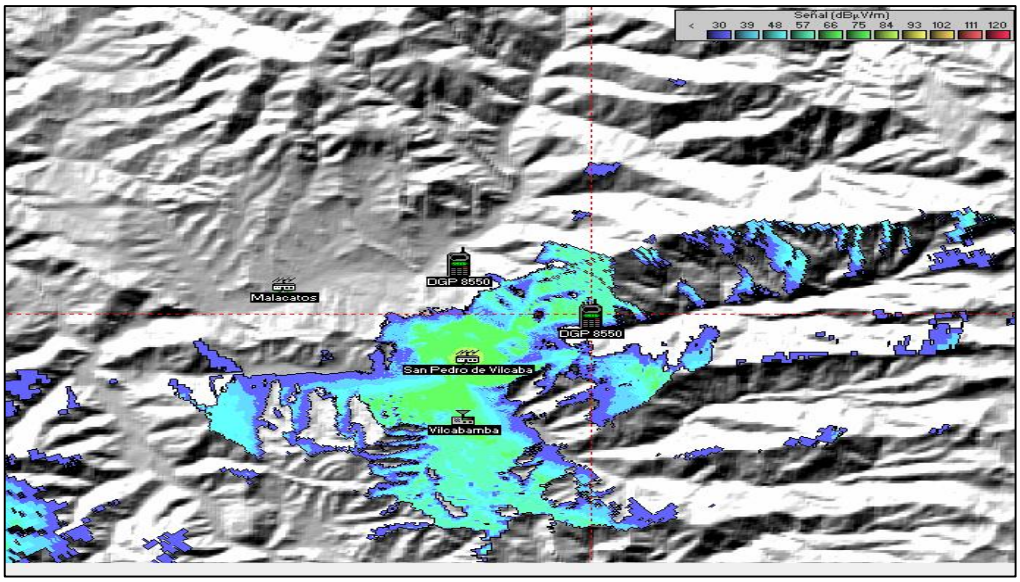


Figura 35. Cobertura de radio estación San Pedro de Vilcabamba

Los límites de cobertura en cada uno de los acimuts trazados desde la estación base se observan en la tabla 32.

Tabla 32. Cobertura estación San Pedro de Vilcabamba

Cobertura estación San Pedro de Vilcabamba												
Acimut (°)	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330
Distancia (Km)	2,51	4,66	9,51	10,01	9,95	7,13	6,17	2,65	6,15	10,86	2,41	1,36

En la figura 36 se puede observar la cobertura de radio de la estación Chuquiribamba así como los niveles de energía dispuestos en las distintas zonas geográficas circundantes a la misma. Debido a la situación del terreno es posible tener comunicación únicamente con los equipos portátiles que se encuentren dentro de los márgenes de operación de la estación.

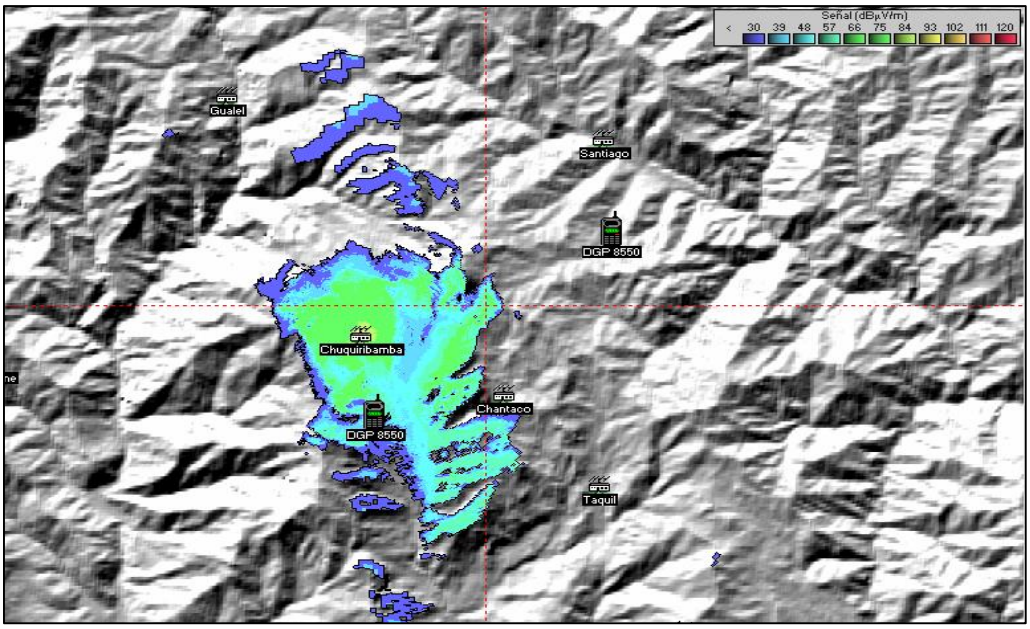


Figura 36. Cobertura de radio estación Chuquiribamba

Los límites de cobertura en cada uno de los acimuts trazados desde la estación base se observan en la tabla 33.

Tabla 33. Cobertura estación Chuquiribamba

Cobertura estación Chuquiribamba												
Acimut (°)	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330
Distancia (Km)	8,44	5,12	3,16	3	3,46	6,26	4,45	3,71	1,75	2,01	3,06	2,75

En la figura 37 se puede observar la cobertura de radio de la estación Taquil así como los niveles de energía dispuestos en las distintas zonas geográficas circundantes a la misma. Debido a la situación del terreno es posible tener comunicación únicamente con los equipos portátiles que se encuentren dentro de los márgenes de operación de la red.

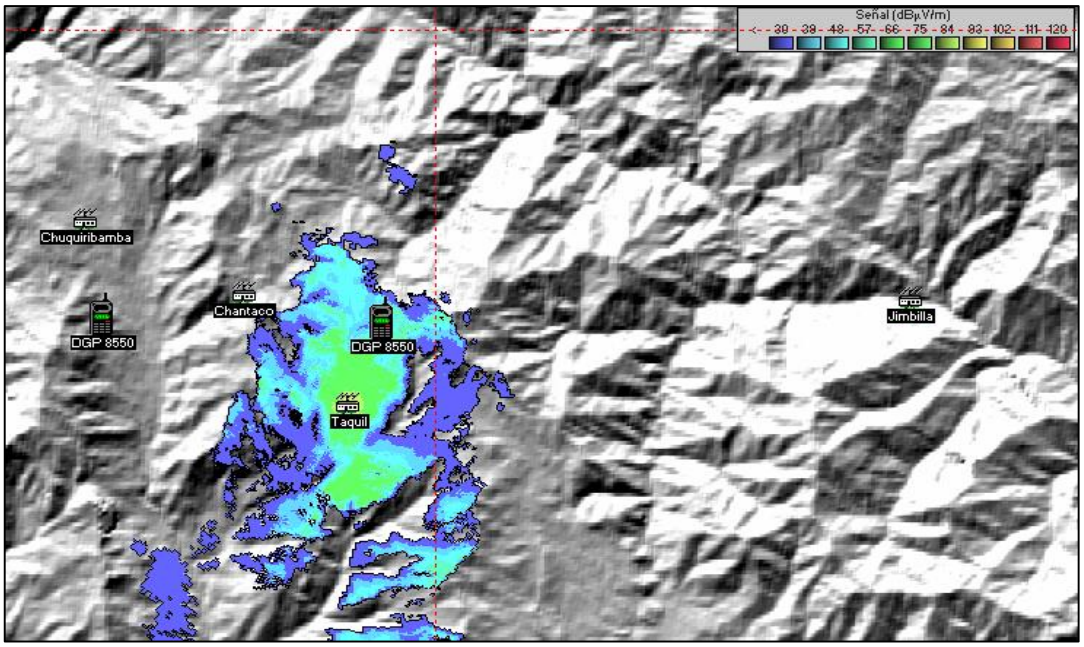


Figura 37. Cobertura de radio estación Taquil

Los límites de cobertura en cada uno de los acimuts trazados desde la estación base se observan en la tabla 34.

Tabla 34. Cobertura estación Taquil

Cobertura estación Taquil												
Acimut (°)	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330
Distancia (Km)	4,4	3,71	3,35	4,95	3,85	4,82	10,22	9,40	6,6	2,70	3,05	2,86

En la figura 38 se puede observar la cobertura de radio de la estación Chantaco así como los niveles de energía dispuestos en las distintas zonas geográficas circundantes a la misma. Debido a la situación del terreno es posible tener comunicación únicamente con los equipos portátiles que se encuentren dentro de los márgenes de operación de la estación.

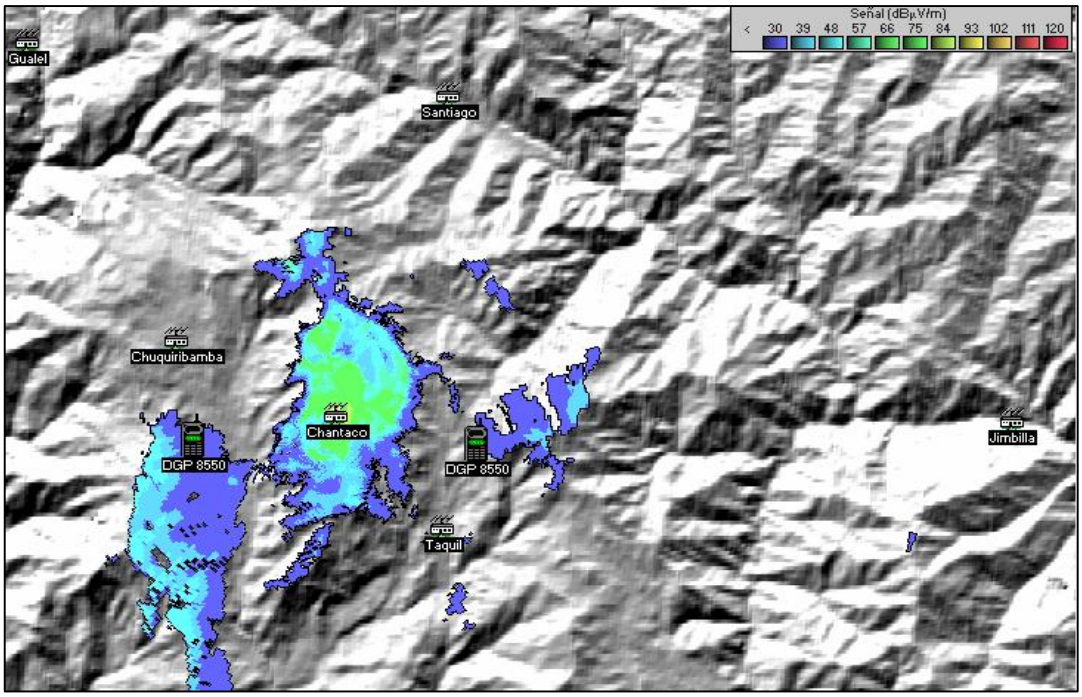


Figura 38. Cobertura de radio estación Chantaco

Los límites de cobertura en cada uno de los acimuts trazados desde la estación base se observan en la tabla 35.

Tabla 35. Cobertura estación Chantaco

Cobertura estación Chantaco												
Acimut (°)	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330
Distancia (Km)	4,61	3,11	4,60	5,42	2,1	3,45	3,30	6,90	5,46	4,46	3,15	4,01

En la figura 39 se puede observar la cobertura de radio de la estación San Lucas así como los niveles de energía dispuestos en las distintas zonas geográficas circundantes a la misma. Debido a la situación del terreno es posible tener comunicación únicamente con los equipos portátiles que se encuentren dentro de los márgenes de operación de la estación.

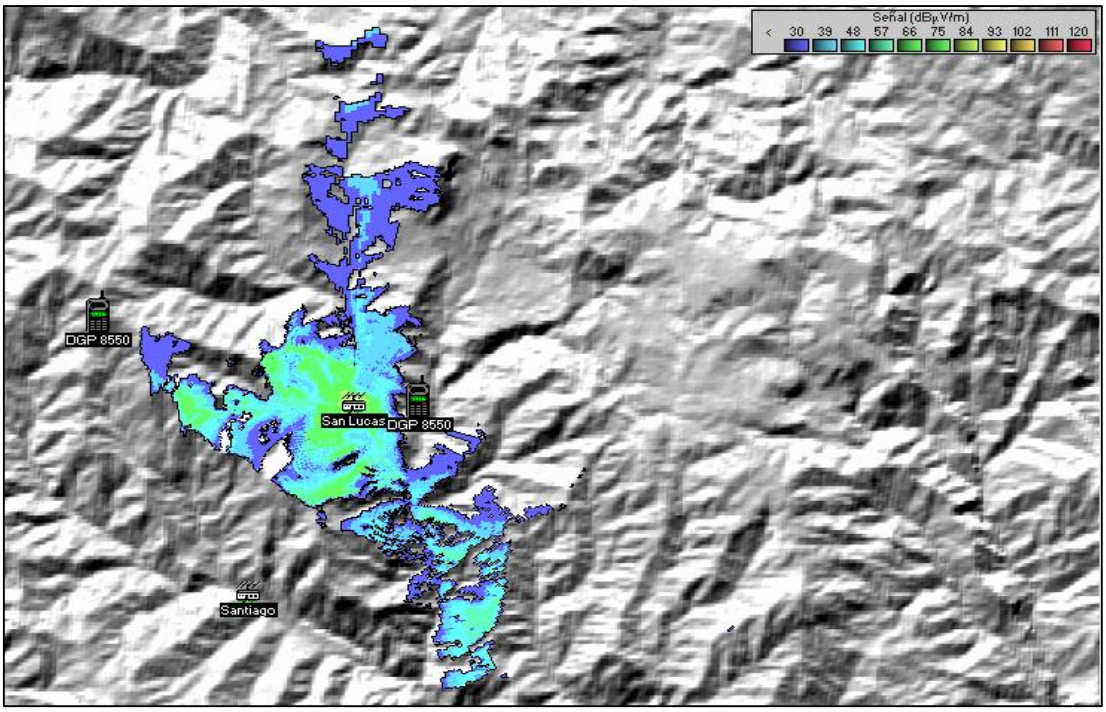


Figura 39. Cobertura de radio estación San Lucas

Los límites de cobertura en cada uno de los acimuts trazados desde la estación base se observan en la tabla 36.

Tabla 36. Cobertura estación San Lucas

Cobertura estación San Lucas												
Acimut (°)	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330
Distancia (Km)	9,18	2,05	1,30	3,00	8,86	6,34	3,31	2,75	2,80	4,01	2,45	6,99

En la figura 40 se puede observar la cobertura de radio de la estación Gualel así como los niveles de energía dispuestos en las distintas zonas geográficas circundantes a la misma. Debido a la situación del terreno es posible tener comunicación únicamente con los equipos portátiles que se encuentren dentro de los márgenes de operación de la estación.

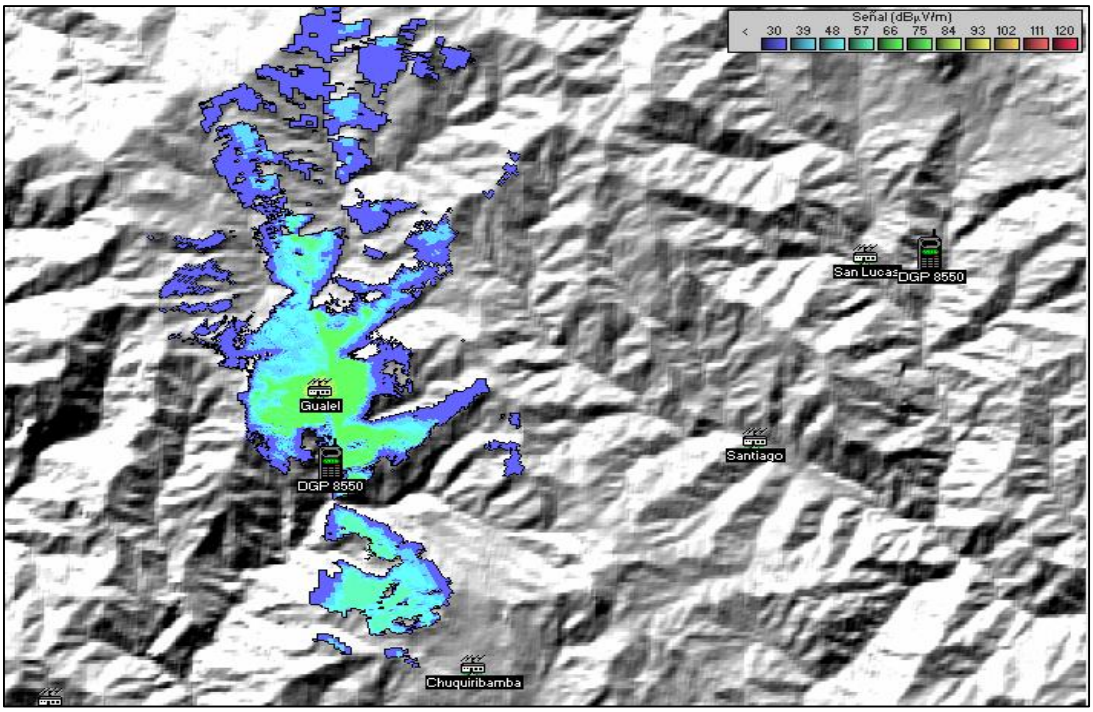


Figura 40. Cobertura de radio estación Gualel

Los límites de cobertura en cada uno de los acimuts trazados desde la estación base se observan en la tabla 37.

Tabla 37. Cobertura estación Gualel

Cobertura estación Gualel												
Acimut (°)	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330
Distancia (Km)	9,73	5,32	2,15	3,70	5,40	6,71	6,57	2,35	1,85	1,80	3,91	4,66

En la figura 41 se puede observar la cobertura de radio de la estación El Cisne así como los niveles de energía dispuestos en las distintas zonas geográficas circundantes a la misma. Debido a la situación del terreno es posible tener comunicación únicamente con los equipos portátiles que se encuentren dentro de los márgenes de operación de la estación.

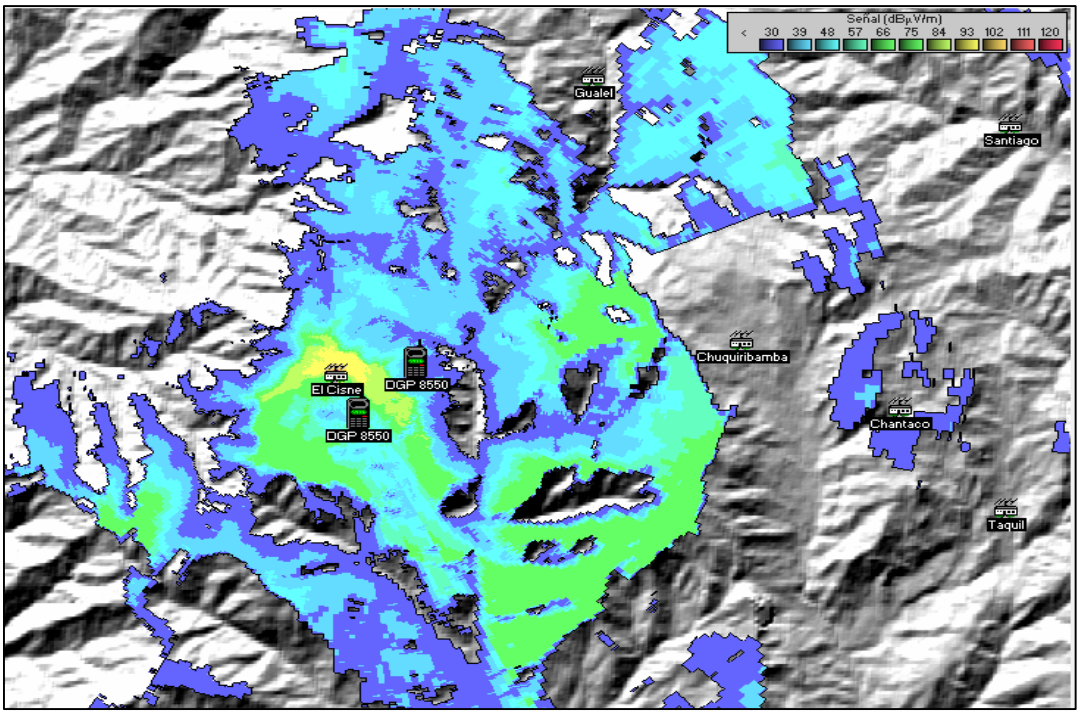


Figura 41.Cobertura de radio estación El Cisne

Los límites de cobertura en cada uno de los acimuts trazados desde la estación base se observan en la tabla 38.

Tabla 38. Cobertura estación El Cisne

Cobertura estación El Cisne												
Acimut (°)	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330
Distancia (Km)	9,38	8,82	10,52	8,10	8,88	9,06	2,95	5,5	6,8	1,55	0,95	1,8

En la figura 42 se puede observar la cobertura de radio de la estación Quinara así como los niveles de energía dispuestos en las distintas zonas geográficas circundantes a la misma. Debido a la situación del terreno es posible tener comunicación únicamente con los equipos portátiles que se encuentren dentro de los márgenes de operación de la estación.

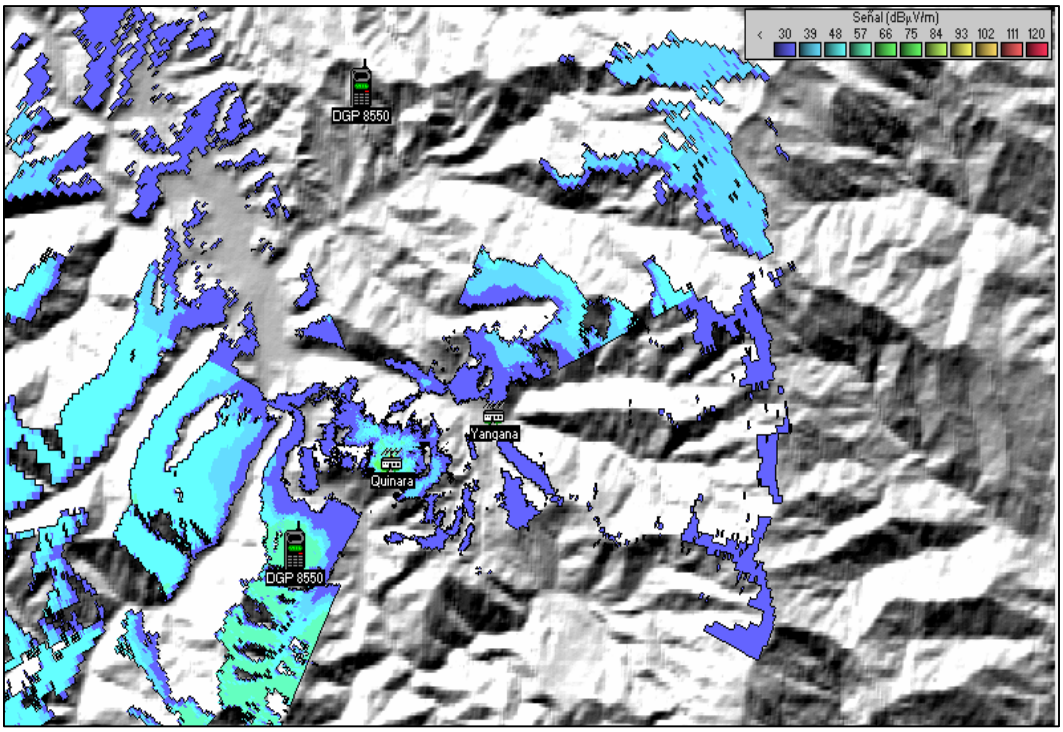


Figura 42. Cobertura de radio estación Quinara

Los límites de cobertura en cada uno de los acimuts trazados desde la estación base se observan en la tabla 39.

Tabla 39. Cobertura estación Quinara

Cobertura estación Quinara												
Acimut (°)	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330
Distancia (Km)	8,32	9,82	10,47	9,72	10	2,90	10,45	7,70	10,26	10,01	9,32	10,23

En la figura 43 se puede observar la cobertura de radio de la estación Jimbilla así como los niveles de energía dispuestos en las distintas zonas geográficas circundantes a la misma. Debido a la situación del terreno es posible tener comunicación únicamente con los equipos portátiles que se encuentren dentro de los márgenes de operación de la estación.

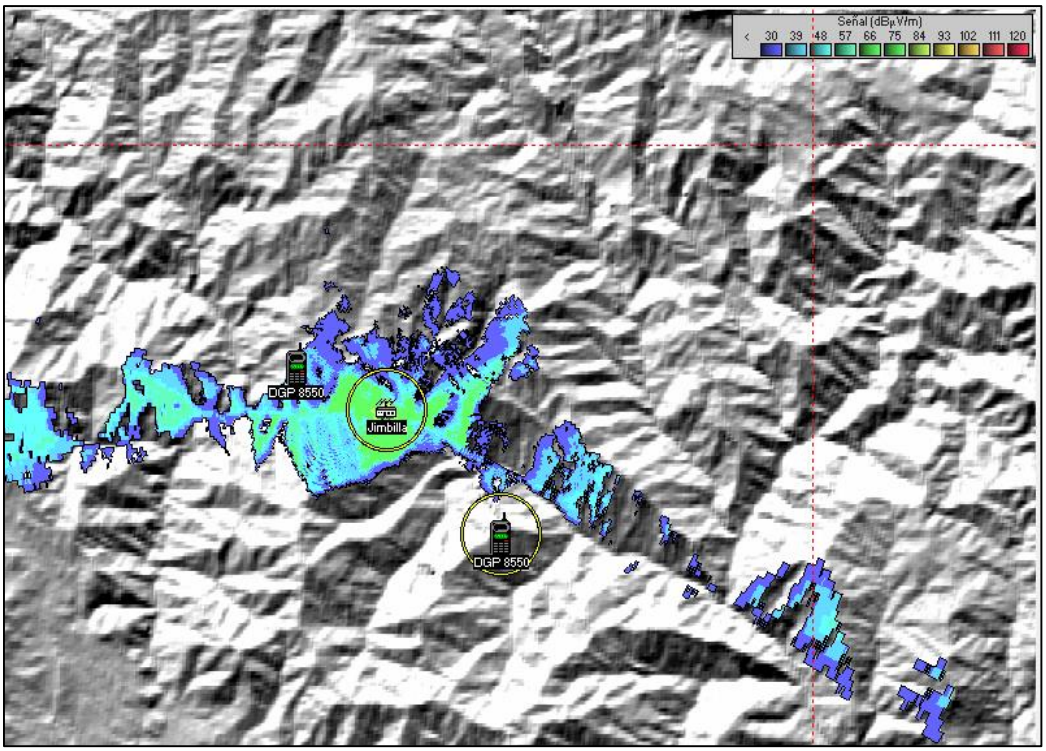


Figura 43. Cobertura de radio estación Jimbilla

Los límites de cobertura en cada uno de los acimuts trazados desde la estación base se observan en la tabla 40.

Tabla 40. Cobertura estación Jimbilla

Cobertura estación Jimbilla												
Acimut (°)	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330
Distancia (Km)	2,45	3,75	4,1	3,16	9,18	1,6	1,6	2,35	2,75	9,84	2,76	5,31

En la figura 44 se puede observar la cobertura de radio de la estación Santiago así como los niveles de energía dispuestos en las distintas zonas geográficas circundantes a la misma. Debido a la situación del terreno es posible tener comunicación únicamente con los equipos portátiles que se encuentren dentro de los márgenes de operación de la estación.

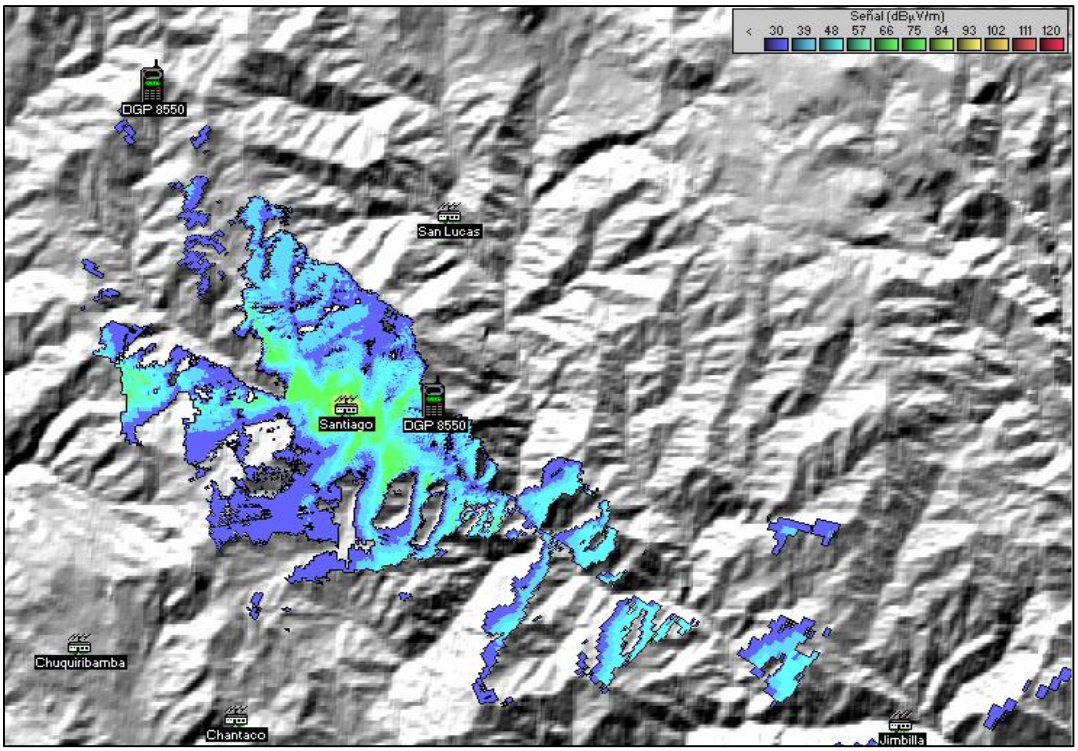


Figura 44. Cobertura de radio estación Santiago

Los límites de cobertura en cada uno de los acimuts trazados desde la estación base se observan en la tabla 41.

Tabla 41. Cobertura estación Santiago

Cobertura estación Santiago												
Acimut (°)	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330
Distancia (Km)	3,41	2,66	2,55	2,45	7,07	7,00	4,16	5,42	4,10	5,20	7,00	9,18

En la figura 45 se puede observar la cobertura de radio de la estación Yangana así como los niveles de energía dispuestos en las distintas zonas geográficas circundantes a la misma. Debido a la cercanía con la estación Quinara y de la situación del terreno es posible tener comunicación entre estas dos estaciones, los equipos portátiles tienen un rango de operación muy corto respecto a la estación debido a que el terreno es muy irregular.

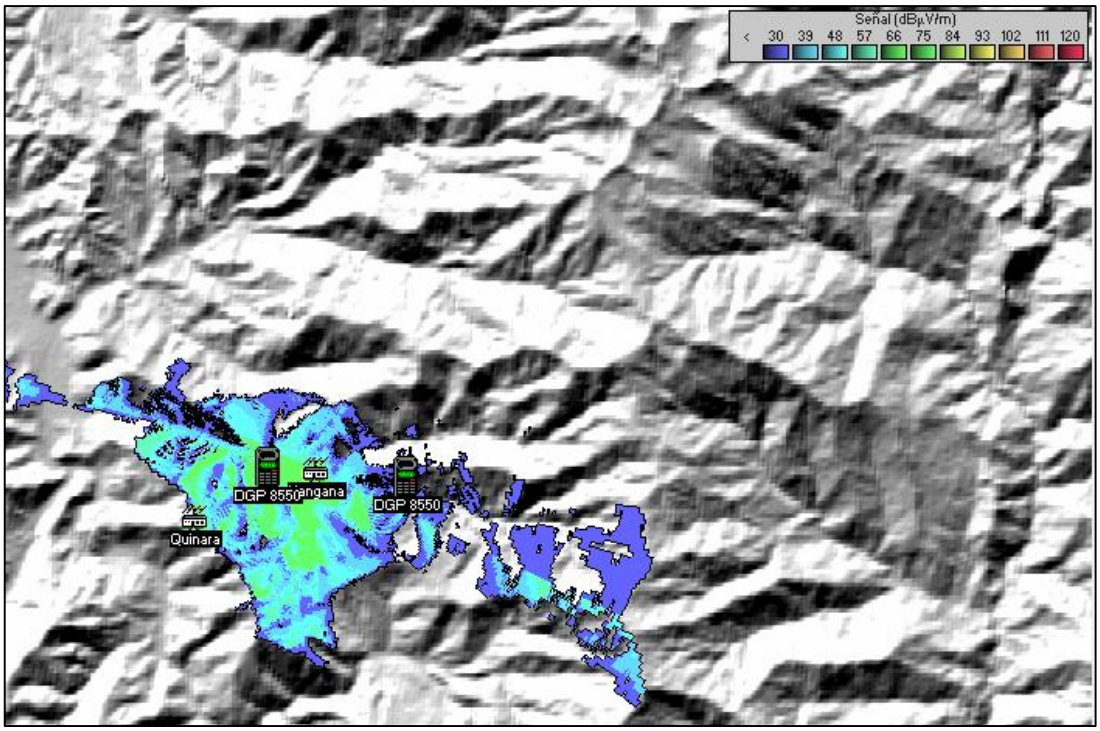


Figura 45. Cobertura de radio estación Yangana

Los límites de cobertura en cada uno de los acimuts trazados desde la estación base se observan en la tabla 42.

Tabla 42. Cobertura estación Yangana

Cobertura estación Yangana												
Acimut (°)	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330
Distancia (Km)	3,36	1,80	5,25	7,32	8,01	2,56	9,85	2,96	2,86	3,61	4,46	3,55

Como se puede observar en las simulaciones existen lugares donde las irregularidades del terreno circundante a las estaciones son tan grandes que la cobertura de radio puede llegar a unos pocos kilómetros de distancia o incluso metros. Existen además puntos entre los trayectos con línea de vista donde no existe cobertura debido a que se encuentran debajo de estos, por lo que la cobertura no es totalmente la distancia indicada en las tablas sino una aproximación en sitios donde existe una adecuada intensidad de campo eléctrico en recepción de los equipos de radio.

d.4.4. Instalación y configuración de los equipos RoIP

Como se había descrito anteriormente se utilizarán dos modelos de equipos RoIP en el presente diseño, el 102 y el 302M, cada uno desempeña una función diferente dentro de la red. El RoIP 102 al poseer únicamente una interfaz de radio es posible acoplar en él un equipo de radio fijo para la conversión y posterior envío de la información de voz por una red IP, en cambio el RoIP 302M es un equipo más completo el cual permite de manera virtual controlar hasta 12 RoIP 102, es decir realiza función de servidor de VoIP manejando el protocolo SIP.

La serie de productos RoIP permite unificación de redes de radio de dos vías, IP y celular en un solo dispositivo. Estos equipos requieren el uso de un servidor DDNS para la asignación de direcciones IP a los dispositivos de manera dinámica si es que no se hiciera uso de una dirección IP pública, este servicio es proveído de manera gratuita por la compañía DBL Technology, el cliente en cualquier caso puede crear su propio servidor DDNS u obtenerlo de manera gratuita con el proveedor del servicio de internet. Estos equipos actualmente poseen un gran despliegue debido a que extiende la cobertura de una red de radio sin el uso de costosas estructuras repetidoras y líneas dedicadas, permitiendo la conexión del mundo de radio al VoIP y celular de manera que permite las comunicaciones de voz a través de múltiples redes.

d.4.4.1. Instalación RoIP

El método para la instalación de los equipos RoIP 102 y 302M son los mismos, la única diferencia física entre estos dos dispositivos son las interfaces físicas que posee cada uno. RoIP 102 hace posible que las comunicaciones de voz por radio sean convertidas a señales IP y posterior a esto él envió de las mismas mediante el acceso a un servidor SIP o un equipo RoIP 302M en una red IP para logar la comunicación de una estación lejana con otro punto de la red. Estos equipos pueden instalarse dentro de redes IP públicas o privadas. El diagrama de conexión la serie RoIP se puede observar en la figura 46. Además de la conexión física existente entre el equipo RoIP y el equipo de radio los dispositivos RoIP crean conexiones virtuales ente ellos para entablar las comunicaciones. La conexión de los dos dispositivos se la realiza mediante una interfaz de radio PTT que viene con el equipo interconectando los pines asignados mostrados en la figura siguiente.

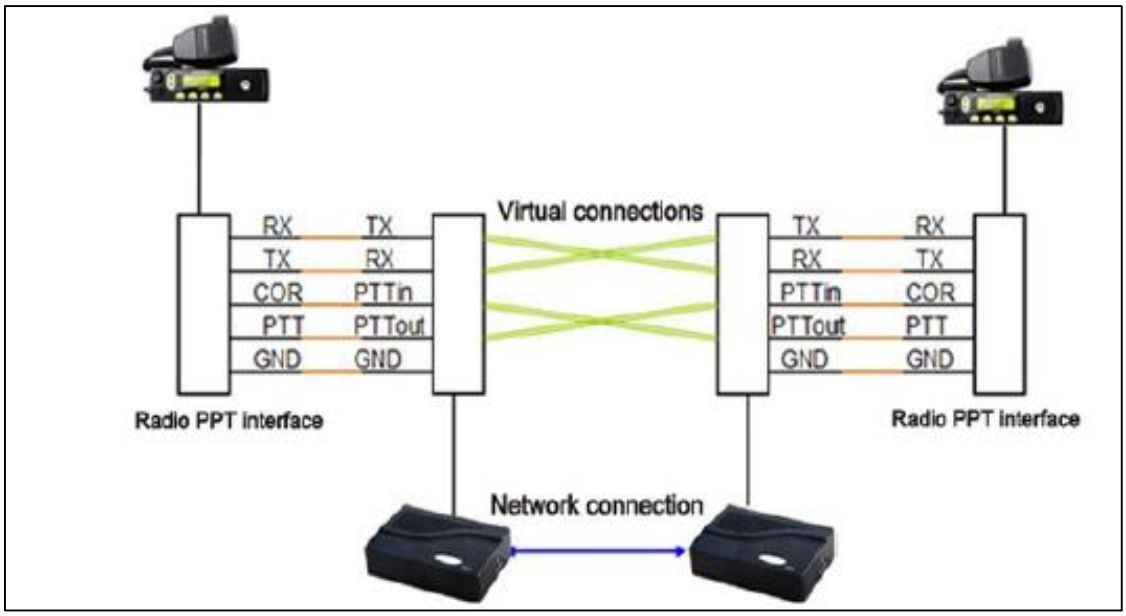


Figura 46. Diagrama de básico de enlace RoIP. Fuente: *[27]*

El equipo RoIP 302M se usa como punto de conmutación para las otras regiones donde se usan los equipos RoIP 102 como se puede observar en la figura 47, evitando así el uso de servidores VoIP adicionales para la comunicación.

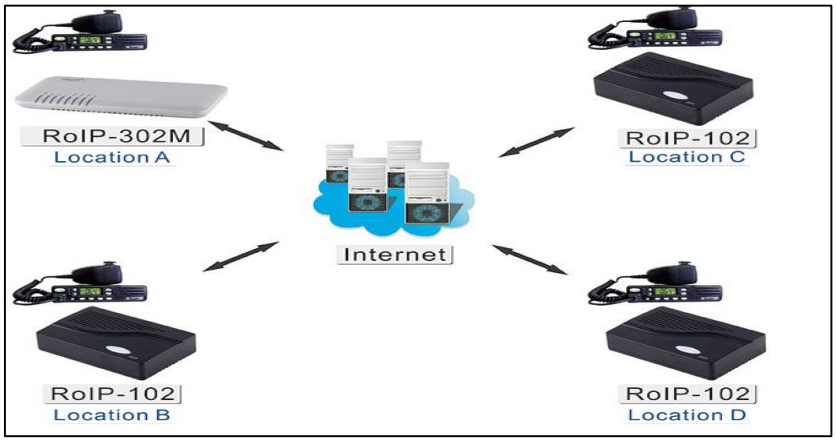


Figura 47. Comunicación básica en múltiples regiones vía Internet. Fuente: *[27]*

Para la instalación de los equipos se debe realiza las conexiones de los servicios en los puertos que se indican en la figura 48 para el equipo RoIP 102 y en la figura 49 para el RoIP 302M.

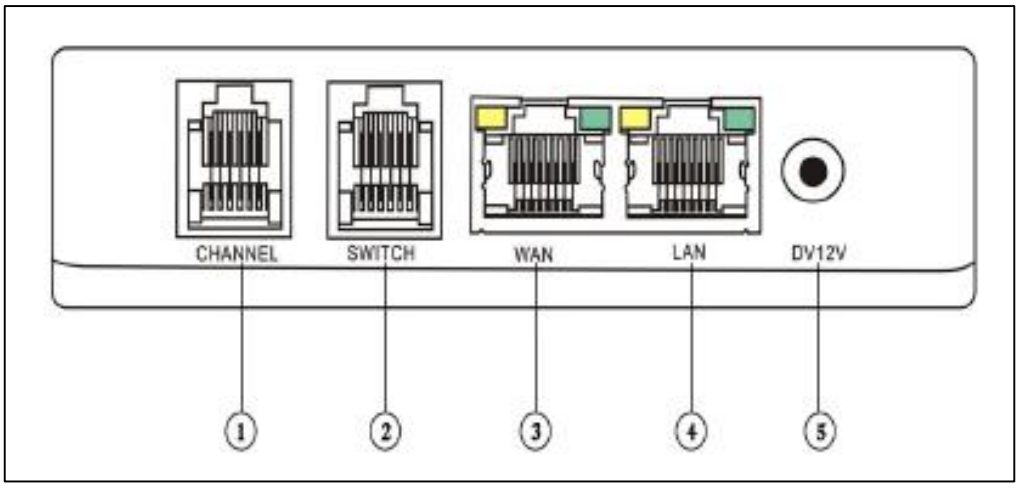


Figura 48. Panel de interconexión RoIP 102. Fuente: *[27]*

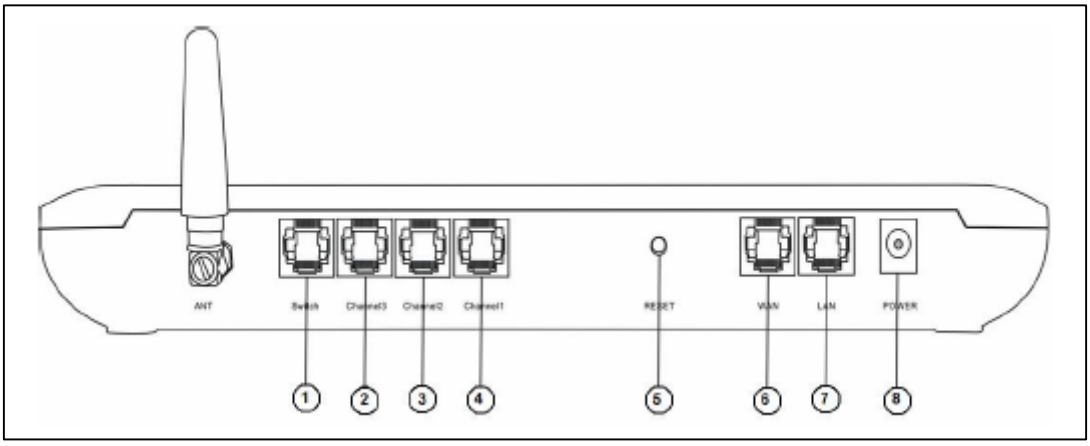


Figura 49. Panel de interconexión RoIP 302M: Fuente: *[28]*

La descripción de cada una de las interfaces indicadas en las figuras anteriores se puede observar en la tabla 43 donde se indica el puerto y la descripción de cada uno de los mismos.

Tabla 43. Descripción de las interfaces del equipo RoIP 102

Nombre	Descripción
Channel	Consta de un puerto de interconexión RJ11. Permite la interconexión de una estación de radio mediante un cable adaptador PTT.
Switch	Consta de un puerto de interconexión RJ11. Permite el control del equipo de manera remota.

WAN	Consta de un puerto de interconexión RJ45. Permite la conexión a un router o switch para el enlace a una red WAN a velocidades de 10/100 Base-T.
LAN	Consta de un puerto de interconexión RJ45. Permite la conexión a dispositivo de red como una PC a velocidades de 10/100 Base-T.
Power	Conexión hacia el servicio eléctrico a 12V 1 A.
Reset	Admiten la posibilidad de reiniciar las configuraciones del equipo.

Para interconectar el equipo de radio al equipo RoIP se debe seguir el diagrama de interconexión indicado en la figura 50 para que exista un normal funcionamiento. Los equipos RoIP incorporan un adaptador para la interconexión de los dos equipos según la disposición de pines que tengan los diferentes modelos de los equipos de radio, tanto el equipo RoIP 102 y 302M admiten la configuración que se presenta a continuación.

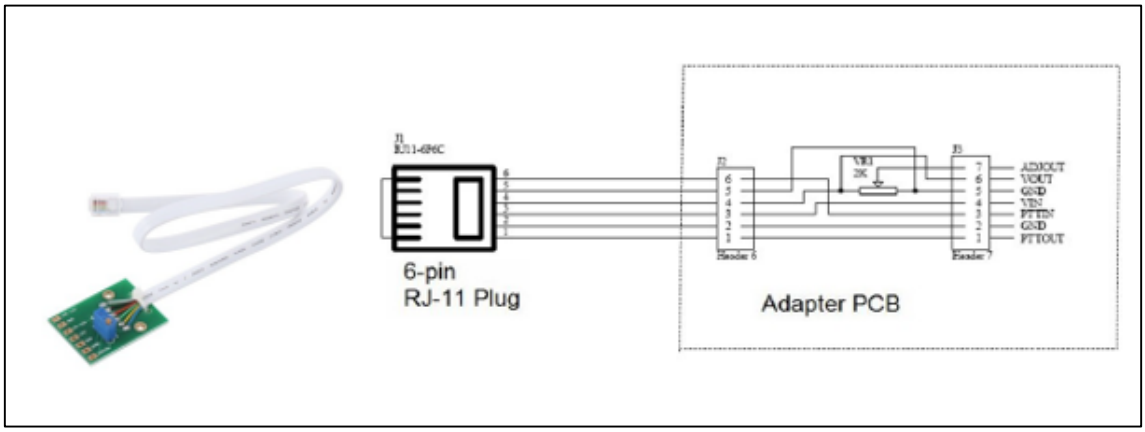


Figura 50. Cable adaptador PTT. Fuente: *[27]*

Como se indicó en las secciones anteriores utilizaremos equipos de radio Motorola DGM 6100 y DGM 8500. La distribución de pines de la estación base Motorola DGM 6100/8500 se la puede observar en la tabla 44.

Tabla 44. Distribución de pines Motorola DGM 6100/8500.

N.º de pin	Nombre del pin	Función del pin	N.º de pin	Nombre del pin	Función del pin
1	USB+	USB + (datos)	14	Rx Audio	Terminal "vivo" de audio de recepción[2]
2	USB-	USB - (datos)	15	AUX Audio 2	Megafonía 2
3	VBUS	Alimentación de USB (5 V del accesorio/cable USB)	16	GND	Tierra
4	USB/MAP_ID GND	Tierra de USB/MAP_ID	17	GP5-1 (PTT)	GPIO nivel 5 V, entrada PTT[1]
5	MAP_ID_2	Identificador de accesorio	18	GND	Tierra
6	MAP_ID_1	Identificador de accesorio	19	GP5-2 (Monitor)	GPIO nivel 5 V, entrada monitoreo[3]
7	SW B+	Voltaje de batería conmutado	20	GP5-6	GPIO nivel 5 V
8	PWRGND	Tierra	21	GP5-3	GPIO nivel 5 V, función de actividad de canal
9	SPKR-	Parlante - (impedancia mínima de 3,2 ohmios)	22	GP5-7	GPIO nivel 5 V
10	SPKR+	Parlante + (impedancia mínima de 3,2 ohmios)	23	EMERGENCY	Entrada conmutador de emergencia
11	Tx Audio	Entrada de micrófono externo posterior[4]	24	GP5-7	GPIO nivel 5 V
12	Audio GND	Tierra de audio	25	IGN SENSE	Detección de ignición[5]
13	AUX Audio 1	Megafonía 1	26	VIP-1	Tolerante 12 V, GPIO 5 V, alarma externa

Fuente: [30]

La disposición física de los pines de los equipos de radio DGM 6100/8500 se puede observar en la figura 51.

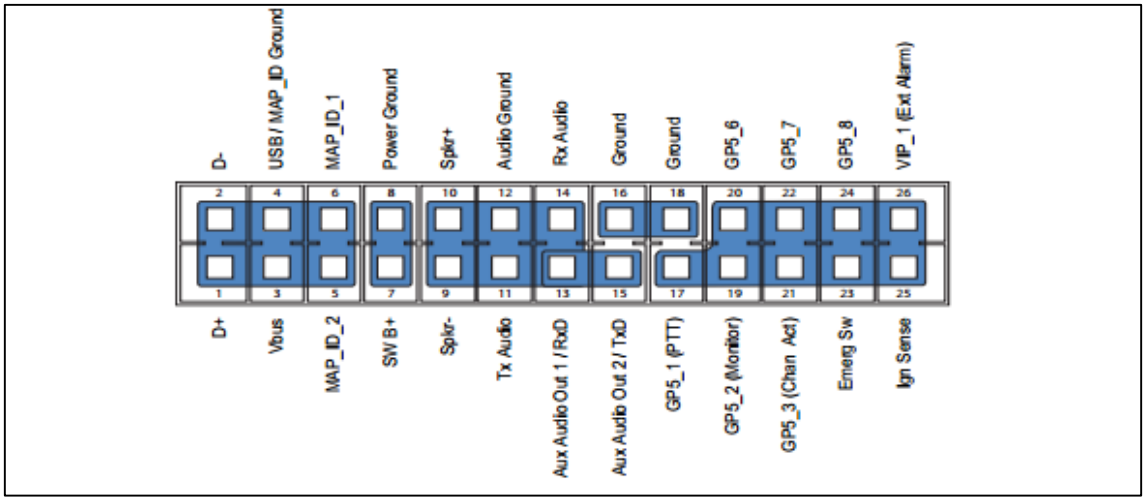


Figura 51. Disposición de pines de equipos Motorola DGM 6100/8500. Fuente: *[30]*

Una vez identificados los pines de los equipos de radio se procede a realizar la interconexión de los mismos mediante la tarjeta PTT que viene con el equipo RoIP. La

conexión se la puede observar en la figura 52, los pines que involucran la comunicación entre estos dos son los siguientes:

- **Pin 11:** Línea de transmisión de audio (AUDIO TX).
- **Pin 12:** Tierra de la línea de audio (AUDIO GND).
- **Pin 14:** Línea de recepción de audio (AUDIO RX).
- **Pin 16 y 18:** Tierra del equipo (GND).
- **Pin 17:** Activación del PTT llevando esta línea a tierra activándose la entrada AUX_MIC (PTT OUT).
- **Pin 19:** Esta entrada se usa para detectar cuándo un accesorio de micrófono se retira del botón PTT a fin de avisar al usuario que el canal está ocupado antes de transmitir (PTT IN).

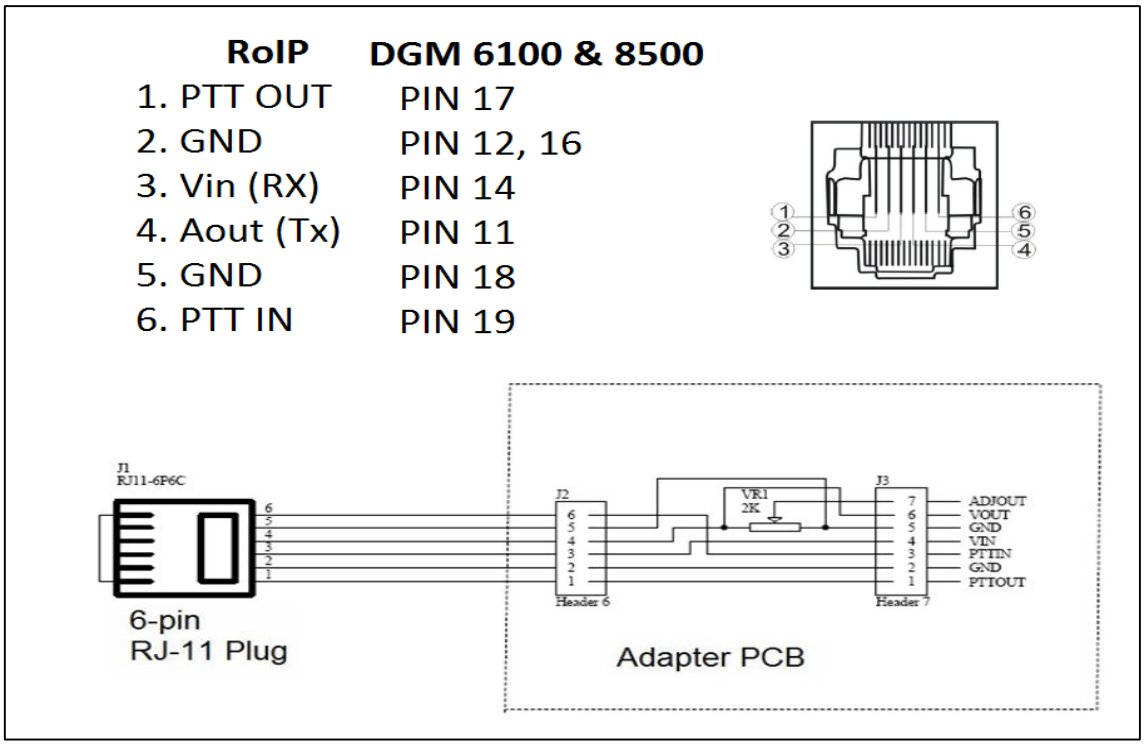


Figura 52. Interconexión entre radio base con el equipo RoIP. Fuente: *[31]*

Luego de conectar estos pines en la tarjeta PTT del equipo de la manera indicada en la figura anterior se procede a conectar la entrada RJ11 al equipo RoIP. Todos los equipos de radio que se utilizarán en el diseño deberán realiza el mismo procedimiento de interconexión. La disposición final de las interfaces del equipo RoIP 102 se puede observar en la figura 53 y RoIP 302M en la figura 54, donde se indica el modo de interconexión de cada una de ellas.

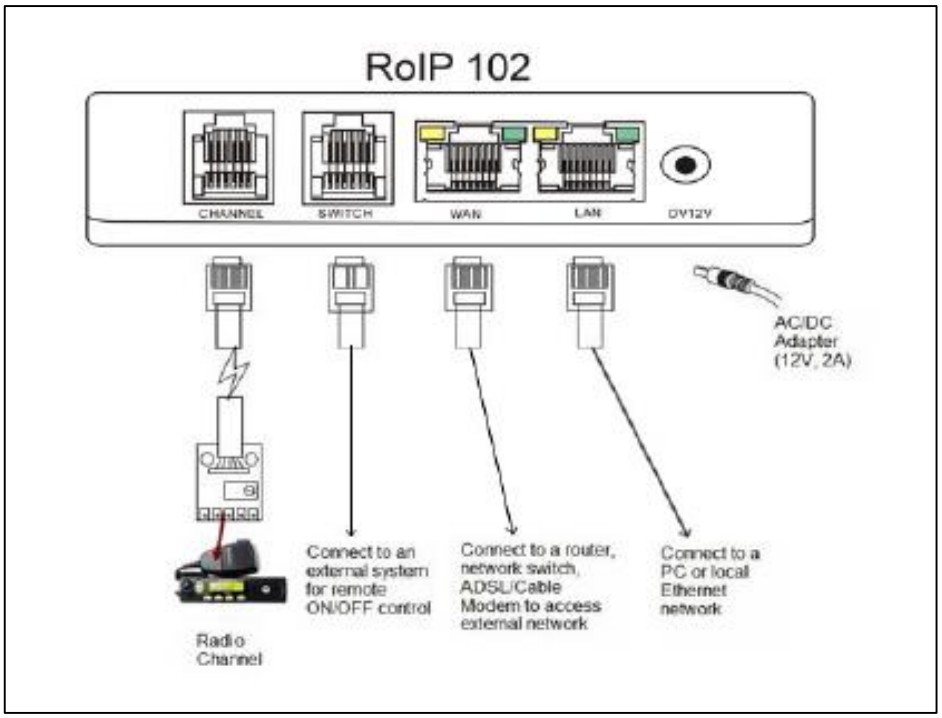


Figura 53. Disposición final de las interfaces del equipo RoIP 102. Fuente. *[27]*

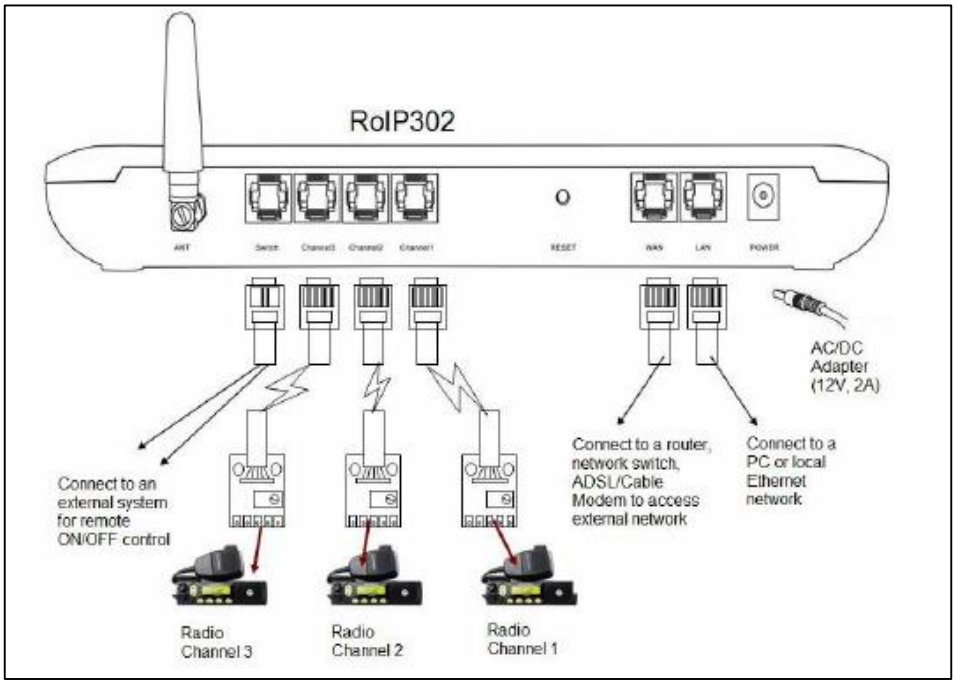


Figura 54. Disposición final de las interfaces del equipo RoIP 302M. Fuente: *[28]*

La serie RoIP cuenta con iluminación led que indica el estado actual del dispositivo como se indica en la tabla 45.

Tabla 45. Indicadores led del equipo RoIP 102

LED	Función	Descripción
Power	Estado del suministro de energía	Se enciende cuando se conecta al suministro de energía.
Run	Estado de la función RoIP	Parpadea cada 4s indicado que el dispositivo no se encuentra listo. Parpadea cada 2s para indica que el dispositivo se encuentra listo.
LAN	Estado del puerto LAN	Se enciende cuando el puerto LAN se encuentra conectado y parpadea cuando se encuentra trasmitiendo.
Channel	Estado de transmisión o recepción por la interfaz	Se enciende cuando el dispositivo transmite y recibe información por la interfaz.

d.4.4.2. Configuración RoIP

El sistema básico ROIP está compuesto por una estación de radio, un servidor VoIP y un adaptador RoIP que permite integrar ambos mundos, el de radio y el de datos. Esta configuración hace posible que las radios sean vistas por el Servidor IP como extensiones adicionales dentro del sistema, haciendo posible que puedan comunicarse con las otras extensiones configuradas dentro del mismo, como se observa en la figura 55.

Mediante el servidor SIP es posible el establecimiento se sesiones de voz entre todos los dispositivos de la red mediante el intercambio de mensajes como se detalló anteriormente para el desarrollo de la comunicación. Los mensajes de inicio de sesión son enviados por los usuarios hacia el servidor para que este determine la ubicación requerida según el registro que contiene.

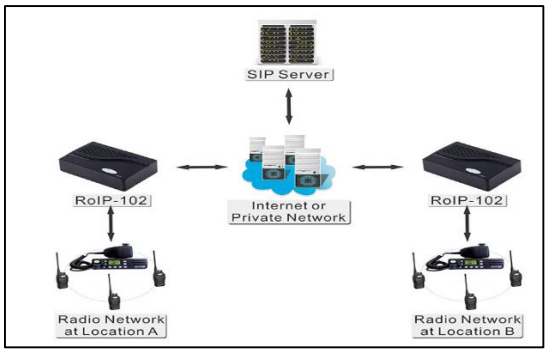


Figura 55. Sistema básico RoiP. Fuente: *[27]*

En nuestro caso no necesitaremos de un servidor SIP ya que los dispositivos RoIP 302M cumplen con esta funcionalidad, manejan hasta 12 dispositivos RoIP de manera virtual, se pueden añadir más de estos dispositivos de manera que se pueden controlar muchos más dispositivos RoIP dentro de la red lo cual hace una red bastante robusta y económica al momento de querer expandir nuestros servicios a lugares remotos sin la necesidad de adquirir equipos costosos.

La configuración de los equipo de radio Motorola mencionados anteriormente se puede observar en la figura 56. Se ingresa al dispositivo mediante software a cada uno de los equipos mediante una PC y cable de conexión serial DB25-DB9. Se ingresa a la pestaña ACCESORIOS, aquí se realiza la configuración eligiendo los pines 17 (PPT OUT) y 19 (PPT IN) para que el dispositivo puede detectar conversaciones en grupo de tal manera no existan interferencias en la comunicación.

Figura 56. Configuración de los pines de radio Motorola DGM 6100/8500 mediante software. Fuente: *[31]*

El siguiente paso es la configuración del audio de Rx del equipo en modo filtro silenciador, de tal manera que el equipo suprima el ruido de fondo existente en la comunicación y la misma sea de mejor calidad, este proceso se puede observar en la figura 57.

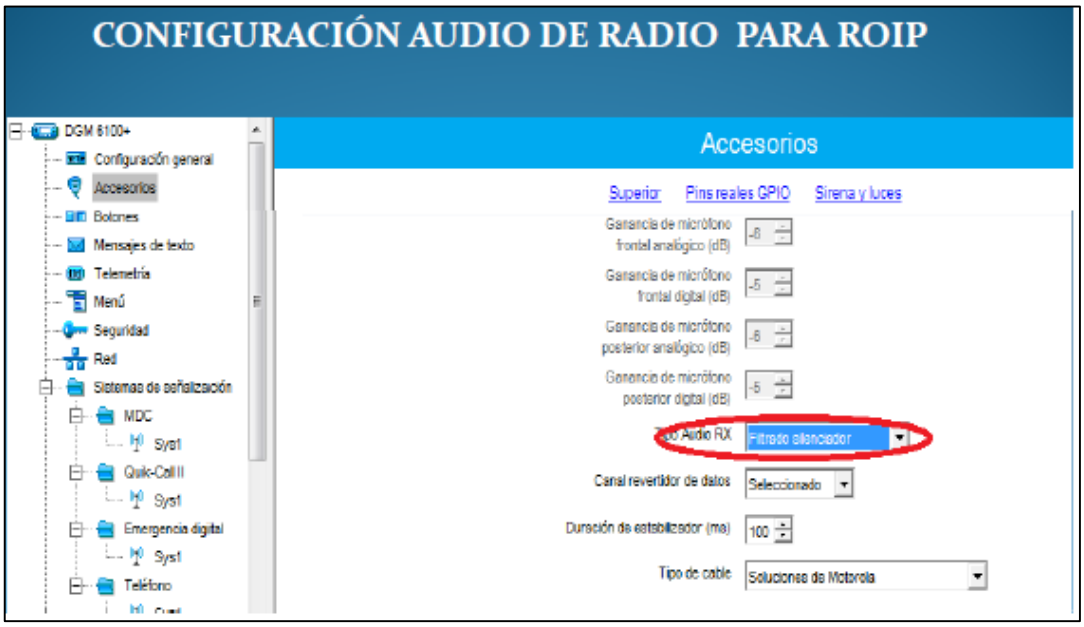


Figura 57. Configuración del audio de recepción Motorola DGM 6100/8500 mediante software. Fuente: *[31]*

Una vez configurados los equipos RoIP mediante software y realizadas las conexiones con el adaptador PTT se procede a la configuración de los equipos de la serie RoIP mediante interfaz Web conectado una computadora al puerto LAN del dispositivo. La dirección predeterminada que se debe colocar en el buscador web es 192.168.8.1, la PC debe estar en la misma red para poder configurar el equipo es decir se debe configurar una dirección IP dentro 192.168.8.x (X=2-254). Luego de ingresa la dirección en el buscador aparecerá una ventana emergente donde pedirá el ingreso de usuario y contraseña que por defecto ambas son “admin“, ingresar esta en cada uno de los recuadros que se indican en la figura 58.

Figura 58. Ingreso para configuración de los equipos de la serie RoIP mediante interfaz Web. Fuente: *[28]*

Como se había descrito anteriormente utilizaremos dos tipos de equipos RoIP el 102 y el 302M, la configuración de cada uno de ellos se la describirá a continuación. Existen dos maneras de configuración de los equipos de la serie RoIP, una es mediante la asignación de una dirección IP pública y la otra con una dirección IP dinámica otorgada por el router la cual requiere hacer uso del servidor DDNS que proporciona la empresa desarrolladora del producto, este servidor DDNS asigna una dirección IP pública de manera momentánea mientras dura la conexión. Los equipos RoIP 302M usarán direcciones IP públicas proporcionadas por el proveedor de servicios de internet debido a que servirán de servidores SIP y los equipos RoIP 102 usarán direcciones dinámicas debido a que son únicamente clientes, de tal manera no se necesitará utilizar el servidor DDNS para resolver direcciones IP.

Cada dispositivo RoIP es asignado un grupo único para el registro dentro del servidor SIP, los dispositivos conectados a las interfaces PTT del equipo RoIP son asignados al mismo grupo que identifica al dispositivo dentro de la red, la comunicación de cada dispositivo de la red será punto a multipunto para que todos puedan escuchar las comunicaciones al mismo tiempo, en la tabla 46 se pueden observar las características de la red a configurar por cada uno de los dispositivos. Por cada dispositivo RoIP se asignará un equipo de radio fijo en el puerto PPT correspondiente. Debido a que se necesitan comunicar 19 puntos distintos de la red se utilizarán dos dispositivos RoIP 302M de tal manera que cada uno controle hasta doce dispositivos RoIP y el siguiente maneje los restantes permitiendo que la red sea escalable.

Tabla 46. Características de la red RoIP a configurar

Estación	Dispositivo	Grupo	Dirección IP	SIP server
Centro	RoIP 302M Maestro RoIP 302M Slave	101 102	202.96.123.123 202.96.123.124	202.96.123.123 202.96.123.123
Ecu -911	RoIP 102 cliente	103	192.168.1.101	202.96.123.123
Norte	RoIP 102 cliente	104	192.168.1.101	202.96.123.123
Sur	RoIP 102 cliente	105	192.168.1.101	202.96.123.123
Malacatos	RoIP 102 cliente	106	192.168.1.101	202.96.123.123
Vilcabamba	RoIP 102 cliente	107	192.168.1.101	202.96.123.123
San Pedro de Vilcabamba	RoIP 102 cliente	108	192.168.1.101	202.96.123.123
Chuquiribamba	RoIP 102 cliente	109	192.168.1.101	202.96.123.123
Taquil	RoIP 102 cliente	110	192.168.1.101	202.96.123.123
Chantaco	RoIP 102 cliente	111	192.168.1.101	202.96.123.123
San Lucas	RoIP 102 cliente	112	192.168.1.101	202.96.123.123
Gualel	RoIP 102 cliente	113	192.168.1.101	202.96.123.123
El Cisne	RoIP 102 cliente	114	192.168.1.101	202.96.123.124
Quinara	RoIP 102 cliente	115	192.168.1.101	202.96.123.124
Jimbilla	RoIP 102 cliente	116	192.168.1.101	202.96.123.124
Santiago	RoIP 102 cliente	117	192.168.1.101	202.96.123.124
Yangana	RoIP 102 cliente	118	192.168.1.101	202.96.123.124
Repetidora	RoIP 102 cliente	119	192.168.1.101	202.96.123.124

- **Configuración de la red**

Una vez ingresado al equipo se procede a configurar los parámetros de la red en la pestaña de configuración de red, es necesario que el proveedor de servicios de Internet asigne una dirección IP pública para cada uno de los equipos RoIP 302M además que provea la información de la red. El puerto PC permite conectar otro dispositivo de red al equipo generalmente es una PC, se asigna una dirección IP privada en otro segmento de red para que el dispositivo RoIP haga la función de router.

Para fines de configuración se asignará la dirección IP pública 202.96.123.123 al RoIP 302M Maestro de la red IP además el mismo estará vinculado a un dispositivo de red comúnmente una computadora para su manejo, este dispositivo se configurará mediante una dirección IP estática en otro segmento de red, en este caso 192.168.8.1 como se observa en la figura 59.

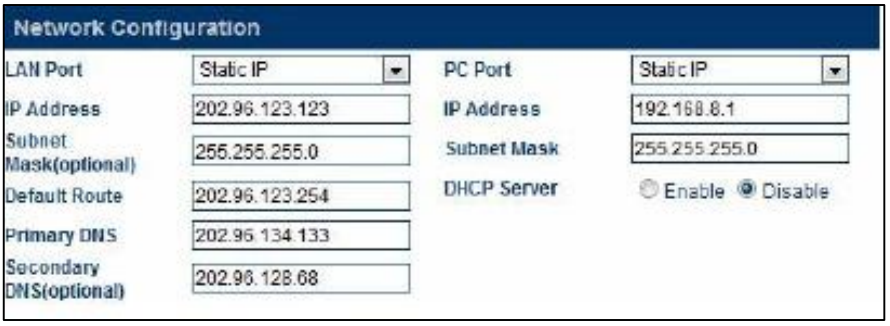


Figura 59. Configuración de red RoIP 302M master

El dispositivo RoIP 302M Slave realizará la misma configuración indicada en la figura superior pero será asignado a otra dirección IP pública diferente, en este caso será la dirección 202.96.123.124, el procedimiento se puede observar en la figura 60.

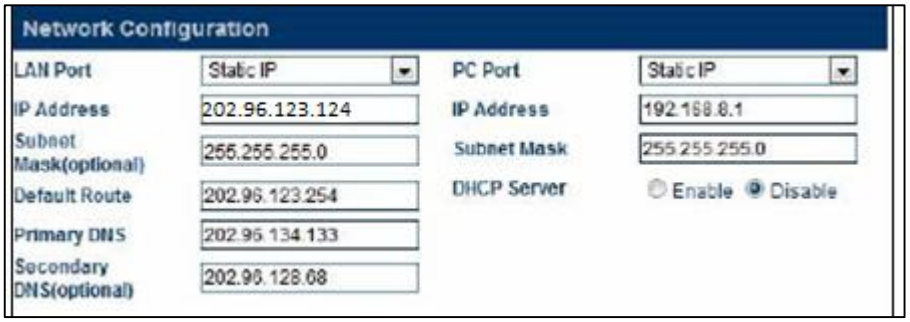


Figura 60. Configuración de red RoIP 302M Slave

Los dispositivos RoIP 102 utilizarán direcciones IP dinámicas dentro del rango de direcciones asignados al dispositivo de red en el que se encuentra conectado, si la dirección IP del router es 192.168.1.1 el equipo RoIP deberá estar dentro de la misma subred, en este caso se utilizará la dirección IP 192.168.1.101 para todos los dispositivos RoIP 102 que intervendrán dentro de la red, la configuración se puede observar en la figura 61.

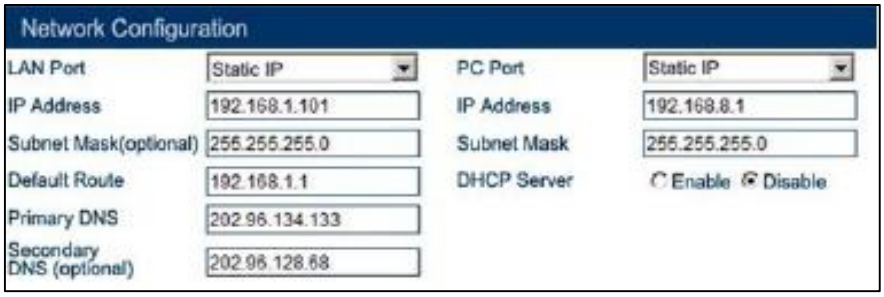


Figura 61. Configuración de red RoIP 102

Debido a que se utilizan dirección IP públicas para los servidores SIP se debe desactivar la opción DDNS en todos los equipos RoIP ingresando en la pestaña de Preferencia, en esta pestaña además se puede configurar el idioma el cual está disponible en Ingles y Chino al momento, el servidor de tiempo automáticamente provee la hora local del equipo según la zona horaria, para Ecuador es GMT -5, estas características se observan en la figura 62.

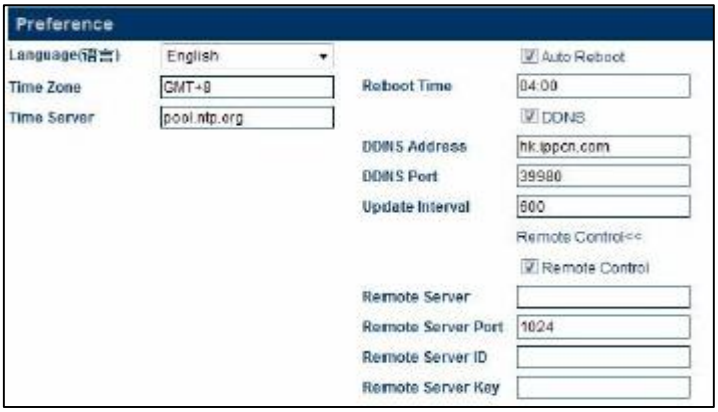


Figura 62. Configuración de la pestaña preferencia.

- **Configuraciones de llamada**

Cuando una señal de voz es transmitida desde cualquier dispositivo RoIP dentro de la red el RoIP 302M Maestro retransmitirá la señal a todos los dispositivos que se encuentren

asignados al mismo grupo. Al igual que radio en dos vías únicamente se permite la comunicación de voz una vez al mismo tiempo. Si la señal de voz viene desde un puerto PTT vinculado a un dispositivo RoIP 102, el dispositivo RoIP 302M Maestro retransmitirá la señal de voz a todos los puertos PTT vinculados al mismo grupo donde se originó la comunicación.

RoIP 302M fue creado para soportar hasta 12 clientes SIP para modos de comunicación grupal, es decir comunicaciones punto a multipunto de manera simultánea. Este dispositivo soporta hasta 3 grupos, cada uno de ellos identifica un equipo de radio conectado a los puertos PTT para las comunicaciones en grupo. RoIP 102 contiene una única interfaz PTT de tal manera soporta únicamente un grupo SIP, fue creado para comunicaciones punto a punto. Si se asigna un dispositivo PTT a un grupo específico este no podrá ser asignado a otro grupo, de tal manera si un equipo RoIP 302M tiene las tres interfaces PTT ocupadas cada una de estas deberá asignarse a un único grupo SIP, esto es usado para comunicaciones punto a punto. Todos los dispositivos RoIP se configurarán en un mismo grupo de tal manera exista comunicación en todos los puntos de la red.

El dispositivo RoIP 302M Maestro se asignará a un único número SIP 101 y la dirección SIP Proxy será la misma del equipo, como se puede observar en la figura 63.

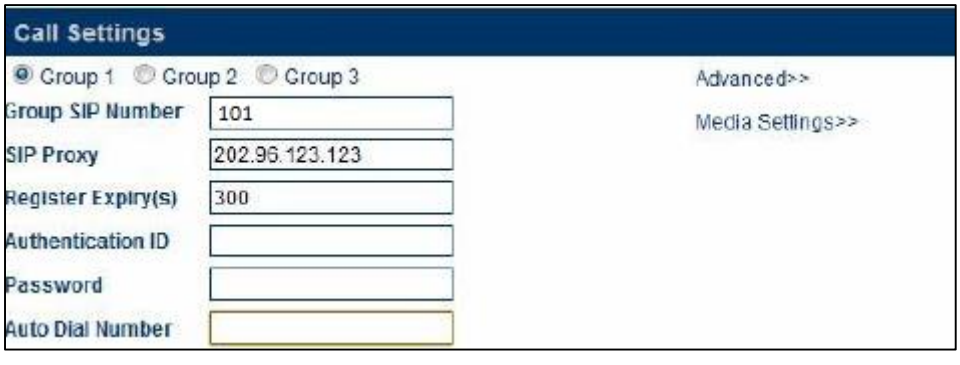


Figura 63. Configuración de llamadas del RoIP 302M Maestro

El dispositivo RoIP 302M Slave se asignará al grupo 102, el servidor SIP Proxy será la dirección IP del RoIP 302M Maestro y número de marcado automático para las comunicaciones de voz será el 101 así como se observa en la figura 64.

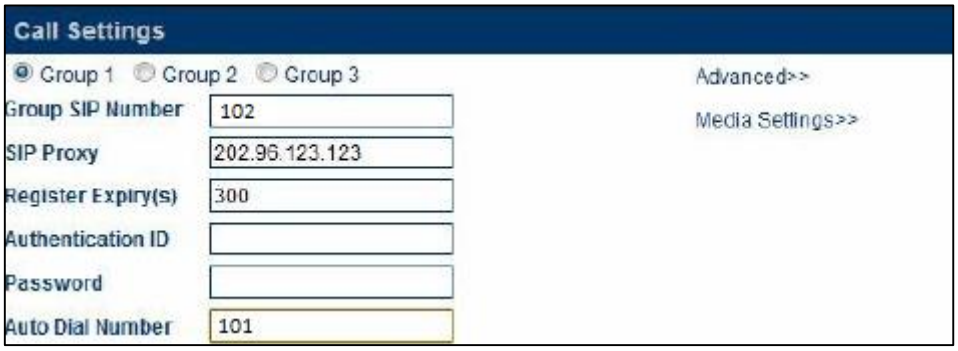


Figura 64. Configuración de llamadas del RoIP 302M Slave

Como se había explicado anteriormente cada dispositivo RoIP 302 maneja hasta 12 dispositivos RoIP de manera virtual, de tal manera el equipo RoIP 302M Maestro estará vinculado hasta el equipo RoIP 102 ubicado en la parroquia de Gualel como se puede observar en la tabla 30, los demás equipos RoIP 102 restantes deberán vincularse al equipo RoIP 302M Slave el mismo que está vinculado al equipo RoIP 302M Maestro, de tal manera la comunicación sea escuchada en todos los puntos de la red, esta última configuración se ve en la figura 65.

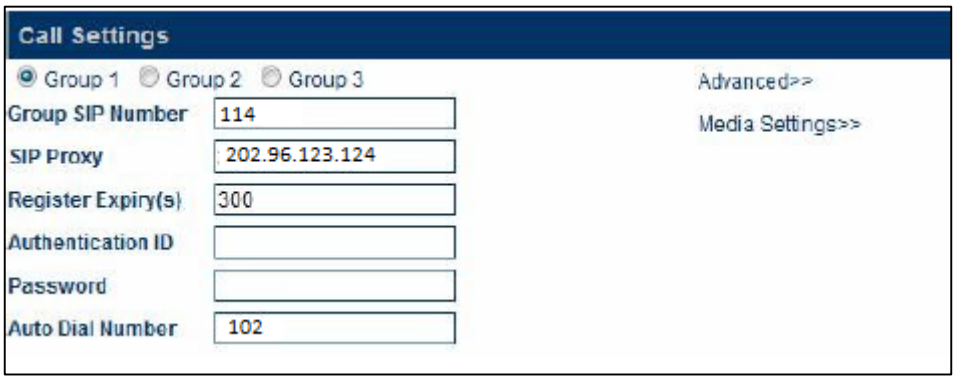


Figura 65. Configuración de llamadas del RoIP 102

- **Configuración de las señales PTT**

Esta sección define los niveles de voltaje para la activación de las señales PTT de entrada y salida. Cada terminal de radio dispone de diferentes niveles de activación, los equipos DGM 6100/8500 define niveles de activación para las señales PTT IN y PTT OUT de +5V por lo que se deberá ingresar el valor de 1 que representa un nivel alto de la señal

como se observa en la figura 66. La expiración de la señal PTT de salida define el tiempo máximo que un equipo puede transmitir al presionar el botón PTT, esta configuración es usada para que un terminal no ocupe un canal de voz de manera ilimitada y la duración mínima es de 30 segundos.

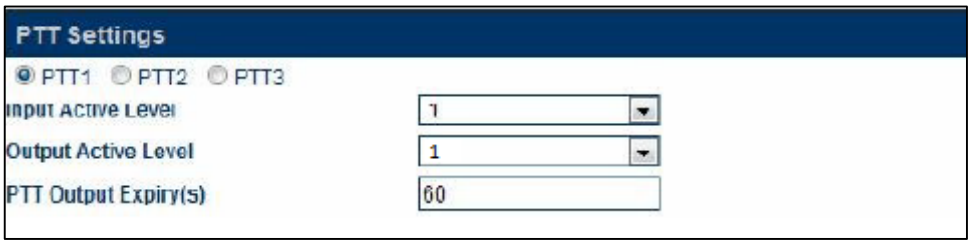


Figura 66. Configuración de los niveles de activación de las señales PTT

- **Configuración del códec**

En modo de transmisión grupal mientras más dispositivos sean ocupados en la red se requiere un mayor ancho de banda para un correcto funcionamiento y estabilidad en las comunicaciones. Debido a que los equipos RoIP 302M estarán asociados a múltiples equipos RoIP es necesario que se elija un códec que permita una mayor compresión en las señales de voz para que los requerimientos del ancho de banda sean menores, de los códec que la serie RoIP permite utilizar el G.729 es aquel que utiliza una menor tasa de compresión y un retardo aceptable para comunicaciones de voz, según el parámetro MOS que registra la calidad de voz de los distintos códec este códec presenta un valor de 4 en la escala de 5 lo cual representa una muy buena calidad de voz a una menor tasa de transmisión como se puede observar en la tabla 18. La configuración entonces elegida para el códec G.729 se la puede observar en la figura 67.

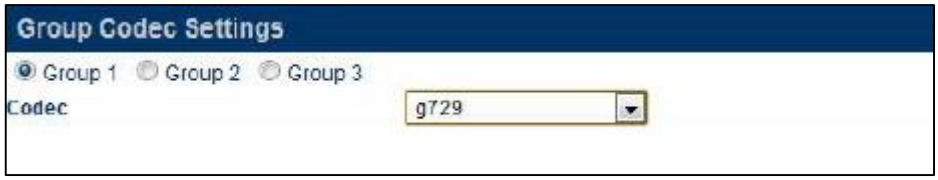


Figura 67. Configuración del Códec

- **Configuración de Grupo**

Cada dispositivo de la serie RoIP cuentan con distintas interfaces para los equipos PTT, en el caso de versión 101 dispone de un único puerto PTT lo cual permite únicamente la integración de señales radio a señales de voz IP, en el caso de la versión 302M este equipo

posee tres puertos PTT y además de un módulo GSM de telefonía celular, lo cual permite la integración de señales de radio y telefonía celular mediante redes IP.

La configuración de grupo asigna los puertos de radio y el módulo GSM para uno de los tres grupos permitidos en caso de la versión 302M. Si se asignan los cuatro canales en el grupo 1 significará que no existirán canales para los grupos restantes. Cada canal PTT y GSM únicamente pueden ser asignados a un único grupo de los tres disponibles. En cada estación se asignarán todos los canales PTT y GSM al grupo 1 para que exista comunicación en todos los puntos de la red, la configuración se observa en la figura 68.

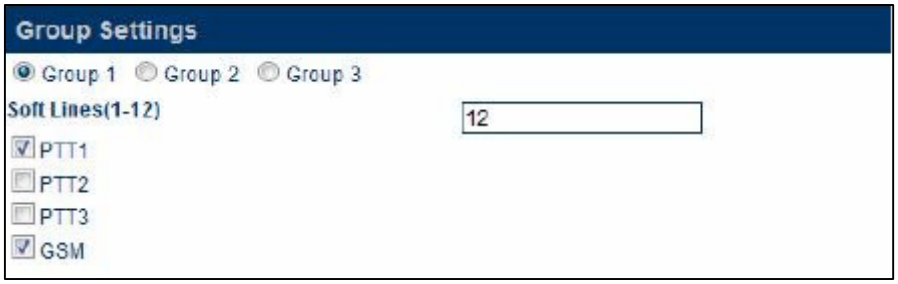


Figura 68. Configuración de grupos

- **Configuración de llamadas GSM**

En esta sección se define una contraseña para las llamadas entrantes y salientes de una red GSM, si no se requiere de contraseña esta opción se deja en blanco, en la figura 69 se puede observar la configuración.

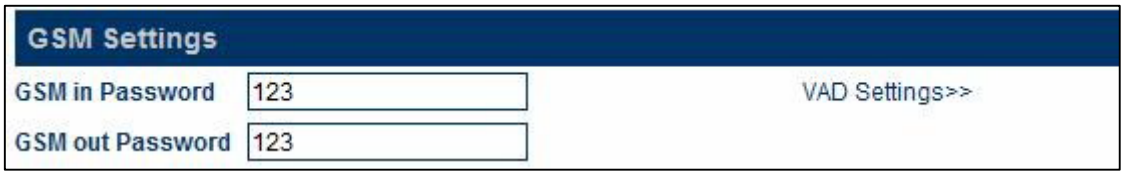


Figura 69. Configuración para llamadas entrantes y salientes GSM

Una vez que se ha culminado la configuración del equipo, en la pestaña de estado es posible observar los parámetros ingresados y verificar que sean correctos, en la figura 70 se observa el estado del equipo RoIP 302M Maestro.

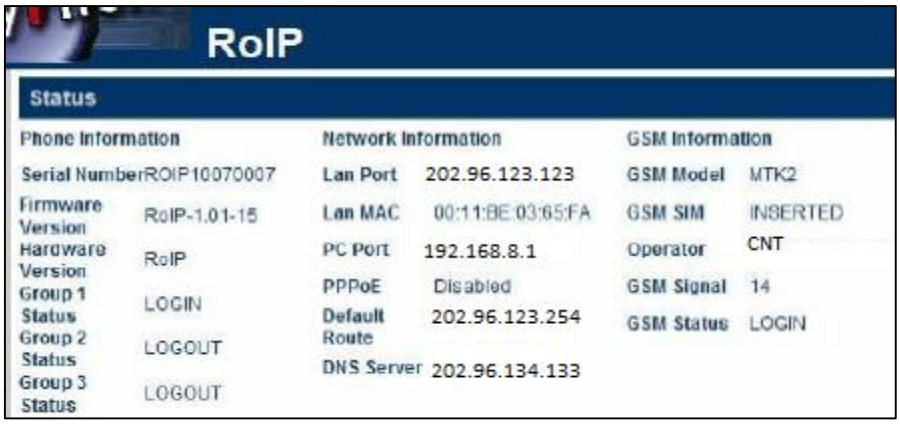


Figura 70. Página de información del equipo RoIP

En la figura 71 se puede ver un esquema sencillo de cómo serán las conexiones virtuales de los equipos RoIP dentro de la red. El Equipo RoIP 302M Maestro vincula de manera virtual los equipos RoIP 302M Slave y 11 equipos RoIP 102 y el equipo RoIP 302M Slave a su vincula 6 equipos RoIP 102 de manera virtual.

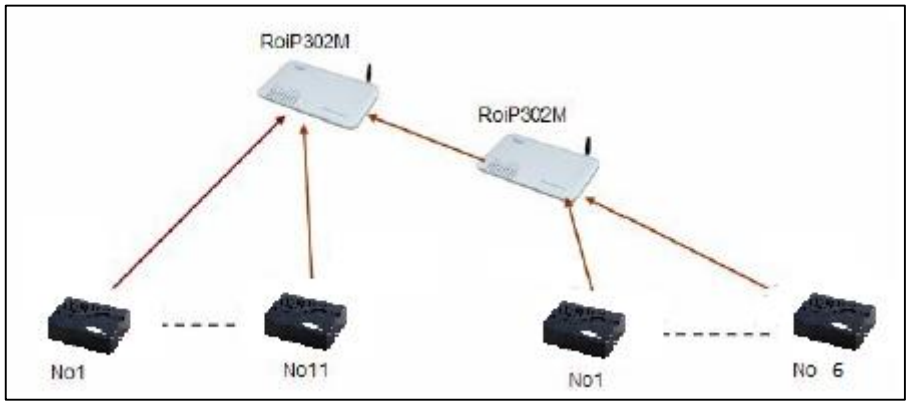


Figura 71. Esquema de conexión virtual de los equipos RoIP

d.4.5. Diagrama de la red a implementar

Cada una de las estaciones actuales del cuerpo de bomberos del Municipio de Loja y cada una de las estaciones de los bomberos voluntarios de las parroquias rurales podrán comunicarse mediante la red propuesta haciendo uso de los equipos existentes y del ancho de banda disponible en las mismas adicionado lo equipos detallados en las secciones anteriores. En la figura 72 se puede observar un esquema de funcionamiento de la red a implementar donde cada una de las estaciones podrá estar comunicada en cualquier momento con todas las parroquias del cantón Loja haciendo de la tecnología de radio existente y la tecnología sobre IP a implementar.

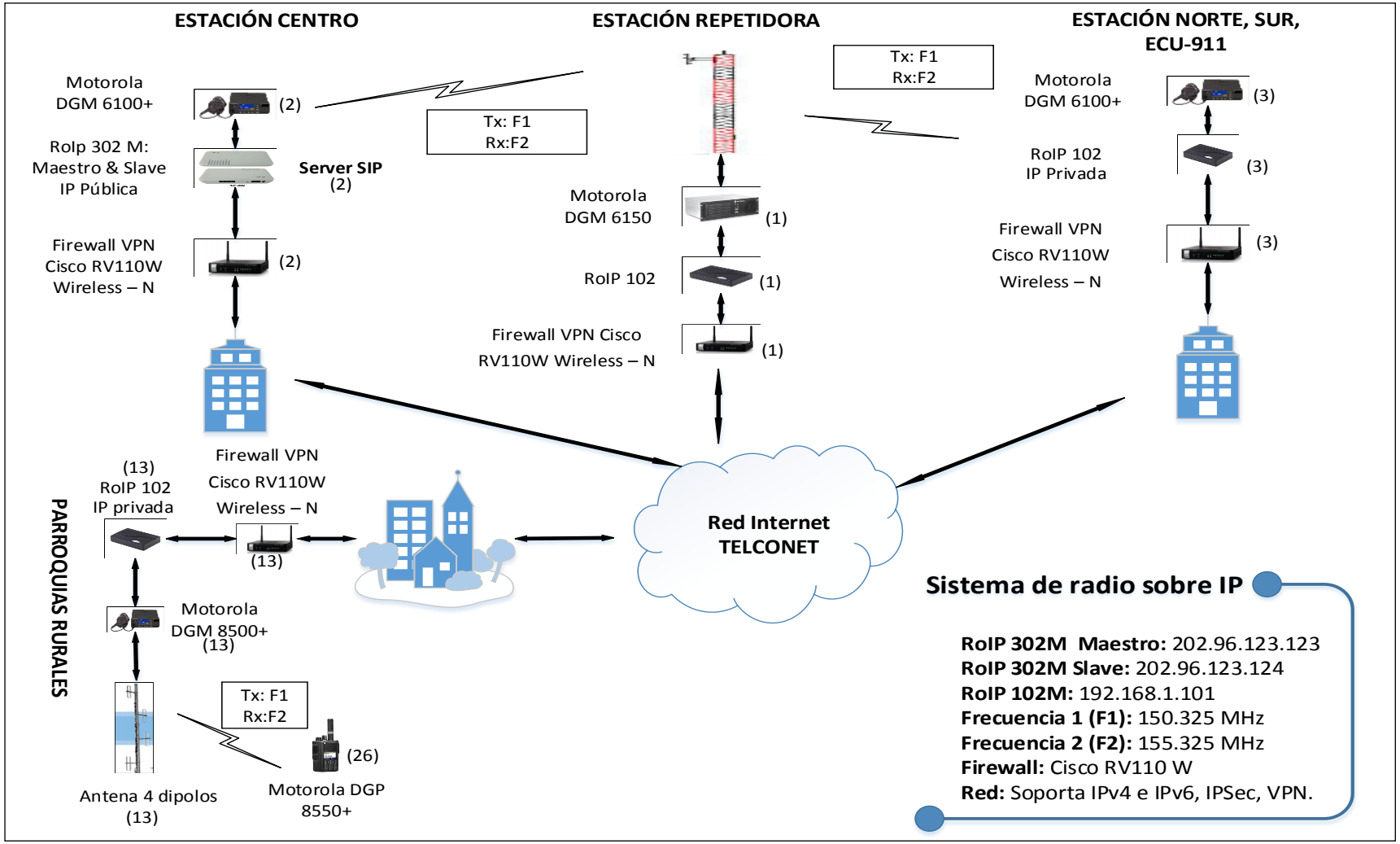


Figura 72. Diagrama de la red de comunicaciones a implementar.

d.5.- CAPÍTULO 5: Análisis de costos

En este capítulo se presentarán los costos referenciales de los equipos de radio y RoIP que intervienen en las comunicaciones dentro de la red, así como otros elementos que se detallarán en las siguientes tablas. La población de las parroquias urbanas en comparación a las parroquias rurales es muy distante como se puede apreciar en la tabla 47, las parroquias rurales cuentan con una población relativamente pequeña pero que al igual que las urbanas necesita la atención del cuerpo de bomberos, con equipos y el personal suficiente para solventar las emergencias, al momento estas no cuentan con las herramientas suficientes para sofocar cualquier situación de riesgo, entre las más necesarias motobombas y ambulancias. El factor más crítico es la distancia existente entre las estaciones actuales y las rurales, ya que los tiempos en movilización de vehículos y personal tomarían un gran período de tiempo, por ende los bomberos voluntarios deben estar constantemente en comunicación con el personal bomberíl para que sean instruidos mediante los equipos de comunicación ante emergencias que ameriten un mayor riesgo.

Tabla 47. Población de las parroquias del cantón Loja

Parroquia	Urbano	Rural	Total
Chantaco	-	1.177	1.177
Chuquiribamba	-	2.466	2.466
El cisne	-	1.628	1.628
Gualel	-	2.060	2.060
Jimbilla	-	1.114	1.114
Loja (urbano)	170.280	10.337	180.617
Malacatos	-	7.114	7.114
Quinara	-	1.384	1.384
San Lucas	-	4.673	4.673
San pedro de Vilcabamba	-	1.289	1.289
Santiago	-	1.373	1.373
Taquil	-	3.663	3.663
Vilcabamba	-	4.778	4.778
Yangana	-	1.519	1.519
Total	**170.280**	**44.575**	**214.855**

Fuente: [32]

d.5.1. Costos de equipos de radiocomunicaciones

En la tabla 48 se ven los costos referenciales de los equipos de radio fijos y móviles que se ubicarán dentro de las parroquias rurales, así como la antena que se conectará al equipo radio base, tipo de cable y además se consideró un sistema UPS para respaldo en caso de que existan interrupciones temporales del servicio eléctrico así como para que no existan corto circuitos y se dañen los equipos.

Tabla 48. Costos referenciales de los equipos de radio

ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	13	Radio Motorola DGM 8500 con GPS. Frecuencia VHF. Potencia 45 Watts.	$ 997,00	$12.961,00
2	26	Radio MOTOROLA DGP8550 con GPS. Potencia: 5watts.	$ 918,00	$ 23.868,00
3	13	Antena ANDREW modelo DB 224 a 4 dipolos.	$850,00	$11050,00
4	455 m	Cable coaxial LMR 400	$ 3.50	$1592,5
5	13	UPS Forza Atlas 3KvA	$ 1.059,00	$ 13.767,00
SON: SESENTA Y TRES MIL DOSCIENTOS TREINTA Y OCHO CON 50/100 DÓLARES			$ 3827,50	$63.238,50

d.5.2. Costos de equipo de Radio sobre IP

En la tabla 49 se pueden observar los equipos RoIP que se instalarán dentro de las oficinas de las juntas parroquiales y estaciones bomberíles e interconectarán al equipo de radio fijo ubicada en la misma. Estos equipos vienen incorporados con cables de interconexión a PTT y RJ-45 por lo que no es necesario adquirirlos por separado. A continuación se describe los elementos a utilizar en la red.

Tabla 49. Costos referenciales equipos RoIP

ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	16	ROIP 102 cliente con un puerto WAN y LAN	$ 290,00	$4.640,00
2	2	ROIP 302M server con tres puertos PTT, puerto LAN, Puerto WAN, con módulo GSM, administra hasta 12 ROIP 102 cliente.	$ 1.320,00	$2.640,00
3	20	Firewall VPN Cisco RV110W Wireless – N	$154,27	$3085.4
SON: SIETE MIL DOSCIENTOS OCHENTA CON 0/100 DOLARES			$ 1.764,27	$ 10.365,40

d.5.3. Proveedores de servicio de internet

Se cotizó algunas empresas de servicios de internet para determinar la factibilidad de las mismas en llegar con sus servicios a las parroquias rurales del cantón Loja y se pudo determinar la información que se observa en la tabla 50, de la misma tabla se pudo concluir que el único proveedor que puede llegar con sus servicios a las parroquias rurales es TELCONET, se pudo conversar con el representante de la empresa y nos entregó una propuesta económica para la elección de sus servicios, en la tabla 51 se puede observar dicha información.

Tabla 50. Factibilidad de instalación del servicio de internet en las parroquias rurales.

PARROQUIA	PROVEEDORES											
	TELCONET				CNT				KLIX			
	Factibilidad	Tecnología	Instalación (+ IVA)	Mensualidad (+ IVA)	Factibilidad	Tecnología	Costos instalación (+ IVA)	Mensualidad (+ IVA)	Factibilidad	Tecnología	Costos instalación (+ IVA)	Mensualidad (+ IVA)
Malacatos	SI	Fibra	168	123.2	SI	ADSL	168	145.60	SI	Radio	84	84
Vilcabamba	SI	Fibra	168	123.2	SI	ADSL	168	145.60	SI	Radio	84	84
San Pedro de Vilcabamba	SI	Radio	168	123.2	NO	-	-	-	SI	Radio	84	84
Chuquiribamba	SI	Radio	168	123.2	NO	-	-	-	SI	Radio	134.40	84
Taquil	SI	Radio	168	123.2	NO	-	-	-	SI	Radio	134.40	84
Chantaco	SI	Radio	168	123.2	NO	-	-	-	SI	Radio	134.40	84
San Lucas	SI	Radio	168	123.2	NO	-	-	-	NO	-	-	-
Gualel	SI	Radio	168	123.2	SI	ADSL	168	145.60	NO	-	-	-
El Cisne	SI	Radio	168	123.2	SI	ADSL	168	145.60	NO	-	-	-
Quinara	SI	Radio	168	123.2	NO	-	-	-	NO	-	-	-
Jimbilla	SI	Radio	168	123.2	NO	-	-	-	NO	-	-	-
Santiago	SI	Radio	168	123.2	NO	-	-	-	NO	-	-	-
Yangana	SI	Radio	168	123.2	SI	ADSL	168	145.60	NO	-	-	-
Total			**2184.00**	**1601.60**			**840**	**728**			**655.2**	**504**

Tabla 51. Costos referenciales del servicio de internet en las parroquias rurales

PARROQUIA	FACTIBLE	TECNOLOGIA U	ANCHO DE BANDA	COSTOS NO INCLUYEN IVA	
MALACATOS	SI	FIBRA	1024/1024	150	110
VILCABAMBA	SI	FIBRA	1024/1024	150	110
SAN PEDRO DE VILCABAMBA	SI	RADIO	1024/1024	150	110
CHUQUIRIBAMBA	SI	RADIO	1024/1024	150	110
TAQUIL	SI	RADIO	1024/1024	150	110
CHANTACO	SI	RADIO	1024/1024	150	110
SAN LUCAS	SI	RADIO	1024/1024	150	110
GUALEL	SI	RADIO	1024/1024	150	110
EL CISNE	SI	RADIO	1024/1024	150	110
QUINARA	SI	RADIO	1024/1024	150	110
JIMBILLA	SI	RADIO	1024/1024	150	110
SANTIAGO	SI	RADIO	1024/1024	150	110
YANGANA	SI	RADIO	1024/1024	150	110
				INSTALACION	SERVICIO MES
GRAN TOTAL				1950	1430

d.5.4. Costo total de la red a implementar

La adquisición de todos los elementos detallados en las tablas anteriores y del servicio de internet es fundamental para el correcto funcionamiento de la red. El cuerpo de bomberos del municipio de Loja para la implementación del sistema propuesto deberá realizar el pago del total de equipos además de realizar un pago mensual del servicio de internet.

- **Costo total de equipos de la red**

Los rubros que cubren los costos de los equipos de radio sobre IP, instalación del servicio de internet (incluido iva) y además de mano de obra profesional para su instalación son los siguientes:

$63.238,50 + $ 10.365,40+ ($1950 + $234) + 8.000 = **$ 83.787,90**

La forma de pago se la puede convenir con la empresa que la institución crea conveniente.

- **Costo mensual del servicio de internet en las parroquias rurales**

El costo mensual que la institución deberá pagar para obtener los servicios de internet en cada una de las parroquias rurales son los siguientes:

$1430 + $171.60 = **$ 1601.60**

e.- MATERIALES Y MÉTODOS

e.1.- Materiales

Para la elaboración del diseño de radio sobre IP se hizo uso de varios materiales informáticos para facilitar el desarrollo del mismo, entre ellos tenemos Radio Mobile, Microsoft Excel y Google Earth. A continuación se describirá cada uno de ellos y su aporte hacia la realización del presente trabajo.

- **Radio Mobile**

Radio Mobile es un software de simulación de radio propagación gratuito ampliamente utilizado por estudiantes y profesionales en el campo de las telecomunicaciones. Este programa ayudó a representar las áreas de cobertura de cada una de las estaciones de las parroquias rurales, simular enlaces de radio con los equipos móviles y predecir el comportamiento que tendrá el sistema de radiocomunicaciones en todos los puntos de la red. Una herramienta muy útil que posee el programa es HAAT el cual mide las altitudes sobre el nivel del mar de cada uno de los puntos de los acimuts desde una estación transmisora hacia la estación receptora. Además mediante la visualización que proporciona el software para verificar el perfil topográfico del enlace entre dos puntos de la red se pudo observar los niveles de intensidad de campo eléctrico, las pérdidas de propagación así como los diferentes obstáculos presentes.

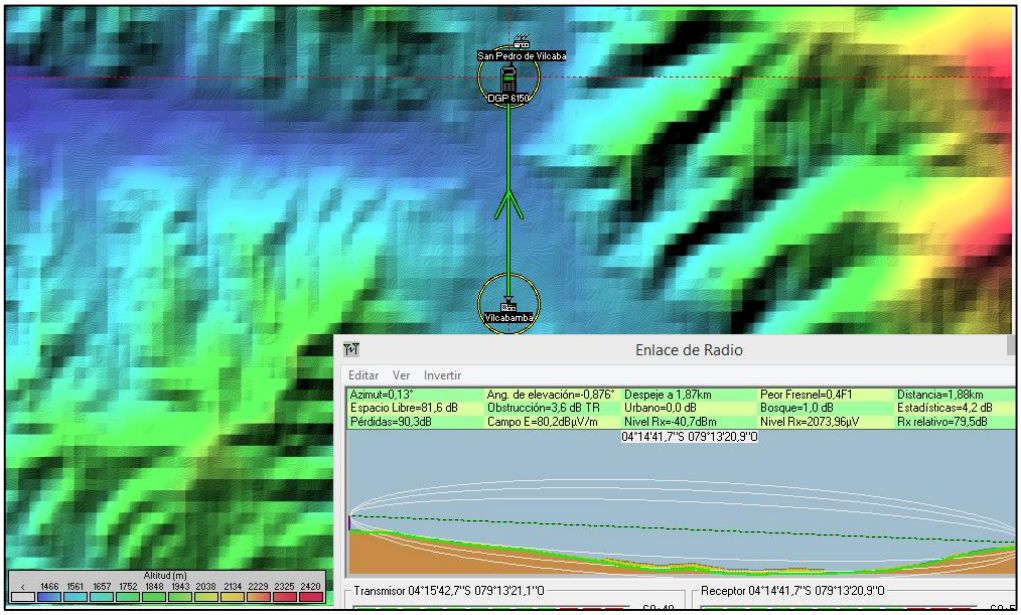


Figura 73. Simulación de radioenlace en la estación Vilcabamba

- **Microsoft Excel**

Es un software informático provisto de hojas de cálculos el cual como su nombre lo dice permite realizar cualquier tipo de cálculo matemático mediante el ingreso de fórmulas en cada una de las celdas distribuidas en la hoja además permite la representación tabulaciones y gráficas. Este programa fue de vital importancia para tabular toda la información de los perfiles topográficos de cada una de las estaciones, permitió calcular mediante el ingreso de fórmulas todos los parámetros de la red de telecomunicaciones, entre ellas: perdidas de propagación, factor de corrección entornos rurales, intensidad de campo eléctrico, altura efectiva de las antenas ubicadas en las diferentes estructuras de del sistema a implementar así como graficar los perfiles topográficos de cada uno de los radiales desde los equipos de transmisión desplegados en el cantón Loja.

Area de cobetura C1

Nivel de campo eléctrico (dBuV/M) = 76,9 + Pt-Lt+Gt -20log(d) - ((69,55+26,16log(f)-13,82log(ht)-a(hr)+(44,9-6,55log(ht))(log(d)^b) +(-4,78(log(f))^2+18,33log(f)-40,94 dB))

Radiales	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
1	89,861	89,861	88,838	85,370	82,851	88,063	87,581	92,429	94,451	94,830	93,273	90,347
2	75,713	75,713	74,543	70,581	67,702	73,658	73,107	78,647	80,957	81,390	79,611	76,268
3	67,436	67,436	66,182	61,929	58,841	65,231	64,641	70,584	73,063	73,528	71,619	68,032
4	61,564	61,564	60,249	55,791	52,553	59,253	58,633	64,864	67,463	67,950	65,949	62,189
5	57,009	57,009	55,647	51,030	47,677	54,615	53,974	60,427	63,119	63,624	61,551	57,656
6	53,288	53,288	51,887	47,140	43,692	50,826	50,167	56,802	59,570	60,088	57,957	53,953
7	50,141	50,141	48,708	43,851	40,323	47,623	46,948	53,737	56,569	57,100	54,919	50,822
8	47,415	47,415	45,954	41,002	37,405	44,848	44,159	51,082	53,969	54,510	52,287	48,110
9	45,011	45,011	43,525	38,489	34,831	42,400	41,700	48,740	51,676	52,227	49,966	45,717
10	42,861	42,861	41,352	36,241	32,528	40,210	39,500	46,645	49,625	50,184	47,889	43,577
11	40,915	40,915	39,387	34,207	30,445	38,229	37,510	44,750	47,770	48,336	46,010	41,641
12	39,139	39,139	37,592	32,350	28,543	36,421	35,693	43,020	46,076	46,649	44,295	39,874
13	37,505	37,505	35,942	30,643	26,794	34,758	34,021	41,428	44,517	45,097	42,718	38,248
14	35,992	35,992	34,413	29,061	25,174	33,217	32,474	39,955	43,075	43,660	41,257	36,743
15	34,584	34,584	32,991	27,589	23,666	31,784	31,033	38,583	41,732	42,322	39,897	35,341
16	33,267	33,267	31,660	26,212	22,256	30,442	29,685	37,300	40,475	41,071	38,625	34,030
17	32,029	32,029	30,409	24,919	20,931	29,182	28,420	36,094	39,295	39,895	37,430	32,799
18	30,863	30,863	29,231	23,699	19,682	27,995	27,226	34,958	38,182	38,787	36,304	31,638
19	29,759	29,759	28,116	22,546	18,500	26,871	26,097	33,883	37,130	37,739	35,238	30,540
20	28,712	28,712	27,058	21,451	17,379	25,805	25,026	32,863	36,131	36,744	34,227	29,498

ALTURA EFECTIVA PARA CADA PUNTO

	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
1	1525,6	1569,6	1598,3	1584,1	1570,4	1637,3	1629,5	1641,9	1728,2	1777	1640,8	1549,1
2	1571,2	1658,3	1764,2	1777,6	1600,7	1821,8	1698,9	1716,7	1888,1	1840,2	1557,4	1585,8
3	1702,8	1839,4	1852,3	1979,1	1646,2	1866,4	1889,4	1862,3	1977,2	1743,2	1494,9	1840,3
4	1804,2	1612,2	2199,4	2214,3	1693	2176,8	2030,5	1768,5	1763	1652,9	1554,7	1665,7
5	1699,4	2051	2132,2	1949,3	1914	2029,2	1864,9	1668,5	1666	1726,3	1612,7	1543,1
6	1611,8	2447,2	2133,8	2308,1	2131,9	1867,7	1865,7	1607,7	1671	1966,8	1548,4	1484,8
7	1690,7	2694,5	2141	2494,9	2437,2	1763,9	1671,3	1819,9	1664,1	1677,8	1515,2	1555
8	1889	2679,5	2126,5	2572	2253,7	2005,1	1616,4	1571,6	1839,1	1488,9	1687,9	1658,3
9	1895,5	2216,4	2273	2819,1	2361,1	2155,9	1618,4	1696,4	1752,9	1805,4	1892,5	1752,7
10	1965,9	2403,9	2537,8	2978,1	2584,1	2212,7	1623	1862,8	1835,5	1682,1	1686,2	1772,7
11	1902,6	2145,7	2717,7	3473,4	2848,9	2366,5	1675,8	2130,9	2031,1	2133,1	1597,2	1814
12	2347,1	2473,5	2857,6	3450,2	3008,7	2108,2	1748,4	2515,4	2435,4	1898,1	1422	1841,1
13	2272,6	2675,7	3194,4	3499,8	3146,4	2062,6	1796,1	2785,5	2219,1	2160,2	1381	1756,9
14	2396,3	3263	3382,9	3127,7	3382,8	2143,6	2320,9	2800,3	2671,8	2258,9	1524,8	1786,9
15	2723,5	3159,1	3549	3411,1	3367,6	2383,1	2222,9	2858,9	2487,9	2682,2	1672,4	1722,4
16	2721,4	3022,5	3245,7	3056	3359,1	2568,2	2097,7	2909,8	2685,5	2331	1790,8	1596,9
17	2772,7	2950,7	3407,1	3029,5	3260,8	2376,2	2329,2	2667	2330,6	2215,5	2185,1	1591,8
18	2814,2	2647,1	3084,9	3079,4	3136,7	2233,6	2686,1	2816,9	2005,7	2305,6	2213,6	1534,8
19	2610,7	2473,8	2735,7	3002,1	2935,8	2404,9	2770,8	2929,7	1761	2603,7	1931,3	1636
20	2774,3	2505,4	2312,2	2805,9	2770,7	2646,8	2446,2	3225,7	1551,3	2545,6	2028,2	1656,8
Hef	-414,915	-857,969	-968,469	-1213,05	-943,7	-510,323	-264,323	-495,477	-423,585	-336,031	-6,33846	-129,723

Figura 74. Calculo de las diferentes altitudes efectivas e intensidad de campo eléctrico.

- **Google Earth**

Este programa permite la ubicación de diferentes puntos geográficos en cualquier lugar del planeta mediante mapas virtuales de alto relieve recorriendo de forma aérea el terreno circundante al deseado. Mediante coordenadas de latitud y longitud fue posible ubicar cada una de las parroquias rurales donde se irán a ubicar las estructuras del sistema de radiocomunicaciones, las estructuras del sistema de telecomunicaciones presente así como para conocer los distintos relieves presentes. Mediante la exportación de mapas que posee el programa Radio Mobile fue posible trabajar con Google Earth para simular los radioenlaces hacía cada uno de los destinos.

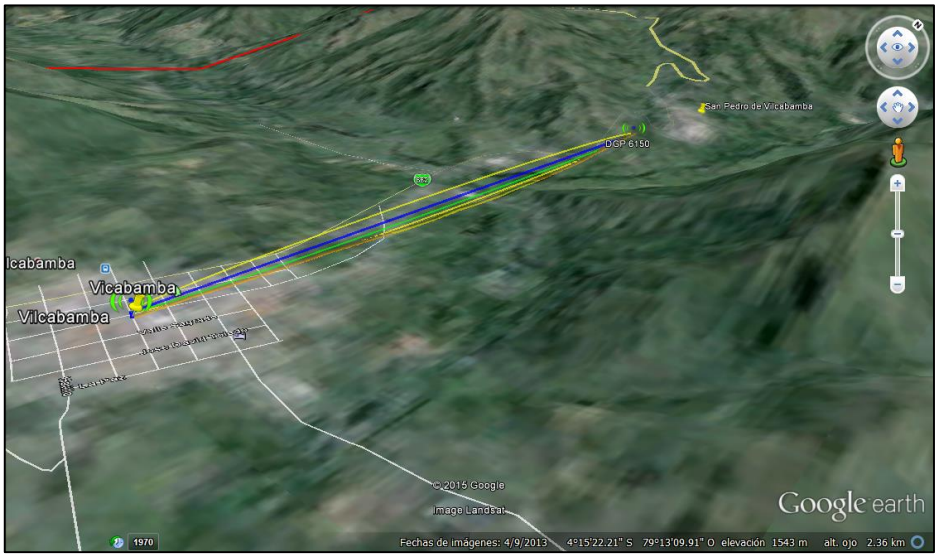


Figura 75. Simulación de enlace estación Vilcabamba – equipo portátil

e.2.- Métodos

Para conocer la situación actual de comunicaciones del cuerpo de bomberos se utilizó el método de observación científica el cual permitió mediante entrevistas al personal de la institución obtener la información necesaria para proceder a describir el problema actual y posteriormente proceder diseñar la red de telecomunicaciones. Para obtener los conocimientos necesarios que involucran al diseño de la red de telecomunicaciones se acudió al método experimental haciendo uso de material bibliográfico para comprender de mejor manera el tema que se está abordando y no existan errores en su desarrollo.

Para realizar los cálculos de propagación, simulación de cobertura y la configuración de los equipos RoIP se utilizó el método deductivo llegando a obtener los resultados

esperados mediante principios ya conocidos como fórmulas matemáticas o software de simulación, además se utilizó este método para realiza la valoración económica del diseño propuesto para el cuerpo de bomberos del municipio de Loja haciendo uso de los equipos ya existentes y completando los formularios de la ARCOTEL necesarios para la modificación del sistema actual de telecomunicaciones.

En el capítulo 4 se puede observar las fórmulas matemáticas que se utilizaron para realizar los cálculos matemáticos que intervienen en las perdidas de sistema así como la intensidad de campo eléctrico, la simulación de cobertura de los equipos de radio y la configuración de los equipos RoIP, todo el conjunto de esta información fue necesario para completar el diseño de la red de telecomunicaciones. Los cálculos obtenidos de intensidad de campo eléctrico para todas las estaciones de la red de telecomunicaciones se puede observar en el Anexo F.7 y los perfiles topográficos de igualmente cada una de ellas se puede observar en el Anexo E. En el capítulo cinco se puede observar la propuesta económica que conlleva a la implementación del diseño planteado para que el cuerpo de bomberos pueda decir sobre la misma, se tomaron en cuenta proformas económicas que se observan el en Anexo D además de precios referenciales casas comerciales.

e.3.- Técnicas

Toda la información referente al sistema de radio de dos vías actual del cuerpo de bomberos del municipio de Loja se obtuvo mediante la técnica de entrevista al ingeniero encargado del departamento de comunicación y tecnología de la institución. Se puedo recopilar información referente a modelos, cantidades y estado de los equipos de radio actuales, frecuencias de operación y requerimientos en cuanto a comunicación. Una vez obtenida toda esta información mediante la técnica del fichaje se procedió a almacenar toda la información recopilada para su posterior uso en este diseño.

Una vez obtenida toda la información necesaria para elaborar el diseño de la red de telecomunicaciones se utilizó la técnica de observación para analizar la información recopilada, obteniendo así conclusiones que acentuaron la latente falta de comunicaciones con los bomberos voluntarios de las parroquias rurales procediendo a realizar el diseño del mismo utilizando fuentes de carácter científico y técnico para su elaboración. Se usó material bibliográfico para la obtención de métodos de cálculo que se acomoden al diseño

realizado así como la técnica de la simulación para predecir la cobertura que tendrá el sistema mediante los distintos circuitos de radio a implementar en cada una de las parroquias rurales. Para la configuración de los equipos de radio se utilizó la técnica de observación crítica mediante el uso de los manuales de cada uno de los equipos RoIP donde se indica desde cómo se debe realizar la conexión de los equipos de radio con los equipos de la serie RoIP hasta como deber realizarse la configuración mediante software de estos dos.

El último paso de la investigación fue utilizar las técnicas de entrevista y observación directa para la obtención de los precios de todos los elementos que conllevan a la implementación de la red diseñada. Se entrevistó a varias casas comerciales para realizar una valoración real de los equipos de los cuales se obtuvieron proformas las cuales se pueden observar en el Anexo D, se entrevistó igualmente a varios proveedores de servicios de internet para ver la factibilidad de instalación del servicios en cada una de las parroquias rurales siendo TELCONET S.A la única empresa que puede proveer del servicio a todas las parroquias rurales.

f.- RESULTADOS

Los resultados obtenidos y que dan respuesta al problema de investigación que versa en ¿Cómo acortar los tiempos de respuesta en atenciones de emergencia entre el Cuerpo de Bomberos del Municipio de Loja y los bomberos voluntarios de las parroquias rurales del cantón, tomando en consideración el crecimiento demográfico de las parroquias y la falta de medios de comunicación existente entre ellos?, se dividen en tres secciones según los objetivos de la investigación planteados en el proyecto de investigación.

f.1.- Levantamiento de la información de los equipos de radiocomunicaciones

El cuerpo de bomberos de bomberos del municipio de Loja cuenta con cinco estaciones o compañías bomberíles distribuidas cuatro de ellas en el sector urbano del cantón Loja y la restante en la parroquia rural de Vilcabamba como se puede observar en la tabla 1. Estas estaciones cuentan con personal tanto administrativo como de rescate, así como también con vehículos y equipamiento necesario para socorrer las situaciones de emergencia que se puedan presentar dentro del sector urbano donde se encuentran instaladas. En las parroquias rurales no cuentan con instalaciones ni equipos para socorrer a las personas que habitan dichas poblaciones, cuentan únicamente con bomberos voluntarios los cuales se comunican únicamente mediante telefonía celular y fija que en la mayoría de ellas no existe cobertura. En Vilcabamba existen equipos pero no existe comunicación con el sector urbano del cantón, se comunican mediante internet y telefonía.

El tipo de emisión que caracteriza al sistema de radiocomunicaciones del cuerpo de bomberos es 11K0F3E y utilizan dos frecuencias de radio en la banda VHF (150,325-155,325 MHz) las mismas que son utilizadas para las comunicaciones en el sistema de radio convencional o también comúnmente llamado de dos vías en modo semidúplex. El sistema de radiocomunicaciones que actualmente cuenta la institución está compuesto por equipos de la marca Motorola con estructuras de telecomunicaciones ubicadas en las diferentes estaciones y en el cerro Huachichambo donde se encuentra la estación repetidora lo que les permite usando esta última estar comunicados únicamente entre las estaciones urbanas dejando a Vilcabamba incomunicada. Los equipos que actualmente cuenta la institución se pueden observar en las tablas 4, 5, 6,7 donde se describen los equipos utilizados en cada una de las estaciones, de lo cual se desprende que la institución

cuenta con 1 equipo repetidor DGM 6175, 6 equipos radio base DGM 6100 y DGM 8500, 10 equipos de radio móviles DGM 6100+ y DGM 8500+ y 37 equipos de radio portátiles DGP 6150+ y DGP 8550+.

f.2.- Diseño del sistema de radio sobre IP

Para el diseño de sistema de radiocomunicaciones se utilizaron los equipos existentes en la red actual así como la adición de más equipos de las mismas características como son los equipos Motorola de la serie DGM para equipos radio base y DGP para los equipos portátiles, en cada parroquia rural es utilizarán un equipo radio base DGM 8550 y dos equipos portátiles DGP 8550+, en la tabla 27 se puede observar los equipos que se utilizaron en las diferentes estaciones para el diseño del sistema de radio sobre IP, en total se eligieron para el diseño incluyendo entre total y nuevos: 1 estación repetidora DGP 6175, 19 equipos radio base DGM 6100 y DGM 8500, 10 equipo radio móviles DGM 6100+ y DGM 8550+ y 63 equipos portátiles DGP 6150+ y DGP 8550+.

Las estaciones actuales del cuerpo de bombero cuentan con acceso a internet corporativo con diferentes anchos de banda y las estaciones de las parroquias rurales no cuentan con el servicio. Los equipos de radio sobre IP que servirán de enrutadores dentro de la red son de la serie RoIP de la empresa DBL Technology de los cuales se utilizarán el equipo 102 en cada una de las estaciones actuales y en las parroquias rurales y los 302M que harán la función de servidores y se ubicarán en la estación centro así como se observa en la tabla 46. En total se utilizarán 2 equipos RoIP 302M que utilizarán direcciones IP públicas cada uno y 17 equipos RoIP 102 que utilizarán direcciones dinámicas otorgadas por router al que se encuentran conectados. Adicionalmente se utilizaron equipos Cisco para brindar seguridad en caso de existir personas malintencionadas que quieran vulnerar las comunicaciones de la red.

Los cálculos de intensidad de campo eléctrico realizados demuestran que existen variaciones con los simulados en la gran mayoría de los acimuts de las estaciones transmisoras. La cobertura que tiene cada una de las parroquias rurales es bastante pobre debido a la geografía circundante de cada una de las estaciones lo cual no permite una adecuada propagación de las ondas radioeléctricas. Los cálculos y cobertura para cada uno de los circuitos obtenidos se pueden observar en el Anexo F.7, los mismos permiten

una adecuada comunicación para la condición del terreno en sus alrededores. Las simulaciones se realizaron en cada una de los circuitos para verificar la cobertura que despliega cada uno de ellos de lo cual se pudo verificar que no existe cobertura actual con las estaciones actuales y en cada una de estaciones se brinda una adecuada cobertura a sus alrededores aun cuando la geografía es tan accidentada, en las figuras 33-45 se puede observar la cobertura simulada para cada una de las estaciones rurales y en las tablas 30-42 la distancia máxima que asegura una recepción de intensidad de campo eléctrico mayor a 38,5 dBU. La configuración de los equipos RoIP es sencilla cada uno de estos equipos cuenta con una interfaz PTT en la cual se le interconecta los pines 11,12,14,16,18,17 y 19 de los equipos de radio de la serie DGM 6100+ y DGM 8550. Estos pines permiten que se lleven a cabo las interconexiones de los pines de audio tanto para transmisión y recepción, las tierras de la línea de audio y del equipo así como los pines para realizar y detectar una llamada. En la figura 52 se observa todo el proceso mencionado desde los pines hasta la interconexión con el adaptador.

Cada uno de los equipos de radio como RoIP fue configurado como se puede observar en las figuras 56-69. En los equipos de radio se puede acceder mediante conexión serial con un cable DB-9 a DB-25 y se modifica la configuración de los pines PTT para que el equipo RoIP pueda escuchar mientras estén interconectados. Los equipos RoIP 302 M controlan máximo hasta 12 equipos RoIP razón por la cual se configuró 12 dispositivos RoIP 102 para que estos puedan ser controlados por el RoIP 302 Maestro y los RoIP 102 restantes se configuraron al equipo RoIP 302M Slave el cual se encuentra controlado por el RoIP 302M Maestro permitiendo así una comunicación entre todos los puntos de la red de manera simultánea. Se eligió el códec G.729 ya que este permite una baja tasa de transmisión de bits y una buena calidad de voz con calificación MOS como se observa en la tabla 18 por la cual asegura que no exista congestión y retardo en las comunicaciones por el ancho de banda que ocupa, una llamada consume alrededor de 11,2 kbps con encabezados y encapsulamiento como se realizarán 18 llamadas a la vez consume 201,6 kbps del 1 Mbps del ancho de banda seleccionado, lo cual permite asegurar otros servicios de la institución. En la figura 72 se observa el esquema de comunicaciones que permitirá la integración de radio e IP en un único sistema, escalable y económico.

f.3.- Valoración económica de los equipos

Los costos de los equipos de radiocomunicaciones se cotizaron en diferentes casas comerciales y se tomaron algunos valores referenciales para los demás elementos que intervienen en la red de telecomunicaciones. El costo total de equipos y elementos del sistema es de $ 83.787,90 y el valor mensual que deberá pagar el cuerpo de bomberos por el pago del servicio de internet en cada una de las parroquias rurales es $ 1601.60, la descripción de estos costos se pueden observar en las tablas 48-51.

En la parroquia Vilcabamba se consideró redundancia en la red de internet debido que es en ella en donde frecuentemente existen datos de la existencia de varios incendios forestales, factor por el cual en necesario tener back up en cuanto a la red de internet. Existe un equilibrio en el factor costo beneficio debido a que los equipos que se utilizaron son relativamente económicos y brindan el servicio de atención humanitaria a las personas que residen en cada una de las parroquias.

g.- DISCUSIÓN

El cuerpo de bomberos no cuenta con los equipos ni con la infraestructura necesaria para comunicarse con los bomberos voluntarios de las parroquias rurales ya que estos últimos no cuentan con los mismos a excepción de Vilcabamba. La cobertura actual únicamente abarca a las estaciones ubicadas en la zona urbana de Loja dejando a las demás incomunicadas. Los equipos actuales se encuentran en buen estado como se pudo constatar en cada una de las instalaciones, además las mismas pueden ser utilizadas para la red propuesta.

La institución hace el uso de dos frecuencias licenciadas mediante la concesión con la ARCOTEL y la clase de emisión específica que a pesar de que los equipos permiten características digitales en la voz hacen el uso de la misma en forma analógica desaprovechando así la capacidad de estos equipos en duplexar el canal de voz mediante TDMA y otras características más que el mundo digital brinda. Los equipos DGM 6100 y DGP 6150+ ya no se encuentran fuera del mercado y su sucesor es la serie DGM 8500 y DGM 8500+ respectivamente los cuales presentan algunas mejoras en cuanto a las comunicaciones motivo por el cual fueron elegidos para el diseño.

Para que exista una adecuada comunicación entre el cuerpo de bomberos del municipio de Loja y los bomberos voluntarios de las parroquias rurales cada una de las estaciones debe contar con un equipo radio base conectado a un dispositivo RoIP para que todos los nodos puedan comunicarse, además en forma local mediante radios portátiles puede estar conectado en los puntos cercanos a la parroquia donde exista cobertura. Un parámetro fundamental en la comunicación es que cada estación deberá contar con acceso a internet recomendable de mínimo 1 Mbps dedicado para que no existan problemas en la comunicación debido al tráfico de paquetes de voz por la misma además del uso que le puedan dar a la misma de manera local.

Los cálculos realizados versus los cálculos simulados difieren en cuanto a la distancia de cobertura debido que la geografía circundante a la ubicación de las estaciones transmisoras se encuentra rodeado por grandes elevaciones de terreno lo cual atenúa en gran medida a la señal recibida, existiendo en algunos casos cobertura hasta 10 km pero

únicamente en sitios altos donde exista línea de vista. Debido que son parroquias pequeñas donde habitan poblaciones menores a 3000 personas en cada una de ellas se considera que la cobertura calculada es aceptable para la comunicación.

La interconexión de los equipos RoIP como de radio es sencilla y no necesita de adquirir algún dispositivo adicional para su interconexión, cada modelo diferente suele variar respecto a la disposición de pines por lo cual se debería consultar en el manual del mismo para distinguir los pines necesarios y posteriormente la conexión. El modo de configuración gráfico permite que esta sea más sencilla además permite una rápida revisión y modificación de los datos ingresados. La serie RoIP de la marca DBL Technology es una de las únicas que se puede adquirir en el mercado y que además se encuentra siendo utilizado por varias instituciones de importancia en el país entre ellas el ECU-911. Estos equipos permiten de manera virtual controlar hasta doce dispositivos RoIP organizándolos mediante grupos y direccionados a la direcciones IP públicas que posee cada uno de los dispositivos al que se encuentran vinculados.

Existen una gran cantidad de códec en el sector de VoIP pero al ser G.729 uno de los que permiten una adecuada calidad de voz así como una pequeña tasa de transmisión permite que el ancho de banda disponible en cada uno de los puntos al hacer uso de radio sobre IP no sea tan significativo en comparación al utilizar otro tipo de codificador, permitiendo hacer uso al personal bomberil de otras actividades mediante el acceso a Internet como correo institucional, portal de compras públicas, entre otros.

La naturaleza de las redes de internet no es segura, por tal motivo se eligió routers que además de permitir funciones de enrutamiento dentro de la red, permiten funciones avanzadas de protección contra ataques externos de la red. Este equipo además de ser económico permite asegurar todas las opciones para asegurar la red VoIP, como firewall, autentificación, encriptación y VPN. La red es absolutamente escalable para una futura expansión de equipos para el cuerpo de bomberos además que permite su funcionamiento en redes IPv6 e IPv4.

La población que reside en cada una de las parroquias rurales es considerable, debido a esto el cuerpo de bomberos debería tomar en consideración el presente estudio para solventar las situaciones de emergencia que se pudieran ocasionar en cada una de ellas.

h.- CONCLUSIONES

Una vez culminado los capítulos teóricos es posible sacar una serie de conclusiones del presente trabajo de titulación:

- El cuerpo de bomberos al ser una institución de orden social y humanitario y con recursos limitados necesita de un sistema de comunicación el cual permita que exista una adecuada comunicación entre todas las estaciones actuales existentes y los bomberos voluntarios de cada una de las parroquias rurales para disminuir los tiempos de respuesta ante cualquier tipo de emergencia que pueda suscitarse en cada una de estas localidades, inclusive para coordinar entre ellas para el socorro en otros sectores aledaños que requieran de sus servicios de manera inmediata.
- Los equipos de radiocomunicaciones con los que actualmente cuenta el cuerpo de bomberos del municipio de Loja no permiten que exista una adecuada comunicación con la estación ubicada en la parroquia Vilcabamba ni con los bomberos voluntarios de las parroquias rurales que además estos últimos no cuentan con ningún equipo de radiocomunicaciones ni instalaciones propias en cada una de las parroquias rurales.
- La geografía del cantón Loja y de cada una de sus parroquias es accidentada es decir existen un sin número de elevaciones de gran tamaño que dificultan que las comunicaciones sean posibles, aún más en las parroquias rurales en donde la cobertura que brindan los equipos de radio ubicados en el sector céntrico de la ciudad se encuentra rodeada por una serie de cadenas montañosas alcanzando coberturas cortas o intermitentes debido a la existencia de línea de vista con el transmisor, para asegurar una buena calidad e voz en recepción se debe asegurar que exista un nivel de intensidad de campo eléctrico mayor a 38,5 dBu.
- Los sistemas de radio sobre IP permiten la integración del mundo de radio al mundo IP mediante dispositivos que posean las características adecuadas para la comunicación así como las interfaces necesarias para su conexión mediante redes IP como internet o redes privadas incrementando la cobertura existente de la misma en sitios donde no exista, aprovechando la arquitectura vigente evitando adquirir costos equipos repetidores que involucran una serie estructuras, estudios técnicos, ambientales, entre otros.

- Los equipos RoIP de la serie DBL Tchnology permiten que la conexión con los equipos de radio sea sencilla mediante la tarjeta PTT que viene incorporado en la compra del mismo ,además de una serie de características adicionales entre la más destacada es la función que el equipo RoIP 302M posee como servidor SIP permitiendo así la integración de varios equipos mediante la creación de grupos y vinculándolos mediante una dirección IP, de manera que sigue una arquitectura cliente servidor mediante mensajes de peticiones y respuestas entre todos los integrantes de la red.
- En sistemas de radio sobre IP donde la conexión a una red IP es obligatoria, la necesidad de contar con un ancho de banda adecuado para soportar las llamadas que cursan por la red hace que se usen distintos tipos de códec, siendo el G.729 el utilizado en este diseño debido a que tiene una buena calidad de voz, una baja tasa de compresión de la señal así como una buena calificación en el sistema MOS lo cual hace que este sea confiable para utilizarlo en la comunicaciones.
- En redes de internet siempre es necesario contar con equipos de seguridad que permitan a los todos los usuarios de la red estén protegidos contra ataques maliciosos de agentes externos o internos de la red que se hace uso.
- Al contar con todos los equipos RoIP en la misma red de broadcast todos los usuarios de la misma podrán estar enterados de todas las conversaciones, permitiendo coordinar de manera rápida y oportuna ante cualquiera situación de emergencia en cualquiera de las parroquias existentes del cantón Loja.
- El costo referencial que se propuso para la implementación del sistema justifica su adquisición debido a que es un sistema robusto, escalable y de fácil manejo permitiendo que la comunicación sea posible con todos los miembros del cuerpo de bomberos y coordinen de manera rápida cualquier situación de emergencia, determinando así que su realización es factible.

i.- RECOMENDACIONES

Una vez culminado el presente proyecto de titulación se dejará las siguientes recomendaciones:

- Es importante que los que los ingenieros o personas interesadas en el campo de tecnologías de información y comunicación estén enteradas de las diferentes tecnologías que existen en el mercado que permitan una adecuada convergencia con otros tipos de redes para lograr un gran alcance en los mismos, además que exista una continua capacitación en el uso de los mismos.
- Se debe cumplir con la normativa vigente para los sistemas de radiocomunicaciones emitida por la ARCOTEL evitando así que existan errores en los parámetros de los mismos por ende un mal diseño de la red a implementar y una autorización negada de operación por el órgano estatal de telecomunicaciones.
- En caso de necesitar un mayor alcance en sus comunicaciones se podría hacer el estudio para la instalación de antenas repetidoras en sitios estratégicos para cubrir los puntos ciegos donde este sistema no podrá cubrir debido la geografía del terreno circundante a cada una de las estaciones.
- Se recomienda que el cuerpo de bomberos concesione una clase de emisión de radio de tipo digital la cual permita el beneficio de las características que poseen los equipos actuales entre ellos el aprovechamiento del canal de comunicaciones mediante TDM, permitiendo realizar dos comunicaciones mediante un mismo canal de voz.
- Mediante este tipo de sistemas es posible que todos los organismos de rescate, seguridad y emergencia puedan trabajar de manera conjunta mediante correcto despliegue del sistema de telecomunicaciones.

j.- BIBLIOGRAFÍA

[1] Cuerpo de bomberos Loja, «Cuerpo de bomberos del municipio de Loja,» Epifanía Visual Arts, 2013. [En línea]. Available: http://www.bomberosloja.gob.ec/. [Último acceso: 06 Septiembre 2015].

[2] U. d. c. y. tecnología, Artist, *Parroquias urbanas del cantón Loja.* [Art]. Cuerpo de bomberos del municipio de Loja, 2015.

[3] U. d. planificación, Artist, *Parroquias rurales del cantón Loja.* [Art]. Municipio de Loja, 2015.

[4] Unión Internacional de Telecomunicaciones, «Radio regulations,» 2004. [En línea]. Available: http://www.itu.int/dms_pub/itu-s/oth/02/02/S020200001A4502PDFE.pdf. [Último acceso: 14 06 2015].

[5] J. J. M. Fuentes, «Fundamentos de radiación y radiocomunicación,» 19 11 2007. [En línea]. Available: http://personal.us.es/murillo/docente/radio/documentos/Temas1a5.pdf. [Último acceso: 27 09 2015].

[6] Patentes y marcas, «Patentes históricas: La radio,» 13 02 2014. [En línea]. Available: http://www.madrimasd.org/blogs/patentesymarcas/2014/patentes-historicas-la-radio/. [Último acceso: 27 09 2015].

[7] J. M. H. Rábanos, Transmisión por radio, Madrid: Editorial centro de estudios Ramón Areces S.A. , 2006.

[8] International Telecommunication Union, «Reglamento de Radiocomunicaciones,» 2012.

[9] CONATEL, «Plan nacional de frecuencias,» Quito, 2012.

[10] Unión Internacional de Telecomunicaciones, «Unión Internacional de Telecomunicaciones,» Organización de las naciones unidas, [En línea]. Available:

https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=5&cad=rja&uact=8&ved=0CDwQFjAEahUKEwjU97eA3pjIAhXKqh4KHYUIAis&url=http%3A%2F%2Fonu.embajada.gob.ve%2Findex.php%3Foption%3Dcom_docman%26task%3Ddoc_download%26gid%3D21%26Itemid%3D%26lang%3Des&. [Último acceso: 27 09 2015].

[11] Asamblea Nacional , «Ley orgánica de telecomunicaciones,» 12 02 2015. [En línea]. Available: http://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/03/ro_ley_organica_de_telecomunicaciones_ro_439_tercer_suplemento_del_18-02-2015.pdf. [Último acceso: 29 09 2015].

[12] Arcotel, «Reglamento de radiocomunicaciones,» 13 03 2000. [En línea]. Available: http://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/06/reglamento_radiocomunicaciones2.pdf. [Último acceso: 27 09 2015].

[13] Escuela náutica Alavela, «Radiocomunicaciones,» [En línea]. Available: http://www.alavela.es/media/docs/curso/radiocomunicaciones.pdf. [Último acceso: 27 09 2015].

[14] Universidad de las americas, «Propagación de RF,» [En línea]. Available: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/campos_v_da/capitulo1.pdf. [Último acceso: 01 10 2015].

[15] SIMTEL, «Liderazgo del estandar tetra en los sistemas móviles profesionales,» 04 2007. [En línea]. Available: http://eventos.ula.ve/sitel/expo/RM-LiderazgoTETRA.pdf. [Último acceso: 03 10 2015].

[16] ICOM Chile, «Equipos para organismos de emergencia,» [En línea]. Available: http://www.equipos.cl/icom/emergencia/roip.html. [Último acceso: 03 10 2015].

[17] Unidad de cyberestratégias de la UIT, «Información esencial sobre telefonía IP,» 2003. [En línea]. Available: http://www.itu.int/dms_pub/itu-d/opb/hdb/D-HDB-IPT-2004-R1-PDF-S.pdf. [Último acceso: 06 10 2015].

[18] Naser, «VoIP-Telephony,» [En línea]. Available: http://www.naser.cl/sitio/Down_Papers/VoIP%20-%20Basico.pdf. [Último acceso: 04 10 2015].

[19] Departamento de electrónica de la universidad técnica Federico Santa María, «Codificación de voz,» [En línea]. Available: http://www2.elo.utfsm.cl/~elo341/ComDig07_HC.pdf. [Último acceso: 8 10 2015].

[20] Adcomm engineering Co., «Radio over IP,» Wenatchee, WA, 2008.

[21] Motorola Solutions, «MotoTrbo Repetidor DGR 6175,» [En línea]. Available: http://www.motorolasolutions.com/content/dam/msi/docs/business/product_lines/mototrbo/mobiles/_documents/spanish/staticfiles/dgr-_mototrbo_radios_repetidor_dgr_6175.pdf. [Último acceso: 14 07 2015].

[22] Motorola Solutions, «MotoTrbo DGM 6100,» [En línea]. Available: http://www.motorolasolutions.com/content/dam/msi/docs/business/product_lines/mototrbo/mobiles/_documents/spanish/staticfiles/dgr-_mototrbo_dgm_6100___dgm_6100.pdf. [Último acceso: 15 09 2015].

[23] Motorola Solutions, «MotoTrbo DGM- 8500,» [En línea]. Available: http://www.motorolasolutions.com/content/dam/msi/docs/business/products/two-way_radios/portable_radios/wide_area_large_business_portable_radios/dgp8050/_documents/_staticfiles/mot_mototrbo_dgm8000_dgm5000_series_specsheet_es_081114.pdf. [Último acceso: 15 09 2015].

[24] Motorola Solutions, «MotoTrbo DGP-6150+,» [En línea]. Available: http://www.motorolasolutions.com/content/dam/msi/docs/business/product_lines/mototrbo/mobiles/_documents/spanish/staticfiles/dgr-_mototrbo_radiosdgp_6150___dgp_6150-.pdf. [Último acceso: 15 09 2015].

[25] Motorola Solutions, «Mototrbo DGP 8550,» [En línea]. Available: http://www.motorolasolutions.com/en_xl/products/mototrbo/portable-radios/dgp8550-dgp5550.html. [Último acceso: 22 Septiembre 2015].

[26] Andrew , «Antena 4 Dipolos DB-224,» [En línea]. Available: http://www.repeater-builder.com/antenna/db/pdfs/db-224-data-sheet-(andrew).pdf. [Último acceso: 14 09 2015].

[27] DBL Technology, «RoIP 102,» DBL Technology Limited, [En línea]. Available: http://www.dbltek.com/products/roip_102.html. [Último acceso: 12 10 2015].

[28] DBL Technology, «RoIP 302M,» DBL Technology Limited, [En línea]. Available: http://www.dbltek.com/products/roip_302m.html. [Último acceso: 12 10 2015].

[29] ARCOTEL, «Instructivo de formularios de concesión de frecuencias V.04,» Quito.

[30] Motorola Solutions, «Manual de instalación DGM,» Mexico, 2007.

[31] C. Guerrero, «Radio over Internet Protocol,» Spectrum, Quito, 2014.

[32] Ecodesarrollo, Artist, *Zamora Chinchipe ya cuenta con los servicios del Ecu-911*. [Art]. Instituto para el Ecodesarrollo regional amazónico, 2014.

[33] Archivo, Artist, *Detienen a ciudadano que hizo llamada falsa al Ecu - 911*. [Art]. La república, 2015.

[34] C. H. Paredes, «UTPL,» Linked Open Data, 4 Febrero 2015. [En línea]. Available: http://data.utpl.edu.ec/?q=node/126. [Último acceso: 6 Septiembre 2015].

k.- ANEXOS

ANEXO A. INSTALACIONES DE LAS ESTACIONES DEL CUERPO DE BOMBEROS

ANEXO A.1.- ECU – 911. Fuente: [32] [33]

ANEXO A.2.- ESTACIÓN NORTE. Fuente: [1]

ANEXO A.3.- ESTACIÓN CENTRO. Fuente: [1]

ANEXO A.4.- ESTACIÓN SUR. Fuente: [1]

ANEXO A.5.- ESTACIÓN VILCABAMBA. Fuente: [34]

ANEXO B. ESPECIFICACIONES DE LOS EQUIPOS DE RADIOCOMUNICACIONES

ANEXO B.1.- SISTEMA REPETIDOR CERRO HUACHICHAMBO. Fuente: [21]

Hoja de especificaciones

MOTOTRBO™

Repetidor DGR™ 6175

Cambie a digital.

Ya está disponible la siguiente generación de soluciones de comunicación de radios profesionales de dos vías que ofrece mejor rendimiento, mayor productividad y valor superior, gracias a la tecnología digital que ofrece mayor capacidad, mejor eficiencia del espectro, comunicaciones integradas de datos y mejores comunicaciones de voz.

El portafolio MOTOTRBO le ofrece una solución privada, rentable y basada en estándares que puede ser adaptada para satisfacer sus necesidades específicas de funcionalidad y cobertura.

Este versátil portafolio proporciona un sistema completo de radios portátiles, radios móviles, repetidores, accesorios y aplicaciones de datos. Es decir, es una solución completa.

Funciones principales

Permite dos vías simultáneas de voz o datos en modo digital de Acceso múltiple por división de Tiempo (TDMA).

Duplica el número de usuarios que pueden recibir servicio con un solo canal de 12.5 kHz con licencia.

Integra voz y datos para aumentar la eficiencia operativa.

Ciclo de servicio total continuo de 100% hasta 45W en VHF y 40W en UHF

Fuente de alimentación integrada.

Los LEDs indican claramente los modos de transmisión y recepción en ambos segmentos de canal, así como la operación en modo analógico y digital.

Instalación estándar en bastidor. Kit para montaje en pared también disponible.

Las manijas robustas hacen más fácil la instalación y el manejo del repetidor.

Respaldo automatizado de batería disponible (la batería se vende por separado)

Permite aplicaciones incluyendo Servicios de mensajes de texto MOTOTRBO y Servicios de localización MOTOTRBO (Localización y rastreo mediante GPS).

La solución MOTOTRBO es un sistema completo de radio de dos vías que incluye radios portátiles y móviles, repetidores, accesorios y aplicaciones.

GENERAL	VHF	UHF	
		BAND I	BAND II
Número de Canales	1,000		
Salida RF típica	1-25 W 25-45 W	1-25 W 25-40 W	1-40 W (1-25 W above 512 MHz)
Frecuencia	136-174 MHz	403-470 MHz	450-527 MHz
Dimensiones (AlxAnxProf)	132.6 x 482.6 x 296.5 mm (5.22 x 19 x 11.67 in)		
Peso	14 kg (31 lbs.)		
Consumo de Corriente: En espera	1 A (1 A DC típica)		
Transmisión	3.8 A (11 A DC típica)		
Rango Operativo de temperatura	-30°C a +60°C		
Ciclo Máximo de trabajo I	100%		
Aprobación FCC	ABZ99FT3026 ABZ99FT3025	ABZ99FT4026 ABZ99FT4025	

RECEPTOR	VHF	UHF	
		BAND I	BAND II
Frecuencias	136-174 MHz	403-470 MHz	450-527 MHz
Espaciamiento de canal	6.25 kHz / 12.5 kHz		
Estabilidad de frecuencia (-30° C, +60° C, +25° C)	+/- 0.5 ppm		
Sensitividad analógica (12dB SINAD)	0.3 uV 0.22 uV (típica)		
Sensitividad digital	5% BER: 0.3 uV		
Intermodulación (TIA603C)	78 dB	75 dB	
Selectividad de canal adyacente			
TIA603	65 dB a 12.5 kHz, 80 dB a 25 kHz		
TIA603C	50 dB a 12.5 kHz, 80 dB a 25 kHz		
Rechazo de espurias (TIA603C)	80 dB	75 dB	
Distorsión de audio a audio nominal	3% (típica)		
Zumbido y ruido	-40 dB a 12.5 kHz -45 dB a 25 kHz		
Respuesta de audio	TIA603C		
Emisión de espurias conducidas	-57 dBm		

TRANSMISOR	VHF	UHF	
		BAND I	BAND II
Frecuencias	136-174 MHz	403-470 MHz	450-527 MHz
Espaciamiento de canal	6.25 kHz / 12.5 kHz		
Estabilidad de frecuencia (-30° C, +60° C, +25° C)	+/- 0.5 ppm		
Potencia de salida	1-25 W 25-45 W	1-25 W 25-40 W	1-40 W (1-25 W above 512 MHz)
Limitación de modulación	+/- 2.5 kHz a 12.5 kHz +/- 5.0 kHz a 25 kHz		
Zumbido y ruido FM	40 dB a 12.5 kHz -45 dB a 25 kHz		
Emisiones conducidas / irradiadas	-36 dBm < 1 GHz -30 dBm > 1 GHz		
Potencia de canal adyacente (TIA603C)	60 dB a 12.5 kHz 70 dB a 25 kHz		
Respuesta de audio	TIA603C		
Distorsión de audio	3%		
Modulación FM	12.5 kHz: 11K0F3E 25 kHz: 16K0FE		
Modulación digital 4FSK	12.5 kHz solo datos: 7K60FXD 12.5 kHz voz y datos: 7K60FXE		
Tipo de vodocoder digital	AMBE+		
Protocolo digital	ETSI-TS102 361-1		

ANEXO B.2.- ANTENA DIPOLO. Fuente: [26]

Exposed Dipole Quasi-Omni Antenna

127 - 174 MHz & 220 - 285 MHz / 6 or 9 dBd Gain

DB224

ANDREW

30-512 MHz

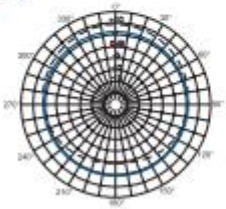
This popular lightweight, durable antenna is available with four folded dipoles for high-gain and broad bandwidth applications. It is factory adjusted and checked for minimum VSWR over a wide band of frequencies. Clamps for top mounting are supplied with the antenna but an additional side mount kit (Model DB5001) must be ordered when side mounting the antenna.

- **Broad Response** — 10 MHz bandwidth provides optimum performance in single or multi-frequency systems, on both transmit and receive. Unique model, DB224-FAA, available for most VHF air control systems.
- **Optional Radiation Pattern** — The radiation pattern of the DB224 can be easily changed from a 6 dBd gain omni-directional pattern, to a 9 dBd maximum gain offset pattern, or from an offset to an omni-directional pattern. When the four-dipole elements are positioned evenly, every 90 degrees around the mast, a circular radiation pattern results. When all four dipoles are in line (collinear) along one side of the mast, the antenna has a directional characteristic.
- **Bandwidth** — Through the use of folded dipole elements and binary cable harness, the DB224 has an exceptionally broad bandwidth. Performance characteristics (gain, VSWR) are essentially constant over a frequency range of 10 MHz or more. This permits the DB224 to provide optimum performance when used in either single or multi-frequency systems.
- **Two-Piece Mast** — For ease of handling and to facilitate shipment, the mast is made in two sections. Assembly of the sections is quite simple and requires only the use of ordinary hand tools. The unique center splice assures proper alignment.
- **Split Version** — The DB224S is a split version of the DB224. It consists of two independent antennas on the same mast; each with a separate feedline terminated at the bottom of the mast. Essentially, it amounts to two 3 dBd gain in an omni-directional pattern (DB224S) or two 6 dBd gain in an offset pattern (DB224ES). Each antenna may be used omni-directionally or directionally without regard to the other. Isolation between the two antennas is 35 dB or more.
- **Lightning Resistant** — The radiators operate at DC ground, and the aluminum mast, with its pointed cap, provides a low resistant discharge path to the tower or ground system.
- **For Air Shipment** — Model DB224X, refer to table.

Simple but secure stainless steel banding clamp allows an easy change from circular to offset radiation pattern.

Molded connections for weatherproof operation.

Unique center splice prevents misalignment; two piece construction for easier handling before installation.



Horizontal patterns illustrate the maximum gain of the DB224 (6 dBd) and DB224E (9 dBd) with respect to a half-wave dipole (0 dBd level).

ORDERING INFORMATION

See model number table for correct frequency and type. DB365-D6 Mounting Clamps are included. For side mounting, order DB5001 Side Mount Kit. For Stabilizer Kit, order 12088 (four required). For shortened mast, order DB224X. Order jumper cable separately.

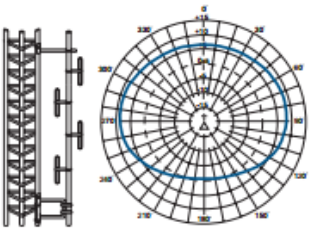
ANDREW

Exposed Dipole Quasi-Omni Antenna

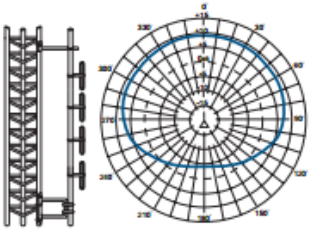
127 - 174 MHz & 220 - 285 MHz / 6 or 9 dBd Gain

30-512 MHz

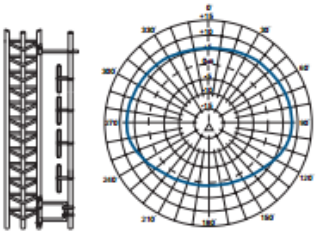
DB224



DB224 (omni) mounted on side of tower.



DB224E, elements pointed away from the tower.



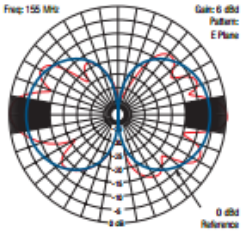
DB224E, elements pointed toward the tower.

SIDE MOUNTING

The patterns indicate the typical pattern shape of the antenna side mounted on a tower with an 18" to 24" (457.2 to 609.6 mm) face, using the DB5001 Side Mount Kit.

The DB5001 Side Mount Kit positions the antenna approximately 18" from the tower and consists of an upper sway brace, lower bracket (both galvanized) and the necessary hardware for attaching the bracket to round tower members up to 3" OD, or angular members up to 2" on a side. Other size clamps can be supplied on special order.

DB224 Vertical Pattern



ELECTRICAL DATA

Frequency Ranges* – MHz	See Model Table	
Bandwidth (150-174 MHz) – MHz	10	
VSWR	1.5 to 1 or less	
Nominal Impedance – Ohms	50	
Gain (over half-wave dipole) – dBd	**Omni Pattern** 6.0	**Offset Pattern** 9.0
Maximum Power Input – Watts	500	
Vertical Beamwidth (half-power points)	16°	
Decoupling Between Antennas (split models) – dB	35 minimum	
Lightning Protection	Direct ground	
Standard Termination	Captive Type N-Male attached to end of flexible lead.	

* Special frequencies are available; contact factory for details.

MECHANICAL DATA

Mast – Upper (aluminum) – in. (mm)	1.75 (44.45) OD with 0.062 to 0.125 (1.57 to 3.18) wall	
Mast – Lower (aluminum) – in. (mm)	2 (50.8) OD with 0.125 to 0.187 (3.18 to 4.75) wall	
Radiating Elements (aluminum) – in. (mm)	0.5 (12.7) OD with 0.058 (1.47) wall	
Maximum Exposed Area (flat plate equivalent) – ft² (m²)	3.15 (0.292)	
Lateral Thrust at 100 mph (161 km/hr) – lbf (N)	126 (560.5)	
Wind Rating:*	**Top Mounted**	**Side Mounted**
Survival w/o Ice – mph (km/hr)	80 (129)	100 (161)
Survival with 0.5" (12.7 mm) Radial Ice – mph (km/hr)	55 (89)	70 (113)
Mounting Clamps (Galv. steel)	DB365-OS	

* Calculation of wind survivability does not include damage due to flying debris.

ANEXO B.3. - RADIO BASE DGM 6100 Y MÓVIL DGM 6100+. Fuente: [22]

MOTOTRBO™

Radios móviles DGM™ 6100 / DGM™ 6100+

Cambie a digital.

Ya está disponible la siguiente generación de soluciones de comunicación de radios profesionales de dos vías que ofrece mejor rendimiento, mayor productividad y valor superior, gracias a la tecnología digital que ofrece mayor capacidad, mejor eficiencia del espectro, comunicaciones integradas de datos y mejores comunicaciones de voz.

El portafolio MOTOTRBO le ofrece una solución privada, rentable y basada en estándares que puede ser adaptada para satisfacer sus necesidades específicas de funcionalidad y cobertura.

Este versátil portafolio proporciona un sistema completo de radios portátiles, radios móviles, repetidores, accesorios y aplicaciones de datos. Es decir, es una solución completa.

Funciones principales

Radios móviles disponibles en modelos con pantalla alfanumérica, con GPS y sin GPS.

Utiliza tecnología digital de Acceso múltiple por división de tiempo (TDMA) que duplica el número de usuarios que pueden recibir servicio con un solo canal de 12.5 kHz con licencia.

Integra voz y datos para aumentar la eficiencia operativa.

Permite aplicaciones como Servicios de mensajes de texto MOTOTRBO y Servicios de localización MOTOTRBO.

Cuatro botones programables para fácil acceso a sus funciones favoritas.

Incluye cubiertas personalizables para botón que facilitan la comprensión del usuario.

Botón de emergencia para alertar al supervisor o despachador en una situación de emergencia.

Indicadores LEDs multicolor para ofrecer información clara y visible sobre las funciones de llamadas, rastreo y monitoreo.

Los modelos con GPS pueden transmitir las coordenadas de su ubicación utilizando la aplicación de Servicios de Localización.

Permite una fácil migración de analógico a digital gracias a su capacidad para funcionar en ambos modos.

Cumple con las Normas militares 810 C, D, E y F, y las pruebas de Motorola para durabilidad y confiabilidad.

Utiliza el Sistema IMPRES de audio para mejorar la función de audio.

Incluye micrófono compacto y ergonómico.

Funciones mejoradas de administración de llamadas incluyendo alerta de llamada, llamada de emergencia, monitoreo remoto, identificación de llamada (PTT-ID), verificación de radio, llamada privada e inhabilitación de radio.

Capacidad de enviar mensajes de texto pequeños (requiere micrófono con teclado) y mensajes preprogramados rápidos mediante botones programables o menú.

ESPECIFICACIONES DEL RADIO MÓVIL **MOTOTRBO DGM 6100 / DGM 6100+**

GENERAL	VHF	UHF BAND I	UHF BAND II
Número de canales	160		
Salida RF típica			
Potencia baja	1-25 W	1-25 W	1-40 W
Potencia alta	25-45 W	25-40 W	(1-25 W above 512 MHz)
Frecuencia	136 - 174 MHz	403-470 MHz	450-527 MHz
Dimensiones (AlxAnxProf)	251 x 175 x 206 mm (2.01 x 6.89 x 8.11 in)		
Peso	1.8 kg (4.0 lbs.))		
Consumo de corriente:	0.81 A max		
En espera	2 A max		
Recepción a audio nominal	1-25 W: 11.0 A max		
Transmisión	25-40 W: 14.5 A max		
Aprobación FCC	ABZ99FT3083	ABZ99FT4081	ABZ99FT4083
	ABZ99FT3082	ABZ99FT4080	

RECEPTOR	VHF	UHF BAND I	UHF BAND II
Frecuencias	136 - 174 MHz	403-470 MHz	450-527 MHz
Espaciamiento de canal	12.5 kHz / 25 kHz		
Estabilidad de frecuencia	+/- 1.5 ppm (sin GPS)		
(-30° C, +60° C, +25° C)	+/- 0.5 ppm (con GPS)		
Sensitividad analógica (12dB SINAD)	0.3 uV		
	0.22 uV (típica)		
Sensitividad digital	5% BER: 0.3 uV		
Intermodulación (TIA603C)	78 dB	75 dB	
Selectividad de canal adyacente			
TIA603	65 dB a 12.5 kHz, 80 dB a 25 kHz		
TIA603C	50 dB a 12.5 kHz, 80 dB a 25 kHz		
Rechazo de espurias (TIA603C)	75 dB		
Audio nominal	3 W (Interno)		
	7.5 W (Externo - 8 ohms)		
	13 W (Externo - 4 ohms)		
Distorsión de audio a audio nominal	3% (típica)		
Zumbido y ruido	-40 dB a 12.5 kHz		
	-45 dB a 25 kHz		
Respuesta de audio	TIA603C		
Emisión de espurias conducidas (TIA603C)	-57 dBm		

TRANSMISOR	VHF	UHF BAND I	UHF BAND II
Frecuencias	136 - 174 MHz	403-470 MHz	450-527 MHz
Espaciamiento de canal	12.5 kHz / 25 kHz		
Estabilidad de frecuencia	+/- 1.5 ppm (sin GPS)		
(-30° C, +60° C, +25° C)	+/- 0.5 ppm (con GPS)		
Potencia de salida			
Potencia baja	1-25 W	1-25 W	1-40 W
Potencia alta	25-45 W	25-40 W	(1-25 W above 512 MHz)
Limitación de modulación	+/- 2.5 kHz a 12.5 kHz		
	+/- 5.0 kHz a 25 kHz		
Zumbido y ruido FM	40 dB a 12.5 kHz		
	-45 dB a 25 kHz		
Emisiones conducidas / irradiadas	-36 dBm < 1 GHz		
	-30 dBm > 1 GHz		
Potencia de canal adyacente (TIA603C)	60 dB a 12.5 kHz		
	70 dB a 25 kHz		
Respuesta de audio	TIA603C		
Distorsión de audio	3%		
Modulación FM	12.5 kHz: 11K0F3E		
	25 kHz: 16K0FE		
Modulación digital 4FSK	12.5 kHz Solo datos: 7K60FXD		
	12.5 kHz Voz y datos: 7K60FXE		
Tipo de vocoder digital	AMBE+		
Protocolo digital	ETSI-TS102 361-1		

GPS

Las especificaciones de precisión son para seguimiento de largo plazo (valores en el 95° percentil > 5 satélites visibles en una fuerza de señal nominal de -130 dBm).

TTFF (Tiempo para el primer punto fijo)	
Partida en frío	< 1 minuto
TTFF (Tiempo para el primer punto fijo)	
Partida en caliente	< 10 segundos
Precisión horizontal	< 10 metros

Calidad y confiabilidad

- Prueba de vida acelerada de Motorola
- Normas militares MIL-SPECS 810 C, D, E y F
- Respaldado por una garantía estándar de dos años

ANEXO B.4.- RADIO BASE DGM 8500 Y MÓVIL DGM 8500+. Fuente: [23]

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE PRODUCTO
RADIOS MÓVILES SERIE DGM™8000 / DGM™5000 MOTOTRBO

SU VOZ MÓVIL AHORA ES MÁS FUERTE

RADIOS MÓVILES DIGITALES DE DOS VÍAS SERIE DGM™ 8000 / DGM™ 5000 MOTOTRBO™

Desde el chofer de un camión de reparto recorriendo la ciudad hasta la cuadrilla de servicios sanitarios limpiando calles, MOTOTRBO™ puede transformar su empresa y hacer que la interacción con el empleado sea más segura e inteligente. Nuestra funcionalidad de audio, la mejor en su clase, combinada con nuestras excepcionales funciones de datos, potencia a su personal como nunca antes.

Versátil y potente, MOTOTRBO combina lo mejor de la funcionalidad de radio de dos vías con los últimos avances en tecnología digital. Los radios de Serie DGM™8000 / DGM™5000 integran voz y datos sin limitación; ofrecen funciones optimizadas fáciles de usar, y aportan beneficios de operaciones empresariales críticas, como Bluetooth® integrado y Audio Inteligente.

La Serie DGM™8000 / DGM™5000 viene a reinventar su lugar de trabajo y la manera en la que la gente colabora para ayudarlo a incrementar la eficiencia de su organización.

CARACTERÍSTICAS

AUDIO DE LA MEJOR CALIDAD
El potente altavoz frontal y la función de audio inteligente ajusta automáticamente el volumen de la radio según el nivel de ruido del ambiente

PANTALLA DE GRAN TAMAÑO A TODO COLOR
Pantalla ampliada de 5 líneas que incluye una interfaz flexible orientada a menús

FUNCIÓN PERSONALIZABLE DE ANUNCIOS DE VOZ
Esta funcón anuncia verbalmente cualquier cambio de zona o canal, así como también las funciones del botón programable

ESPECIFICACIONES DE LAS SERIES DGM™8000 Y DGM™5000

TOTALMENTE COMPATIBLES CON LOS RADIOS LEGADOS MOTOTRBO.

ESPECIFICACIONES GENERALES

		DGM™8500/DGM™5500			DGM™8500	DGM™8000/DGM™5000			DGM™8000
		VHF	UHF Banda 1	UHF Banda 2	800/900	VHF	UHF Banda 1	UHF Banda 2	800/900
Capacidad de canal		Hasta 1.000			Hasta 1.000	99			99
Salida RF típica	Baja potencia	1-25 W	1-25 W			1-25 W	1-25 W		
	Alta potencia	25-45 W	25-40 W	1-40 W	806-870 MHz: 10-35 W 896-941 MHz: 10-30 W	25-45 W	25-40 W	1-40 W	806-870 MHz: 10-35 W 896-941 MHz: 10-30 W
Dimensiones (A X A X L)		2,1 x 6,9 x 8,1 in (53,3 x 175,3 x 205,7 mm)							
Peso		3,9 lbs (1,8 kg)							
Consumo de energía	Standby	0,81 A							
	Rx en audio nominal	2 A							
	Transmisión	1-25 W: 11,0 A 25-45 W: 14,5 A	1-25 W: 11,0 A 25-40 W: 14,5 A	1-25 W: 11,0 A 25-40 W: 14,5 A	12 A	1-25 W: 11,0 A 25-45 W: 14,5 A	1-25 W: 11,0 A 25-40 W: 14,5 A	1-25 W: 11,0 A 25-40 W: 14,5 A	12A
Descripción de la FCC		1-25 W: ABZ99FT3086	1-25 W: ABZ99FT4087	1-40 W: ABZ99FT4085	AZ492FT5862	1-25 W: ABZ99FT3086	1-25 W: ABZ99FT4087	1-40 W: ABZ99FT4085	AZ492FT5862
		25-45 W: ABZ99FT3087	25-40 W: ABZ99FT4088			25-45 W: ABZ99FT3087	25-40 W: ABZ99FT4088		
Descripción del IC		1-25 W: 109AB-99FT3086	1-25 W: 109AB-99FT4087	1-40 W: 109AB-99FT4085	109U-92FT5862	1-25 W: 109AB-99FT3086	1-25 W: 109AB-99FT4087	1-40 W: 109AB-99FT4085	109U-92FT5862
		00 25-45 W: 109AB-99FT3087 0	25-40 W: 109AB-99FT4088			25-45 W: 109AB-99FT3087	25-40 W: 109AB-99FT4088		

RECEPTOR

	VHF	UHF Banda 1	UHF Banda 2	800/900
Frecuencias	136-174 MHz	403-470 MHz	450-512 MHz	806-870 MHz 896-941 MHz
Espaciamiento de canal	12,5 kHz / 25 kHz*			806-870 MHz 12,5/25 kHz* 896-941 MHz: 12,5 kHz
Estabilidad de frecuencia (-30°C, +60°C, +25°C Ref)	± 0,5 ppm			
Sensibilidad analógica (12dB SINAD)	0,3uV, 0,22uV (typical)			
Sensibilidad digital	5% BER @ 0,25uV (0,19uV typical)			5% BER @ 0,3uV
Intermodulación (TIA603D)	78 dB			75 dB
Selectividad de canal adyacente (TIA603D)	50 dB @ 12,5 kHz 80 dB @ 25 kHz*	50 dB @ 12,5 kHz 75 dB @ 25 kHz*		
Rechazo espúreo (TIA603D)	80 dB	75 dB		
Audio nominal	3 W (Interno) 7.5 W (Externo - 8 ohms) 13 W (Externo - 4 ohms)			
Distorsión de audio en audio nominal	3% (typical)			
Interferencia y ruido	-40 dB @ 12,5 kHz/-45 dB @ 25 kHz*			
Respuesta acústica	TIA603D			
Emisión espúrea conducida (TIA603D)	-57dBm			

TRANSMISOR

	VHF	UHF Banda 1	UHF Banda 2	800/900
Frecuencias	136-174 MHz	403-470 MHz	450-512 MHz	806-870 MHz 896-941 MHz
Espaciamiento de canal	12,5 kHz / 25 kHz*			806-870 MHz: 12,5/25 kHz* 896-941 MHz: 12,5 kHz
Estabilidad de frecuencia (Ref. -30°C, +60°C, +25°C)	± 0,5 ppm			
Baja potencia de salida	1-25 W			
Alta potencia de salida	25-45 W		1-40 W	806-870MHz 10-35W 896-941MHz 10-30W
Restricción de modulación	± 2,5 kHz @ 12,5 kHz/± 5,0 kHz @ 25 kHz*			
Interferencia y ruido en FM	-40 dB @ 12,5 kHz/-45 dB @ 25 kHz*			
Emisión conducida/radiada	-36 dBm < 1 GHz/-30 dBm > 1 GHz			
Potencia de canal adyacente	60 dB @ 12,5 kHz/70 dB @ 25 kHz*			50 dB @ 12,5 kHz/ 60 dB @ 25 kHz*
Respuesta acústica	TIA603D			
Distorsión de audio	3%			
Modulación FM	12,5 kHz: 11K0F3E / 25 kHz*: 16K0F3E			
Modulación digital 4FSK	12,5 kHz Data Only: 7K60F1D & 7K60FXD			
	12,5 kHz Voice: 7K60F1E & 7K60FXE			
	Combinación de voz y datos (12.5 kHz): 7K60F1W			
Tipo de vocodificador digital	AMBE+2™			
Protocolo digital	ETSI TS 102 361-1, -2, -3			

GPS

Especificaciones sobre precisión para seguimiento a largo plazo (95° valor percentil >5 satélites visibles con una intensidad de señal nominal de -130 dBm).	
TTFF (Tiempo para el primer punto fijo) - Arranque en frío	< 1 minuto
TTFF (Tiempo para el primer punto fijo) - Arranque en caliente	< 10 segundos
Precisión horizontal	< 5 metros

ESPECIFICACIONES AMBIENTALES

Temperatura de funcionamiento	-30°C - +60°C
Temperatura de almacenamiento	-40°C - +85°C
Choque térmico	Según MIL-STD
Humedad	Según MIL-STD
ESD	IEC 61000-4-2 Nivel 3
Ingreso de agua y polvo	IP54, MIL-STD
Prueba de embalaje	MIL-STD 810C, D, E, F y G

Especificaciones sujetas a cambios sin notificación previa. Todas las especificaciones incluidas en este documento son especificaciones típicas. El radio cumple con todos los requisitos reglamentarios vigentes. Versión 1 07/11

BLUETOOTH

Versión	Admite Bluetooth® 2.1 + Especificación EDR
Perfiles admitidos	Perfil de Auriculares Bluetooth (HSP), Perfil de Puerto Serie (SPP), PTT rápido Motorola.
Dispositivos admitidos	El radio admite 1 accesorio de audio Bluetooth y 1 dispositivo de datos Bluetooth simultáneamente
Alcance	Clase 2; 10 metros

ANEXO B.5.- EQUIPO PORTÁTIL DGP 6150+ [24]

MOTOTRBO™

Radios portátiles DGP™ 6150 / DGP™ 6150+

Cambie a digital.

Ya está disponible la siguiente generación de soluciones de comunicación de radios profesionales de dos vías que ofrece mejor rendimiento, mayor productividad y valor superior, gracias a la tecnología digital que ofrece mayor capacidad, mejor eficiencia del espectro, comunicaciones integradas de datos y mejores comunicaciones de voz.

El portafolio MOTOTRBO le ofrece una solución privada, rentable y basada en estándares que puede ser adaptada para satisfacer sus necesidades específicas de funcionalidad y cobertura.

Este versátil portafolio proporciona un sistema completo de radios portátiles, radios móviles, repetidores, accesorios y aplicaciones de datos. Es decir, es una solución completa.

Funciones principales

Radios portátiles disponibles en modelos con pantalla, con GPS y sin GPS.

Utiliza tecnología digital de Acceso múltiple por división de tiempo (TDMA) que duplica el número de usuarios que pueden recibir servicio con un solo canal de 12.5 kHz con licencia.

Integra voz y datos para aumentar la eficiencia operativa.

Permite aplicaciones de datos incluyendo Servicios de mensajes de texto MOTOTRBO y Servicios de localización MOTOTRBO.

Ofrece comunicaciones de voz más nítidas en un rango más amplio de cobertura comparado con radios analógicos similares.

Botón de emergencia para alertar al supervisor o despachador en una situación de emergencia.

Los modelos con GPS pueden transmitir las coordenadas de su ubicación utilizando la aplicación de Servicios de Localización.

Capacidad de enviar mensajes de texto pequeños y mensajes preprogramados rápidos utilizando botones programables o teclado.

Lista de contactos con capacidad de hasta 256 registros.

Permite una fácil migración de analógico a digital gracias a su capacidad para funcionar en ambos modos.

Cumple con las Normas militares 810 C, D, E y F, la especificación IP57 para sumersión y las pruebas de Motorola para durabilidad y confiabilidad.

El conector de accesorios cumple con las especificaciones IP57 para sumersión e incorpora capacidad para RF, USB y audio mejorado.

Utiliza los sistemas de audio y energía IMPRES para automatizar el mantenimiento de la batería, optimizar su ciclo de vida, maximizar el tiempo de conversación y mejorar la función de audio.

Funciones mejoradas de administración de llamadas incluyendo alerta de llamada, llamada de emergencia, monitoreo remoto, identificación de llamada (PTT-ID), verificación de radio, llamada privada e inhabilitación de radio.

GENERAL	VHF	UHF
Número de Canales	1,000	
Frecuencia	136 - 174 MHz	403-470 MHz / 450-512 MHz
Dimensiones (AlxAnxProf) con batería NiMH	131.5 x 63.5 x 35.2 mm	
Peso (con batería Lilon que no es FM)	330 g (11.63 oz)	
(con batería FM de Lilon)	340 g (11.98 oz)	
(con batería de NiMH)	400 g (14.9 oz)	
Fuente de alimentación	7.5V nominal	
Aprobación FCC	AZ489FT3815	AZ489FT4876 / AZ489FT4884
	Vida promedio de la batería en un ciclo de trabajo de 5/5/90 con ahorrador de batería activado en silenciamiento de portadora y transmisor en alta potencia.	
Batería IMPRES de Lilon	Analógico: 8 horas Digital: 13 horas	
Batería FM IMPRES de Lilon	Analógico: 8.5 horas Digital: 12 horas	
Batería de NiMH	Analógico: 8 horas Digital: 11 horas	

RECEPTOR	VHF	UHF
Frecuencias	136 - 174 MHz	403-470 MHz / 450-512 MHz
Espaciamiento de canal	6.25 kHz / 12.5 kHz	
Estabilidad de frecuencia	+/- 1.5 ppm (sin GPS)	
(-30° C, +60° C, +25° C)	+/- 0.5 ppm (con GPS)	
Sensitividad analógica (12dB SINAD)	0.35 uV 0.22 uV (típica)	0.3 uV 0.22 uV (típica)
Sensitividad digital	5% BER: 0.3 uV	
Intermodulación (TIA603C)	70 dB	
Selectividad de canal adyacente		
TIA603	60 dB a 12.5 kHz, 70 dB a 25 kHz	
TIA603C	45 dB a 12.5 kHz, 70 dB a 25 kHz	
Rechazo de espurias (TIA603C)	70 dB	
Audio nominal	500 mW	
Distorsión de audio a audio nominal	3% (típica)	
Zumbido y ruido	-40 dB a 12.5 kHz -45 dB a 25 kHz	
Respuesta de audio	TIA603C	
Emisión de espurias conducidas (TIA603C)	-57 dBm	

TRANSMISOR	VHF	UHF
Frecuencias	136 - 174 MHz	403-470 MHz / 450-512 MHz
Espaciamiento de canal	6.25 kHz / 12.5 kHz	
Estabilidad de frecuencia	+/- 1.5 ppm (sin GPS)	
(-30° C, +60° C, +25° C)	+/- 0.5 ppm (con GPS)	
Potencia de salida		
Potencia baja	1 W	1 W
Potencia alta	5 W	4 W
Limitación de modulación	+/- 2.5 kHz a 12.5 kHz +/- 5.0 kHz a 25 kHz	
Zumbido y ruido FM	40 dB a 12.5 kHz -45 dB a 25 kHz	
Emisiones conducidas / irradiadas	-36 dBm < 1 GHz -30 dBm > 1 GHz	
Potencia de canal adyacente	60 dB a 12.5 kHz 70 dB a 25 kHz	
Respuesta de audio	TIA603C	
Distorsión de audio	3%	
Modulación FM	12.5 kHz: 11K0F3E 25 kHz: 16K0FE	
Modulación digital 4FSK	12.5 kHz Solo datos: 7K60FXD 12.5 kHz Voz y datos: 7K60FXE	
Tipo de vocoder digital	AMBE+	
Protocolo digital	ETSI-TS102 361-1	

GPS

Las especificaciones de precisión son para seguimiento de largo plazo (valores en el 95º percentil > 5 satélites visibles en una fuerza de señal nominal de -130 dBm).

TTFF (Tiempo para el primer punto fijo)	
Partida en frío	< 2 minutos
TTFF (Tiempo para el primer punto fijo)	
Partida en caliente	< 10 segundos
Precisión horizontal	< 10 metros

APROBACIONES DE FACTORY MUTUAL

Los radios portátiles de la serie MOTOTRBO DGP han sido certificados por Factory Mutual (FM) como intrínsecamente seguros para uso en las Clases I, II, III, División 1, Grupos C, D, E, F, G, cuando están equipados correctamente con una opción de batería FM aprobada de Motorola. También están aprobados para uso en Clase I, División 2, Grupos A, B, C, D.

Calidad y confiabilidad

- Prueba de vida acelerada de Motorola
- Normas militares MIL-SPECS 810 C, D, E y F
- Respaldado por una garantía estándar de dos años

ANEXO B.6.- EQUIPO PORTÁTIL DGP 8550+. Fuente: [25] [23]

UNRIVALED DATA CAPABILITIES TRANSFORM TWO-WAY RADIO BEYOND VOICE

MOTOTRBO™ DGP™8000/DGP™5000 SERIES DIGITAL TWO-WAY PORTABLE RADIOS

From the factory worker building components to the road crew making repairs, MOTOTRBO can transform your enterprise and make employee interactions smarter and safer. Our best-in-class audio and unrivaled data capabilities empower people like never before.

Versatile and powerful, MOTOTRBO combines the best of two-way radio functionality with the latest digital technology. DGP™8000 / DGP™5000 Series radios integrate voice and data seamlessly, offer enhanced features that are easy to use, and deliver business-critical advantages like integrated Bluetooth* and Intelligent Audio.

The DGP™8000 / DGP™5000 Series can remaster your workplace and the way people collaborate to help you achieve even greater efficiency.

DGP™8000 / DGP™5000 SERIES SPECIFICATIONS

GENERAL SPECIFICATIONS					
		DISPLAY DGP™8550		NON DISPLAY DGP™8050	
		VHF	UHF	VHF	UHF
Channel Capacity		1000		32	
Frequency		136-174 MHz	403-527 MHz	136-174 MHz	403-527 MHz
IMPRES Hi-Cap Li-ion 2150 mAH Battery (PMNN4409)	(HxWxL)	5.13 inch / 2.17 inch / 1.62 inch (130.3 mm / 55.2 mm / 41.1 mm)		5.13 inch / 2.17 inch / 1.56 inch (130.3 mm / 55.2 mm / 39.6 mm)	
	Weight	12.54 oz (355.5 g)		11.39 oz (323 g)	
Slim IMPRES Li-ion 1500 mAH Battery (PMNN4407)	(HxWxL)	5.13 inch / 2.17 inch / 1.41 inch (130.3 mm / 55.2 mm / 35.8 mm)		5.13 inch / 2.17 inch / 1.35 inch (130.3 mm / 55.2 mm / 34.3 mm)	
	Weight	11.83 oz (335.5 g)		10.69 oz (303 g)	
IMPRES Hi-Cap Li-ion FM 2300 mAH Battery (NNTN8129)	(HxWxL)	5.13 inch / 2.17 inch / 1.62 inch (130.3 mm / 55.2 mm / 41.1 mm)		5.13 inch / 2.17 inch / 1.56 inch (130.3 mm / 55.2 mm / 39.6 mm)	
	Weight	12.89 oz (365.5 g)		11.75 oz (333 g)	
Power Supply		7.5 V (Nominal)			
Operating Temperature		-30 ~ +60 °C[1]			
FCC Description		ABZ99FT3085	ABZ99FT4086	ABZ99FT3085	ABZ99FT4086
IC Description		109AB-99FT3085	109AB-99FT4086	109AB-99FT3085	109AB-99FT4086

BATTERY		
Average Battery Life	5/5/90 duty cycle with carrier squelch and transmitter in high power[2]	
Slim IMPRES Li-ion 1500 mAh Battery	Analog: 7.7 hrs/ Digital: 11.3 hrs	Analog: 8 hrs/ Digital: 11.8 hrs
IMPRES Hi-Cap Li-ion 2150 mAH Battery	Analog: 11.1 hrs/Digital: 16.2 hrs	Analog: 11.5 hrs/Digital: 17 hrs
IMPRES Hi-Cap Li-ion FM 2300 mAH Battery	Analog: 11.9 hrs/Digital: 17.3 hrs	Analog: 12.3 hrs/Digital: 18.1 hrs

RECEIVER

	VHF	UHF
Frequencies	136-174 MHz	403-527 MHz
Channel Spacing	12.5/25kHz[3]	
Frequency Stability (-30°C, +60°C, +25°C Ref)	± .5 ppm	
Analog Sensitivity (12dB SINAD)	0.3uV (0.22uV typical)	
Digital Sensitivity	0.25 uV (0.19 uV typical)	
Intermodulation (TIA603D)	70 dB	
Adjacent Channel Selectivity (TIA603A)-1T	60dB @ 12.5 kHz / 70dB @ 25 kHz[3]	
Adjacent Channel Selectivity (TIA603D)-2T	45dB @ 12.5 kHz / 70dB @ 25 kHz[3]	
Spurious Rejection (TIA603D)	70 dB	
Rated Audio	0.5W	
Audio Distortion @ Rated Audio	5% (3% typical)	
Hum and Noise	-40dB @ 12.5 kHz / -45dB @ 25 kHz[3]	
Audio Response	TIA603D	
Conducted Spurious Emission (TIA603D)	-57dBm	

TRANSMITTER

	VHF	UHF
Frequencies	136-174 MHz	403-527 MHz
Channel Spacing	12.5/25 kHz	
Frequency Stability	± 1.5 ppm	
Low Power Output	1W	1W
High Power Output	5W	4W
Modulation Limiting	± 2.5kHz @ 12.5 kHz / ± 5.0kHz @ 25 kHz[3]	
FM Hum and Noise	-40dB@ 12.5 kHz / -45dB@ 25 kHz[3]	
Conducted/Radiated Emission	-36 dBm < 1GHz / -30 dBm > 1GHz	
Adjacent Channel Power	60dB @ 12.5 kHz / 70dB @ 25 kHz[3]	
Audio Response	TIA603D	
Audio Distortion	3%	
4FSK Digital Modulation	12.5 kHz Data: 7K60F1D & 7K60FXD	
	12.5 kHz Voice: 7K60F1E & 7K60FXE	
	Combination of 12.5 kHz Voice & Data: 7K60F1W	
Digital Vocoder Type	AMBE+2™	
Digital Protocol	ETSI TS 102 361-1, -2, -3	

GPS

Accuracy specs are for long-term tracking (95th percentile values>5 satellites visible at nominal -130 dBm signal strength)	
TTFF (Time To First Fix) - Cold Start	< 60 seconds
TTFF (Time To First Fix) - Hot Start	< 10 seconds
Horizontal Accuracy	< 5 meters

BLUETOOTH

Version	Supports Bluetooth® 2.1 + EDR Specification
Range	Class 2, 10 meters

FACTORY MUTUAL APPROVALS

MOTOTRBO DGP™ 8000 / DGP™ 5000 Series portable radios have been certified by FM in accordance with U.S. Codes as intrinsically safe for use in Class I, II, III, Division 1, Groups C, D, E, F, G, when properly equipped with a Motorola FM approved battery option. They are also approved for use in Class I, Division 2, Groups A, B, C, D.

ENVIRONMENTAL SPECIFICATIONS

Operating Temperature	-30° C / +60° C
Storage Temperature	-40° C / +85° C
Thermal Shock	Per MIL-STD
Humidity	Per MIL-STD
ESD	IEC 61000-4-2 Level 3
Dust and Water Intrusion	IEC 60529 - IP57
Packaging test	MIL-STD 810D and E

Testing completed using portable radio with attached battery and antenna.

[1] Radio only - Li-Ion battery -10C

[2] Actual battery runtime observed may vary based on the use of certain features such as GPS, Bluetooth, and Expansion Card based applications.

Please contact your Motorola sales representative for battery runtime expectations based on your specific radio configuration.

[3] 25kHz channel spacing available in Canada only

ANEXO C. ESPECIFICACIONES DE LOS EQUIPOS ROIP

ANEXO C.1.- EQUIPO ROIP 102. Fuente: [27]

IX. Hardware Specifications

i. Physical and Operating Conditions

- Dimension: 25 x 14 x 3 cm
- Main Unit Net Wegith: 380 g
- Storage Temperature: -40°C - 80°C
- Operating Temperature: 0°C - 40°C

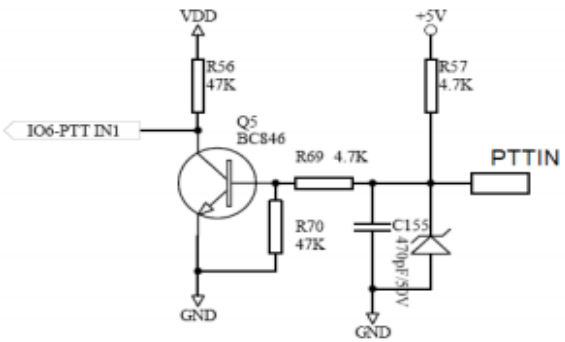
ii. Core Design

- CPU: ARM9
- RAM: 16MB
- FLASH: 4MB
- DSP: 116 MHz, 16 Bit Bus

iii. T Interface

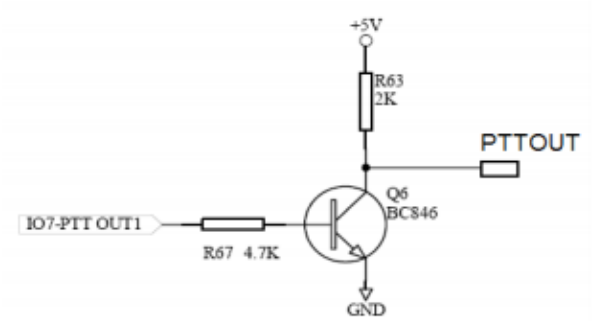
- PTTIN Active Low: <0.7V (4.7KΩ load)
- PTTIN Active High: >1.2V
- PTTOUT High Output: 5V (4.7 KΩ load)
- PTTOUT Low Output: 0V
- APUT Output: 8Ω 750mW 5V P-P
- AIN Input: 600Ω Internal Impedance, 0 – 0.6Vp-t-p
- ADJOUT (on the Adapter Cable): 2KΩ Potentiometer
- RAM: 16MB

PTTIN Circuit:



***Based on the circuit above,the PTT Input level is high when it is open ended.**

PTTOUT Cicuit:



iv. Network Port

-Ethernet Port:10/100 Base-T
-Standard Supported:IEEE802.1p
-IP Standard:IPV4

v. Firmware

Item	Description	Remark
OS	Linux	Version 2.6
IP Voice Protocol	SIP 2.0	Include SIP INFO extension
Network Protocol	IP、TCP、UDP、HTTP、ICMP、DHCP CL & SRV、NTP、TFTP、ToS、telnet	
Codecs	G.711 a&μ G.729A G.729AB G.723.1 GSM	
Configuration GUI	Html XML2.0 JAVA	

ANEXO C.2.- EQUIPO ROIP 302M. Fuente: [28]

X. Hardware Specifications

i. Physical and Operating Conditions

- Dimension: 25 x 14 x 3 cm
- Main Unit Net Wegith: 380 g
- Storage Temperature: -40°C - 80°C
- Operating Temperature: 0°C - 40°C

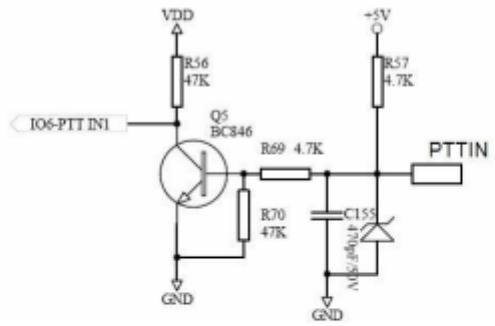
ii. Core Design

- CPU: ARM9
- RAM: 16MB
- FLASH: 4MB
- DSP: 116 MHz, 16 Bit Bus

iii. PTT Interface

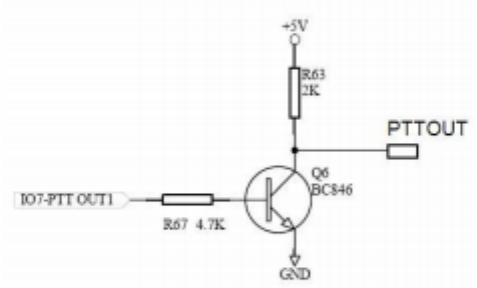
- PTTIN Active Low: <0.7V (4.7KΩ load)
- PTTIN Active High: >1.2V
- PTTOUT High Output: 5V (4.7 KΩ load)
- PTTOUT Low Output: 0V
- APUT Output: 8Ω 750mW 5V P-P
- AIN Input: 600Ω Internal Impedance, 0 – 0.6Vp-t-p
- ADJOUT (on the Adapter Cable): 2KΩ Potentiometer
- RAM: 16MB

PTTIN Circuit：



*** Based on the circuit above, the PPT Input level is high when it is open ended.**

PTTOUT Circuit:



iv. GSM Module

- Operating Frequencies: EGSM900MHZ/DCS1800MHz and GSM850MHz/PCS1900MHz
- Suported SIM Card: 3V SIM
- Transmit Power: Class 4 (2W) at EGSM900. Class (1W) at DCS1800 and PCS1900

v. Network Port

- Ethernet Port: 10/100 Base-T
- Standard Supported; IEEE802.1p
- IP Standard: IPV4

vi. Firmware

Item	Description	Remark
OS	Linux	Version 2.6
IP Voice Protocol	SIP 2.0	Include SIP INFO extension
Network Protocol	IP、TCP、UDP、HTTP、ICMP、DHCP CL & SRV、NTP、TFTP、ToS、telnet	
Codecs	G.711 a&μ G.729A G.729AB G.723.1 GSM	
Configuration GUI	Html XML2.0 JAVA	

ANEXO C.3. - FIREWALL VPN CISCO RV110W WIRELESS-N. Fuente: [35]

Función	Descripción
Routing	• Routing estático • Routing dinámico, Protocolo de información de routing (RIP) v1 y v2 • Routing entre VLAN
Capa 2	• VLAN basadas en 802.1Q • 4 VLAN activas (intervalo de 3 a 4094)
Red	• Servidor de Protocolo de configuración dinámica de host (DHCP) • Protocolo punto a punto sobre Ethernet (PPPoE) • Protocolo de túnel punto a punto (PPTP) • Protocolo de túnel de capa 2 (L2TP) • Proxy DNS • Agente de retransmisión DHCP • Proxy IGMP (Protocolo de administración de grupos de Internet) y reenvío de multidifusión • Protocolo de árbol de expansión rápida (RSTP) • DNS dinámico (DDNS), TZO.com, DynDNS.com, 3322.org • Traducción de direcciones de red (NAT), Traducción de direcciones de puertos (PAT) • Administración de puertos • Puertos reflejados • Perímetro de la red (DMZ) configurable por software con cualquier dirección IP de LAN
IPv6	• mecanismo dual IPv4 e IPv6 • 6 a 4 túneles • Multicast Listener Discovery (MLD) para IPv6 (RFC 2710) • Configuración automática de dirección sin estado • Servidor DHCP v6 para clientes IPv6 en LAN • Cliente DHCP v6 para conectividad WAN • Protocolo de mensajes de control de Internet (ICMP) v6 • Routing IPv6 estático • Routing IPv6 dinámico con RIPng
Seguridad	• Firewall con Inspección activa de estado de paquetes (SPI) • Activación y reenvío de puerto • Listas de control de acceso con firewall y filtrado de contenido • Prevención de denegación de servicio (DoS) • Control de acceso inalámbrico basado en MAC • Bloqueo estático de dirección URL o bloqueo de palabras clave • Política de acceso a Internet basada en cronograma • Acceso web HTTPS al administrador de dispositivos • Aplicación de complejidad de nombre de usuario/contraseña • Certificado SSL firmado automáticamente • Importación y exportación de certificado mediante el uso del formato de correo con privacidad mejorada (PEM)
VPN	• 5 túneles IPsec mediante el cliente Cisco QuickVPN • 5 túneles PPTP para acceso remoto de clientes • Paso de VPN con estándar de triple cifrado de datos (3DES) compatible con PPTP, L2TP e IPsec
Calidad de servicio (QoS)	• Prioridad 802.1p basada en puerto en el puerto LAN, prioridad basada en la aplicación en el puerto WAN • 4 colas • Punto de código de servicios diferenciados (DSCP) • Clase de servicio (CoS) • Administración de ancho de banda para priorización de servicios
Administración	• Protocolo simple de administración de redes (SNMP) v3 • Registro de eventos: locales, registro de eventos del sistema (syslog) y alertas de correo electrónico • Firmware que se puede actualizar mediante el navegador web • Configuración importada/exportada en formato de texto • Configuración simple basada en navegador (HTTP/HTTPS) • Bonjour y plug and play universal (UPnP) • Diagnóstico de red: ping, traceroute y búsqueda de DNS
Rendimiento	• Rendimiento de NAT: 90 Mbps • 5000 sesiones simultáneas • Rendimiento de VPN: 5 Mbps

Funciones	Descripción
Hardware de WLAN	• Punto de acceso basado en las normas IEEE 802.11n compatible con 802.11b/g • Tipo de modulación y radio: • 802.11b: espectro de extensión de la secuencia directa (DSSS) • 802.11g/n: multiplexación por división de frecuencias ortogonales (OFDM) • Dos antenas externas fijas omnidireccionales con ganancia de potencia de 1,8 dBi • Canales operativos: • 11 en América del Norte • 13 en la mayor parte de Europa • Selección automática de canales • Potencia de transmisión: • 802.11b: 17 dBm +/– 1,5 dBm • 802.11g: 15 dBm +/– 1,5 dBm • 802.11n: 12,5 dBm +/– 1,5 dBm • Sensibilidad del receptor: • -87 dBm a 11 Mbps • -71 dBm a 54 Mbps • -68 dBm a msc15, HT20 / -66 dBm a mcs15, HT40
Servicios de dominio inalámbricos (WDS):	• Permite repetir las señales inalámbricas mediante 3 dispositivos compatibles
Wi-Fi multimedia (WMM)	• WMM con QoS (802.11e), ahorro de energía WMM (WMM-PS)
Clientes WLAN activos	• Hasta 32 clientes
Identificadores de conjuntos de servicios (SSID)	• Hasta 4 redes inalámbricas separadas
Aislamiento inalámbrico	• Aislamiento inalámbrico entre clientes
Seguridad de WLAN	• Aislamiento inalámbrico entre clientes • Configuración de protección Wi-Fi (WPS), Privacidad equiparable a la de redes cableadas (WEP), Acceso protegido Wi-Fi (WPA) para individuos y empresas, WPA2 para individuos y para empresas
WAN	Un puerto WAN Fast Ethernet 10/100 Mbps
LAN	Cuatro puertos LAN Fast Ethernet 10/100 Mbps
WLAN	Punto de acceso inalámbrico integrado 802.11n
Indicadores LED	Alimentación, WPS, WAN, Conexión inalámbrica, LAN (puertos 1 a 4)
Switch	Botón de encendido (encendido/apagado)
Dimensiones físicas y peso	• ancho x profundidad x alto = 5,91 in x 5,91 in x 1,18 in (150 mm x 150 mm x 30 mm) • Peso: 0,61 lb (0,3 kg)
Alimentación	12 V 1 A
Certificaciones	• FCC, Clase B • CE • IC • cUL • Wi-Fi
Rango de funcionamiento ambiental	• Temperatura de funcionamiento: 0 ° a 40 °C (32 ° a 104 °F) • Temperatura de almacenamiento: –20 ° a 70 °C (–4 ° a 158 °F) • Humedad de funcionamiento: 10% a 85% sin condensación • Humedad de almacenamiento: 5% a 90% sin condensación

ANEXO D. PROFORMAS EQUIPOS

ANEXO D.1.- COTIZACION EQUIPOS ROIP

SPECTRUM
Tecnología Electrónica y Telecomunicaciones

RUC:0602205684001

PROFORMA 0715-306

Quito, Julio 17 del 2015

Señores:
Atención: Alexis Castro
Tele: shuberthcastro@hotmail.com

Es grato hacerle llegar la siguiente cotización:

ITEM	CANT	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	1	**ROIP 302M server con 3 puertos para interconectar radios** **Un puerto Wan** **Un puerto Lan** **Un puerto de reset** **Puede administrar 12 ROIP client serie 102** **Con Módulo GSM**	1.320,00	1.320,00
2	1	**ROIP102M Puede interconectar hasta 5 ROIP 102** **Un puerto WAN, uno LAN**	380,00	380,00
3	1	**ROIP102 client** **Un Puerto WAN, uno LAN**	290,00	290,00
SON: DOS MIL DOSCIENTOS VEITE Y OCHO CON 80/100 DOLARES			SUBTOTAL	1.990,00
			12% IVA	238,80
				2.228,80

CONDICIONES COMERCIALES:
Válidez: 15 días
Pago: Máximo 30 días después de emitida la factura
Entrega: 15 días laborables los equipos ROIP302M
Garantía: 1 año contra defectos de Farbrica

Atentamente:

Mg. Carlos Guerrero

Edén del Valle - Alejandro Cárdenas E19-177 y Richard Burgos
Telefax: 02 2320192 - Quito
Email: spectrum.icr@gmail.com
web: www.spectrum-rad.com.ec

KENWOOD MARRAD MOTOROLA ASTRON SINCLAIR MOTOTRBO

ANEXO D.2.- COTIZACIÓN EQUIPO RADIO MOTOROLA

SPECTRUM
Tecnología Electrónica y Telecomunicaciones
RUC:0602205684001

PROFORMA 1015-475

Quito, Octubre 12 de 2015

Señores:
Atención: **Shubert Alexis Castro Meza**

Es grato hacerle llegar la siguiente cotización:

ITEM	CANT	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	1	RadiosMOTOROLA DGP8550 con GPS Frecuencia VHF Capacidad de 1000 canales Potencia: 5watts Incluye: Cargador, antena, clip, Bluetooth, manual Licencia de Ip site	918,00	918,00
2	1	RadiosMOTOROLA DGP8050 con GPS Sin Pantalla Frecuencia VHF Capacidad de 32 canales Potencia: 5watts Incluye: Cargador, antena, clip, Bluetooth, manual Licencia de Ip site	801,00	801,00
3	1	RadiosMOTOROLA DGM8500 con GPS Frecuencia VHF Capacidad de 1000 canales Potencia: 45watts Incluye: Cable de Poder, Micrófono, clip, manual, brack de montaje Licencia de Ip site	997,00	997,00
4	1	RadiosMOTOROLA DGM8000 con GPS sin pantalla Frecuencia VHF Capacidad de 32 canales Potencia: 45watts Incluye: Cable de Poder, Micrófono, clip, manual, brack de montaje Licencia de Ip site	854,00	854,00
			SUBTOTAL	3.570,00
SON: TRES MIL NOVECIENTOS NOVENTA Y OCHO CON 40/100 DOLARES			12% IVA	428,40
			TOTAL	3.998,40

CONDICIONES COMERCIALES:
Validez: 15 días
Pago: Contra Entrega
Entrega: Inmediata
Garantía: Dos años contra defectos de fabrica en radios uno en accesorios

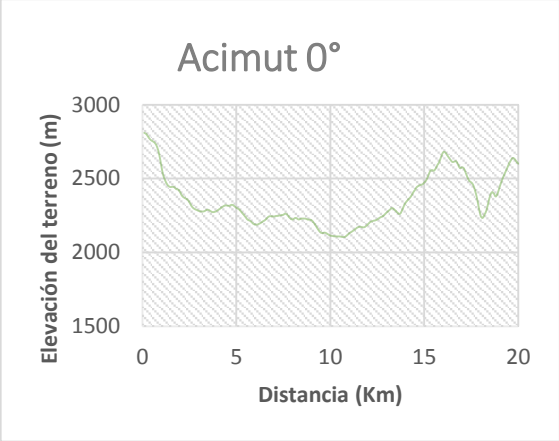
Atentamente:
Mg. Carlos Guerrero

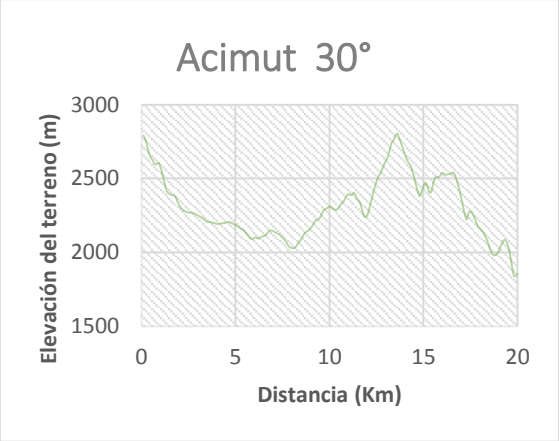
Eden del Valle - Alejandro Cárdenas E19-172 y Richard Burgos
Telefax: 02 2326192 - Quito
Email: spectrum.cri@gmail.com
web: www.spectrum-rad.com.ec

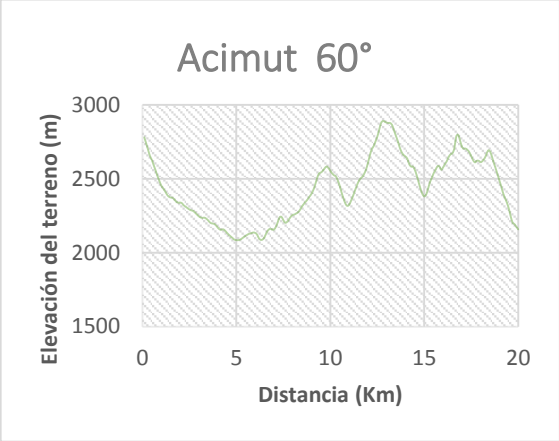
KENWOOD MAXRAD MOTOROLA ABTRON MOTOTRBO

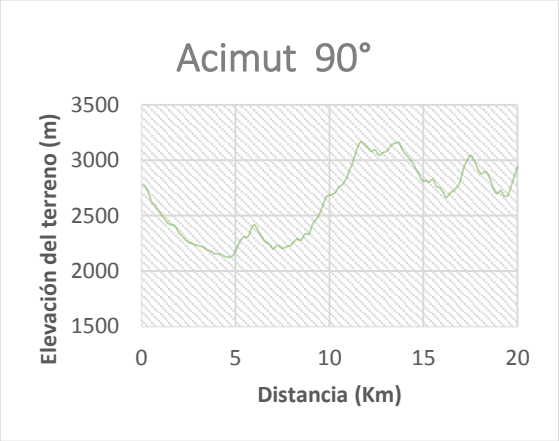
ANEXO E. PERFILES DE TERRENO

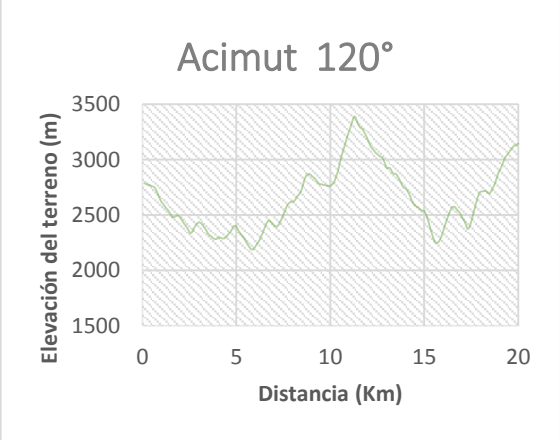
ANEXO E.1.- ESTACION REPETIDORA (C1)

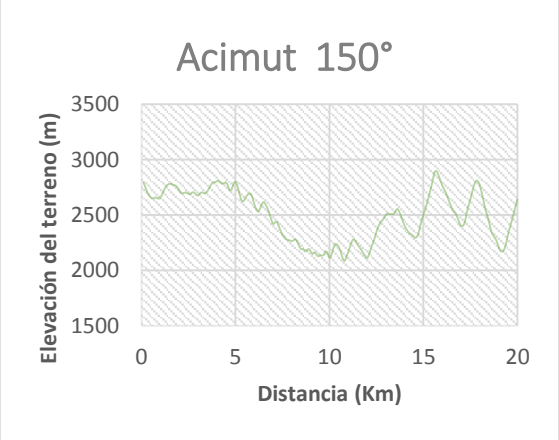


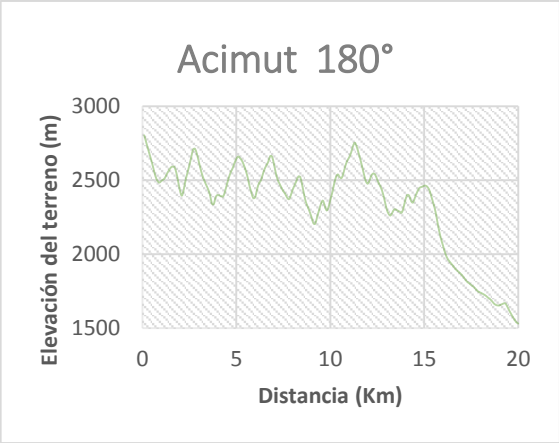


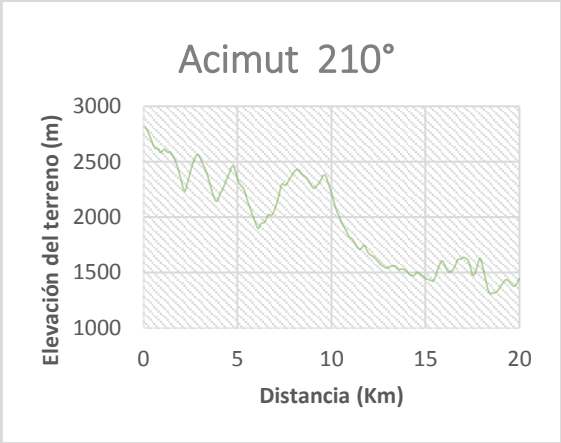


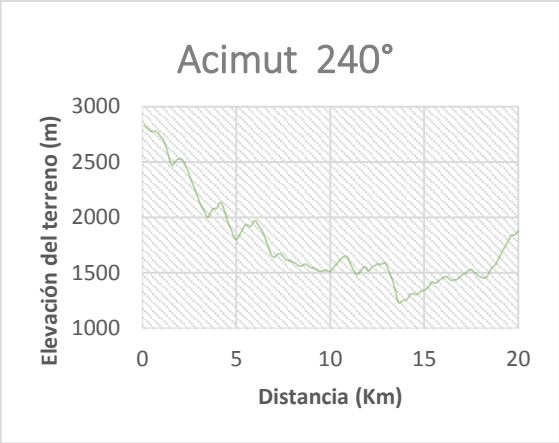


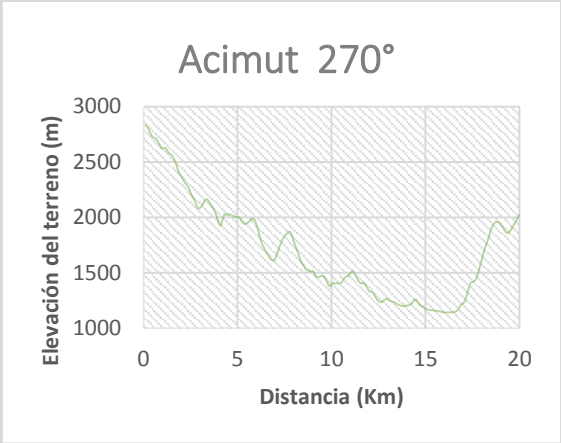


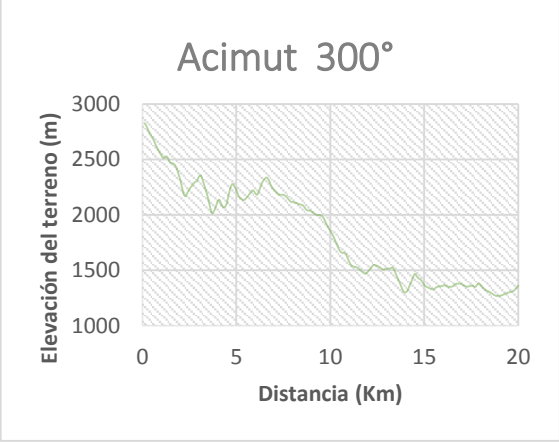


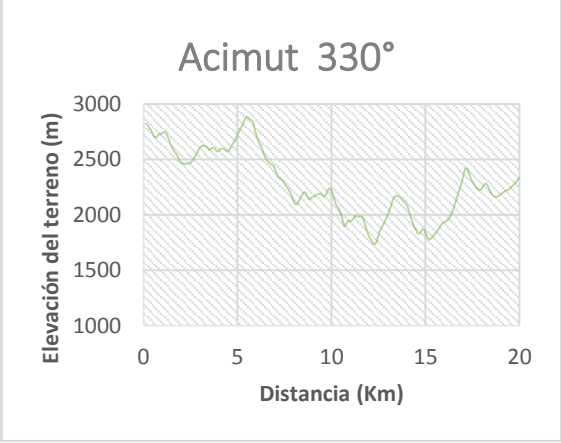

Acimut 180°
Elevación del terreno (m)
3000
2500
2000
1500
0
5
10
15
20
Distancia (Km)


Acimut 210°
Elevación del terreno (m)
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)

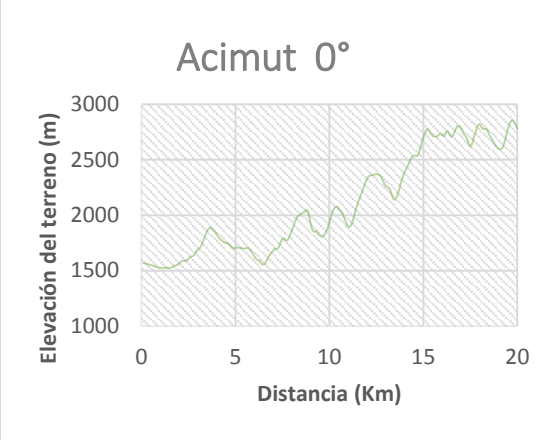

Acimut 240°
Elevación del terreno (m)
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)

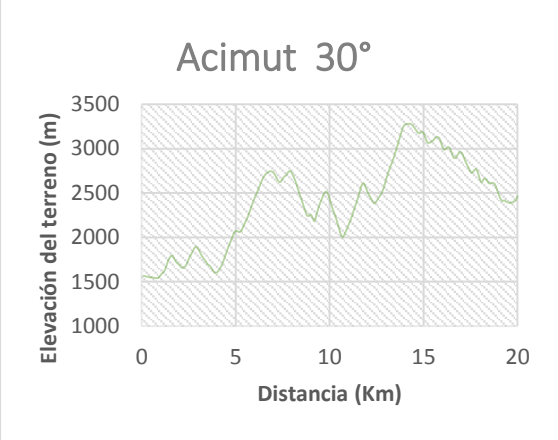

Acimut 270°
Elevación del terreno (m)
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)

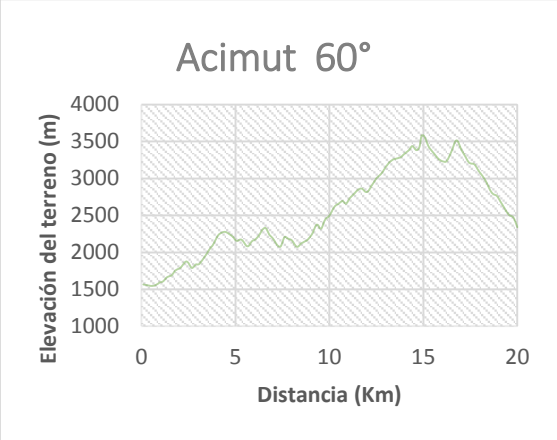

Acimut 300°
Elevación del terreno (m)
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)

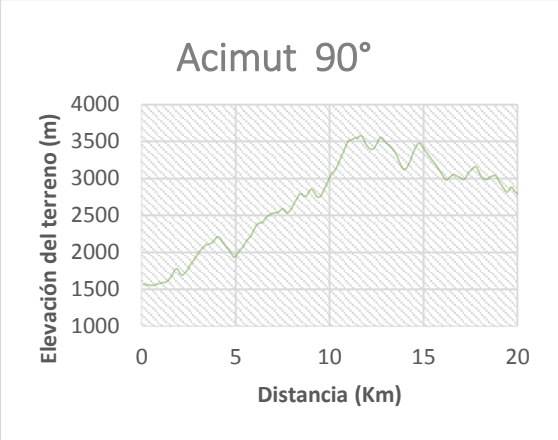

Acimut 330°
Elevación del terreno (m)
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)

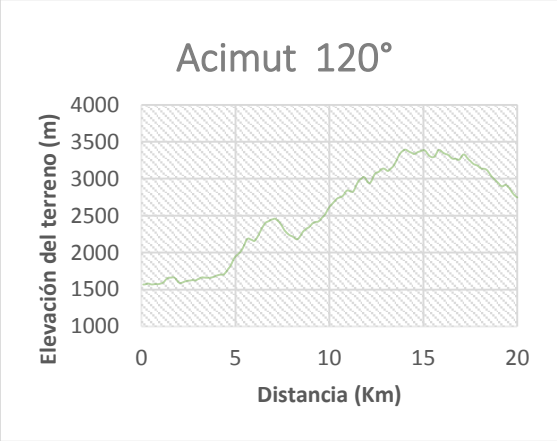
ANEXO E.2.- ESTACIÓN VILCABAMBA (C2)

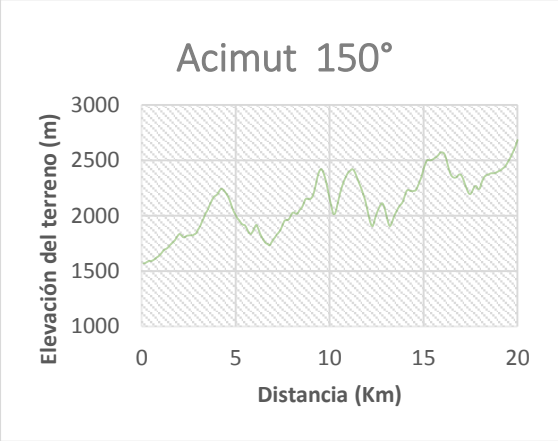


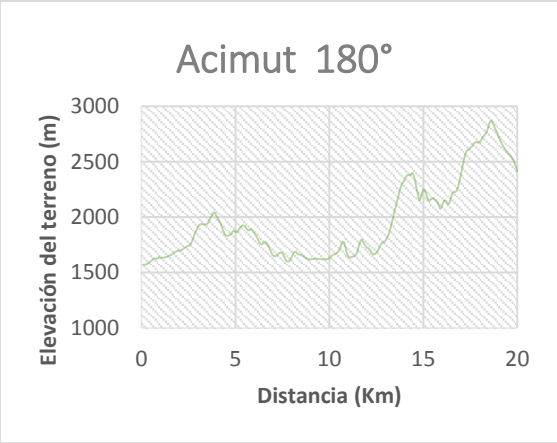


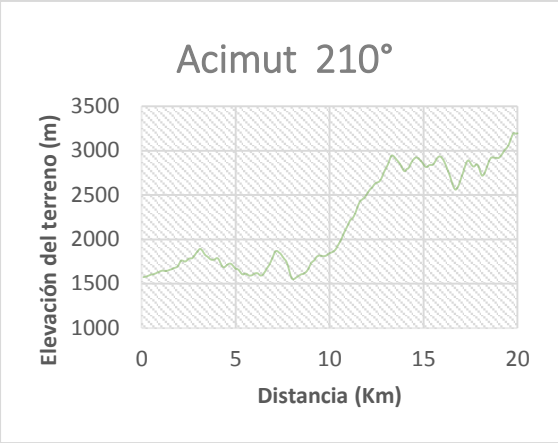


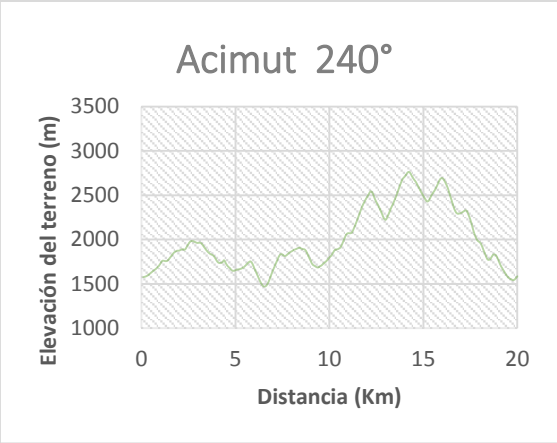


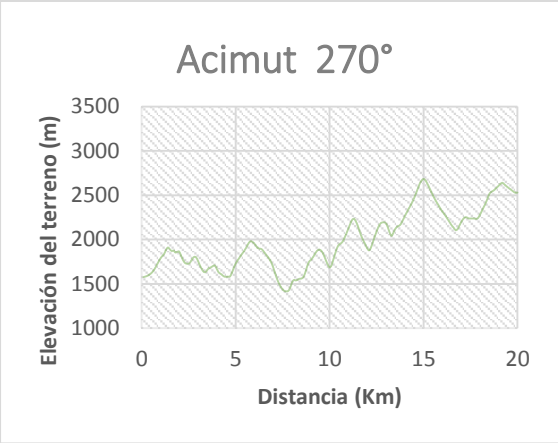


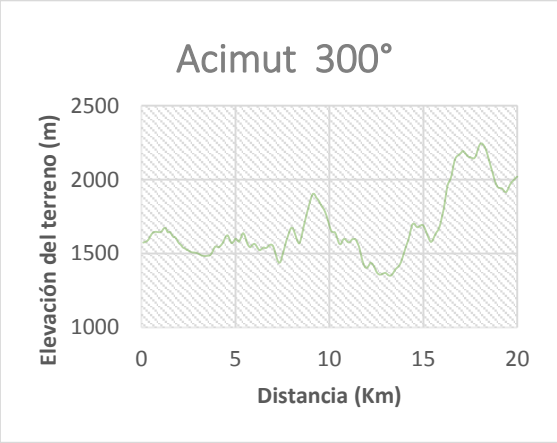


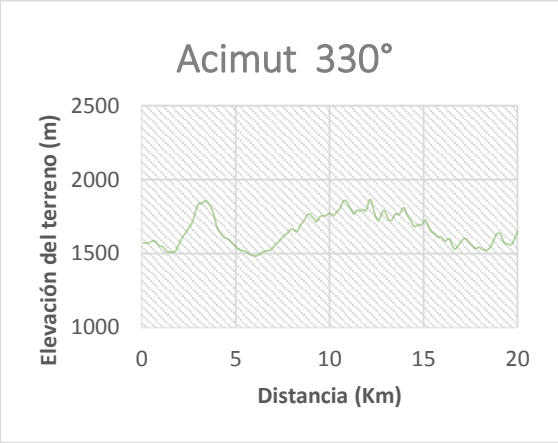

Acimut 180°
Elevación del terreno (m)
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)


Acimut 210°
Elevación del terreno (m)
3500
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)

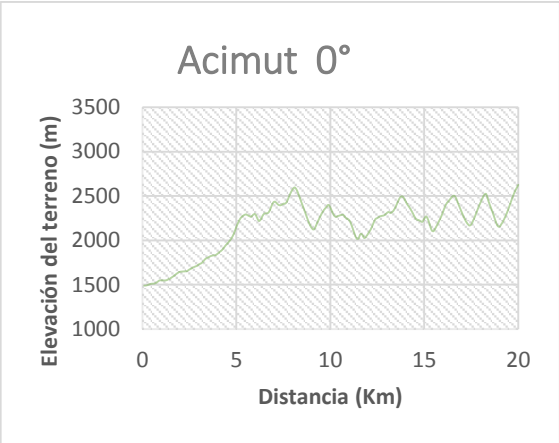

Acimut 240°
Elevación del terreno (m)
3500
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)

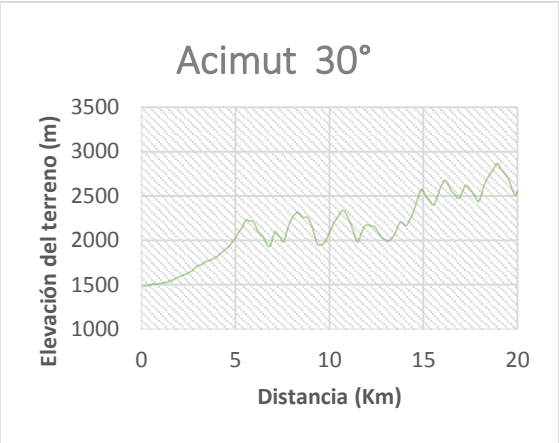

Acimut 270°
Elevación del terreno (m)
3500
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)

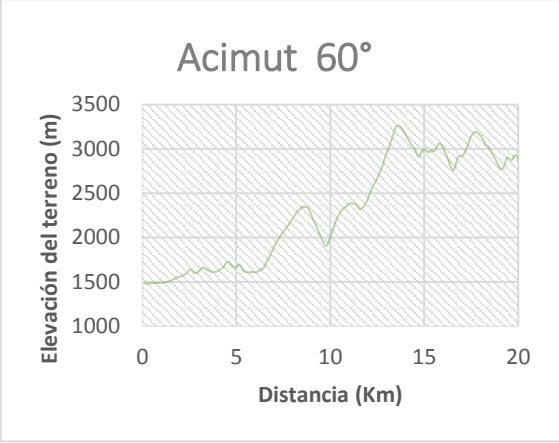

Acimut 300°
Elevación del terreno (m)
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)

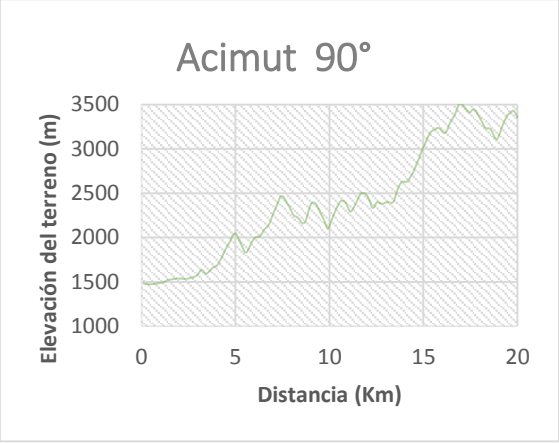

Acimut 330°
Elevación del terreno (m)
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)

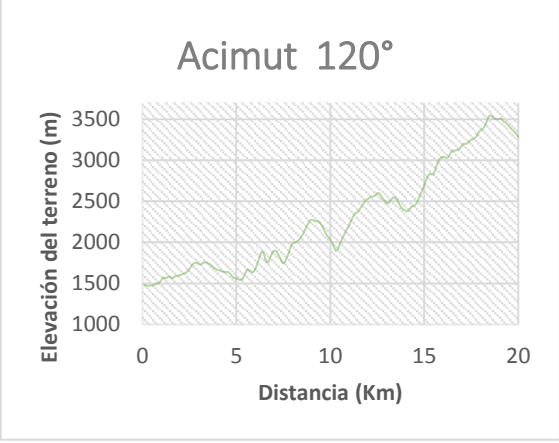
ANEXO E.3 ESTACIÓN MALACATOS (C3)

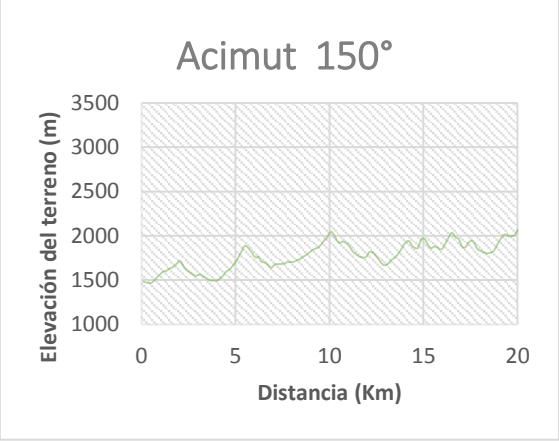


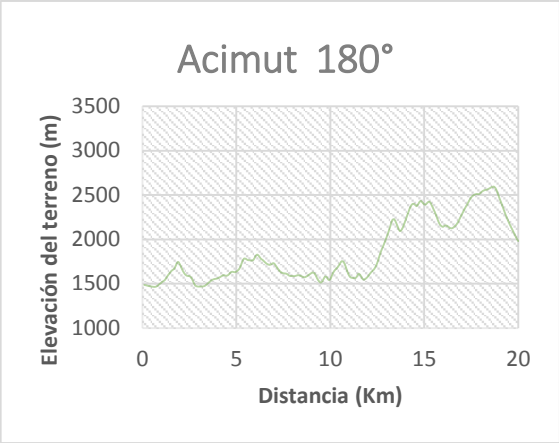


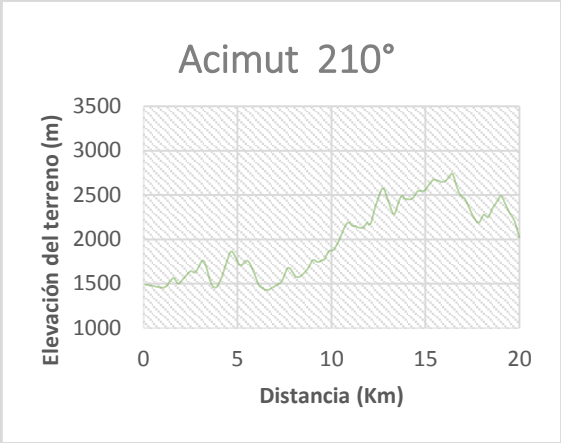


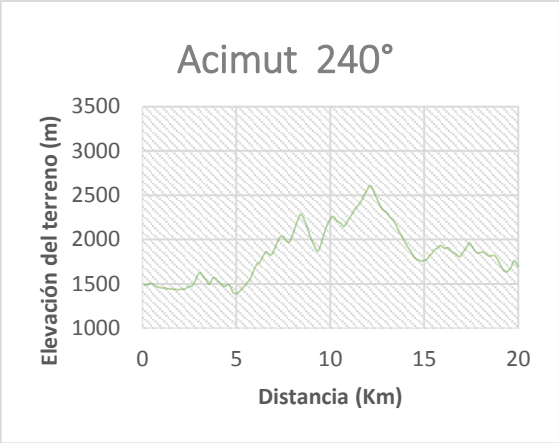


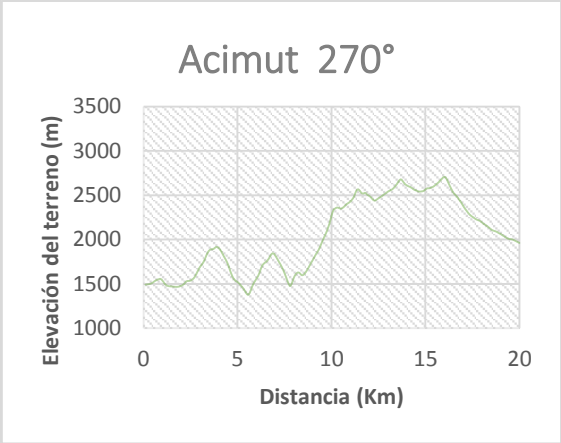


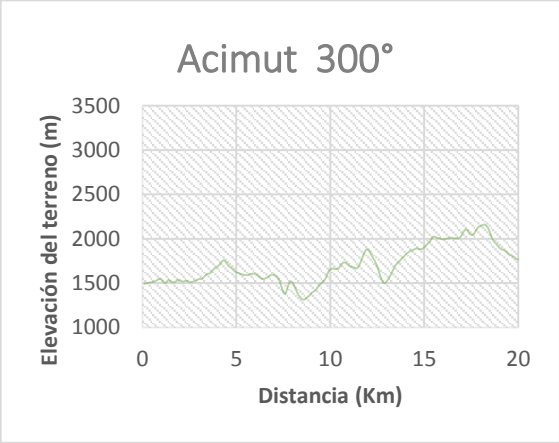


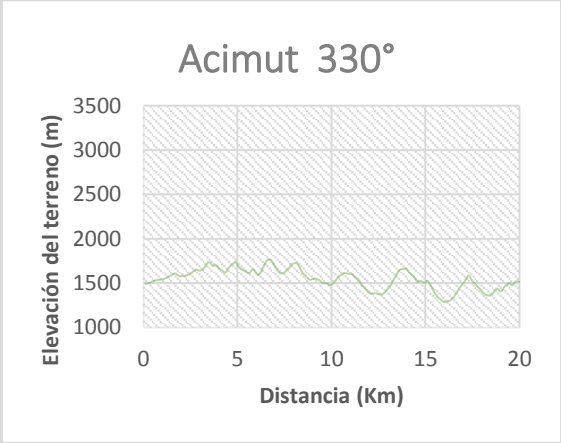

Acimut 180°
Elevación del terreno (m)
3500
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)


Acimut 210°
Elevación del terreno (m)
3500
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)

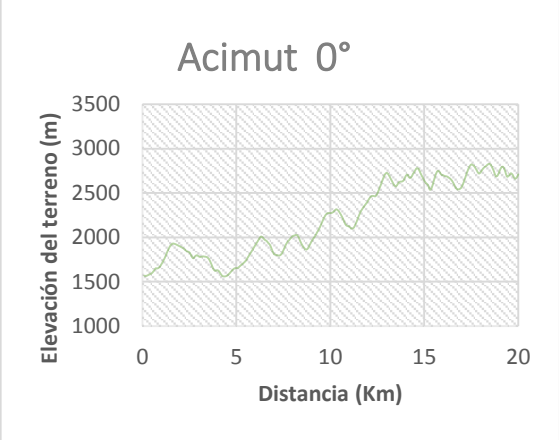

Acimut 240°
Elevación del terreno (m)
3500
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)

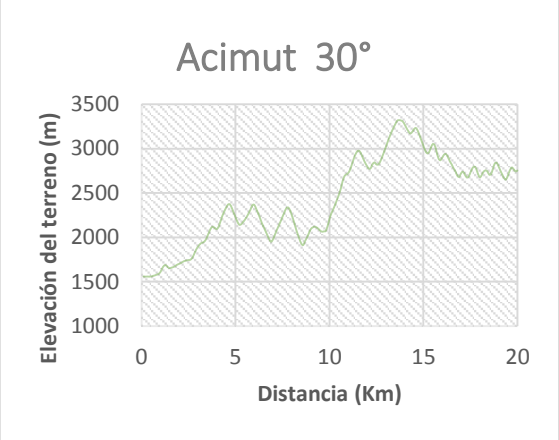

Acimut 270°
Elevación del terreno (m)
3500
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)

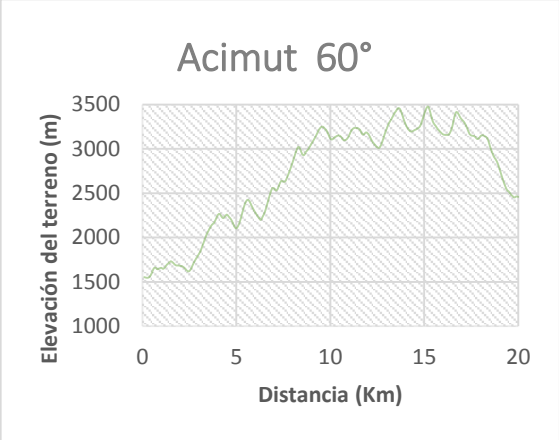

Acimut 300°
Elevación del terreno (m)
3500
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)

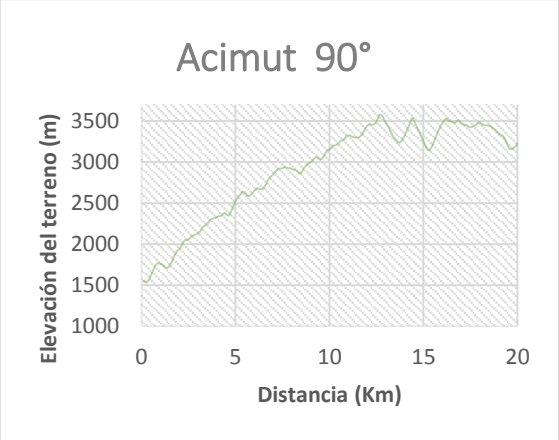

Acimut 330°
Elevación del terreno (m)
3500
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)

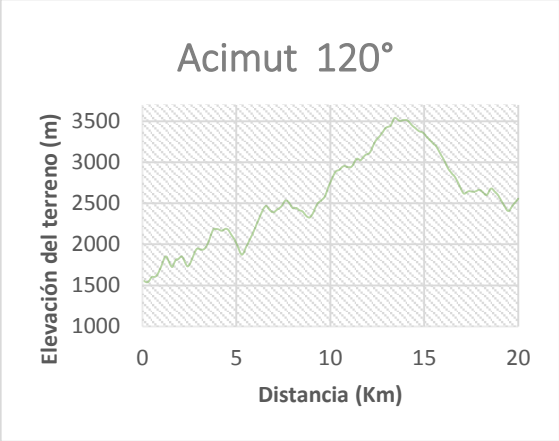
ANEXO E.4.- ESTACIÓN SAN PEDRO DE VILCABAMBA (C4)

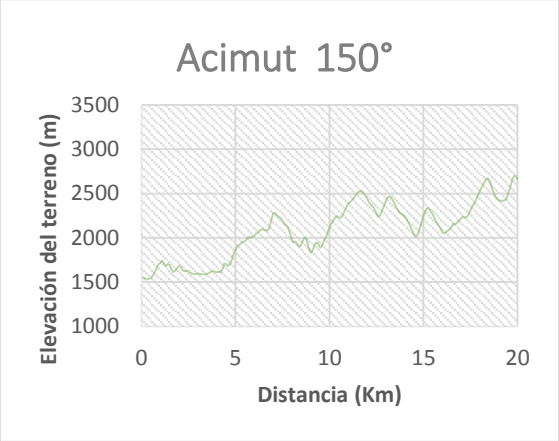


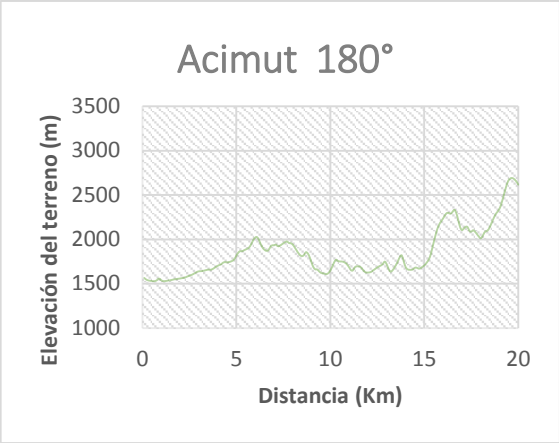


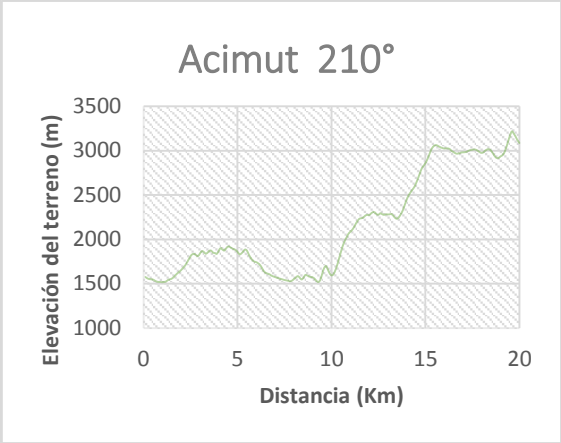


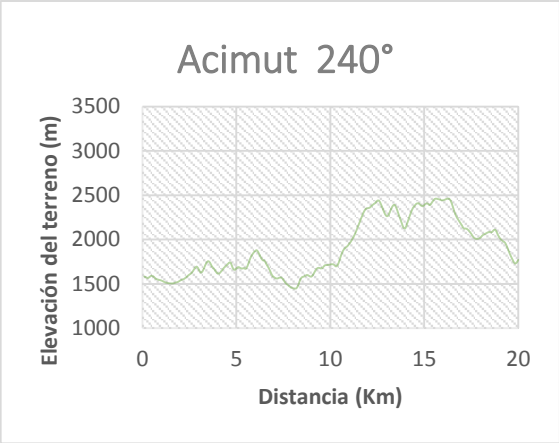


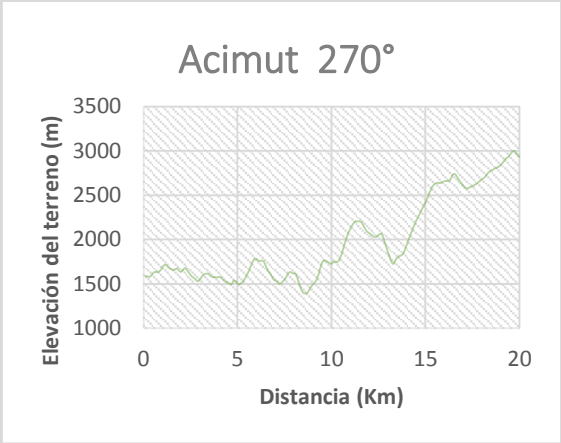


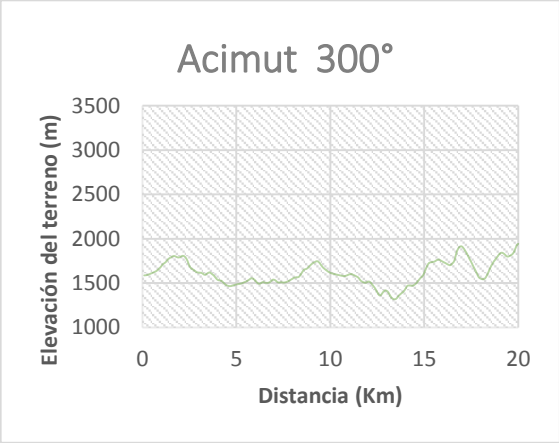


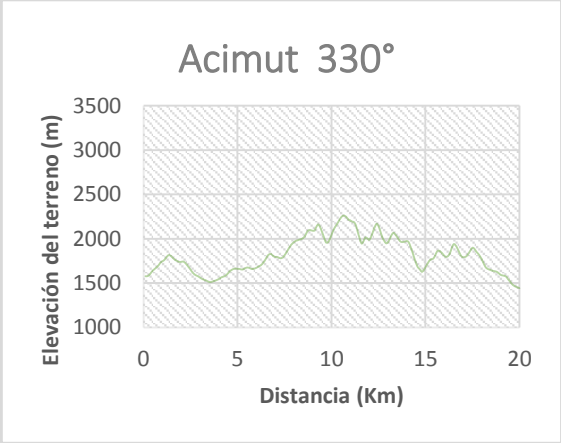

Acimut 180°
Elevación del terreno (m)
3500
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)


Acimut 210°
Elevación del terreno (m)
3500
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)

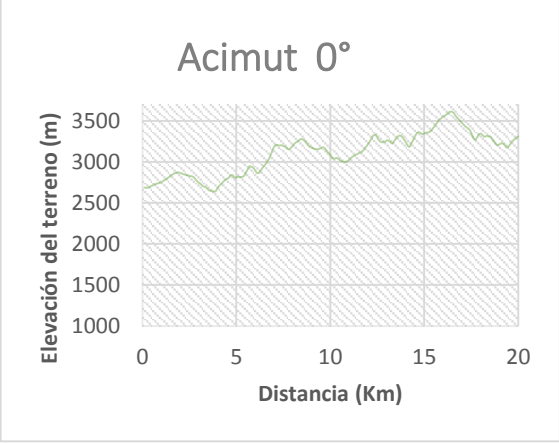

Acimut 240°
Elevación del terreno (m)
3500
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)

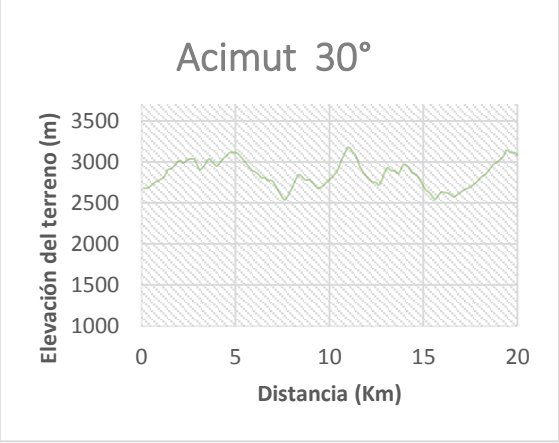

Acimut 270°
Elevación del terreno (m)
3500
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)

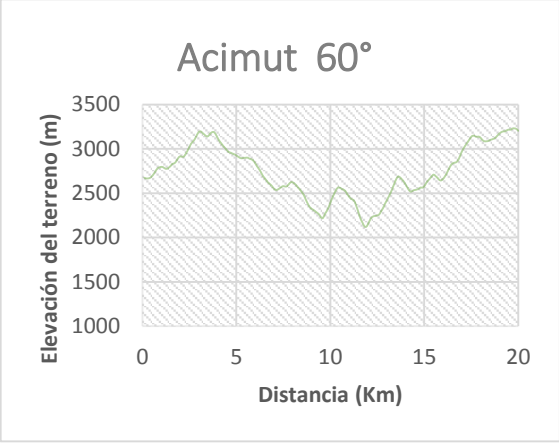

Acimut 300°
Elevación del terreno (m)
3500
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)

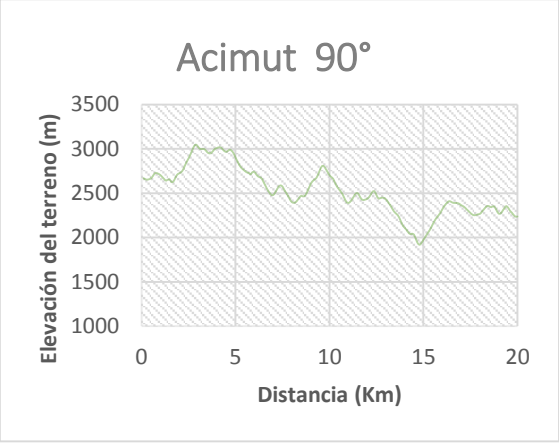

Acimut 330°
Elevación del terreno (m)
3500
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)

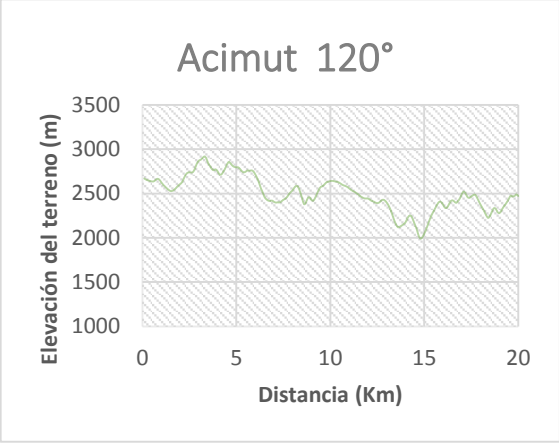
ANEXO E.5.- ESTACIÓN CHUQUIRIBAMBA (C5)

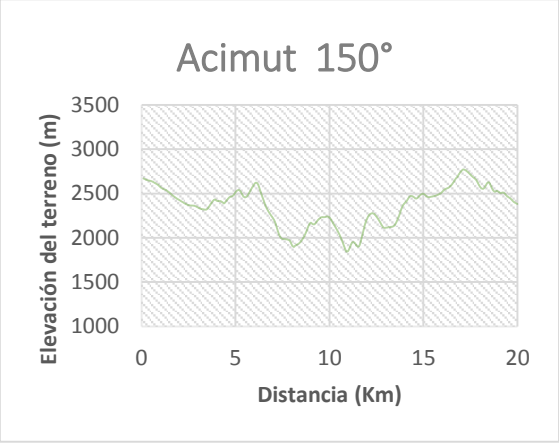


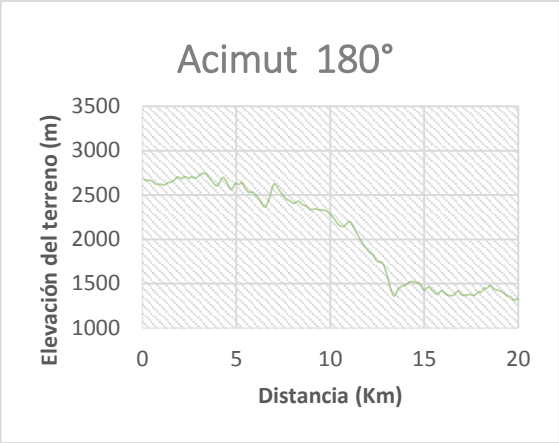


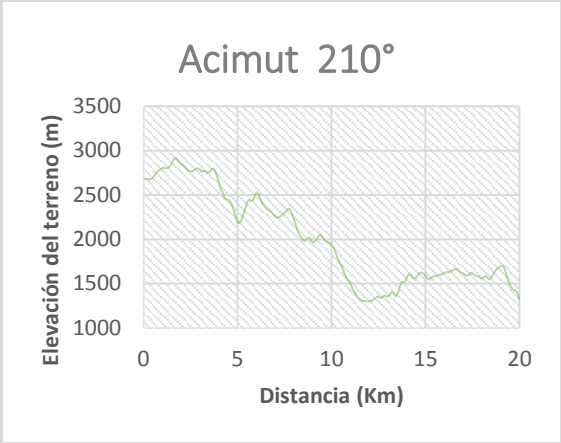


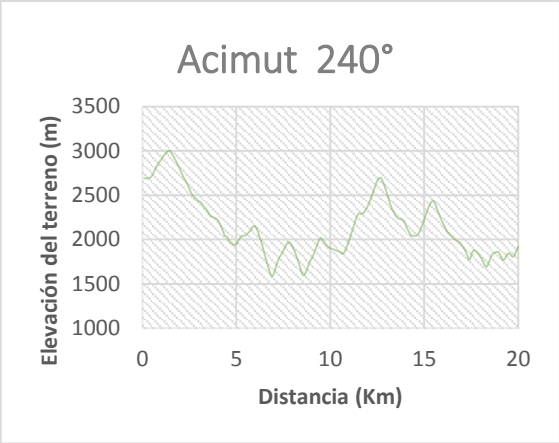


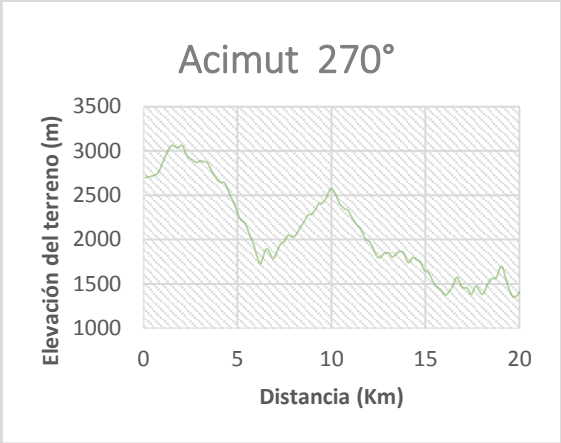


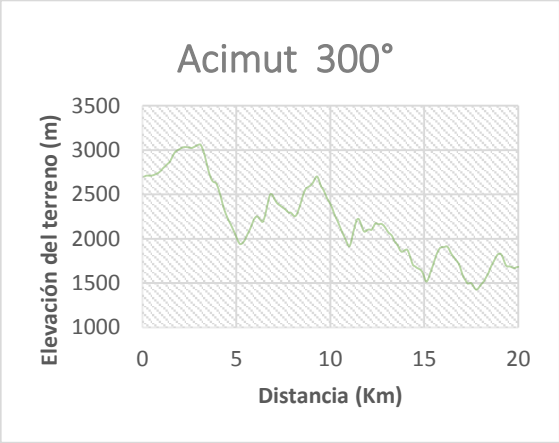


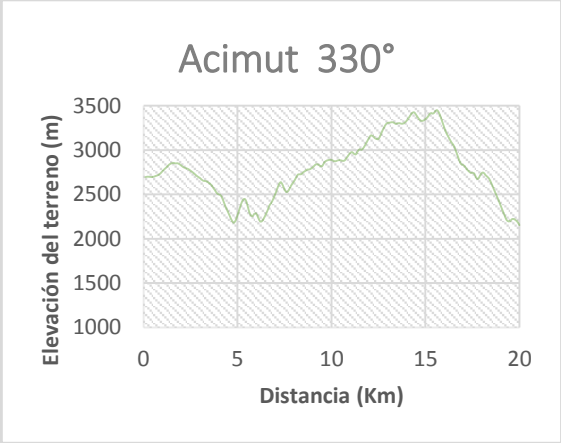

Acimut 180°
Elevación del terreno (m)
3500
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)


Acimut 210°
Elevación del terreno (m)
3500
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)

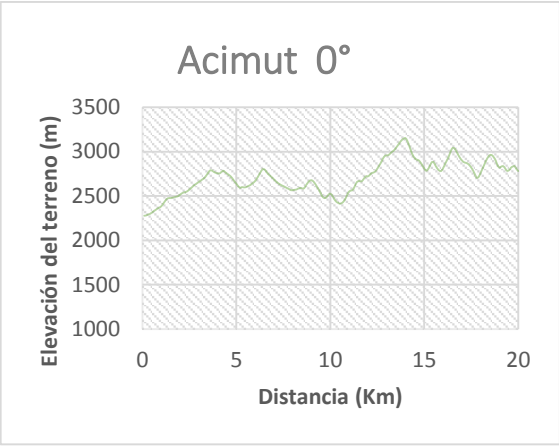

Acimut 240°
Elevación del terreno (m)
3500
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)

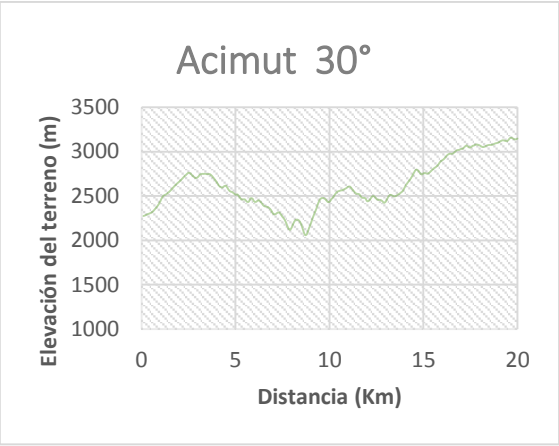

Acimut 270°
Elevación del terreno (m)
3500
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)

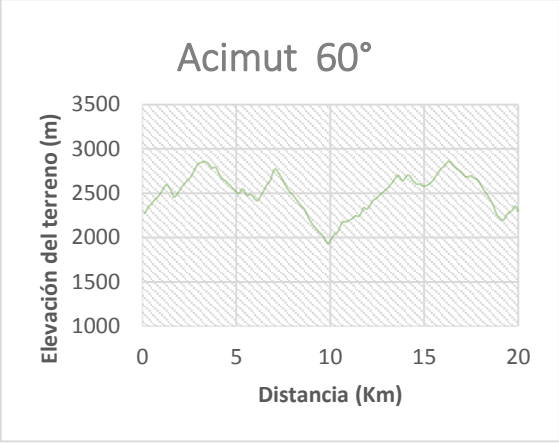

Acimut 300°
Elevación del terreno (m)
3500
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)

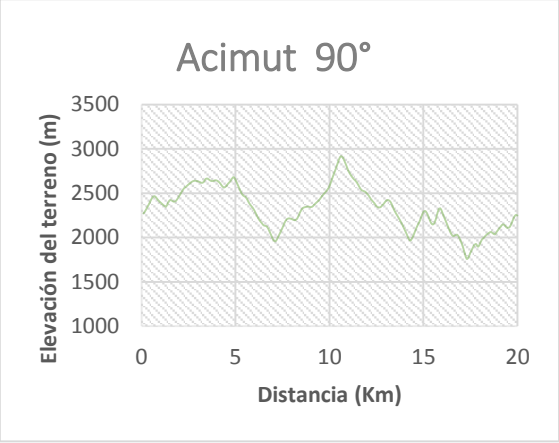

Acimut 330°
Elevación del terreno (m)
3500
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)

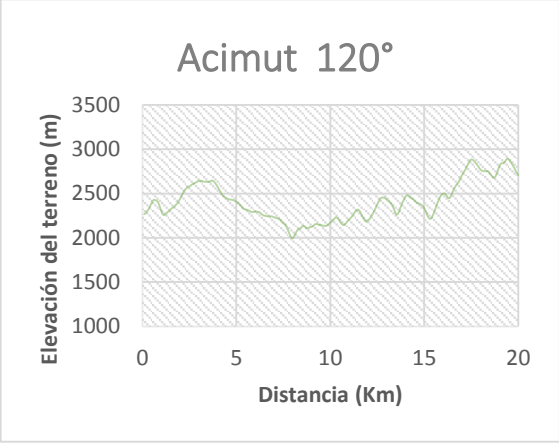
ANEXO E.6.- ESTACIÓN TAQUIL (C6)

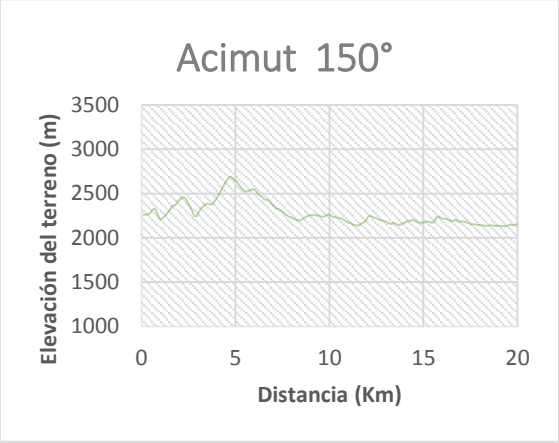


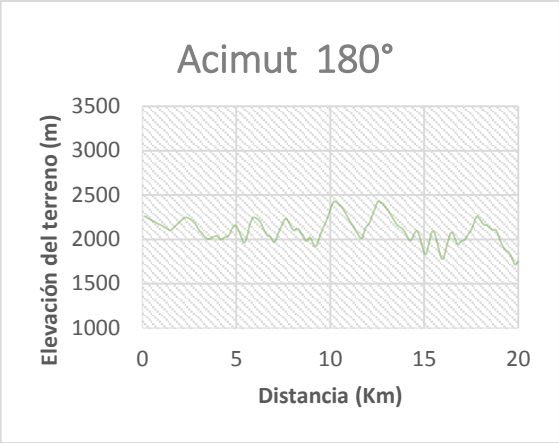


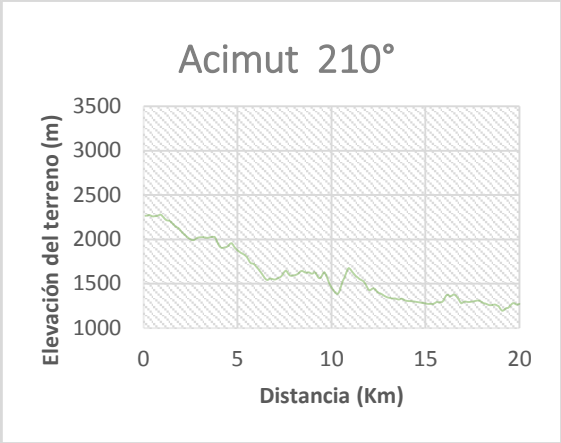


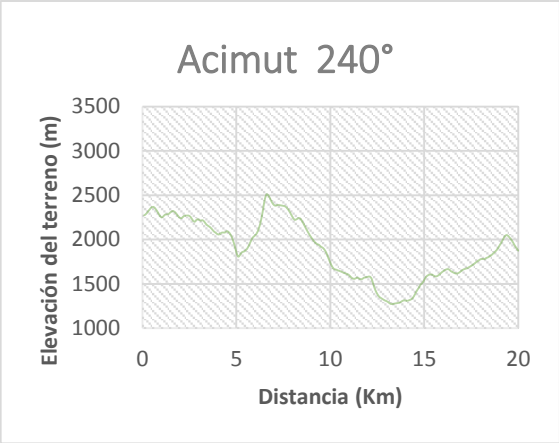


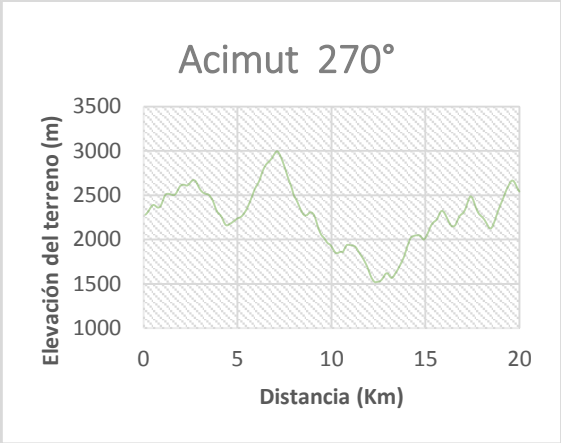


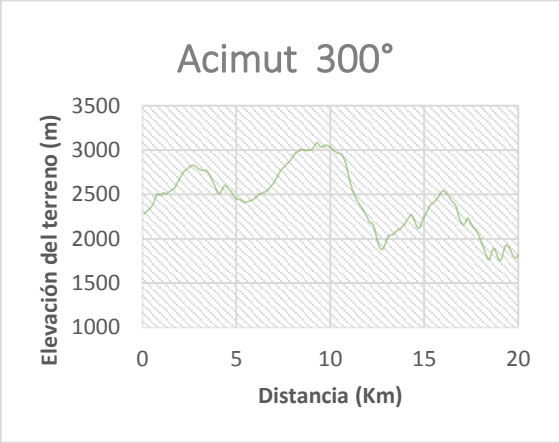


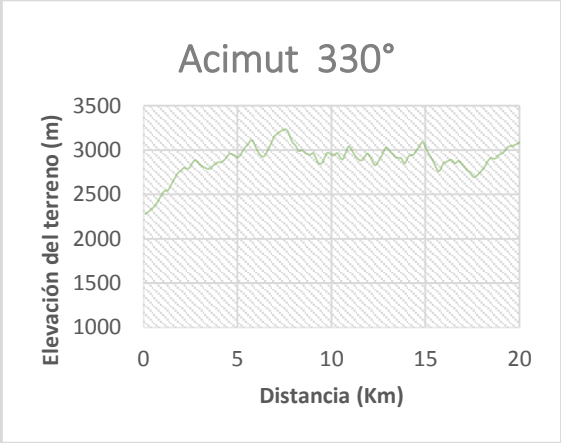

Acimut 180°
Elevación del terreno (m)
3500
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)


Acimut 210°
Elevación del terreno (m)
3500
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)

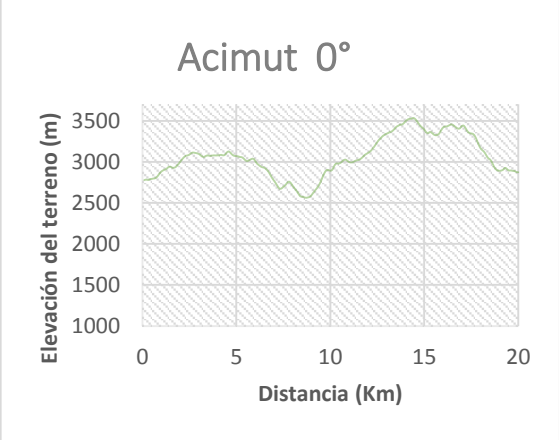

Acimut 240°
Elevación del terreno (m)
3500
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)

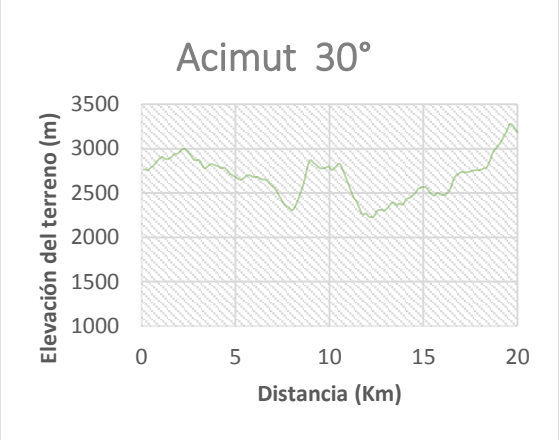

Acimut 270°
Elevación del terreno (m)
3500
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)

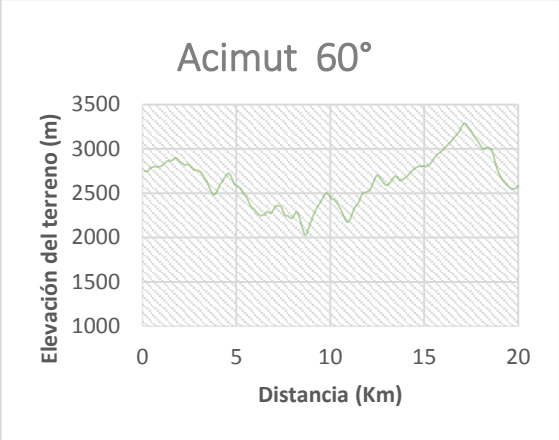

Acimut 300°
Elevación del terreno (m)
3500
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)

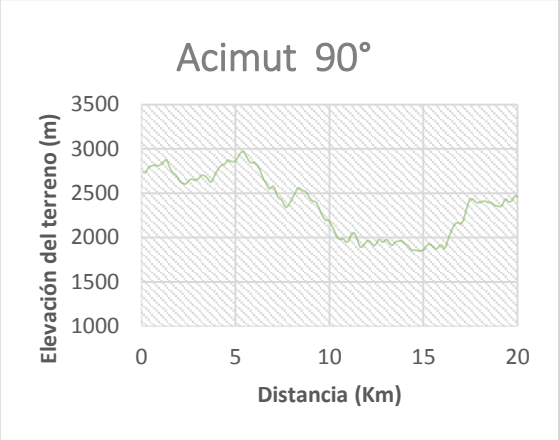

Acimut 330°
Elevación del terreno (m)
3500
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)

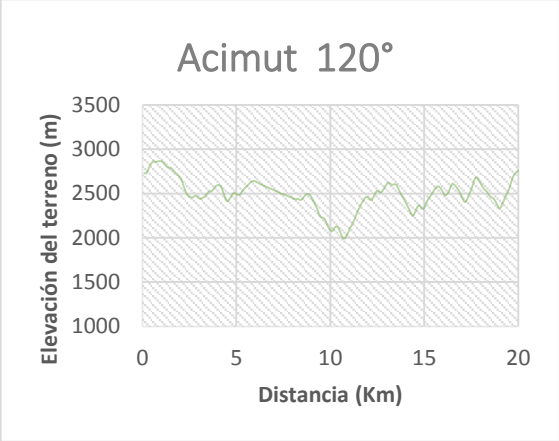
ANEXO E.7.- ESTACIÓN CHANTACO (C7)

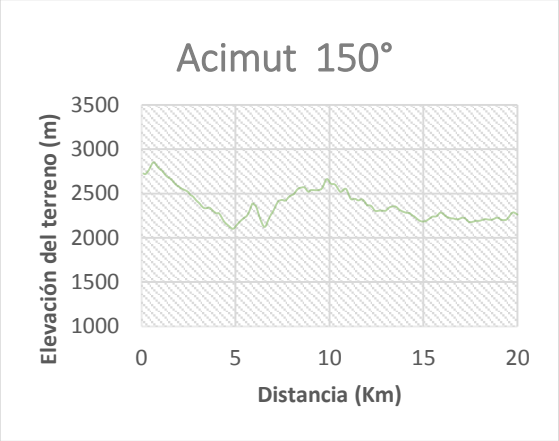


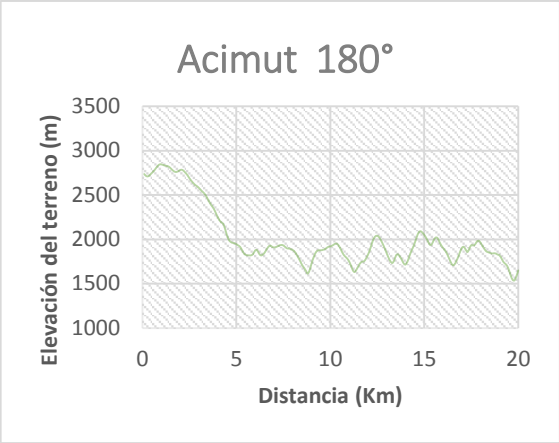


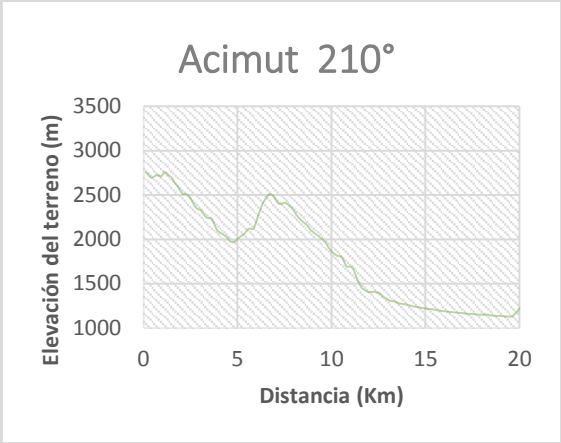


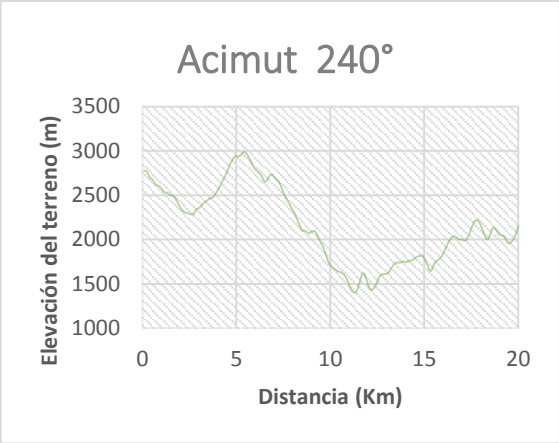


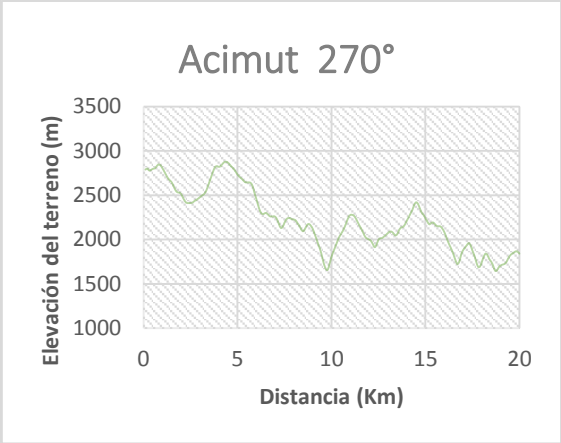


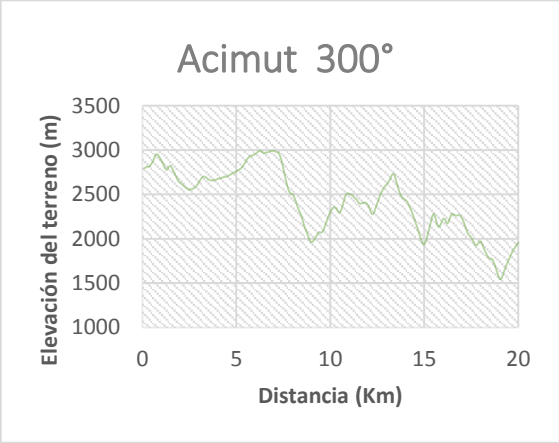


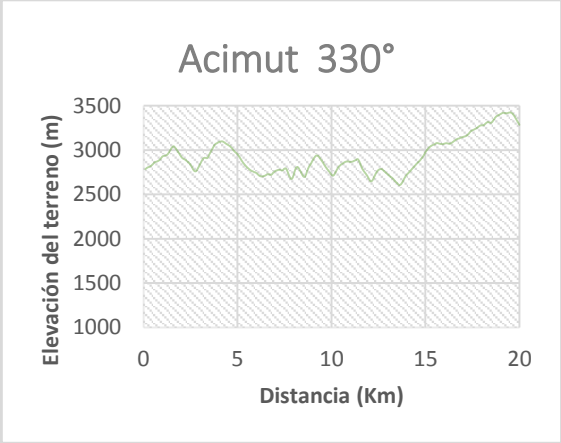

Acimut 180°
Elevación del terreno (m)
3500
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)


Acimut 210°
Elevación del terreno (m)
3500
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)

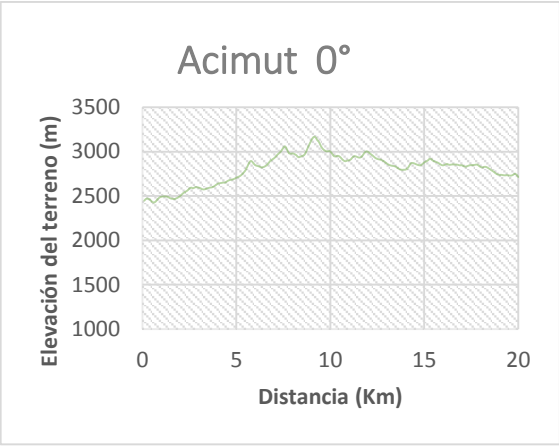

Acimut 240°
Elevación del terreno (m)
3500
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)

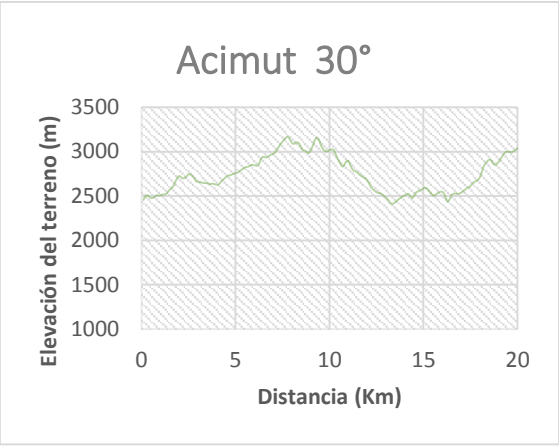

Acimut 270°
Elevación del terreno (m)
3500
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)

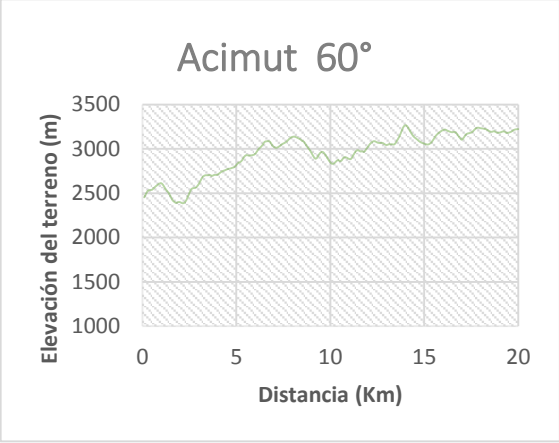

Acimut 300°
Elevación del terreno (m)
3500
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)

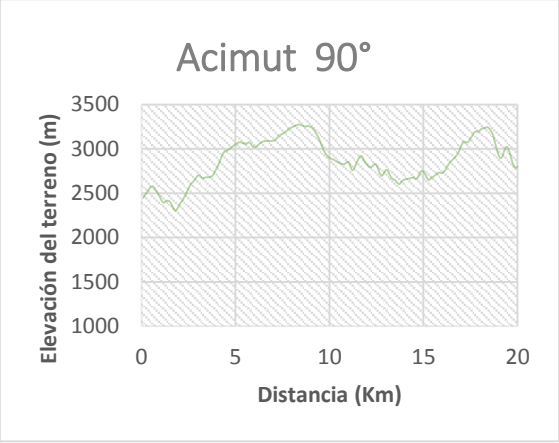

Acimut 330°
Elevación del terreno (m)
3500
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)

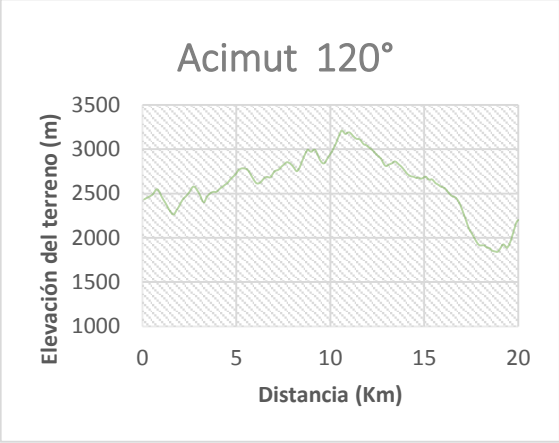
ANEXO E.8.- ESTACIÓN SAN LUCAS (C8)

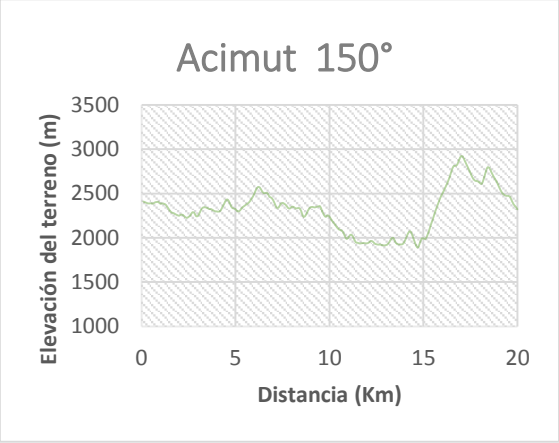


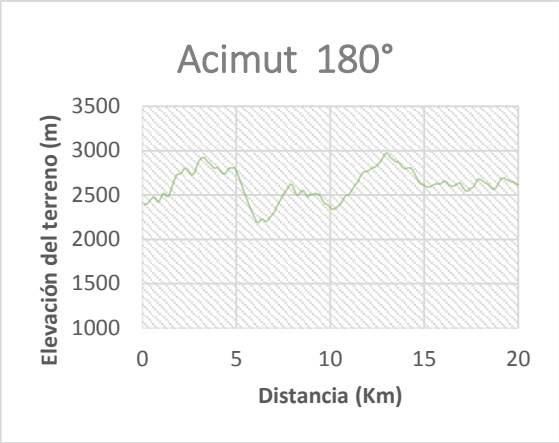


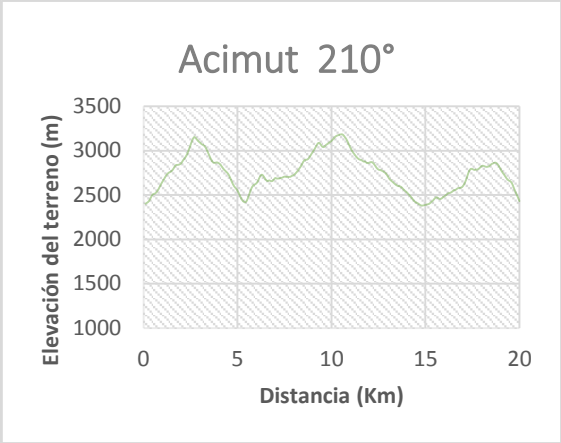


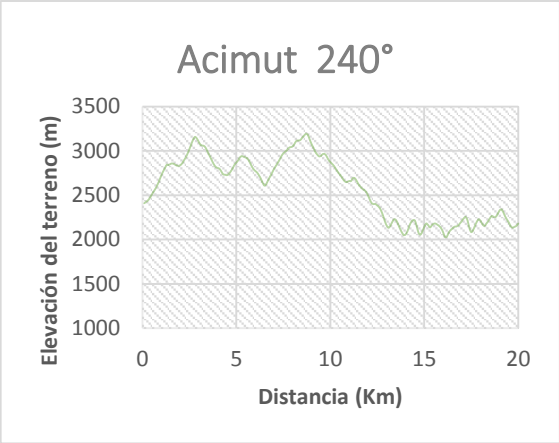


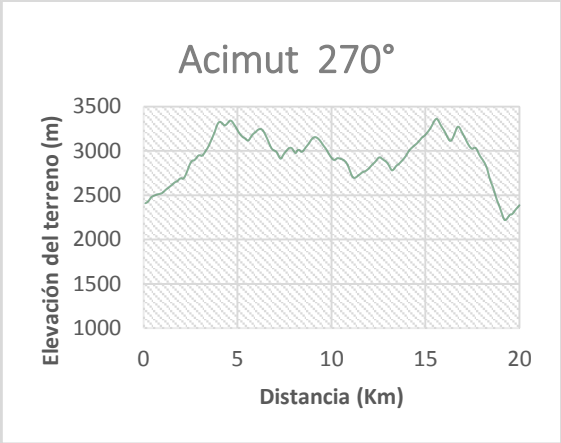


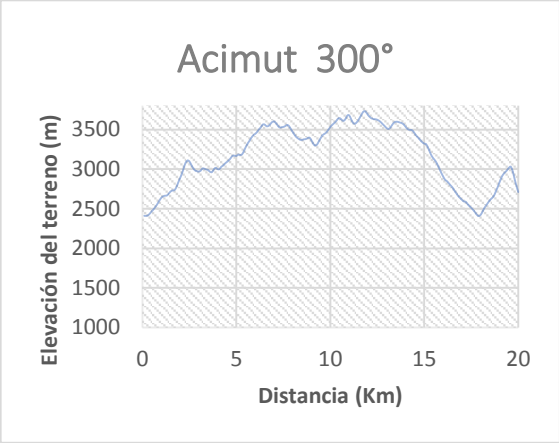


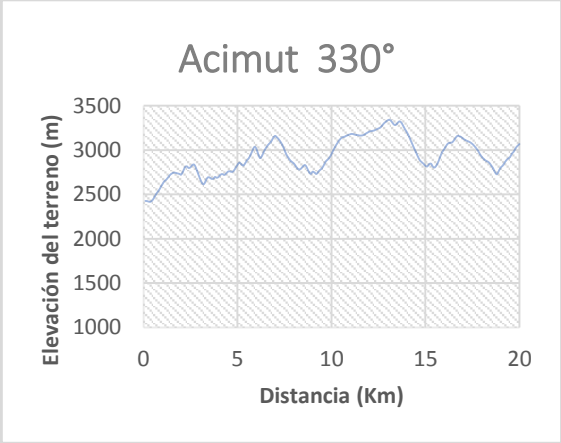

Acimut 180°
Elevación del terreno (m)
3500
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)


Acimut 210°
Elevación del terreno (m)
3500
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)

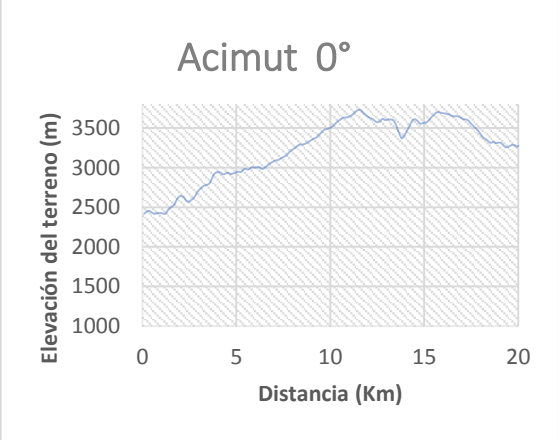

Acimut 240°
Elevación del terreno (m)
3500
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)

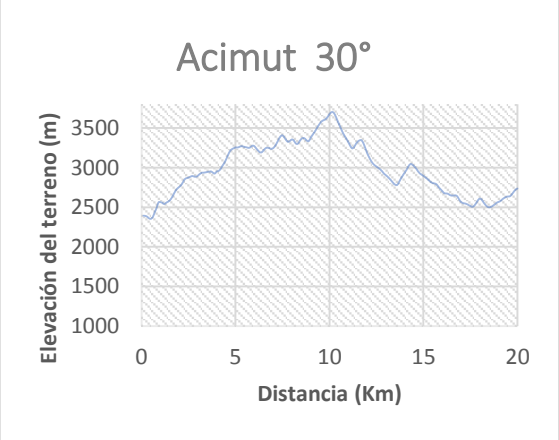

Acimut 270°
Elevación del terreno (m)
3500
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)

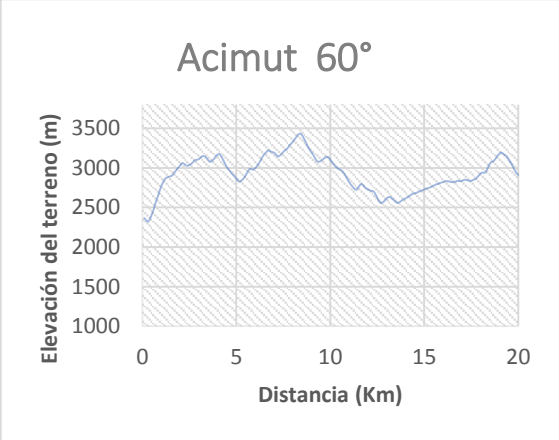

Acimut 300°
Elevación del terreno (m)
3500
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)

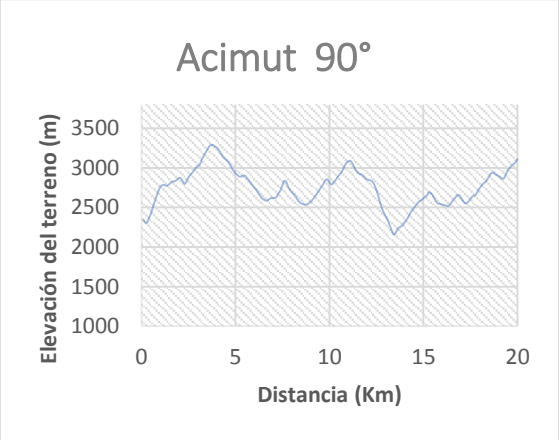

Acimut 330°
Elevación del terreno (m)
3500
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)

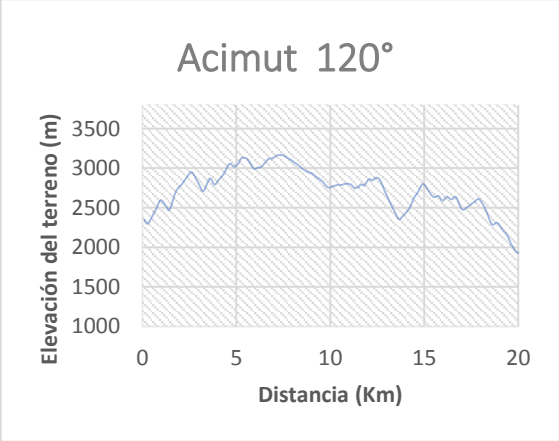
ANEXO E.9.- ESTACIÓN GUALEL (C9)

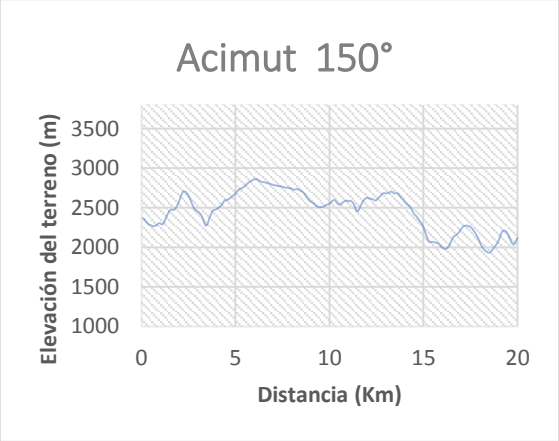


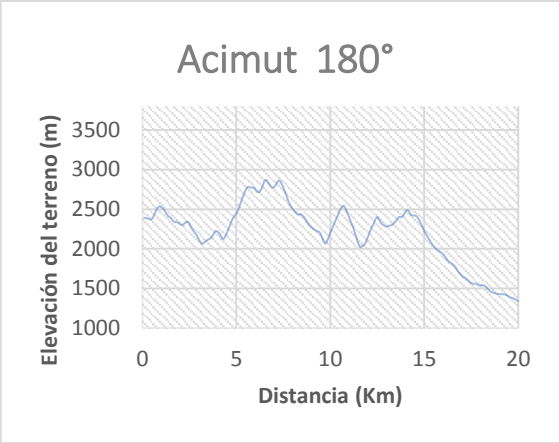


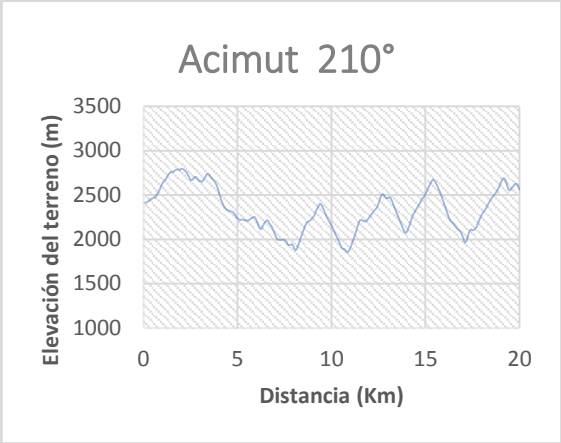


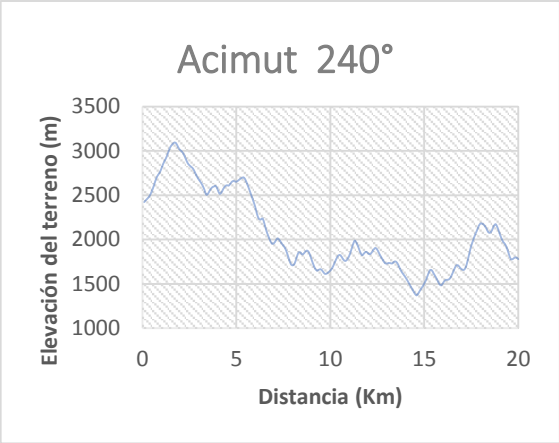


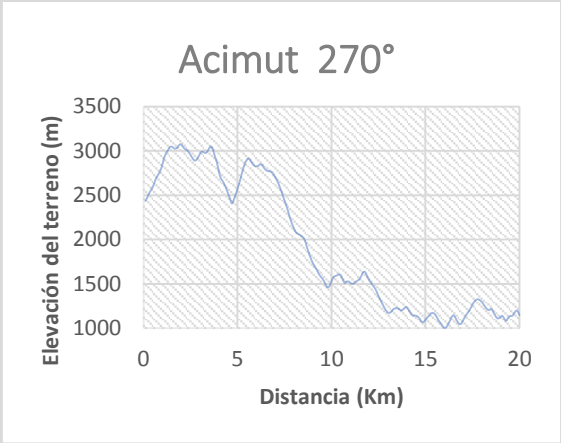


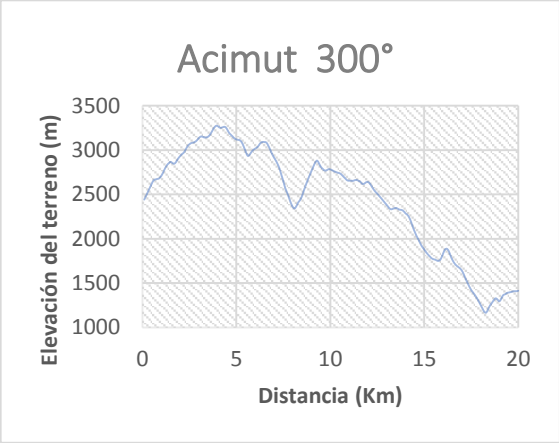


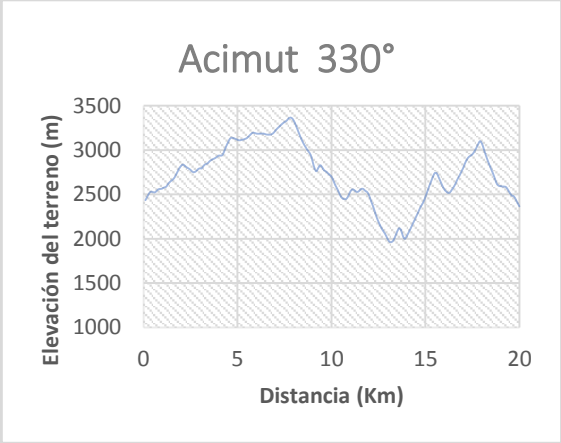

Acimut 180°
Elevación del terreno (m)
3500
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)


Acimut 210°
Elevación del terreno (m)
3500
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)

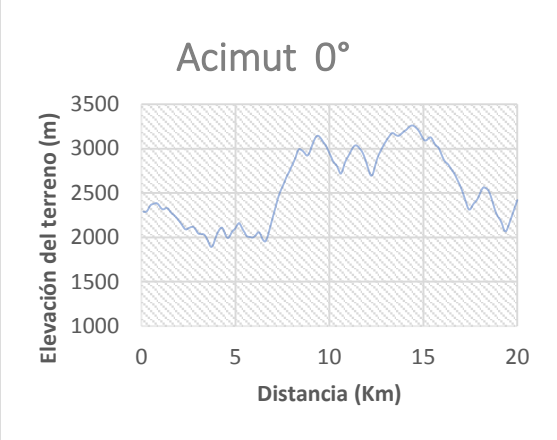

Acimut 240°
Elevación del terreno (m)
3500
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)

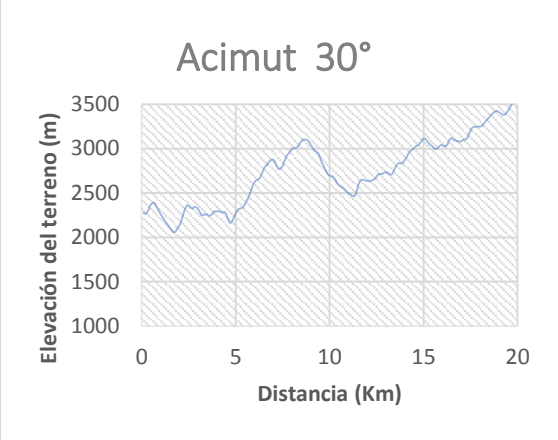

Acimut 270°
Elevación del terreno (m)
3500
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)

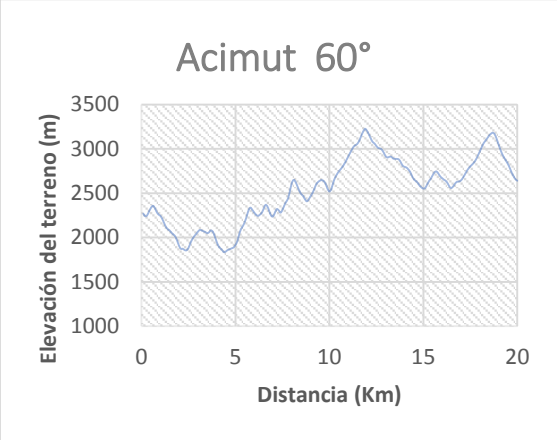

Acimut 300°
Elevación del terreno (m)
3500
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)

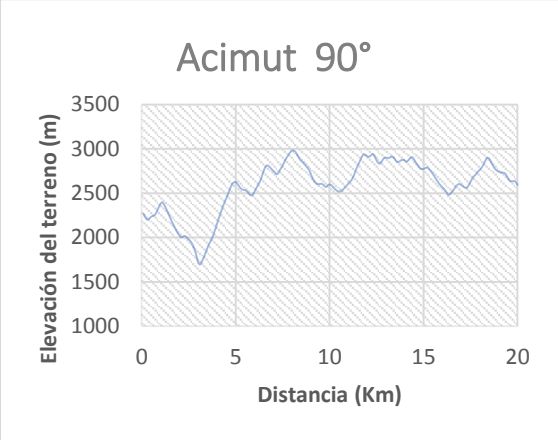

Acimut 330°
Elevación del terreno (m)
3500
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)

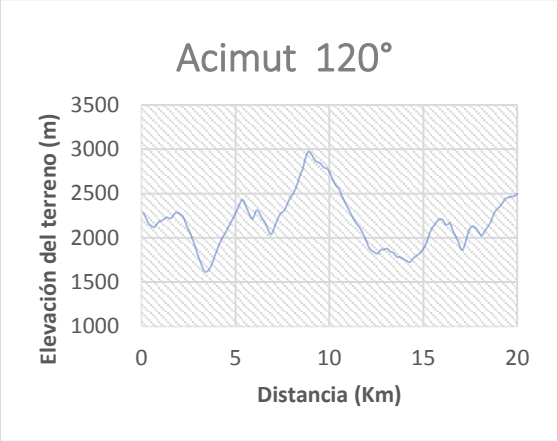
ANEXO E.10.- ESTACIÓN EL CISNE (C10)

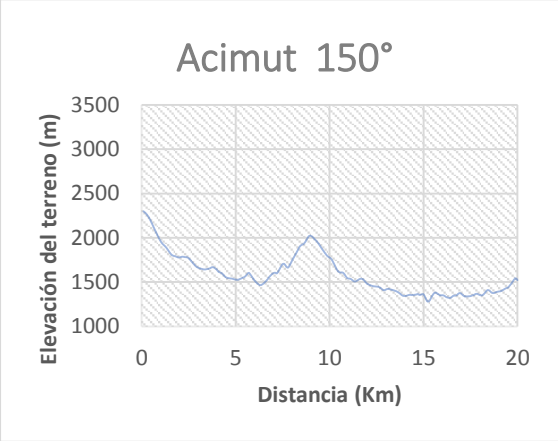


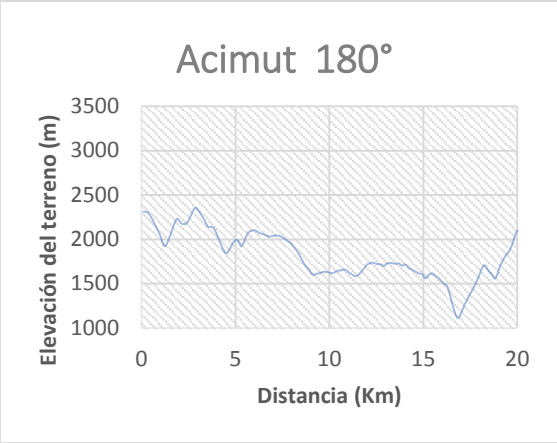


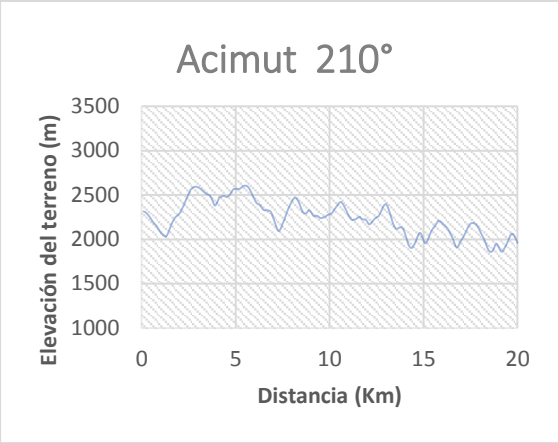


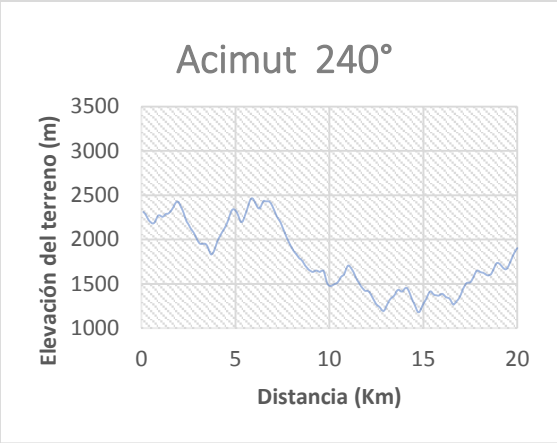


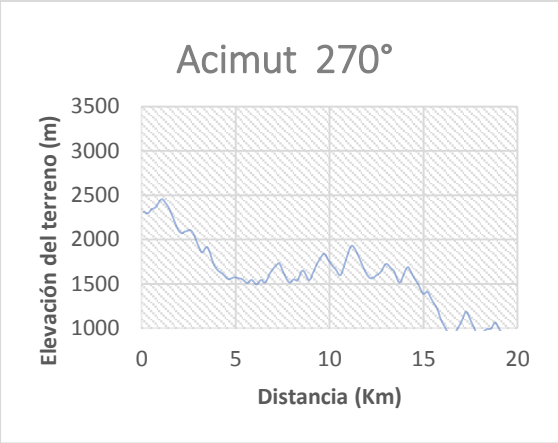


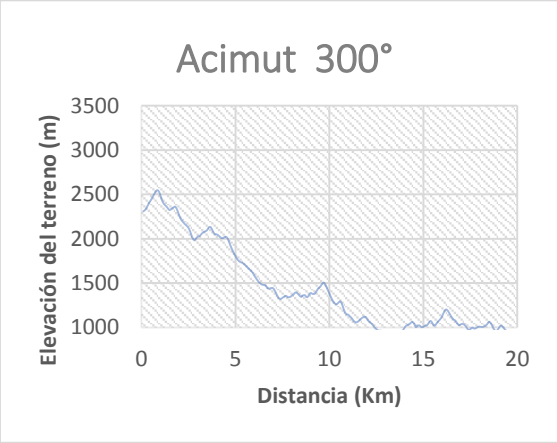


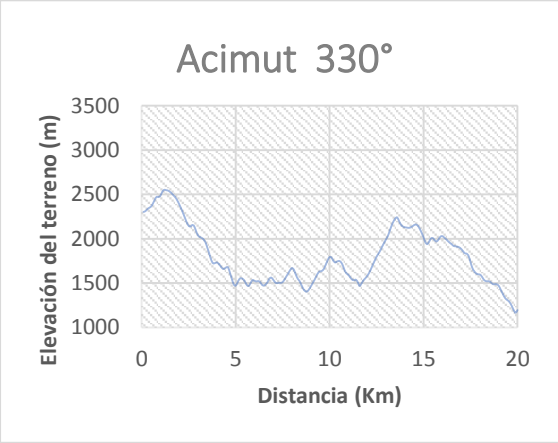

Acimut 180°
Elevación del terreno (m)
3500
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)


Acimut 210°
Elevación del terreno (m)
3500
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)

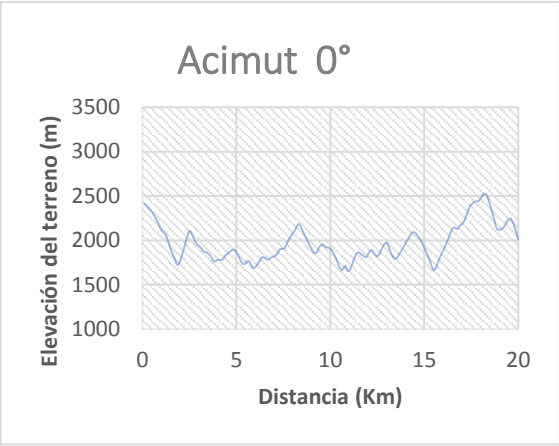

Acimut 240°
Elevación del terreno (m)
3500
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)

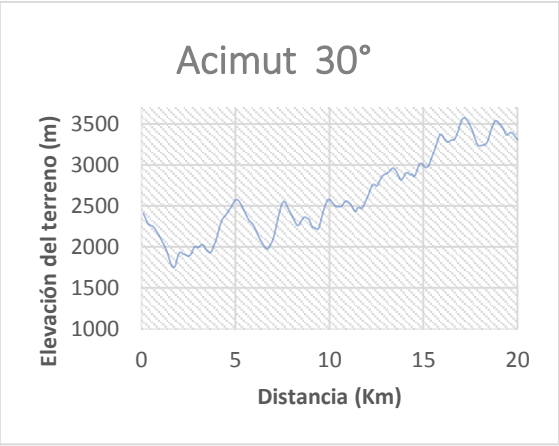

Acimut 270°
Elevación del terreno (m)
3500
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)

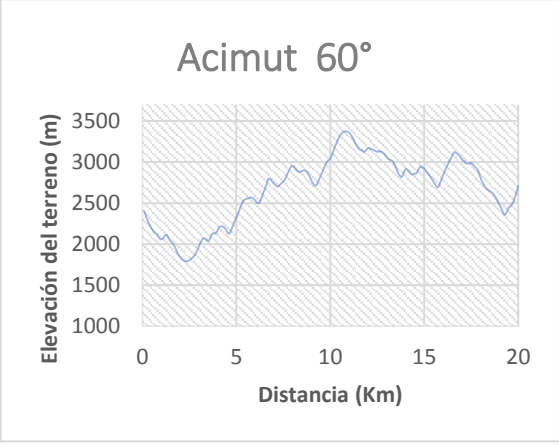

Acimut 300°
Elevación del terreno (m)
3500
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)

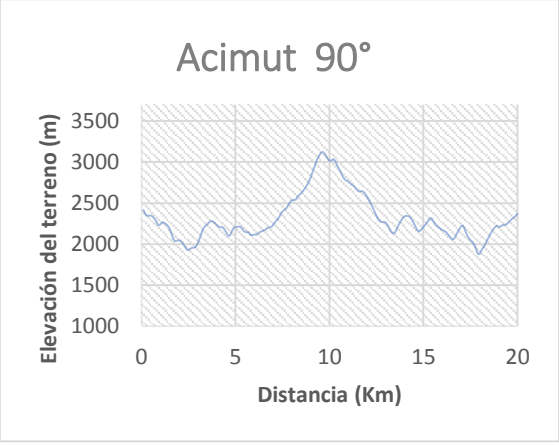

Acimut 330°
Elevación del terreno (m)
3500
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)

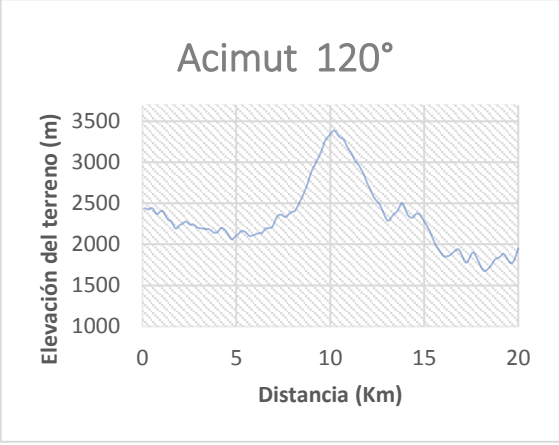
ANEXO E.11.- ESTACIÓN QUINARA (C11)

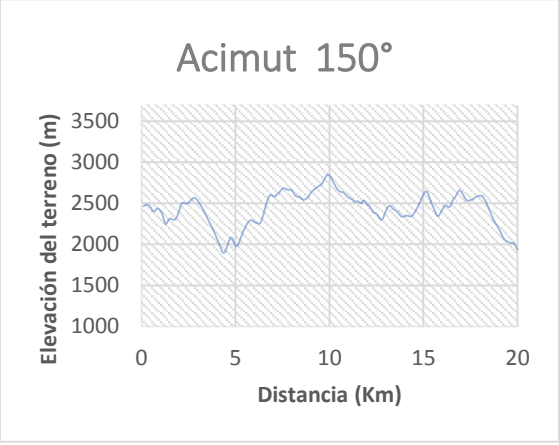


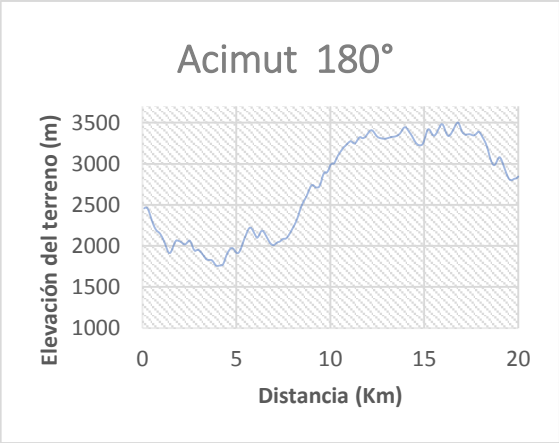


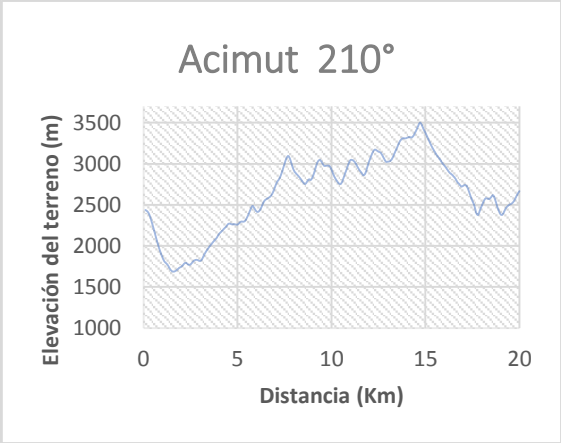


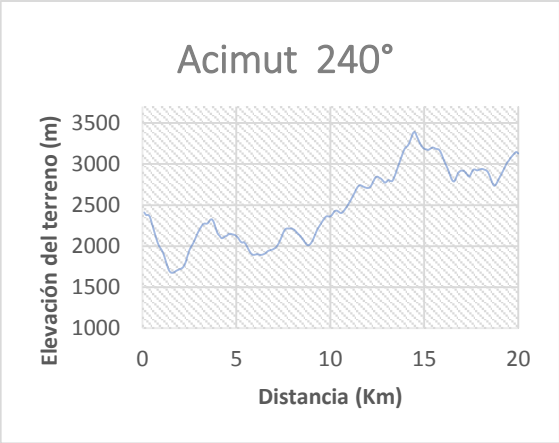


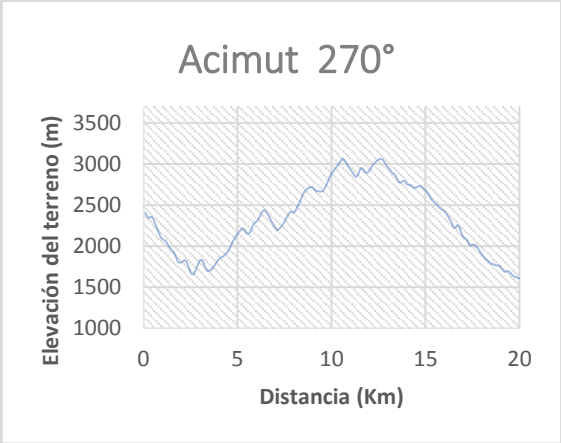


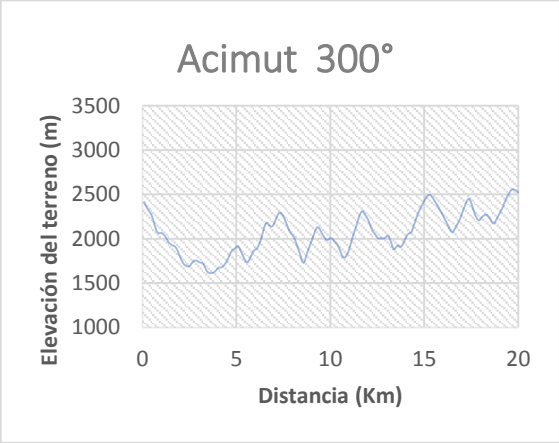


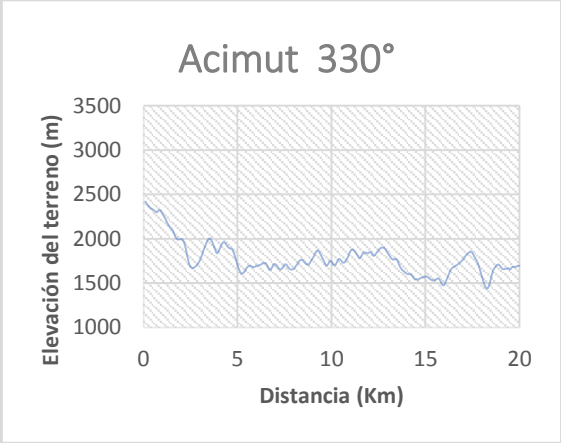

Acimut 180°
Elevación del terreno (m)
3500
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)


Acimut 210°
Elevación del terreno (m)
3500
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)

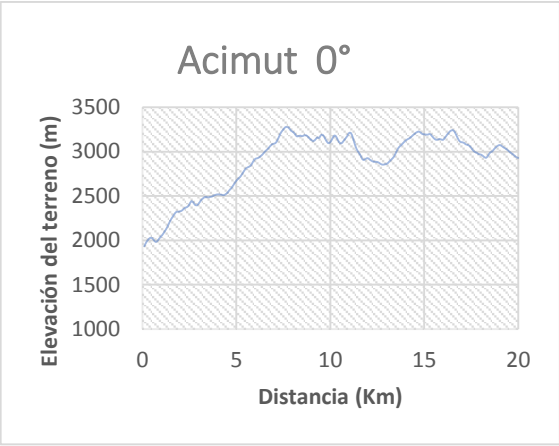

Acimut 240°
Elevación del terreno (m)
3500
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)

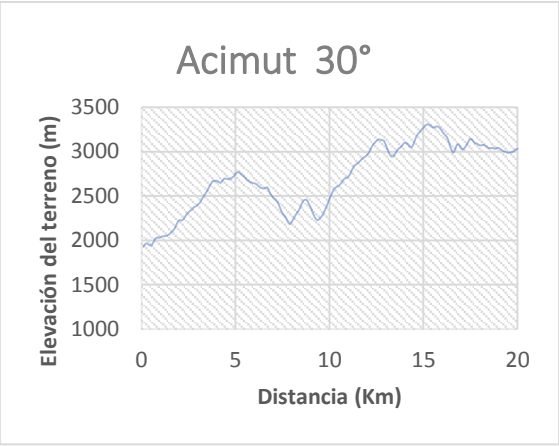

Acimut 270°
Elevación del terreno (m)
3500
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)

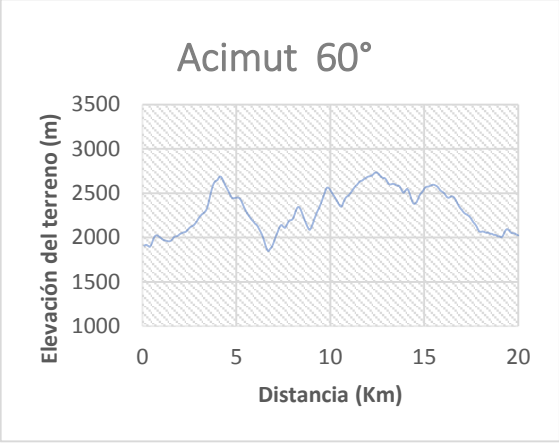

Acimut 300°
Elevación del terreno (m)
3500
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)

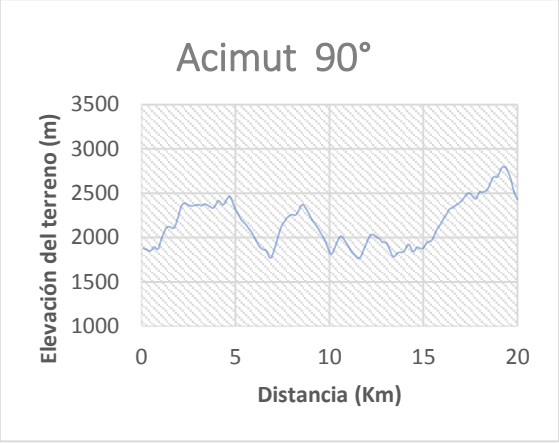

Acimut 330°
Elevación del terreno (m)
3500
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)

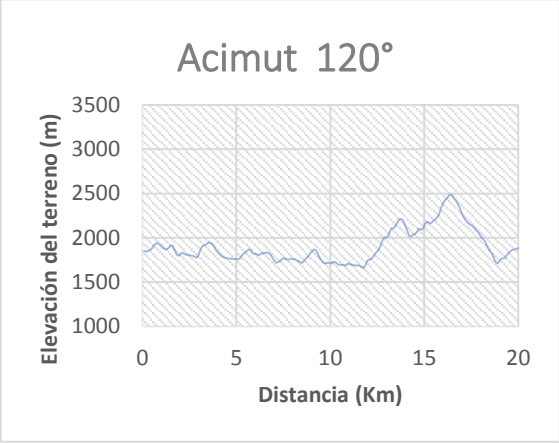
ANEXO E.12.- ESTACIÓN JIMBILLA (C12)

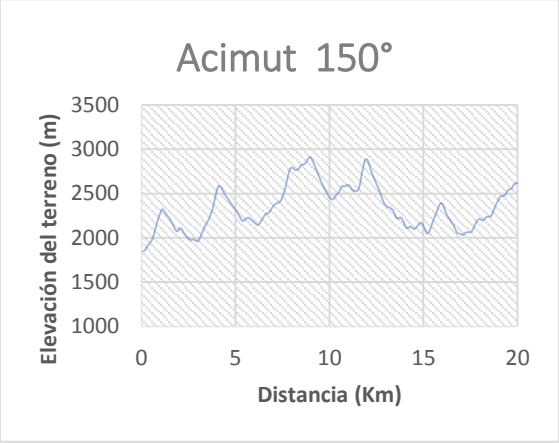


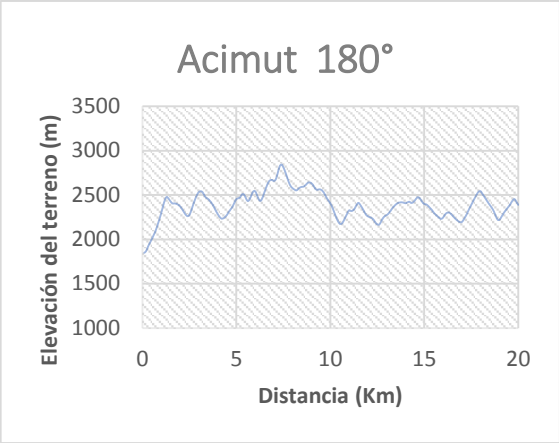


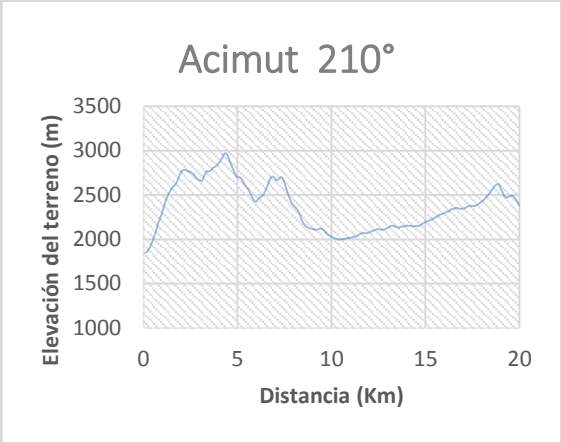


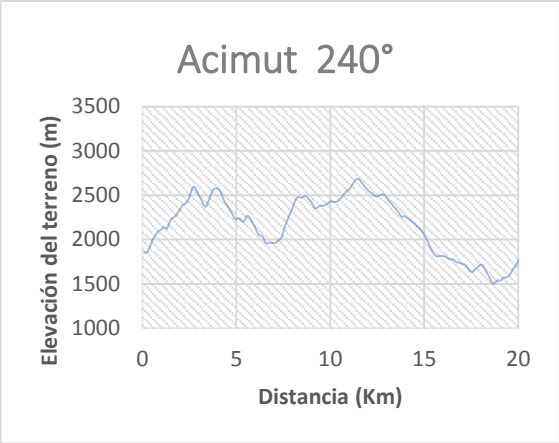


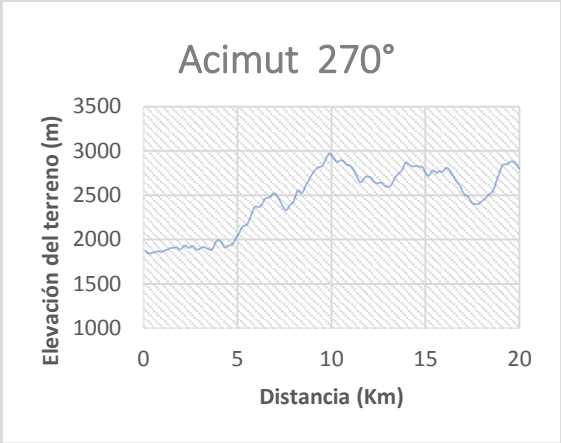


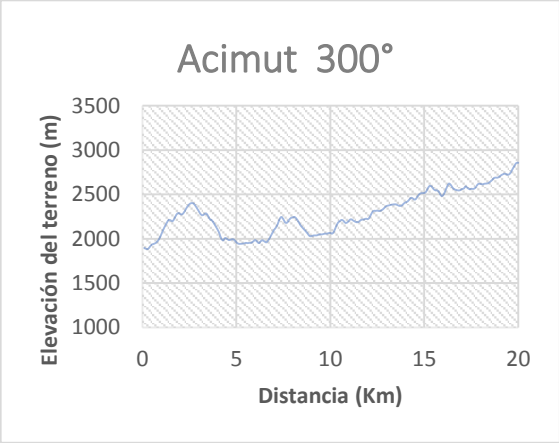


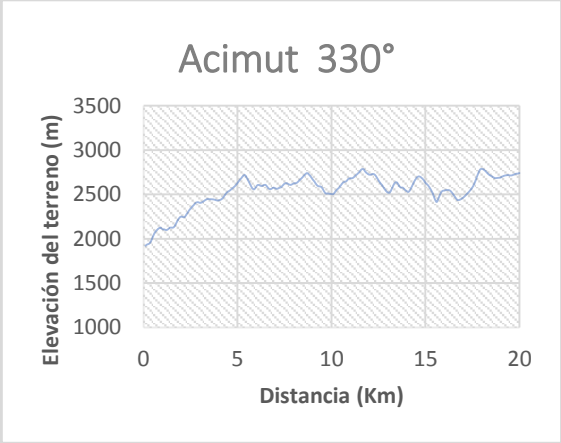

Acimut 180°
Elevación del terreno (m)
3500
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)


Acimut 210°
Elevación del terreno (m)
3500
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)

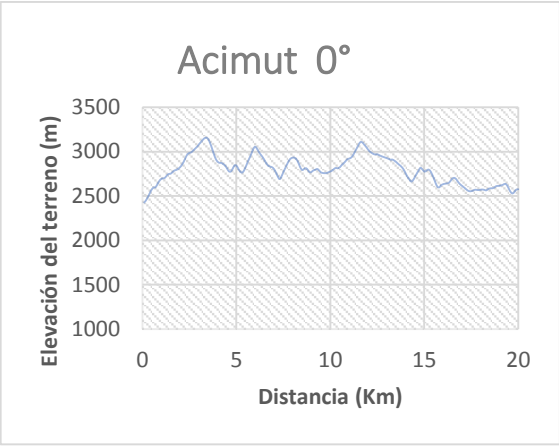

Acimut 240°
Elevación del terreno (m)
3500
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)

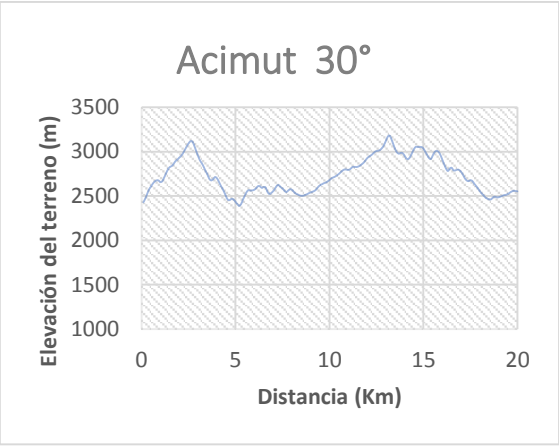

Acimut 270°
Elevación del terreno (m)
3500
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)

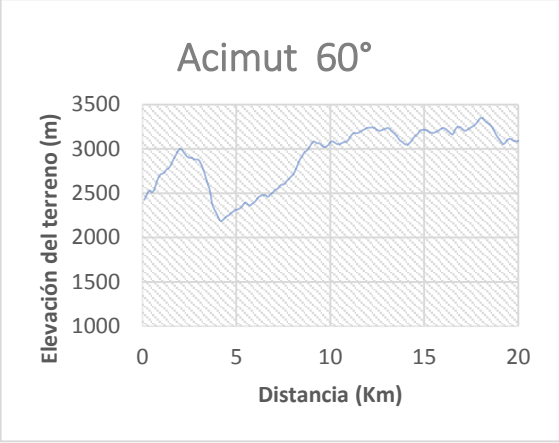

Acimut 300°
Elevación del terreno (m)
3500
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)

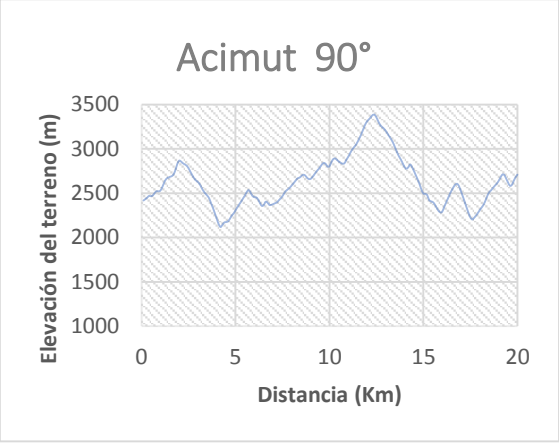

Acimut 330°
Elevación del terreno (m)
3500
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)

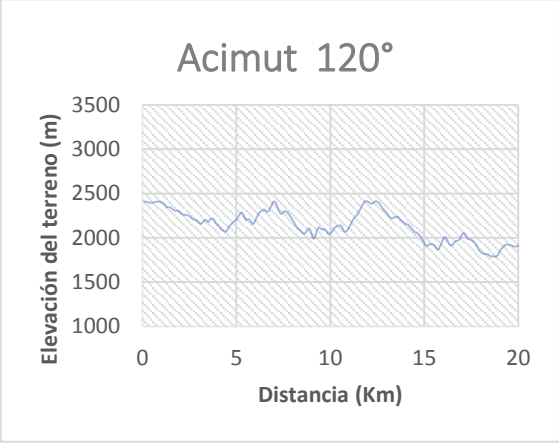
ANEXO E.13.- ESTACIÓN SANTIAGO

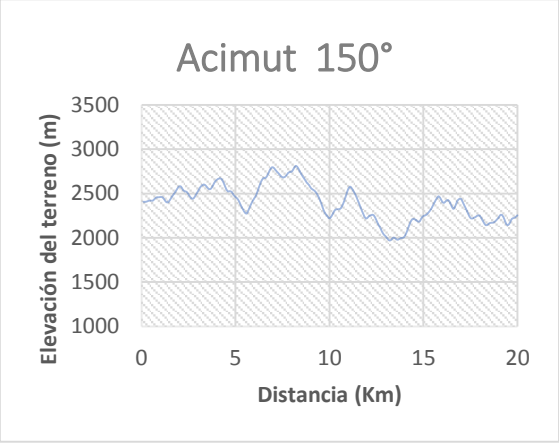


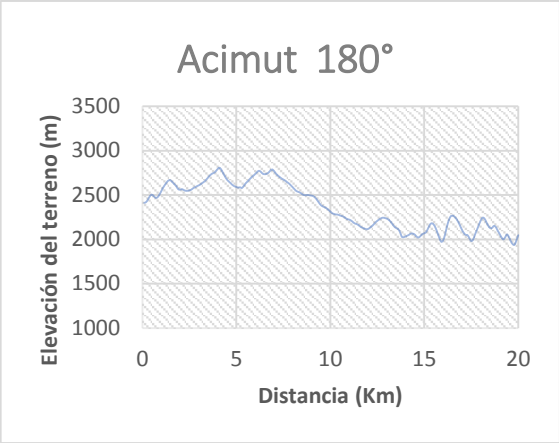


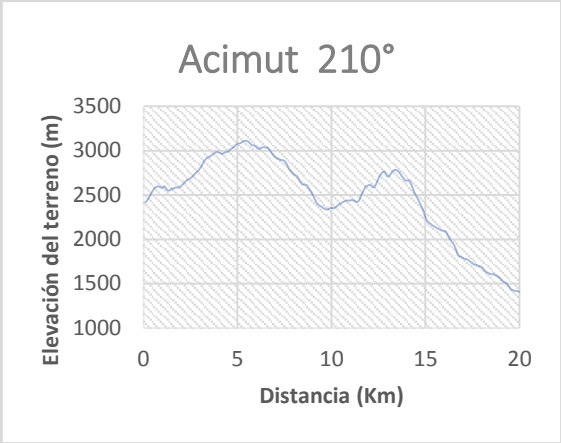


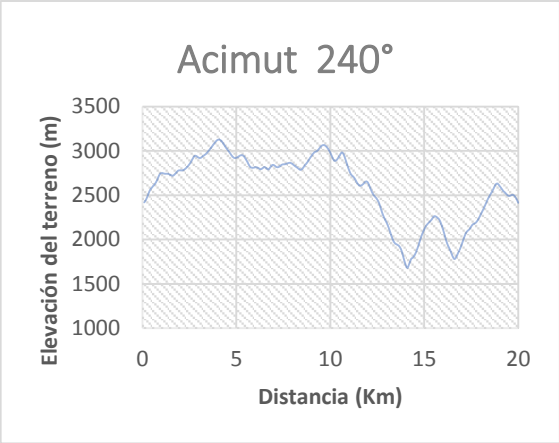


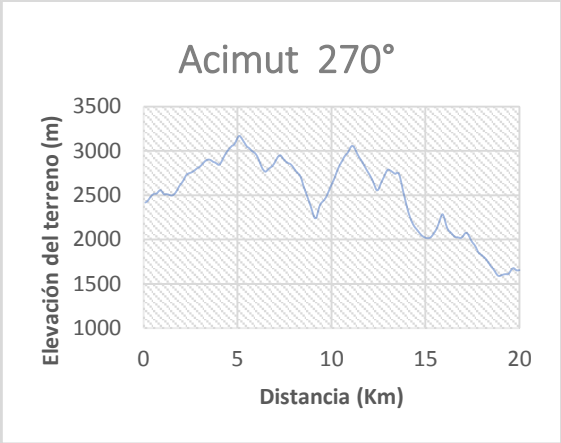


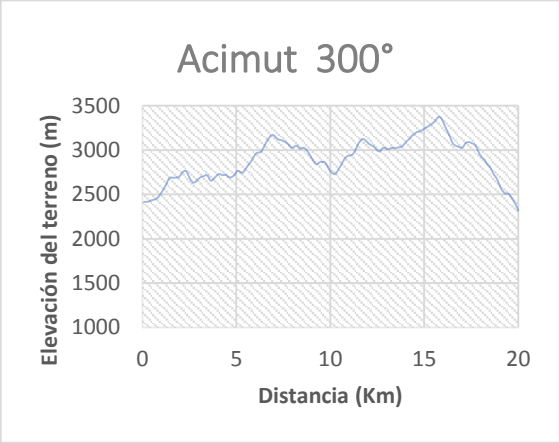


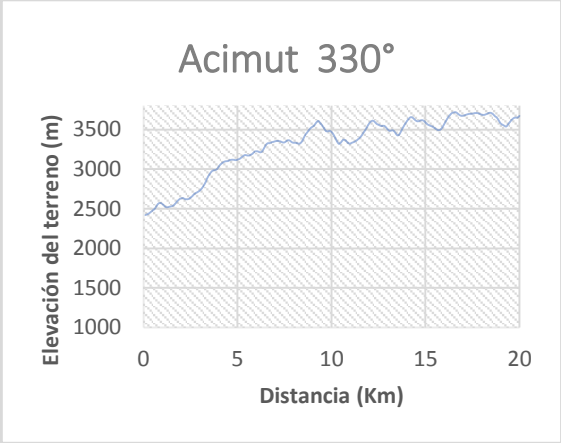

Acimut 180°
Elevación del terreno (m)
3500
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)


Acimut 210°
Elevación del terreno (m)
3500
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)

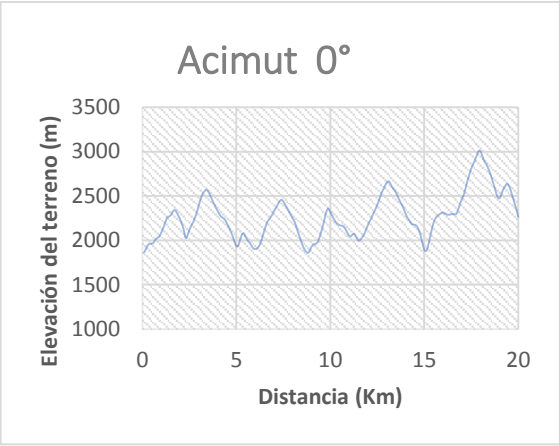

Acimut 240°
Elevación del terreno (m)
3500
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)

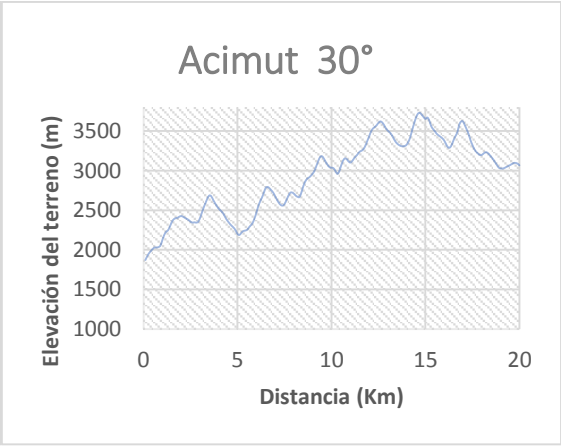

Acimut 270°
Elevación del terreno (m)
3500
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)

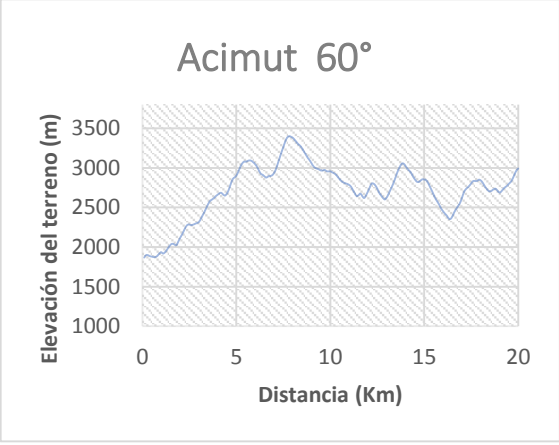

Acimut 300°
Elevación del terreno (m)
3500
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)

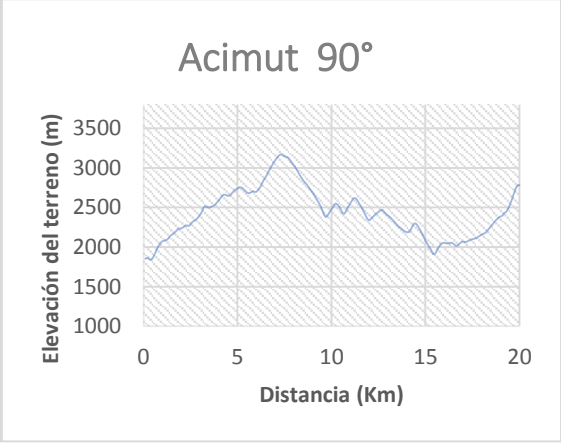

Acimut 330°
Elevación del terreno (m)
3500
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)

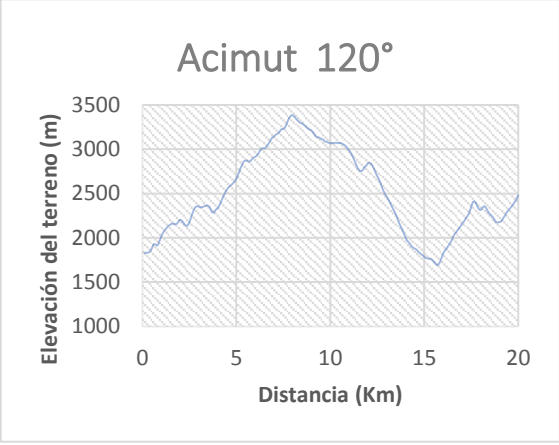
ANEXO E.14.- ESTACIÓN YANGANA (C14)

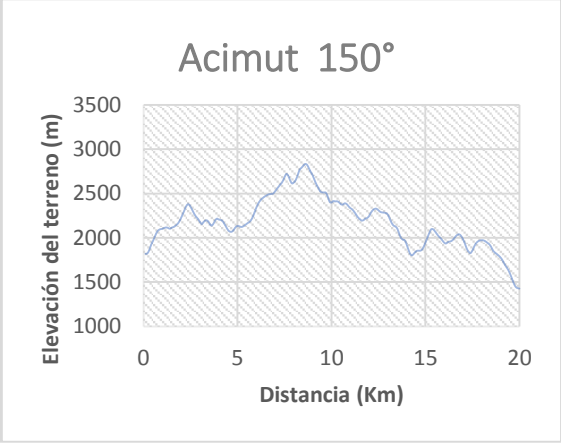


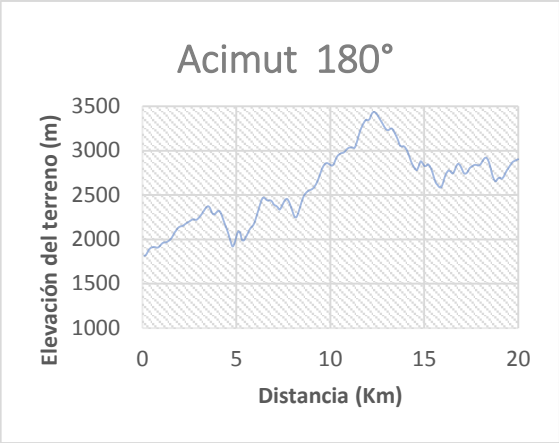


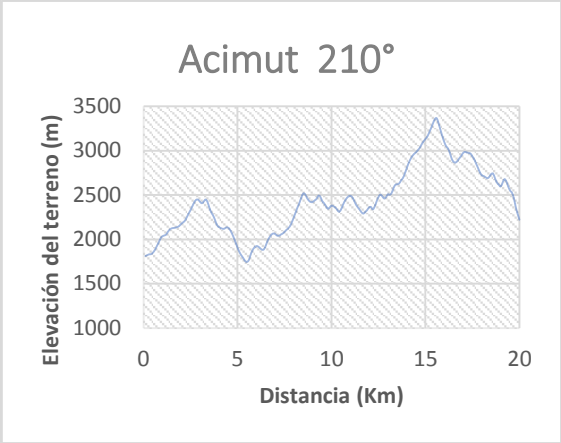


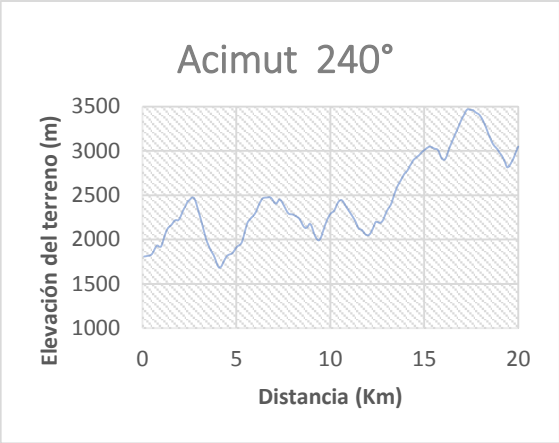


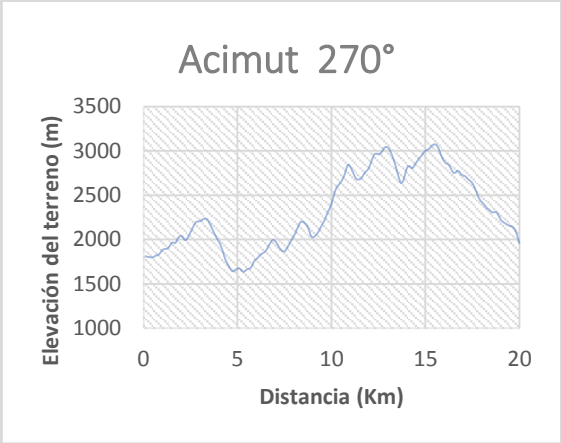


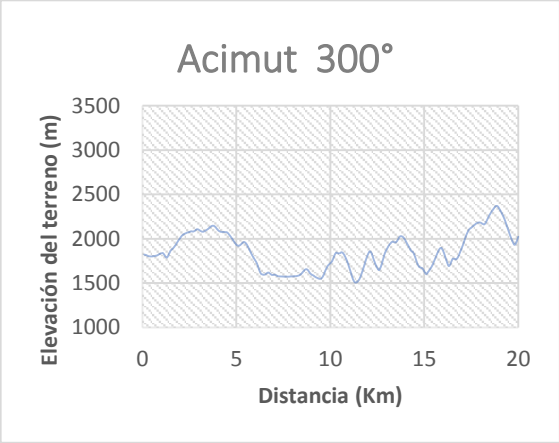


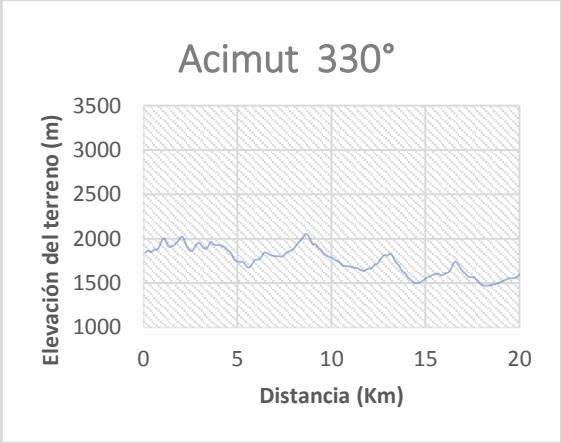

Acimut 180°
Elevación del terreno (m)
3500
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)


Acimut 210°
Elevación del terreno (m)
3500
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)


Acimut 240°
Elevación del terreno (m)
3500
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)


Acimut 270°
Elevación del terreno (m)
3500
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)


Acimut 300°
Elevación del terreno (m)
3500
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)


Acimut 330°
Elevación del terreno (m)
3500
3000
2500
2000
1500
1000
0
5
10
15
20
Distancia (Km)

ANEXO F. FORMULARIOS ARCOTEL

ANEXO F.1.- FORMULARIO PARA INFORMACIÓN LEGAL

Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones	**FORMULARIO PARA INFORMACION LEGAL**	**RC – 1A** Elab.: DRE Versión: 02 1) Cod.Cont.: 4095

SOLICITUD:

2) OBJETO DE LA SOLICITUD:	(M) **C**ONCESION **R**ENOVACION **M**ODIFICACION FRECUENCIAS **T**EMPORALES
3) TIPO DE USO DE FRECUENCIAS:	(SO) USO-**PR**IV USO-**CO**M USO-E**XP** USO- **RE**S USO-**SO**C
4) TIPO DE SISTEMA:	(PR) **PR**IVADO **EX**PLOTACION
5) SERVICIO:	(RD) FM-**RD**V FM-**SB** FM-**RA** F-**ER** FMS-**FS** *FMS-**MS*** FM-**TR**

DATOS DEL SOLICITANTE Y PROFESIONAL TECNICO:

6)
PERSONA NATURAL O REPRESENTANTE LEGAL

APELLIDO PATERNO:	APELLIDO MATERNO:	NOMBRES:	CI:
Aguilar	Armijos	Ángel Arturo	

7)
CARGO: Director administrativo del cuerpo de Bomberos

PERSONA JURIDICA

8)
NOMBRE DE LA EMPRESA: Cuerpo de bomberos del municipio de Loja

9) ACTIVIDAD DE LA EMPRESA: Sociales y humanitarias	RUC: 1160051310001

10)
DIRECCION

PROVINCIA:	CIUDAD:	DIRECCION:
Loja	Loja	Avenida universitaria y 10 de agosto

e-mail:	CASILLA:	TELEFONO / FAX:
cblcentral@loja.gob.ec		072578180

11)
CERTIFICACION DEL PROFESIONAL TECNICO (RESPONSABLE TECNICO)

Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado por el suscrito y asumo la responsabilidad técnica respectiva

APELLIDO PATERNO:	APELLIDO MATERNO:	NOMBRES:	LIC. PROF.:
Castro	Meza	Shubert Alexis	1900519073

e-mail:	CASILLA:	TELEFONO / FAX:
shuberthcastro@gmail.com		0998374312

DIRECCION (CIUDAD, CALLE Y No.):	FECHA:	
Loja, Monte Sinaí entre Jerusalén y Rey David	2015-10-12	FIRMA

12)
CERTIFICACION DE LA PERSONA NATURAL, REPRESENTANTE LEGAL O PERSONA DEBIDAMENTE AUTORIZADA

Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado acorde con mis necesidades de comunicación

NOMBRE:	FECHA:	
Ángel Arturo Aguilar Armijos	2015-10-12	FIRMA

13)
OBSERVACIONES:

14)
PARA USO DE LA ARCOTEL

SOLICITUD SECRETARIO NACIONAL ( )	CONSTITUCIÓN DE LA CIA. ( )	NOMB. REPRESENTANTE LEGAL ( )	CUMP. SUPER BANCOS O CIAS. ( )
REGISTRO UNICO CONTRIBUY. ( )	FE PRESENTACION CC.FF.AA. ( )	CERT. NO ADEUDAR SNT ( )	CERT. NO ADEUDAR SUPTEL ( )

ANEXO F.2.- FORMULARIO PARA INFORMACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE RADIOCOMUNICACIONES

Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones	**FORMULARIO PARA INFORMACION DE LA INFRAESTRUCTURA DEL SISTEMA DE RADIOCOMUNICACIONES**	**RC – 2A** Elab.: DRE Versión: 02 1) Cod. Cont.: 4095

ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE RADIOCOMUNICACIONES

2) ***ESTRUCTURA 1***

TIPO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE: Torre autosoportada	ALTURA DE LA ESTRUCTURA s.n.m. (m): 2820
CODIGO DE REGISTRO DE LA ESTRUCTURA: SNL1739	ALTURA DE LA ESTRUCTURA (BASE-CIMA) (m): 27

3) *UBICACION DE LA ESTRUCTURA:*

PROVINCIA	CIUDAD / CANTON	LOCALIDAD/CALLE y No.	UBICACION GEOGRAFICA (WGS84)	
			LATITUD (S/N) (°) (') (") (S/N)	LONGITUD (W) (°) (') (") (W)
Loja	Loja	Cerro Huachichambo	04°01'52,00"S	79°14'36,00"W

4) *PROTECCIONES ELECTRICAS A INSTALAR EN LA ESTRUCTURA:*

PUESTA A TIERRA SI (x) NO ( )	PARARRAYOS SI (x) NO ( )

OTROS (Describa):

5) *TIPO DE FUENTE DE ENERGIA A UTILIZAR:*

LINEA COMERCIAL (x)	GENERADOR ( )	BANCO DE BATERIAS ( )	EXISTE RESPALDO SI (x) NO ( )

TIPO DE RESPALDO

GENERADOR ( )	BANCO DE BATERIAS ( )	UPS (x)	OTRO:

6) PROPIETARIO DE LA ESTRUCTURA: Cuerpo de bomberos del municipio de Loja

2) ***ESTRUCTURA 2***

TIPO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE: Torre no autosoportada	ALTURA DE LA ESTRUCTURA s.n.m. (m): 2086
CODIGO DE REGISTRO DE LA ESTRUCTURA: SML000840	ALTURA DE LA ESTRUCTURA (BASE-CIMA) (m): 18

3) *UBICACION DE LA ESTRUCTURA:*

PROVINCIA	CIUDAD / CANTON	LOCALIDAD/CALLE y No.	UBICACION GEOGRAFICA (WGS84)	
			LATITUD (S/N) (°) (') (") (S/N)	LONGITUD (W) (°) (') (") (W)
Loja	Loja	Loja, Avenida Barcelona entre Turunuma y Zaragoza	03°58'30,70"S	79°12'27,50"W

4) *PROTECCIONES ELECTRICAS A INSTALAR EN LA ESTRUCTURA:*

PUESTA A TIERRA SI (x) NO ( )	PARARRAYOS SI (x) NO ( )

OTROS (Describa):

5) *TIPO DE FUENTE DE ENERGIA A UTILIZAR:*

LINEA COMERCIAL (x)	GENERADOR ( )	BANCO DE BATERIAS ( )	EXISTE RESPALDO SI ( ) NO ( )

TIPO DE RESPALDO

GENERADOR ( )	BANCO DE BATERIAS ( )	UPS (x)	OTRO:

6) PROPIETARIO DE LA ESTRUCTURA: Cuerpo de bomberos del municipio de Loja

2) ***ESTRUCTURA 3***

TIPO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE: Torre no autosoportada	ALTURA DE LA ESTRUCTURA s.n.m. (m): 2094
CODIGO DE REGISTRO DE LA ESTRUCTURA: SML000838	ALTURA DE LA ESTRUCTURA (BASE-CIMA) (m): 15

3) *UBICACION DE LA ESTRUCTURA:*

PROVINCIA	CIUDAD / CANTON	LOCALIDAD/CALLE y No.	UBICACION GEOGRAFICA (WGS84)	
			LATITUD (S/N) (°) (') (") (S/N)	LONGITUD (W) (°) (') (") (W)
Loja	Loja	Loja, Francisco Lecaro y Miguel Cano Madrid	03°58'09,91''S	79°12'21,28''W

4) *PROTECCIONES ELECTRICAS A INSTALAR EN LA ESTRUCTURA:*

PUESTA A TIERRA SI (X) NO ( )	PARARRAYOS SI (X) NO ( )

OTROS (Describa):

5) *TIPO DE FUENTE DE ENERGIA A UTILIZAR:*

LINEA COMERCIAL (X)	GENERADOR ( )	BANCO DE BATERIAS ( )	EXISTE RESPALDO SI ( ) NO ( )

TIPO DE RESPALDO

GENERADOR ( )	BANCO DE BATERIAS ( )	UPS (x)	OTRO:

6) PROPIETARIO DE LA ESTRUCTURA: Cuerpo de bomberos del municipio de Loja

2) *ESTRUCTURA 4*

TIPO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE: Torre no autosoportada	ALTURA DE LA ESTRUCTURA s.n.m. (m): 2223
CODIGO DE REGISTRO DE LA ESTRUCTURA: SML000839	ALTURA DE LA ESTRUCTURA (BASE-CIMA) (m): 15

3) *UBICACION DE LA ESTRUCTURA:*

PROVINCIA	CIUDAD / CANTON	LOCALIDAD/CALLE y No.	UBICACION GEOGRAFICA (WGS84)	
			LATITUD (S/N) (°) (') (") (S/N)	LONGITUD (W) (°) (') (") (W)
Loja	Loja	Loja, Pio Montufar entre Rodrigo Soto y Vicente Álvarez	04°01'31,30''S	79°12,56,70''W

4) *PROTECCIONES ELECTRICAS A INSTALAR EN LA ESTRUCTURA:*

PUESTA A TIERRA SI (x) NO ( )	PARARRAYOS SI (x) NO ( )

OTROS (Describa):

5) *TIPO DE FUENTE DE ENERGIA A UTILIZAR:*

LINEA COMERCIAL (x)	GENERADOR ( )	BANCO DE BATERIAS ( )	EXISTE RESPALDO SI (x) NO ( )

TIPO DE RESPALDO

GENERADOR ( )	BANCO DE BATERIAS ( )	UPS (x)	OTRO:

6) PROPIETARIO DE LA ESTRUCTURA: Cuerpo de bomberos del municipio de Loja

2) *ESTRUCTURA 5*

TIPO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE: Torre no autosoportada	ALTURA DE LA ESTRUCTURA s.n.m. (m): 2070
CODIGO DE REGISTRO DE LA ESTRUCTURA: SML000837	ALTURA DE LA ESTRUCTURA (BASE-CIMA) (m): 15

3) *UBICACION DE LA ESTRUCTURA:*

PROVINCIA	CIUDAD / CANTON	LOCALIDAD/CALLE y No.	UBICACION GEOGRAFICA (WGS84)	
			LATITUD (S/N) (°) (') (") (S/N)	LONGITUD (W) (°) (') (") (W)
Loja	Loja	Loja, 10 de agosto y avenida universitaria	03°59'50,43''S	79°12'17,54'' W

4) *PROTECCIONES ELECTRICAS A INSTALAR EN LA ESTRUCTURA:*

PUESTA A TIERRA SI (x) NO ( )	PARARRAYOS SI (x) NO ( )

OTROS (Describa):

5) *TIPO DE FUENTE DE ENERGIA A UTILIZAR:*			
LINEA COMERCIAL (x)	GENERADOR ( )	BANCO DE BATERIAS ( )	EXISTE RESPALDO SI ( ) NO ( )
TIPO DE RESPALDO			
GENERADOR ( )	BANCO DE BATERIAS ( )	UPS (x)	OTRO:

6)
PROPIETARIO DE LA ESTRUCTURA: Cuerpo de bomberos del municipio de Loja

2) *ESTRUCTURA 6*

TIPO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE: Torre no autosoportada	ALTURA DE LA ESTRUCTURA s.n.m. (m): 2070
CODIGO DE REGISTRO DE LA ESTRUCTURA: SML000837	ALTURA DE LA ESTRUCTURA (BASE-CIMA) (m): 15

3) *UBICACION DE LA ESTRUCTURA:*

PROVINCIA	CIUDAD / CANTON	LOCALIDAD/CALLE y No.	UBICACION GEOGRAFICA (WGS84)	
			LATITUD (S/N) (°) (') (") (S/N)	LONGITUD (W) (°) (') (") (W)
Loja	Loja	Loja, 10 de agosto y avenida universitaria	03°59'50,43''S	79°12'17,54'' W

4) *PROTECCIONES ELECTRICAS A INSTALAR EN LA ESTRUCTURA:*

PUESTA A TIERRA SI (X) NO ( )	PARARRAYOS SI (X) NO ( )

OTROS (Describa):

5) *TIPO DE FUENTE DE ENERGIA A UTILIZAR:*			
LINEA COMERCIAL (X)	GENERADOR ( )	BANCO DE BATERIAS ( )	EXISTE RESPALDO SI ( ) NO ( )
TIPO DE RESPALDO			
GENERADOR ( )	BANCO DE BATERIAS ( )	UPS (x)	OTRO:

6)
PROPIETARIO DE LA ESTRUCTURA: Cuerpo de bomberos del municipio de Loja

2) *ESTRUCTURA 7*

TIPO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE: Torre no autosoportada	ALTURA DE LA ESTRUCTURA s.n.m. (m): 1570
CODIGO DE REGISTRO DE LA ESTRUCTURA: S7	ALTURA DE LA ESTRUCTURA (BASE-CIMA) (m): 15

3) *UBICACION DE LA ESTRUCTURA:*

PROVINCIA	CIUDAD / CANTON	LOCALIDAD/CALLE y No.	UBICACION GEOGRAFICA (WGS84)	
			LATITUD (S/N) (°) (') (") (S/N)	LONGITUD (W) (°) (') (") (W)
Loja	Loja	Vilcabamba, Sucre y Miguel Carpio	4°15'42.72"S	79°13'21.07"O

4) *PROTECCIONES ELECTRICAS A INSTALAR EN LA ESTRUCTURA:*

PUESTA A TIERRA SI (x) NO ( )	PARARRAYOS SI (x) NO ( )

OTROS (Describa):

5) *TIPO DE FUENTE DE ENERGIA A UTILIZAR:*			
LINEA COMERCIAL (x)	GENERADOR ( )	BANCO DE BATERIAS ( )	EXISTE RESPALDO SI (x) NO ( )
TIPO DE RESPALDO			
GENERADOR ( )	BANCO DE BATERIAS ( )	UPS (x)	OTRO:

6)
PROPIETARIO DE LA ESTRUCTURA: Cuerpo de bomberos del municipio de Loja

2) *ESTRUCTURA 8*

TIPO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE: Torre no autosoportada	ALTURA DE LA ESTRUCTURA s.n.m. (m): 1489
CODIGO DE REGISTRO DE LA ESTRUCTURA: S8	ALTURA DE LA ESTRUCTURA (BASE-CIMA) (m): 15

3) *UBICACION DE LA ESTRUCTURA:*

PROVINCIA	CIUDAD / CANTON	LOCALIDAD/CALLE y No.	UBICACION GEOGRAFICA (WGS84)

			LATITUD (S/N) (°) (') (") (S/N)	LONGITUD (W) (°) (') (") (W)
Loja	Loja	Malacatos, junta parroquial	4°13'7.96"S	79°15'34.07"O

4) *PROTECCIONES ELECTRICAS A INSTALAR EN LA ESTRUCTURA:*

PUESTA A TIERRA SI (x) NO ( )	PARARRAYOS SI (x) NO ( )

OTROS (Describa):

5) *TIPO DE FUENTE DE ENERGIA A UTILIZAR:*

LINEA COMERCIAL (x)	GENERADOR ( )	BANCO DE BATERIAS ( )	EXISTE RESPALDO SI ( ) NO ( )

TIPO DE RESPALDO

GENERADOR ( )	BANCO DE BATERIAS ( )	UPS (x)	OTRO:

6)
PROPIETARIO DE LA ESTRUCTURA: Cuerpo de bomberos del municipio de Loja

2) *ESTRUCTURA 9*

TIPO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE: Torre no autosoportada	ALTURA DE LA ESTRUCTURA s.n.m. (m): 1587
CODIGO DE REGISTRO DE LA ESTRUCTURA: S9	ALTURA DE LA ESTRUCTURA (BASE-CIMA) (m): 15

3) *UBICACION DE LA ESTRUCTURA:*

PROVINCIA	CIUDAD / CANTON	LOCALIDAD/CALLE y No.	UBICACION GEOGRAFICA (WGS84)	
			LATITUD (S/N) (°) (') (") (S/N)	LONGITUD (W) (°) (') (") (W)
Loja	Loja	San pedro de Vilcabamba, junta parroquial.	4°14'32.65"S	79°13'17.47"O

4) *PROTECCIONES ELECTRICAS A INSTALAR EN LA ESTRUCTURA:*

PUESTA A TIERRA SI (X) NO ( )	PARARRAYOS SI (X) NO ( )

OTROS (Describa):

5) *TIPO DE FUENTE DE ENERGIA A UTILIZAR:*

LINEA COMERCIAL (X)	GENERADOR ( )	BANCO DE BATERIAS ( )	EXISTE RESPALDO SI ( ) NO ( )

TIPO DE RESPALDO

GENERADOR ( )	BANCO DE BATERIAS ( )	UPS (x)	OTRO:

6)
PROPIETARIO DE LA ESTRUCTURA: Cuerpo de bomberos del municipio de Loja

2) *ESTRUCTURA 10*

TIPO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE: Torre no autosoportada	ALTURA DE LA ESTRUCTURA s.n.m. (m): 2696
CODIGO DE REGISTRO DE LA ESTRUCTURA: S10	ALTURA DE LA ESTRUCTURA (BASE-CIMA) (m): 15

3) *UBICACION DE LA ESTRUCTURA:*

PROVINCIA	CIUDAD / CANTON	LOCALIDAD/CALLE y No.	UBICACION GEOGRAFICA (WGS84)	
			LATITUD (S/N) (°) (') (") (S/N)	LONGITUD (W) (°) (') (") (W)
Loja	Loja	Chuquiribamba, junta parroquial.	3°50'36.24"S	79°20'34.82"O

4) *PROTECCIONES ELECTRICAS A INSTALAR EN LA ESTRUCTURA:*

PUESTA A TIERRA SI (x) NO ( )	PARARRAYOS SI (x) NO ( )

OTROS (Describa):

5) *TIPO DE FUENTE DE ENERGIA A UTILIZAR:*

LINEA COMERCIAL (x)	GENERADOR ( )	BANCO DE BATERIAS ( )	EXISTE RESPALDO SI (x) NO ( )

TIPO DE RESPALDO

GENERADOR ( )	BANCO DE BATERIAS ( )	UPS (x)	OTRO:

6)
PROPIETARIO DE LA ESTRUCTURA: Cuerpo de bomberos del municipio de Loja

2) *ESTRUCTURA 11*

TIPO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE: Torre no autosoportada	ALTURA DE LA ESTRUCTURA s.n.m. (m): 2275
CODIGO DE REGISTRO DE LA ESTRUCTURA: S11	ALTURA DE LA ESTRUCTURA (BASE-CIMA) (m): 15

3) *UBICACION DE LA ESTRUCTURA:*

PROVINCIA	CIUDAD / CANTON	LOCALIDAD/CALLE y No.	UBICACION GEOGRAFICA (WGS84)	
			LATITUD (S/N) (°) (') (") (S/N)	LONGITUD (W) (°) (') (") (W)
Loja	Loja	Taquil, junta parroquial	3°53'4.84"S	79°17'19.56"O

4) *PROTECCIONES ELECTRICAS A INSTALAR EN LA ESTRUCTURA:*

PUESTA A TIERRA SI (x) NO ( )	PARARRAYOS SI (x) NO ( )

OTROS (Describa):

5) *TIPO DE FUENTE DE ENERGIA A UTILIZAR:*

LINEA COMERCIAL (x)	GENERADOR ( )	BANCO DE BATERIAS ( )	EXISTE RESPALDO SI ( ) NO ( )

TIPO DE RESPALDO

GENERADOR ( )	BANCO DE BATERIAS ( )	UPS (x)	OTRO:

6)
PROPIETARIO DE LA ESTRUCTURA: Cuerpo de bomberos del municipio de Loja

2) *ESTRUCTURA 12*

TIPO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE: Torre no autosoportada	ALTURA DE LA ESTRUCTURA s.n.m. (m): 2775
CODIGO DE REGISTRO DE LA ESTRUCTURA: S12	ALTURA DE LA ESTRUCTURA (BASE-CIMA) (m): 15

3) *UBICACION DE LA ESTRUCTURA:*

PROVINCIA	CIUDAD / CANTON	LOCALIDAD/CALLE y No.	UBICACION GEOGRAFICA (WGS84)	
			LATITUD (S/N) (°) (') (") (S/N)	LONGITUD (W) (°) (') (") (W)
Loja	Loja	Chantaco, junta parroquial.	3°51'35.18"S	79°18'37.52"O

4) *PROTECCIONES ELECTRICAS A INSTALAR EN LA ESTRUCTURA:*

PUESTA A TIERRA SI (X) NO ( )	PARARRAYOS SI (X) NO ( )

OTROS (Describa):

5) *TIPO DE FUENTE DE ENERGIA A UTILIZAR:*

LINEA COMERCIAL (X)	GENERADOR ( )	BANCO DE BATERIAS ( )	EXISTE RESPALDO SI ( ) NO ( )

TIPO DE RESPALDO

GENERADOR ( )	BANCO DE BATERIAS ( )	UPS (x)	OTRO:

6)
PROPIETARIO DE LA ESTRUCTURA: Cuerpo de bomberos del municipio de Loja

2) *ESTRUCTURA 13*

TIPO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE: Torre no autosoportada	ALTURA DE LA ESTRUCTURA s.n.m. (m): 2414
CODIGO DE REGISTRO DE LA ESTRUCTURA: S13	ALTURA DE LA ESTRUCTURA (BASE-CIMA) (m): 15

3) *UBICACION DE LA ESTRUCTURA:*

PROVINCIA	CIUDAD / CANTON	LOCALIDAD/CALLE y No.	UBICACION GEOGRAFICA (WGS84)	
			LATITUD (S/N) (°) (') (") (S/N)	LONGITUD (W) (°) (') (") (W)
Loja	Loja	San Lucas, junta parroquial.	3°44'48.46"S	79°15'58.23"O

4) *PROTECCIONES ELECTRICAS A INSTALAR EN LA ESTRUCTURA:*

PUESTA A TIERRA SI (x) NO ( )		PARARRAYOS SI (x) NO ( )	
OTROS (Describa):			
5) *TIPO DE FUENTE DE ENERGIA A UTILIZAR:*			
LINEA COMERCIAL (x)	GENERADOR ( )	BANCO DE BATERIAS ( )	EXISTE RESPALDO SI (x) NO ( )
TIPO DE RESPALDO			
GENERADOR ( )	BANCO DE BATERIAS ( )	UPS (x)	OTRO:
6) PROPIETARIO DE LA ESTRUCTURA: Cuerpo de bomberos del municipio de Loja			

2) *ESTRUCTURA 14*

TIPO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE: Torre no autosoportada	ALTURA DE LA ESTRUCTURA s.n.m. (m): 2414
CODIGO DE REGISTRO DE LA ESTRUCTURA: S14	ALTURA DE LA ESTRUCTURA (BASE-CIMA) (m): 15

3) *UBICACION DE LA ESTRUCTURA:*

PROVINCIA	CIUDAD / CANTON	LOCALIDAD/CALLE y No.	UBICACION GEOGRAFICA (WGS84)	
			LATITUD (S/N) (°) (') (") (S/N)	LONGITUD (W) (°) (') (") (W)
Loja	Loja	Gualel, junta parroquial	3°46'41.00"S	79°22'24.31"O

4) *PROTECCIONES ELECTRICAS A INSTALAR EN LA ESTRUCTURA:*			
PUESTA A TIERRA SI (x) NO ( )		PARARRAYOS SI (x) NO ( )	
OTROS (Describa):			
5) *TIPO DE FUENTE DE ENERGIA A UTILIZAR:*			
LINEA COMERCIAL (x)	GENERADOR ( )	BANCO DE BATERIAS ( )	EXISTE RESPALDO SI ( ) NO ( )
TIPO DE RESPALDO			
GENERADOR ( )	BANCO DE BATERIAS ( )	UPS (x)	OTRO:
6) PROPIETARIO DE LA ESTRUCTURA: Cuerpo de bomberos del municipio de Loja			

2) *ESTRUCTURA 15*

TIPO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE: Torre no autosoportada	ALTURA DE LA ESTRUCTURA s.n.m. (m): 2303
CODIGO DE REGISTRO DE LA ESTRUCTURA: S15	ALTURA DE LA ESTRUCTURA (BASE-CIMA) (m): 15

3) *UBICACION DE LA ESTRUCTURA:*

PROVINCIA	CIUDAD / CANTON	LOCALIDAD/CALLE y No.	UBICACION GEOGRAFICA (WGS84)	
			LATITUD (S/N) (°) (') (") (S/N)	LONGITUD (W) (°) (') (") (W)
Loja	Loja	El Cisne, junta parroquial.	3°51'4.63"S	79°25'34.46"O

4) *PROTECCIONES ELECTRICAS A INSTALAR EN LA ESTRUCTURA:*			
PUESTA A TIERRA SI (X) NO ( )		PARARRAYOS SI (X) NO ( )	
OTROS (Describa):			
5) *TIPO DE FUENTE DE ENERGIA A UTILIZAR:*			
LINEA COMERCIAL (X)	GENERADOR ( )	BANCO DE BATERIAS ( )	EXISTE RESPALDO SI ( ) NO ( )
TIPO DE RESPALDO			
GENERADOR ( )	BANCO DE BATERIAS ( )	UPS (x)	OTRO:
6) PROPIETARIO DE LA ESTRUCTURA: Cuerpo de bomberos del municipio de Loja			

2) *ESTRUCTURA 16*

TIPO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE: Torre no autosoportada	ALTURA DE LA ESTRUCTURA s.n.m. (m): 2415
CODIGO DE REGISTRO DE LA ESTRUCTURA: S16	ALTURA DE LA ESTRUCTURA (BASE-CIMA) (m): 15

3) *UBICACION DE LA ESTRUCTURA:*

PROVINCIA	CIUDAD / CANTON	LOCALIDAD/CALLE y No.	UBICACION GEOGRAFICA (WGS84)	
			LATITUD (S/N) (°) (') (") (S/N)	LONGITUD (W) (°) (') (") (W)
Loja	Loja	Quinara, junta parroquial.	4°22'18.18"S	79°11'52.51"O

4) *PROTECCIONES ELECTRICAS A INSTALAR EN LA ESTRUCTURA:*

PUESTA A TIERRA SI (x) NO ( )	PARARRAYOS SI (x) NO ( )

OTROS (Describa):

5) *TIPO DE FUENTE DE ENERGIA A UTILIZAR:*

LINEA COMERCIAL (x)	GENERADOR ( )	BANCO DE BATERIAS ( )	EXISTE RESPALDO SI (x) NO ( )

TIPO DE RESPALDO

GENERADOR ( )	BANCO DE BATERIAS ( )	UPS (x)	OTRO:

6)
PROPIETARIO DE LA ESTRUCTURA: Cuerpo de bomberos del municipio de Loja

2) *ESTRUCTURA 17*

TIPO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE: Torre no autosoportada	ALTURA DE LA ESTRUCTURA s.n.m. (m): 1875
CODIGO DE REGISTRO DE LA ESTRUCTURA: S17	ALTURA DE LA ESTRUCTURA (BASE-CIMA) (m): 15

3) *UBICACION DE LA ESTRUCTURA:*

PROVINCIA	CIUDAD / CANTON	LOCALIDAD/CALLE y No.	UBICACION GEOGRAFICA (WGS84)	
			LATITUD (S/N) (°) (') (") (S/N)	LONGITUD (W) (°) (') (") (W)
Loja	Loja	Jimbilla, junta parroquial	3°51'39.71"S	79°10'21.86"O

4) *PROTECCIONES ELECTRICAS A INSTALAR EN LA ESTRUCTURA:*

PUESTA A TIERRA SI (x) NO ( )	PARARRAYOS SI (x) NO ( )

OTROS (Describa):

5) *TIPO DE FUENTE DE ENERGIA A UTILIZAR:*

LINEA COMERCIAL (x)	GENERADOR ( )	BANCO DE BATERIAS ( )	EXISTE RESPALDO SI ( ) NO ( )

TIPO DE RESPALDO

GENERADOR ( )	BANCO DE BATERIAS ( )	UPS (x)	OTRO:

6)
PROPIETARIO DE LA ESTRUCTURA: Cuerpo de bomberos del municipio de Loja

2) *ESTRUCTURA 18*

TIPO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE: Torre no autosoportada	ALTURA DE LA ESTRUCTURA s.n.m. (m): 2420
CODIGO DE REGISTRO DE LA ESTRUCTURA: S18	ALTURA DE LA ESTRUCTURA (BASE-CIMA) (m): 15

3) *UBICACION DE LA ESTRUCTURA:*

PROVINCIA	CIUDAD / CANTON	LOCALIDAD/CALLE y No.	UBICACION GEOGRAFICA (WGS84)	
			LATITUD (S/N) (°) (') (") (S/N)	LONGITUD (W) (°) (') (") (W)
Loja	Loja	Santiago, junta parroquial.	3°47'23.59"S	79°17'15.95"O

4) *PROTECCIONES ELECTRICAS A INSTALAR EN LA ESTRUCTURA:*

PUESTA A TIERRA SI (X) NO ( )	PARARRAYOS SI (X) NO ( )

OTROS (Describa):

5) *TIPO DE FUENTE DE ENERGIA A UTILIZAR:*

LINEA COMERCIAL (X)	GENERADOR ( )	BANCO DE BATERIAS ( )	EXISTE RESPALDO SI ( ) NO ( )

TIPO DE RESPALDO

GENERADOR ( )	BANCO DE BATERIAS ( )	UPS (x)	OTRO:

6) PROPIETARIO DE LA ESTRUCTURA: Cuerpo de bomberos del municipio de Loja

2) *ESTRUCTURA 19*

TIPO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE: Torre no autosoportada	ALTURA DE LA ESTRUCTURA s.n.m. (m): 1832
CODIGO DE REGISTRO DE LA ESTRUCTURA: S19	ALTURA DE LA ESTRUCTURA (BASE-CIMA) (m): 15

3) *UBICACION DE LA ESTRUCTURA:*

PROVINCIA	CIUDAD / CANTON	LOCALIDAD/CALLE y No.	UBICACION GEOGRAFICA (WGS84)	
			LATITUD (S/N) (°) (') (") (S/N)	LONGITUD (W) (°) (') (") (W)
Loja	Loja	Yangana, junta parroquial.	4°21'44.93"S	79°10'28.65"O

4) *PROTECCIONES ELECTRICAS A INSTALAR EN LA ESTRUCTURA:*

PUESTA A TIERRA SI (x) NO ( )	PARARRAYOS SI (x) NO ( )

OTROS (Describa):

5) *TIPO DE FUENTE DE ENERGIA A UTILIZAR:*

LINEA COMERCIAL (x)	GENERADOR ( )	BANCO DE BATERIAS ( )	EXISTE RESPALDO SI (x) NO ( )

TIPO DE RESPALDO

GENERADOR ( )	BANCO DE BATERIAS ( )	UPS (x)	OTRO:

6) PROPIETARIO DE LA ESTRUCTURA: Cuerpo de bomberos del municipio de Loja

2) *ESTRUCTURA 20*

TIPO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE:	ALTURA DE LA ESTRUCTURA s.n.m. (m):
CODIGO DE REGISTRO DE LA ESTRUCTURA:	ALTURA DE LA ESTRUCTURA (BASE-CIMA) (m):

3) *UBICACION DE LA ESTRUCTURA:*

PROVINCIA	CIUDAD / CANTON	LOCALIDAD/CALLE y No.	UBICACION GEOGRAFICA (WGS84)	
			LATITUD (S/N) (°) (') (") (S/N)	LONGITUD (W) (°) (') (") (W)

4) *PROTECCIONES ELECTRICAS A INSTALAR EN LA ESTRUCTURA:*

PUESTA A TIERRA SI ( ) NO ( )	PARARRAYOS SI ( ) NO ( )

OTROS (Describa):

5) *TIPO DE FUENTE DE ENERGIA A UTILIZAR:*

LINEA COMERCIAL ( )	GENERADOR ( )	BANCO DE BATERIAS ( )	EXISTE RESPALDO SI ( ) NO ( )

TIPO DE RESPALDO

GENERADOR ( )	BANCO DE BATERIAS ( )	UPS ( )	OTRO:

6) PROPIETARIO DE LA ESTRUCTURA:

ANEXO F.3.- FORMULARIO PARA INFORMACIÓN DE ANTENAS

Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones	**FORMULARIO PARA INFORMACION DE ANTENAS**	**RC – 3A** Elab.: DRE Versión: 02 1) Cod. Cont: 4095

2)

CARACTERISTICAS TECNICAS DE LAS ANTENAS

CARACTERISTICAS TECNICAS	**ANTENA 1**	**ANTENA 2**
CODIGO DE ANTENA:	DECIBEL DB-224	NACIONAL S.M
MARCA:	ANDREW	ANDREW
MODELO:	DB224	DB224
RANGO DE FRECUENCIAS (MHz):	30-512 MHz	30-512 MHz
TIPO:	4 DIPOLOS	4 DIPOLOS
IMPEDANCIA (ohmios):	50	50
POLARIZACION:	VERTICAL	VERTICAL
GANANCIA (dBd):	6	6
DIÁMETRO (m):	1,5	1,5
AZIMUT DE RADIACION MAXIMA (°):	360	360
ANGULO DE ELEVACION (°):	90	90
ALTURA BASE-ANTENA (m):	27	15

2)

CARACTERISTICAS TECNICAS DE LAS ANTENAS

CARACTERISTICAS TECNICAS	**ANTENA 3**	**ANTENA 4**
CODIGO DE ANTENA:	NACIONAL S.M	NACIONAL S.M
MARCA:	ANDREW	ANDREW
MODELO:	DB224	DB224
RANGO DE FRECUENCIAS (MHz):	30-512 MHz	30-512 MHz
TIPO:	4 DIPOLOS	4 DIPOLOS
IMPEDANCIA (ohmios):	50	50
POLARIZACION:	VERTICAL	VERTICAL
GANANCIA (dBd):	6	6
DIÁMETRO (m):	1,5	1,5
AZIMUT DE RADIACION MAXIMA (°):	360	360
ANGULO DE ELEVACION (°):	90	90
ALTURA BASE-ANTENA (m):	15	15

2)

CARACTERISTICAS TECNICAS DE LAS ANTENAS

CARACTERISTICAS TECNICAS	**ANTENA 5**	**ANTENA 6**
CODIGO DE ANTENA:	NACIONAL S.M	NACIONAL S.M

MARCA:	ANDREW	ANDREW
MODELO:	DB224	DB224
RANGO DE FRECUENCIAS (MHz):	30-512 MHz	30-512 MHz
TIPO:	4 DIPOLOS	4 DIPOLOS
IMPEDANCIA (ohmios):	50	50
POLARIZACION:	VERTICAL	VERTICAL
GANANCIA (dBd):	6	6
DIÁMETRO (m):	1,5	1,5
AZIMUT DE RADIACION MAXIMA (°):	360	360
ANGULO DE ELEVACION (°):	90	90
ALTURA BASE-ANTENA (m):	15	15

2)

CARACTERISTICAS TECNICAS DE LAS ANTENAS

CARACTERISTICAS TECNICAS	**ANTENA 7**	**ANTENA 8**
CODIGO DE ANTENA:	A7	A8
MARCA:	ANDREW	ANDREW
MODELO:	DB224	DB224
RANGO DE FRECUENCIAS (MHz):	30-512 MHz	30-512 MHz
TIPO:	4 DIPOLOS	4 DIPOLOS
IMPEDANCIA (ohmios):	50	50
POLARIZACION:	VERTICAL	VERTICAL
GANANCIA (dBd):	6	6
DIÁMETRO (m):	1,5	1,5
AZIMUT DE RADIACION MAXIMA (°):	360	360
ANGULO DE ELEVACION (°):	90	90
ALTURA BASE-ANTENA (m):	15	15

2)

CARACTERISTICAS TECNICAS DE LAS ANTENAS

CARACTERISTICAS TECNICAS	**ANTENA 9**	**ANTENA 10**
CODIGO DE ANTENA:	A9	A10
MARCA:	ANDREW	ANDREW
MODELO:	DB224	DB224
RANGO DE FRECUENCIAS (MHz):	30-512 MHz	30-512 MHz
TIPO:	4 DIPOLOS	4 DIPOLOS
IMPEDANCIA (ohmios):	50	50
POLARIZACION:	VERTICAL	VERTICAL
GANANCIA (dBd):	6	6
DIÁMETRO (m):	1,5	1,5
AZIMUT DE RADIACION MAXIMA (°):	360	360
ANGULO DE ELEVACION (°):	90	90
ALTURA BASE-ANTENA (m):	15	15

2) CARACTERISTICAS TECNICAS DE LAS ANTENAS		
CARACTERISTICAS TECNICAS	**ANTENA 11**	**ANTENA 12**
CODIGO DE ANTENA:	A11	A12
MARCA:	ANDREW	ANDREW
MODELO:	DB224	DB224
RANGO DE FRECUENCIAS (MHz):	30-512 MHz	30-512 MHz
TIPO:	4 DIPOLOS	4 DIPOLOS
IMPEDANCIA (ohmios):	50	50
POLARIZACION:	VERTICAL	VERTICAL
GANANCIA (dBd):	6	6
DIÁMETRO (m):	1,5	1,5
AZIMUT DE RADIACION MAXIMA (°):	360	360
ANGULO DE ELEVACION (°):	90	90
ALTURA BASE-ANTENA (m):	15	15

2) CARACTERISTICAS TECNICAS DE LAS ANTENAS		
CARACTERISTICAS TECNICAS	**ANTENA 13**	**ANTENA 14**
CODIGO DE ANTENA:	A13	A14
MARCA:	ANDREW	ANDREW
MODELO:	DB224	DB224
RANGO DE FRECUENCIAS (MHz):	30-512 MHz	30-512 MHz
TIPO:	4 DIPOLOS	4 DIPOLOS
IMPEDANCIA (ohmios):	50	50
POLARIZACION:	VERTICAL	VERTICAL
GANANCIA (dBd):	6	6
DIÁMETRO (m):	1,5	1,5
AZIMUT DE RADIACION MAXIMA (°):	360	360
ANGULO DE ELEVACION (°):	90	90
ALTURA BASE-ANTENA (m):	15	15

2) CARACTERISTICAS TECNICAS DE LAS ANTENAS		
CARACTERISTICAS TECNICAS	**ANTENA 15**	**ANTENA 16**
CODIGO DE ANTENA:	A15	A16
MARCA:	ANDREW	ANDREW
MODELO:	DB224	DB224
RANGO DE FRECUENCIAS (MHz):	30-512 MHz	30-512 MHz
TIPO:	4 DIPOLOS	4 DIPOLOS
IMPEDANCIA (ohmios):	50	50
POLARIZACION:	VERTICAL	VERTICAL

GANANCIA (dBd):	6	6
DIÁMETRO (m):	1,5	1,5
AZIMUT DE RADIACION MAXIMA (°):	360	360
ANGULO DE ELEVACION (°):	90	90
ALTURA BASE-ANTENA (m):	15	15

2)

CARACTERISTICAS TECNICAS DE LAS ANTENAS

CARACTERISTICAS TECNICAS	**ANTENA 17**	**ANTENA 18**
CODIGO DE ANTENA:	A17	A18
MARCA:	ANDREW	ANDREW
MODELO:	DB224	DB224
RANGO DE FRECUENCIAS (MHz):	30-512 MHz	30-512 MHz
TIPO:	4 DIPOLOS	4 DIPOLOS
IMPEDANCIA (ohmios):	50	50
POLARIZACION:	VERTICAL	VERTICAL
GANANCIA (dBd):	6	6
DIÁMETRO (m):	1,5	1,5
AZIMUT DE RADIACION MAXIMA (°):	360	360
ANGULO DE ELEVACION (°):	90	90
ALTURA BASE-ANTENA (m):	15	15

2)

CARACTERISTICAS TECNICAS DE LAS ANTENAS

CARACTERISTICAS TECNICAS	**ANTENA 19**	**ANTENA 20**
CODIGO DE ANTENA:	A19	
MARCA:	ANDREW	
MODELO:	DB224	
RANGO DE FRECUENCIAS (MHz):	30-512 MHz	
TIPO:	4 DIPOLOS	
IMPEDANCIA (ohmios):	50	
POLARIZACION:	VERTICAL	
GANANCIA (dBd):	6	
DIÁMETRO (m):	1,5	
AZIMUT DE RADIACION MAXIMA (°):	360	
ANGULO DE ELEVACION (°):	90	
ALTURA BASE-ANTENA (m):	15	

NOTA: Se debe adjuntar las copias de los catálogos de las mencionadas antenas.

ANEXO F.4.- FORMULARIO PARA PATRONES DE RADIACIÓN DE ANTENAS

Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones	**FORMULARIO PARA PATRONES DE RACIACION DE ANTENAS**	**RC – 3B** Elab.: DRE Versión. 01 1) Cod. Cont: 4095

2)

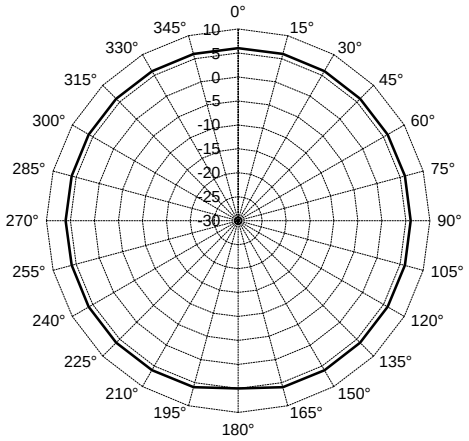
PATRONES DE RADIACION DE ANTENA

MARCA: ANDREW	MODELO: ***DB224***	TIPO: 4 DIPOLOS

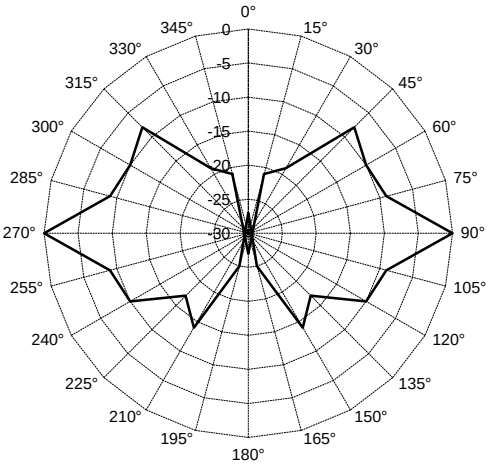
Ingrese los valores de ganancia (dBd) para cada radial.

RADIAL / ***PLANO***	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°	105°	120°	135°	150°	165°	180°	195°	210°	225°	240°	255°	270°	285°	300°	315°	330°	345°
HORIZONTAL	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
VERTICAL	-33	-21	-19	-8	-10	-9	0	-9	-10	-17	-14	-25	-33	-25	-14	-17	-10	-9	0	-9	-10	-8	-19	-21

PATRON DE RADIACION HORIZONTAL



PATRON DE RADIACION VERTICAL



ANEXO F.5.- FORMULARIO PARA INFORMACIÓN DE EQUIPAMIENTO

Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones	**FORMULARIO PARA INFORMACION DE EQUIPAMIENTO**	**RC – 4A** Elab.: DRE Versión: 02 1) Cod. Cont: 4095

2) ***CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS EQUIPOS***

TIPO DE ESTACION:	REPETIDORA	ESTACIÓN FIJA	ESTACIÓN FIJA	ESTACIÓN MÓVIL
CODIGO DEL EQUIPO:	E1	E2	E3	E4
MARCA:	MOTOROLA	MOTOROLA	MOTOROLA	MOTOROLA
MODELO:	DGM 6175	DGM 6100	DGM 8500	DGM 6100+
ANCHURA DE BANDA (kHz) o (MHz):	12.5 KHz	12.5 KHz	12.5 KHz	12.5 KHz
SEPARACION ENTRE Tx Y Rx (MHz):	5	5	5	5
TIPO DE MODULACION:	FM/4FSK	FM/4FSK	FM/4FSK	FM/4FSK
VELOCIDAD DE TRANSMISION (Kbps):	/11 kbps	/11 kbps	/11 kbps	/11 kbps
POTENCIA DE SALIDA (Watts):	25	25	25	25
RANGO DE OPERACION (MHz):	150,325 – 155,325	150,325 – 155,325	150,325 – 155,325	150,325 – 155,325
SENSIBILIDAD (μV) o (dBm):	0,3 uV	0,3 uV	0,3 uV	0.3 uV
MAXIMA DESVIACION DE FRECUENCIA (kHz):	-/+ 2.5 / +/-5	-/+ 2.5 / +/-5	-/+ 2.5 / +/-5	-/+ 2.5 / +/-5

2) ***CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS EQUIPOS***

TIPO DE ESTACION:	ESTACIÓN MÓVIL	ESTACIÓN PORTÁTIL	ESTACIÓN PORTÁTIL	
CODIGO DEL EQUIPO:	E5	E6	E7	
MARCA:	MOTOROLA	MOTOROLA	MOTOROLA	
MODELO:	DGM 8500+	DGP 6150+	DGP 8550+	
ANCHURA DE BANDA (kHz) o (MHz):	12.5 KHz	12.5 KHz	12.5 KHz	
SEPARACION ENTRE Tx Y Rx (MHz):	5	0.5	5	
TIPO DE MODULACION:	FM/4FSK	FM/4FSK	FM/4FSK	
VELOCIDAD DE TRANSMISION (Kbps):	/11 kbps	/11 kbps	/11 kbps	
POTENCIA DE SALIDA (Watts):	25	3	3	
RANGO DE OPERACION (MHz):	150,325 – 155,325	150,325 – 155,325	150,325 – 155,325	
SENSIBILIDAD (μV) o (dBm):	0,3 uV	0,35 uV	0,3 uV	
MAXIMA DESVIACION DE FRECUENCIA:	-/+ 2.5 / +/-5	-/+ 2.5 / +/-5	-/+ 2.5 / +/-525	

ANEXO F.6.- FORMULARIO PARA SERVICIOS FIJO Y MÓVIL TERRESTRE

Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones	**FORMULARIO PARA SERVICIOS FIJO Y MOVIL TERRESTRE** (SISTEMAS DE RADIOS DE DOS VIAS)	**RC – 5A** Elab.: DRE Versión: 01 1) Cod. Cont: 4095

2)
CARACTERISTICAS DE OPERACION POR CIRCUITO

No. CIRCUITO	BANDA DE FRECUENCIAS:	RANGO EN LA BANDA REQUERIDA:	No. DE FRECUENCIAS POR CIRCUITO: 2
1	(VHF)	150,325 – 155,325 MHz	

3)
REGION A OPERAR

PROVINCIA(S):	CIUDAD(ES):
Loja	Loja

4)	5)
MODO DE OPERACION: **SIM**PLEX **SEM**IDUPLEX **FUL**LDUPLEX (SEM)	HORARIO DE OPERACION: 24 HORAS

6)	7)	8)
POTENCIA DE SALIDA (Watts): 25 W	ANCHURA DE BANDA (kHz): 12.5	CLASE DE EMISIÓN: 11K0F3E

9)
NUMERO DE ESTACIONES

No. DE ESTACIONES REPETIDORAS:	No. DE ESTACIONES FIJAS:	No. DE ESTACIONES MOVILES:	No. DE ESTACIONES PORTATILES:	No. TOTAL DE ESTACIONES:
1	5	10	37	53

10)
CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES REPETIDORAS

INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	ESTRUCTURA ASOCIADA	ANTENA (S) ASOCIADA(S)		ALTURA EFECTIVA DE ANTENA (m)	EQUIPO UTILIZADO
HC213242	A	SNL1739	DECIBEL DB-224		627,56	E1

11)
CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES FIJAS

INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	ESTRUCTURA ASOCIADA	ANTENA(S) ASOCIADA(S)		EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	ESTRUCTURA ASOCIADA	ANTENA (S) ASOCIADA(S)		EQUIPO UTILIZADO
HC249889	A	SML000838	NACIONAL S.M		E2						
HC249890	A	SML000837	NACIONAL S.M		E2						
HC249891	A	SML000839	NACIONAL S.M		E2						
HC249892	A	SML000840	NACIONAL S.M		E2						
HC249888	A	SML000837	NACIONAL S.M		E2						

12)
CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES MOVILES

INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO
HC213280	A	E4	HC249906	A	E4						
HC213243	A	E4	HC213282	A	E4						
HC249904	A	E4	HC249898	A	E4						
HC213281	A	E4	HC213283	A	E4						

HC249894	A	E4	HC249900	A	E5						
13) ***CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES PORTATILES***											
INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO
HC213284	A	E6	HC213285	A	E6	HC213286	A	E6	HC213287	A	E6
HC213288	A	E6	HC249908	A	E6	HC249912	A	E6	HC249914	A	E6
HC249916	A	E6	HC249918	A	E6	HC249923	A	E6	HC249924	A	E6
HC249925	A	E6	HC249926	A	E6	HC249927	A	E6	HC249929	A	E6
HC249931	A	E6	HC249933	A	E6	HC249935	A	E6	HC249936	A	E6
P21	A	E6	P22	A	E6	P23	A	E7	P24	A	E7
P25	A	E7	P26	A	E7	P27	A	E7	P28	A	E7
P29	A	E7	P30	A	E7	P31	A	E7	P32	A	E7
P33	A	E7	P34	A	E7	P35	A	E7	P36	A	E7
P37	A	E7									

Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones	**FORMULARIO PARA SERVICIOS FIJO Y MOVIL TERRESTRE** (SISTEMAS DE RADIOS DE DOS VIAS)	**RC – 5A** Elab.: DRE Versión: 01 1) Cod. Cont: 4095

2)
CARACTERISTICAS DE OPERACION POR CIRCUITO

No. CIRCUITO	BANDA DE FRECUENCIAS:	RANGO EN LA BANDA REQUERIDA:	No. DE FRECUENCIAS POR CIRCUITO:
2	(VHF)	150,325 – 155,325 MHz	2

3)
REGION A OPERAR

PROVINCIA(S):	CIUDAD(ES):
Loja	Vilcabamba

4) MODO DE OPERACION:	5) HORARIO DE OPERACION: 24 HORAS
SIMPLEX **SEM**IDUPLEX **FUL**LDUPLEX (SEM)	

6) POTENCIA DE SALIDA (Watts): 25 W	7) ANCHURA DE BANDA (kHz): 12.5	8) CLASE DE EMISIÓN: 11K0F3E

9)
NUMERO DE ESTACIONES

No. DE ESTACIONES REPETIDORAS:	No. DE ESTACIONES FIJAS:	No. DE ESTACIONES MOVILES:	No. DE ESTACIONES PORTATILES:	No. TOTAL DE ESTACIONES:
	1		2	3

10)
CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES REPETIDORAS

INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	ESTRUCTURA ASOCIADA	ANTENA (S) ASOCIADA(S)		ALTURA EFECTIVA DE ANTENA (m)	EQUIPO UTILIZADO

11)
CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES FIJAS

INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	ESTRUCTURA ASOCIADA	ANTENA(S) ASOCIADA(S)		EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	ESTRUCTURA ASOCIADA	ANTENA (S) ASOCIADA(S)		EQUIPO UTILIZADO
F6	I	S7	A7		E3						

12)
CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES MOVILES

INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO

13)
CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES PORTATILES

INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO
P38	I	E7	P39	I	E7						

Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones	**FORMULARIO PARA SERVICIOS FIJO Y MOVIL TERRESTRE** (SISTEMAS DE RADIOS DE DOS VIAS)	**RC – 5A** Elab.: DRE Versión: 01 1) Cod. Cont: 4095

2)
CARACTERISTICAS DE OPERACION POR CIRCUITO

No. CIRCUITO	BANDA DE FRECUENCIAS:	RANGO EN LA BANDA REQUERIDA:	No. DE FRECUENCIAS POR CIRCUITO:
3	(VHF)	150,325 – 155,325 MHz	2

3)
REGION A OPERAR

PROVINCIA(S):	CIUDAD(ES):
Loja	Malacatos

4) MODO DE OPERACION:	5) HORARIO DE OPERACION: 24 HORAS
SIMPLEX **SEM**IDUPLEX **FUL**LDUPLEX (SEM)	

6) POTENCIA DE SALIDA (Watts): 25 W	7) ANCHURA DE BANDA (kHz): 12.5	8) CLASE DE EMISIÓN: 11K0F3E

9)
NUMERO DE ESTACIONES

No. DE ESTACIONES REPETIDORAS:	No. DE ESTACIONES FIJAS:	No. DE ESTACIONES MOVILES:	No. DE ESTACIONES PORTATILES:	No. TOTAL DE ESTACIONES:
	1		2	3

10)
CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES REPETIDORAS

INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	ESTRUCTURA ASOCIADA	ANTENA (S) ASOCIADA(S)		ALTURA EFECTIVA DE ANTENA (m)	EQUIPO UTILIZADO

11)
CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES FIJAS

INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	ESTRUCTURA ASOCIADA	ANTENA(S) ASOCIADA(S)		EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	ESTRUCTURA ASOCIADA	ANTENA (S) ASOCIADA(S)		EQUIPO UTILIZADO
F7	I	S8	A8		E3						

12)
CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES MOVILES

INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO

13)
CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES PORTATILES

INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO
P40	I	E7	P41	I	E7						

Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones	**FORMULARIO PARA SERVICIOS FIJO Y MOVIL TERRESTRE** (SISTEMAS DE RADIOS DE DOS VIAS)	**RC – 5A** Elab.: DRE Versión: 01 1) Cod. Cont: 4095

2)
CARACTERISTICAS DE OPERACION POR CIRCUITO

No. CIRCUITO	BANDA DE FRECUENCIAS:	RANGO EN LA BANDA REQUERIDA:	No. DE FRECUENCIAS POR CIRCUITO: 2
4	(VHF)	150,325 – 155,325 MHz	

3)
REGION A OPERAR

PROVINCIA(S):	CIUDAD(ES):
Loja	San Pedro de Vilcabamba

4)	5)
MODO DE OPERACION: **SIM**PLEX **SEM**IDUPLEX **FUL**LDUPLEX (SEM)	HORARIO DE OPERACION: 24 HORAS

6)	7)	8)
POTENCIA DE SALIDA (Watts): 25 W	ANCHURA DE BANDA (kHz): 12.5	CLASE DE EMISIÓN: 11K0F3E

9)
NUMERO DE ESTACIONES

No. DE ESTACIONES REPETIDORAS:	No. DE ESTACIONES FIJAS:	No. DE ESTACIONES MOVILES:	No. DE ESTACIONES PORTATILES:	No. TOTAL DE ESTACIONES:
	1		2	3

10)
CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES REPETIDORAS

INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	ESTRUCTURA ASOCIADA	ANTENA (S) ASOCIADA(S)		ALTURA EFECTIVA DE ANTENA (m)	EQUIPO UTILIZADO

11)
CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES FIJAS

INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	ESTRUCTURA ASOCIADA	ANTENA(S) ASOCIADA(S)		EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	ESTRUCTURA ASOCIADA	ANTENA (S) ASOCIADA(S)		EQUIPO UTILIZADO
F8	I	S9	A9		E3						

12)
CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES MOVILES

INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO

13)
CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES PORTATILES

INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO
P42	I	E7	P43	I	E7						

Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones	**FORMULARIO PARA SERVICIOS FIJO Y MOVIL TERRESTRE** (SISTEMAS DE RADIOS DE DOS VIAS)	**RC – 5A** Elab.: DRE Versión: 01 1) Cod. Cont: 4095

2)
CARACTERISTICAS DE OPERACION POR CIRCUITO

No. CIRCUITO	BANDA DE FRECUENCIAS:	RANGO EN LA BANDA REQUERIDA:	No. DE FRECUENCIAS POR CIRCUITO:
5	(VHF)	150,325 – 155,325 MHz	2

3)
REGION A OPERAR

PROVINCIA(S):	CIUDAD(ES):
Loja	Chuquiribamba

4) MODO DE OPERACION: **SIM**PLEX **SEM**IDUPLEX **FUL**LDUPLEX (SEM)	5) HORARIO DE OPERACION: 24 HORAS

6)	7)	8)
POTENCIA DE SALIDA (Watts): 25 W	ANCHURA DE BANDA (kHz): 12.5	CLASE DE EMISIÓN: 11K0F3E

9)
NUMERO DE ESTACIONES

No. DE ESTACIONES REPETIDORAS:	No. DE ESTACIONES FIJAS:	No. DE ESTACIONES MOVILES:	No. DE ESTACIONES PORTATILES:	No. TOTAL DE ESTACIONES:
	1		2	3

10)
CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES REPETIDORAS

INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	ESTRUCTURA ASOCIADA	ANTENA (S) ASOCIADA(S)		ALTURA EFECTIVA DE ANTENA (m)	EQUIPO UTILIZADO

11)
CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES FIJAS

INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	ESTRUCTURA ASOCIADA	ANTENA(S) ASOCIADA(S)		EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	ESTRUCTURA ASOCIADA	ANTENA (S) ASOCIADA(S)		EQUIPO UTILIZADO
F9	I	S10	A10		E3						

12)
CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES MOVILES

INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO

13)
CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES PORTATILES

INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO
P43	I	E7	P44	I	E7						

Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones	**FORMULARIO PARA SERVICIOS FIJO Y MOVIL TERRESTRE** (SISTEMAS DE RADIOS DE DOS VIAS)	**RC – 5A** Elab.: DRE Versión: 01 1) Cod. Cont: 4095

2)
CARACTERISTICAS DE OPERACION POR CIRCUITO

No. CIRCUITO	BANDA DE FRECUENCIAS:	RANGO EN LA BANDA REQUERIDA:	No. DE FRECUENCIAS POR CIRCUITO:
6	(VHF)	150,325 – 155,325 MHz	2

3)
REGION A OPERAR

PROVINCIA(S):	CIUDAD(ES):
Loja	Taquil

4) MODO DE OPERACION: **SIM**PLEX **SEM**IDUPLEX **FUL**LDUPLEX (SEM)	5) HORARIO DE OPERACION: 24 HORAS

6) POTENCIA DE SALIDA (Watts): 25 W	7) ANCHURA DE BANDA (kHz): 12.5	8) CLASE DE EMISIÓN: 11K0F3E

9)
NUMERO DE ESTACIONES

No. DE ESTACIONES REPETIDORAS:	No. DE ESTACIONES FIJAS:	No. DE ESTACIONES MOVILES:	No. DE ESTACIONES PORTATILES:	No. TOTAL DE ESTACIONES:
	1		2	3

10)
CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES REPETIDORAS

INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	ESTRUCTURA ASOCIADA	ANTENA (S) ASOCIADA(S)		ALTURA EFECTIVA DE ANTENA (m)	EQUIPO UTILIZADO

11)
CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES FIJAS

INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	ESTRUCTURA ASOCIADA	ANTENA(S) ASOCIADA(S)		EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	ESTRUCTURA ASOCIADA	ANTENA (S) ASOCIADA(S)		EQUIPO UTILIZADO
F10	I	S11	A11		E3						

12)
CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES MOVILES

INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO

13)
CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES PORTATILES

INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO
P45	I	E7	P46	I	E7						

Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones	**FORMULARIO PARA SERVICIOS FIJO Y MOVIL TERRESTRE** (SISTEMAS DE RADIOS DE DOS VIAS)	**RC – 5A** Elab.: DRE Versión: 01 1) Cod. Cont: 4095

2)
CARACTERISTICAS DE OPERACION POR CIRCUITO

No. CIRCUITO	BANDA DE FRECUENCIAS:	RANGO EN LA BANDA REQUERIDA:	No. DE FRECUENCIAS POR CIRCUITO:
7	(VHF)	150,325 – 155,325 MHz	2

3)
REGION A OPERAR

PROVINCIA(S):	CIUDAD(ES):
Loja	Chantaco

4)	5)
MODO DE OPERACION: **SIM**PLEX **SEM**IDUPLEX **FUL**LDUPLEX (SEM)	HORARIO DE OPERACION: 24 HORAS

6)	7)	8)
POTENCIA DE SALIDA (Watts): 25 W	ANCHURA DE BANDA (kHz): 12.5	CLASE DE EMISIÓN: 11K0F3E

9)
NUMERO DE ESTACIONES

No. DE ESTACIONES REPETIDORAS:	No. DE ESTACIONES FIJAS:	No. DE ESTACIONES MOVILES:	No. DE ESTACIONES PORTATILES:	No. TOTAL DE ESTACIONES:
	1		2	3

10)
CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES REPETIDORAS

INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	ESTRUCTURA ASOCIADA	ANTENA (S) ASOCIADA(S)		ALTURA EFECTIVA DE ANTENA (m)	EQUIPO UTILIZADO

11)
CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES FIJAS

INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	ESTRUCTURA ASOCIADA	ANTENA(S) ASOCIADA(S)		EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	ESTRUCTURA ASOCIADA	ANTENA (S) ASOCIADA(S)		EQUIPO UTILIZADO
F11	I	S12	A12		E3						

12)
CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES MOVILES

INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO

13)
CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES PORTATILES

INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO
P47	I	E7	P48	I	E7						

Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones	**FORMULARIO PARA SERVICIOS FIJO Y MOVIL TERRESTRE** (SISTEMAS DE RADIOS DE DOS VIAS)	**RC – 5A** Elab.: DRE Versión: 01 1) Cod. Cont: 4095

2)
CARACTERISTICAS DE OPERACION POR CIRCUITO

No. CIRCUITO	BANDA DE FRECUENCIAS:	RANGO EN LA BANDA REQUERIDA:	No. DE FRECUENCIAS POR CIRCUITO:
8	(VHF)	150,325 – 155,325 MHz	2

3)
REGION A OPERAR

PROVINCIA(S):	CIUDAD(ES):
Loja	San Lucas

4) MODO DE OPERACION: **SIM**PLEX **SEM**IDUPLEX **FUL**LDUPLEX (SEM)	5) HORARIO DE OPERACION: 24 HORAS

6)	7)	8)
POTENCIA DE SALIDA (Watts): 25 W	ANCHURA DE BANDA (kHz): 12.5	CLASE DE EMISIÓN: 11K0F3E

9)
NUMERO DE ESTACIONES

No. DE ESTACIONES REPETIDORAS:	No. DE ESTACIONES FIJAS:	No. DE ESTACIONES MOVILES:	No. DE ESTACIONES PORTATILES:	No. TOTAL DE ESTACIONES:
	1		2	3

10)
CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES REPETIDORAS

INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	ESTRUCTURA ASOCIADA	ANTENA (S) ASOCIADA(S)		ALTURA EFECTIVA DE ANTENA (m)	EQUIPO UTILIZADO

11)
CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES FIJAS

INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	ESTRUCTURA ASOCIADA	ANTENA(S) ASOCIADA(S)		EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	ESTRUCTURA ASOCIADA	ANTENA (S) ASOCIADA(S)		EQUIPO UTILIZADO
F12	I	S13	A13		E3						

12)
CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES MOVILES

INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO

13)
CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES PORTATILES

INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO
P49	I	E7	P50	I	E7						

Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones	**FORMULARIO PARA SERVICIOS FIJO Y MOVIL TERRESTRE** (SISTEMAS DE RADIOS DE DOS VIAS)	**RC – 5A** Elab.: DRE Versión: 01 1) Cod. Cont: 4095

2)
CARACTERISTICAS DE OPERACION POR CIRCUITO

No. CIRCUITO	BANDA DE FRECUENCIAS:	RANGO EN LA BANDA REQUERIDA:	No. DE FRECUENCIAS POR CIRCUITO: 2
9	(VHF)	150,325 – 155,325 MHz	

3)
REGION A OPERAR

PROVINCIA(S):	CIUDAD(ES):
Loja	Gualel

4) MODO DE OPERACION: **SIM**PLEX **SEM**IDUPLEX **FUL**LDUPLEX (SEM)	5) HORARIO DE OPERACION: 24 HORAS

6) POTENCIA DE SALIDA (Watts): 25 W	7) ANCHURA DE BANDA (kHz): 12.5	8) CLASE DE EMISIÓN: 11K0F3E

9)
NUMERO DE ESTACIONES

No. DE ESTACIONES REPETIDORAS:	No. DE ESTACIONES FIJAS:	No. DE ESTACIONES MOVILES:	No. DE ESTACIONES PORTATILES:	No. TOTAL DE ESTACIONES:
	1		2	3

10)
CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES REPETIDORAS

INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	ESTRUCTURA ASOCIADA	ANTENA (S) ASOCIADA(S)		ALTURA EFECTIVA DE ANTENA (m)	EQUIPO UTILIZADO

11)
CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES FIJAS

INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	ESTRUCTURA ASOCIADA	ANTENA(S) ASOCIADA(S)		EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	ESTRUCTURA ASOCIADA	ANTENA (S) ASOCIADA(S)		EQUIPO UTILIZADO
F13	I	S14	A14		E3						

12)
CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES MOVILES

INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO

13)
CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES PORTATILES

INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO
P51	I	E7	P52	I	E7						

Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones	**FORMULARIO PARA SERVICIOS FIJO Y MOVIL TERRESTRE** (SISTEMAS DE RADIOS DE DOS VIAS)	**RC – 5A** Elab.: DRE Versión: 01 1) Cod. Cont: 4095

2)
CARACTERISTICAS DE OPERACION POR CIRCUITO

No. CIRCUITO	BANDA DE FRECUENCIAS:	RANGO EN LA BANDA REQUERIDA:	No. DE FRECUENCIAS POR CIRCUITO: 2
10	(VHF)	150,325 – 155,325 MHz	

3)
REGION A OPERAR

PROVINCIA(S):	CIUDAD(ES):
Loja	El Cisne

4)	5)
MODO DE OPERACION: **SIM**PLEX **SEM**IDUPLEX **FUL**LDUPLEX (SEM)	HORARIO DE OPERACION: 24 HORAS

6)	7)	8)
POTENCIA DE SALIDA (Watts): 25 W	ANCHURA DE BANDA (kHz): 12.5	CLASE DE EMISIÓN: 11K0F3E

9)
NUMERO DE ESTACIONES

No. DE ESTACIONES REPETIDORAS:	No. DE ESTACIONES FIJAS:	No. DE ESTACIONES MOVILES:	No. DE ESTACIONES PORTATILES:	No. TOTAL DE ESTACIONES:
	1		2	3

10)
CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES REPETIDORAS

INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	ESTRUCTURA ASOCIADA	ANTENA (S) ASOCIADA(S)		ALTURA EFECTIVA DE ANTENA (m)	EQUIPO UTILIZADO

11)
CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES FIJAS

INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	ESTRUCTURA ASOCIADA	ANTENA(S) ASOCIADA(S)		EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	ESTRUCTURA ASOCIADA	ANTENA (S) ASOCIADA(S)		EQUIPO UTILIZADO
F14	I	S15	A15		E3						

12)
CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES MOVILES

INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO

13)
CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES PORTATILES

INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO
P53	I	E7	P54	I	E7						

Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones	**FORMULARIO PARA SERVICIOS FIJO Y MOVIL TERRESTRE** (SISTEMAS DE RADIOS DE DOS VIAS)	**RC – 5A** Elab.: DRE Versión: 01 1) Cod. Cont: 4095

2)
CARACTERISTICAS DE OPERACION POR CIRCUITO

No. CIRCUITO	BANDA DE FRECUENCIAS:	RANGO EN LA BANDA REQUERIDA:	No. DE FRECUENCIAS POR CIRCUITO:
11	(VHF)	150,325 – 155,325 MHz	2

3)
REGION A OPERAR

PROVINCIA(S):	CIUDAD(ES):
Loja	Quinara

4) MODO DE OPERACION: **SIM**PLEX **SEM**IDUPLEX **FUL**LDUPLEX (SEM)	5) HORARIO DE OPERACION: 24 HORAS

6)	7)	8)
POTENCIA DE SALIDA (Watts): 25 W	ANCHURA DE BANDA (kHz): 12.5	CLASE DE EMISIÓN: 11K0F3E

9)
NUMERO DE ESTACIONES

No. DE ESTACIONES REPETIDORAS:	No. DE ESTACIONES FIJAS:	No. DE ESTACIONES MOVILES:	No. DE ESTACIONES PORTATILES:	No. TOTAL DE ESTACIONES:
	1		2	3

10)
CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES REPETIDORAS

INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	ESTRUCTURA ASOCIADA	ANTENA (S) ASOCIADA(S)		ALTURA EFECTIVA DE ANTENA (m)	EQUIPO UTILIZADO

11)
CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES FIJAS

INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	ESTRUCTURA ASOCIADA	ANTENA(S) ASOCIADA(S)		EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	ESTRUCTURA ASOCIADA	ANTENA (S) ASOCIADA(S)		EQUIPO UTILIZADO
F15	I	S16	A16		E3						

12)
CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES MOVILES

INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO

13)
CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES PORTATILES

INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO
P55	I	E7	P56	I	E7						

Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones	**FORMULARIO PARA SERVICIOS FIJO Y MOVIL TERRESTRE** (SISTEMAS DE RADIOS DE DOS VIAS)	**RC – 5A** Elab.: DRE Versión: 01 1) Cod. Cont: 4095

2)
CARACTERISTICAS DE OPERACION POR CIRCUITO

No. CIRCUITO	BANDA DE FRECUENCIAS:	RANGO EN LA BANDA REQUERIDA:	No. DE FRECUENCIAS POR CIRCUITO:
12	(VHF)	150,325 – 155,325 MHz	2

3)
REGION A OPERAR

PROVINCIA(S):	CIUDAD(ES):
Loja	Jimbilla

4)	5)
MODO DE OPERACION: **SIM**PLEX **SEM**IDUPLEX **FUL**LDUPLEX (SEM)	HORARIO DE OPERACION: 24 HORAS

6)	7)	8)
POTENCIA DE SALIDA (Watts): 25 W	ANCHURA DE BANDA (kHz): 12.5	CLASE DE EMISIÓN: 11K0F3E

9)
NUMERO DE ESTACIONES

No. DE ESTACIONES REPETIDORAS:	No. DE ESTACIONES FIJAS:	No. DE ESTACIONES MOVILES:	No. DE ESTACIONES PORTATILES:	No. TOTAL DE ESTACIONES:
	1		2	3

10)
CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES REPETIDORAS

INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	ESTRUCTURA ASOCIADA	ANTENA (S) ASOCIADA(S)		ALTURA EFECTIVA DE ANTENA (m)	EQUIPO UTILIZADO

11)
CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES FIJAS

INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	ESTRUCTURA ASOCIADA	ANTENA(S) ASOCIADA(S)		EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	ESTRUCTURA ASOCIADA	ANTENA (S) ASOCIADA(S)		EQUIPO UTILIZADO
F16	I	S17	A17		E3						

12)
CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES MOVILES

INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO

13)
CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES PORTATILES

INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO
P57	I	E7	P58	I	E7						

Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones	**FORMULARIO PARA SERVICIOS FIJO Y MOVIL TERRESTRE** (SISTEMAS DE RADIOS DE DOS VIAS)	**RC – 5A** Elab.: DRE Versión: 01 1) Cod. Cont: 4095

2)
CARACTERISTICAS DE OPERACION POR CIRCUITO

No. CIRCUITO	BANDA DE FRECUENCIAS:	RANGO EN LA BANDA REQUERIDA:	No. DE FRECUENCIAS POR CIRCUITO: 2
13	(VHF)	150,325 – 155,325 MHz	

3)
REGION A OPERAR

PROVINCIA(S):	CIUDAD(ES):
Loja	Santiago

4) MODO DE OPERACION: **SIM**PLEX **SEM**IDUPLEX **FUL**LDUPLEX (SEM)	5) HORARIO DE OPERACION: 24 HORAS

6)	7)	8)
POTENCIA DE SALIDA (Watts): 25 W	ANCHURA DE BANDA (kHz): 12.5	CLASE DE EMISIÓN: 11K0F3E

9)
NUMERO DE ESTACIONES

No. DE ESTACIONES REPETIDORAS:	No. DE ESTACIONES FIJAS:	No. DE ESTACIONES MOVILES:	No. DE ESTACIONES PORTATILES:	No. TOTAL DE ESTACIONES:
	1		2	3

10)
CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES REPETIDORAS

INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	ESTRUCTURA ASOCIADA	ANTENA (S) ASOCIADA(S)		ALTURA EFECTIVA DE ANTENA (m)	EQUIPO UTILIZADO

11)
CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES FIJAS

INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	ESTRUCTURA ASOCIADA	ANTENA(S) ASOCIADA(S)		EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	ESTRUCTURA ASOCIADA	ANTENA (S) ASOCIADA(S)		EQUIPO UTILIZADO
F17	I	S18	A18		E3						

12)
CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES MOVILES

INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO

13)
CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES PORTATILES

INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO
P59	I	E7	P60	I	E7						

Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones	**FORMULARIO PARA SERVICIOS FIJO Y MOVIL TERRESTRE** (SISTEMAS DE RADIOS DE DOS VIAS)	**RC – 5A** Elab.: DRE Versión: 01 1) Cod. Cont: 4095

2) ***CARACTERISTICAS DE OPERACION POR CIRCUITO***

No. CIRCUITO	BANDA DE FRECUENCIAS:	RANGO EN LA BANDA REQUERIDA:	No. DE FRECUENCIAS POR CIRCUITO:
14	(VHF)	150,325 – 155,325 MHz	2

3) ***REGION A OPERAR***

PROVINCIA(S):	CIUDAD(ES):
Loja	Yangana

4) MODO DE OPERACION:	5) HORARIO DE OPERACION: 24 HORAS
SIMPLEX **SEM**IDUPLEX **FUL**LDUPLEX (SEM)	

6) POTENCIA DE SALIDA (Watts): 25 W	7) ANCHURA DE BANDA (kHz): 12.5	8) CLASE DE EMISIÓN: 11K0F3E

9) ***NUMERO DE ESTACIONES***

No. DE ESTACIONES REPETIDORAS:	No. DE ESTACIONES FIJAS:	No. DE ESTACIONES MOVILES:	No. DE ESTACIONES PORTATILES:	No. TOTAL DE ESTACIONES:
	1		2	3

10) ***CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES REPETIDORAS***

INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	ESTRUCTURA ASOCIADA	ANTENA (S) ASOCIADA(S)		ALTURA EFECTIVA DE ANTENA (m)	EQUIPO UTILIZADO

11) ***CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES FIJAS***

INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	ESTRUCTURA ASOCIADA	ANTENA(S) ASOCIADA(S)		EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	ESTRUCTURA ASOCIADA	ANTENA (S) ASOCIADA(S)		EQUIPO UTILIZADO
F18	I	S19	A19		E3						

12) ***CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES MOVILES***

INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO

13) ***CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES PORTATILES***

INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO	INDICATIVO	AC. (A,M,I,E)	EQUIPO UTILIZADO
P61	I	E7	P62	I	E7						

ANEXO F.7.- FORMULARIO PARA CÁLCULOS DE PROPAGACIÓN

Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones

FORMULARIO PARA CALCULOS DE PROPAGACION

RC– 13ª
Elab.: DRE
Versión: 01

1)
Cod. Cont: 4095

2)
No. CIRCUITO/RADIOBASE: C1

3)
PERFILES TOPOGRAFICOS

ALTURA s.n.m. (m)

RADIALES / *DISTANCIA (Km)*	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
1	2575,3	2574,7	2469,8	2526,5	2629,5	2649,2	2482,5	2609,7	2740,7	2612,1	2533,7	2737,2
2	2397,2	2321,9	2333,5	2345,2	2479,9	2736	2447,7	2344,9	2551,4	2341,4	2291,7	2469,8
3	2283,5	2251,5	2252,5	2229,6	2419,2	2682,7	2642,4	2544,5	2161,7	2075,7	2344,8	2608
4	2288,8	2193,1	2167,5	2153,1	2283,1	2803,7	2389,4	2163,3	2083,7	1936,5	2138,5	2582,8
5	2301,6	2182,7	2084,6	2174,2	2389,4	2788,4	2642,3	2367,4	1815,3	1978,1	2207,7	2736,7
6	2189,1	2105,2	2123,5	2415,2	2200,1	2617,9	2368,7	1933	1981,1	1904,6	2192,6	2698,7
7	2248,8	2141,2	2171	2206,9	2408,6	2442,5	2625	2076,9	1654,5	1639	2222,6	2387,3
8	2225	2028,4	2261,9	2243,9	2613,5	2264,2	2418,6	2399,9	1591,2	1770,6	2123,2	2105,1
9	2212,7	2170,1	2390,6	2366,2	2858,6	2177,6	2256,8	2255,6	1548,9	1514,8	2014,2	2164,1
10	2114,3	2310,1	2537,8	2699,6	2769,7	2125	2361	2226,1	1515,8	1396	1846,1	2200,1
11	2134,4	2377,5	2327,7	2875,4	3236	2148	2639,1	1814,9	1609,9	1490,7	1568,5	1947,1
12	2196,2	2254,8	2614,9	3108,8	3195,8	2108,2	2470,3	1653,6	1537,9	1327,3	1498,6	1793
13	2273,2	2638,8	2853,7	3051,2	2941,1	2487	2319,3	1561,2	1557	1261	1514,9	2024,5
14	2338,3	2644,9	2651,9	3070,3	2736,3	2423,3	2355,2	1517,9	1261,1	1210,5	1312,8	2072,8
15	2471	2433,8	2394,8	2838,3	2521,2	2481,9	2463,8	1467,9	1346,9	1176,4	1370,3	1819,3
16	2688,6	2511,8	2592,8	2739,6	2340	2780,7	2075	1566,5	1453,7	1142,2	1367,4	1934,9
17	2564,8	2355,4	2710,7	2833,9	2490,2	2415,2	1862,8	1602,7	1482,9	1224,2	1371,9	2368,2
18	2236,7	2140,4	2596,2	2902,4	2698,4	2774,4	1737,6	1570,7	1459	1639,5	1364,6	2248,9
19	2460	1993,6	2498	2724,2	2875,4	2233,3	1657,5	1381,1	1661,5	1915,6	1272,3	2191,3
20	2578,5	1873,8	2139,6	2934,1	3149,4	2620	1528,7	1434,4	1878,3	2018,2	1369	2340,4

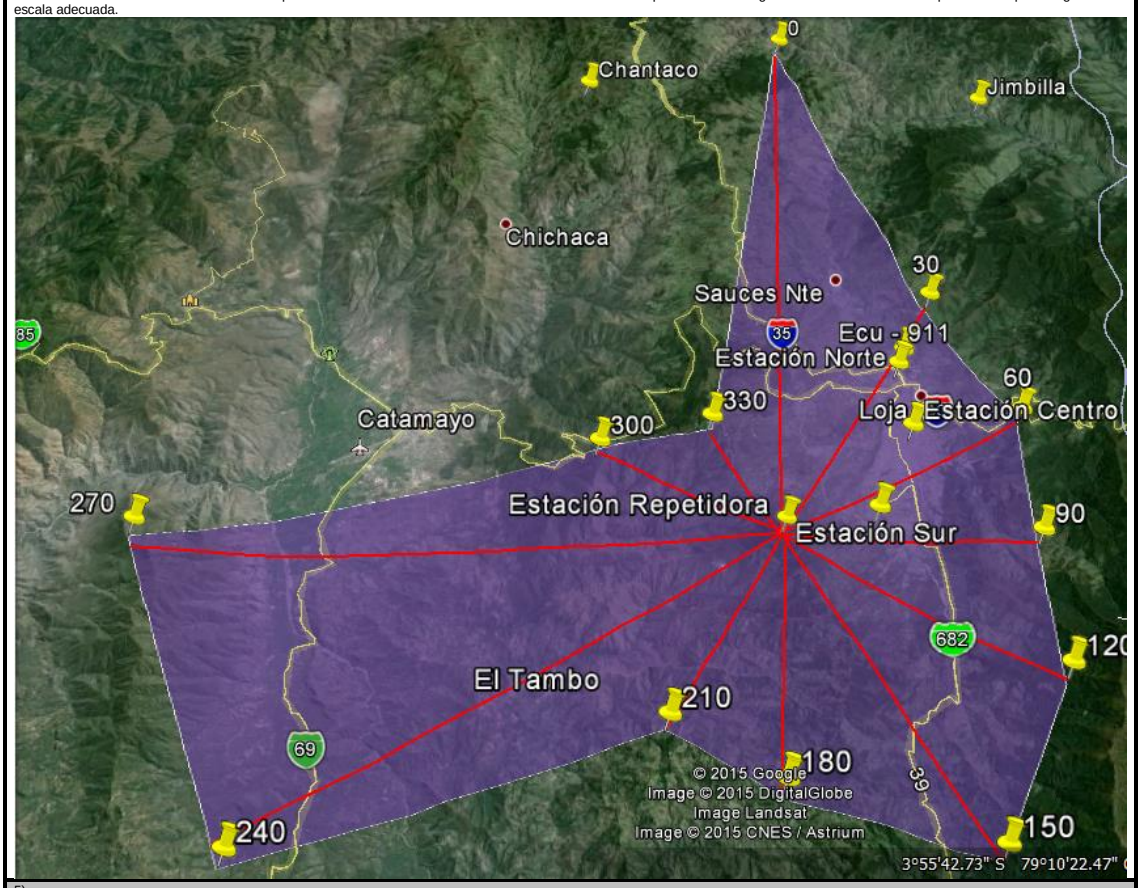
NOTA: La escala de distancia de esta tabla puede ser modificada de acuerdo al radio de cobertura. Deben presentarse los gráficos de cada perfil.

4)
AREA DE COBERTURA

NIVEL DE CAMPO ELECTRICO (dB□V/m)

RADIALES / *DISTANCIA (Km)*	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
1	90,238	89,861	88,838	85,370	82,851	88,063	87,581	92,429	94,451	94,830	93,273	90,347
2	76,143	75,713	74,543	70,581	67,702	73,658	73,107	78,647	80,957	81,390	79,611	76,268
3	67,898	67,436	66,182	61,929	58,841	65,231	64,641	70,584	73,063	73,528	71,619	68,032
4	62,048	61,564	60,249	55,791	52,553	59,253	58,633	64,864	67,463	67,950	65,949	62,189
5	57,511	57,009	55,647	51,030	47,677	54,615	53,974	60,427	63,119	63,624	61,551	57,656
6	53,803	53,288	51,887	47,140	43,692	50,826	50,167	56,802	59,570	60,088	57,957	53,953
7	50,669	50,141	48,708	43,851	40,323	47,623	46,948	53,737	56,569	57,100	54,919	50,822
8	47,953	47,415	45,954	41,002	37,405	44,848	44,159	51,082	53,969	54,510	52,287	48,110
9	45,558	45,011	43,525	38,489	34,831	42,400	41,700	48,740	51,676	52,227	49,966	45,717
10	43,416	42,861	41,352	36,241	32,528	40,210	39,500	46,645	49,625	50,184	47,889	43,577
11	41,478	40,915	39,387	34,207	30,445	38,229	37,510	44,750	47,770	48,336	46,010	41,641
12	39,708	39,139	37,592	32,350	28,543	36,421	35,693	43,020	46,076	46,649	44,295	39,874
13	38,081	37,505	35,942	30,643	26,794	34,758	34,021	41,428	44,517	45,097	42,718	38,248
14	36,574	35,992	34,413	29,061	25,174	33,217	32,474	39,955	43,075	43,660	41,257	36,743
15	35,171	34,584	32,991	27,589	23,666	31,784	31,033	38,583	41,732	42,322	39,897	35,341
16	33,858	33,267	31,660	26,212	22,256	30,442	29,685	37,300	40,475	41,071	38,625	34,030
17	32,626	32,029	30,409	24,919	20,931	29,182	28,420	36,094	39,295	39,895	37,430	32,799
18	31,463	30,863	29,231	23,699	19,682	27,995	27,226	34,958	38,182	38,787	36,304	31,638
19	30,364	29,759	28,116	22,546	18,500	26,871	26,097	33,883	37,130	37,739	35,238	30,540
20	29,321	28,712	27,058	21,451	17,379	25,805	25,026	32,863	36,131	36,744	34,227	29,498

NOTA: La escala de distancia de esta tabla puede ser modificada de acuerdo al radio de cobertura. Debe presentarse el diagrama de cobertura en una copia de un mapa cartográfico de escala adecuada.

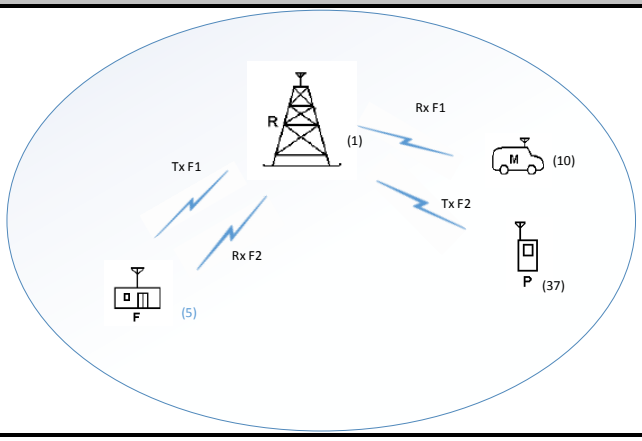


5)
RADIO DE COBERTURA

DISTANCIA (Km)

RADIALES / CAMPO ELECTRICO	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
E = 38.5 dBμV / m	12.3	12.8	11.5	8.95	7.8	10.9	10.65	15.03	17.89	17.79	15.9	12.9

6)
ESQUEMA DEL CIRCUITO



Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones	**FORMULARIO PARA CALCULOS DE PROPAGACION**	**RC– 13A** Elab.: DRE Versión: 01 1) Cod. Cont: 4095

2) No. CIRCUITO/RADIOBASE:	C2

3)
PERFILES TOPOGRAFICOS

ALTURA s.n.m. (m)

RADIALES / ***DISTANCIA (Km)***	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
1	1525,6	1569,6	1598,3	1584,1	1570,4	1637,3	1629,5	1641,9	1728,2	1777	1640,8	1549,1
2	1571,2	1658,3	1764,2	1777,6	1600,7	1821,8	1698,9	1716,7	1888,1	1840,2	1557,4	1585,8
3	1702,8	1839,4	1852,3	1979,1	1646,2	1866,4	1889,4	1862,3	1977,2	1743,2	1494,9	1840,3
4	1804,2	1612,2	2199,4	2214,3	1693	2176,8	2030,5	1768,5	1763	1652,9	1554,7	1665,7
5	1699,4	2051	2132,2	1949,3	1914	2029,2	1864,9	1668,5	1666	1726,3	1612,7	1543,1
6	1611,8	2447,2	2133,8	2308,1	2131,9	1867,7	1865,7	1607,7	1671	1966,8	1548,4	1484,8
7	1690,7	2694,5	2141	2494,9	2437,2	1763,9	1671,3	1819,9	1664,1	1677,8	1515,2	1555
8	1889	2679,5	2126,5	2572	2253,7	2005,1	1616,4	1571,6	1839,1	1488,9	1687,9	1658,3
9	1895,5	2216,4	2273	2819,1	2361,1	2155,9	1618,4	1696,4	1752,9	1805,4	1892,5	1752,7
10	1965,9	2403,9	2537,8	2978,1	2584,1	2212,7	1623	1862,8	1835,5	1682,1	1686,2	1772,7
11	1902,6	2145,7	2717,7	3473,4	2848,9	2366,5	1675,8	2130,9	2031,1	2133,1	1597,2	1814
12	2347,1	2473,5	2857,6	3450,2	3008,7	2108,2	1748,4	2515,4	2435,4	1898,1	1422	1841,1
13	2272,6	2675,7	3194,4	3499,8	3146,4	2062,6	1796,1	2785,5	2219,1	2160,2	1381	1756,9
14	2396,3	3263	3382,9	3127,7	3382,8	2143,6	2320,9	2800,3	2671,8	2258,9	1524,8	1786,9
15	2723,5	3159,1	3549	3411,1	3367,6	2383,1	2222,9	2858,9	2487,9	2682,2	1672,4	1722,4
16	2721,4	3022,5	3245,7	3056	3359,1	2568,2	2097,7	2909,8	2685,5	2331	1790,8	1596,9
17	2772,7	2950,7	3407,1	3029,5	3260,8	2376,2	2329,2	2667	2330,6	2215,5	2185,1	1591,8
18	2814,2	2647,1	3084,9	3079,4	3136,7	2233,6	2686,1	2816,9	2005,7	2305,6	2213,6	1534,8
19	2610,7	2473,8	2735,7	3002,1	2935,8	2404,9	2770,8	2929,7	1761	2603,7	1931,3	1636
20	2774,3	2505,4	2312,2	2805,9	2770,7	2646,8	2446,2	3225,7	1551,3	2545,6	2028,2	1656,8

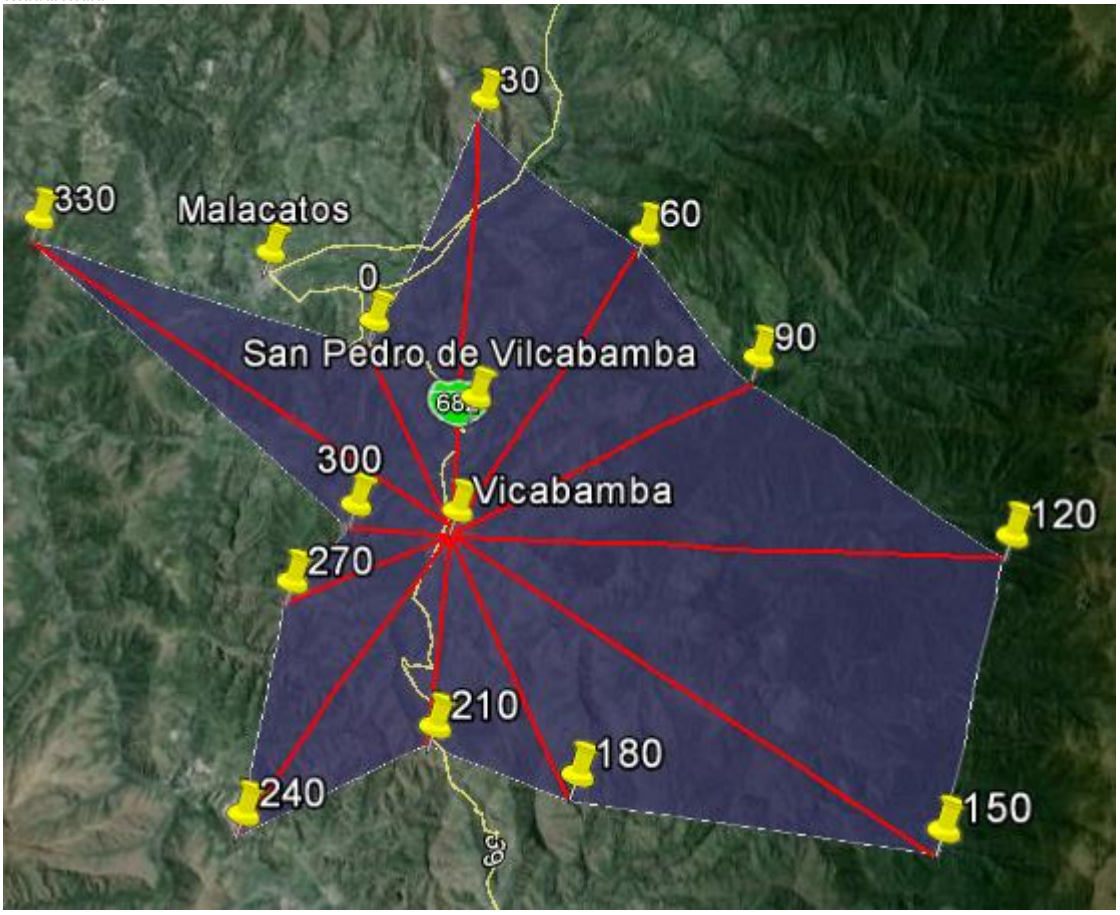
NOTA: La escala de distancia de esta tabla puede ser modificada de acuerdo al radio de cobertura. Deben presentarse los gráficos de cada perfil.

4)
AREA DE COBERTURA

NIVEL DE CAMPO ELECTRICO (dB□V/m)

RADIALES / ***DISTANCIA (Km)***	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
1	83,895	83,895	83,895	83,895	83,895	83,895	83,895	83,895	83,895	83,895	83,895	83,895
2	68,896	68,896	68,896	68,896	68,896	68,896	68,896	68,896	68,896	68,896	68,896	68,896
3	60,121	60,121	60,121	60,121	60,121	60,121	60,121	60,121	60,121	60,121	60,121	60,121
4	53,896	53,896	53,896	53,896	53,896	53,896	53,896	53,896	53,896	53,896	53,896	53,896
5	49,067	49,067	49,067	49,067	49,067	49,067	49,067	49,067	49,067	49,067	49,067	49,067
6	45,121	45,121	45,121	45,121	45,121	45,121	45,121	45,121	45,121	45,121	45,121	45,121
7	41,786	41,786	41,786	41,786	41,786	41,786	41,786	41,786	41,786	41,786	41,786	41,786
8	38,896	38,896	38,896	38,896	38,896	38,896	38,896	38,896	38,896	38,896	38,896	38,896
9	36,347	36,347	36,347	36,347	36,347	36,347	36,347	36,347	36,347	36,347	36,347	36,347
10	34,067	34,067	34,067	34,067	34,067	34,067	34,067	34,067	34,067	34,067	34,067	34,067
11	32,005	32,005	32,005	32,005	32,005	32,005	32,005	32,005	32,005	32,005	32,005	32,005
12	30,122	30,122	30,122	30,122	30,122	30,122	30,122	30,122	30,122	30,122	30,122	30,122
13	28,390	28,390	28,390	28,390	28,390	28,390	28,390	28,390	28,390	28,390	28,390	28,390
14	26,786	26,786	26,786	26,786	26,786	26,786	26,786	26,786	26,786	26,786	26,786	26,786
15	25,293	25,293	25,293	25,293	25,293	25,293	25,293	25,293	25,293	25,293	25,293	25,293
16	23,896	23,896	23,896	23,896	23,896	23,896	23,896	23,896	23,896	23,896	23,896	23,896
17	22,584	22,584	22,584	22,584	22,584	22,584	22,584	22,584	22,584	22,584	22,584	22,584
18	21,347	21,347	21,347	21,347	21,347	21,347	21,347	21,347	21,347	21,347	21,347	21,347
19	20,177	20,177	20,177	20,177	20,177	20,177	20,177	20,177	20,177	20,177	20,177	20,177
20	19,067	19,067	19,067	19,067	19,067	19,067	19,067	19,067	19,067	19,067	19,067	19,067

NOTA: La escala de distancia de esta tabla puede ser modificada de acuerdo al radio de cobertura. Debe presentarse el diagrama de cobertura en una copia de un mapa cartográfico de escala adecuada.

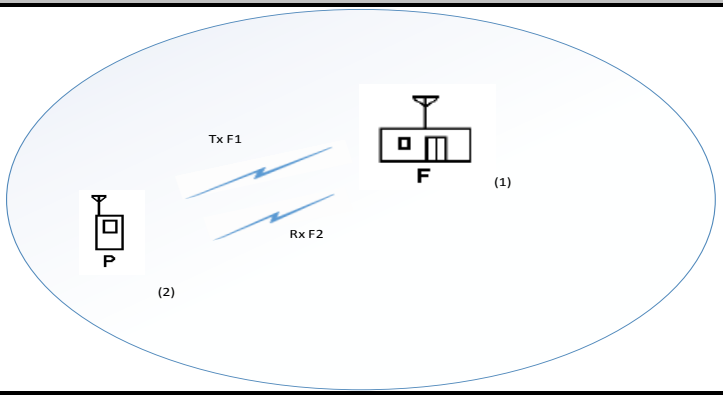


5)
RADIO DE COBERTURA

DISTANCIA (Km)

RADIALES / CAMPO ELECTRICO	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
E = 38.5 dBμV / m	8.15	8.15	8.15	8.15	8.15	8.15	8.15	8.15	8.15	8.15	8.15	8.15

6)
ESQUEMA DEL CIRCUITO



Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones	**FORMULARIO PARA CALCULOS DE PROPAGACION**	**RC– 13A** Elab.: DRE Versión: 01
		1) Cod. Cont: 4095

2) No. CIRCUITO/RADIOBASE:	C3

3)
PERFILES TOPOGRAFICOS

ALTURA s.n.m. (m)

RADIALES / ***DISTANCIA (Km)***	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
1	1552	1513,7	1490,9	1488,3	1530,7	1565,7	1506,6	1455,5	1454,9	1530,1	1538,6	1541,5
2	1640,2	1592,1	1560,7	1537,7	1603	1705,9	1715,6	1529,3	1439,6	1480,8	1532,2	1577,4
3	1729,5	1715,3	1614,7	1579,6	1745,2	1550,9	1467,4	1728,4	1614,3	1694,7	1547	1636,8
4	1846,4	1813	1620,6	1682,1	1671	1498,6	1560,4	1508	1527,1	1893,8	1693	1671,9
5	2142,7	2022	1664,5	2049,3	1560,5	1707,6	1636,3	1736,9	1397	1516,4	1620,3	1697,4
6	2282,4	2192,3	1614	1979,1	1673,6	1772,9	1796,7	1539,8	1698,1	1564,1	1603,6	1608,3
7	2419,9	2031	1883,9	2251,9	1884,5	1662,3	1715,3	1476,1	1896,1	1814,1	1596,9	1682
8	2571,7	2237	2213,6	2295,7	1976,6	1707,5	1588	1613,4	2065	1579,2	1486	1708
9	2145,9	2204,7	2261	2356,7	2267,3	1821	1613,4	1750,4	1989,6	1779,1	1394,2	1541,3
10	2366,6	2079,7	1993,9	2126,6	2038,8	2015,5	1547,4	1886,1	2235,4	2277,3	1657,2	1483,4
11	2226,7	2259,5	2375,3	2340,9	2200,9	1902,3	1581,3	2179,8	2245,9	2436,1	1699,6	1598,8
12	2075,3	2174,1	2431	2472,8	2515,7	1764	1583,4	2178,3	2586,9	2488,8	1874,2	1390,4
13	2296,1	2010,3	2938,2	2393	2480,7	1672	2030,1	2432,1	2298,6	2544,9	1527,8	1432,2
14	2440,7	2168	3171,3	2631,4	2383,2	1913,2	2212,4	2449	1954,4	2609,8	1823,8	1651,7
15	2231,9	2558,9	2989,4	3011,8	2691,5	1958,5	2412,9	2559,9	1771,3	2569,9	1909,7	1512,4
16	2316,2	2621,4	3017,2	3202,4	3035,8	1856,7	2152,2	2659,2	1911,8	2700	1996,2	1290,1
17	2317,4	2502,6	2924,7	3512,6	3174,9	1911,7	2274	2475	1842,9	2373,8	2056,9	1497,1
18	2422,2	2459,5	3149,5	3356,8	3367,8	1831,6	2512,6	2240,3	1855,3	2189,5	2144,6	1408
19	2153,6	2862,4	2796,6	3132	3507	1918,4	2454,3	2474,3	1722,7	2059,3	1890,9	1405
20	2624,3	2542	2904,5	3366,5	3295,6	2062,9	1982,5	2007,6	1700	1960	1763,9	1509,9

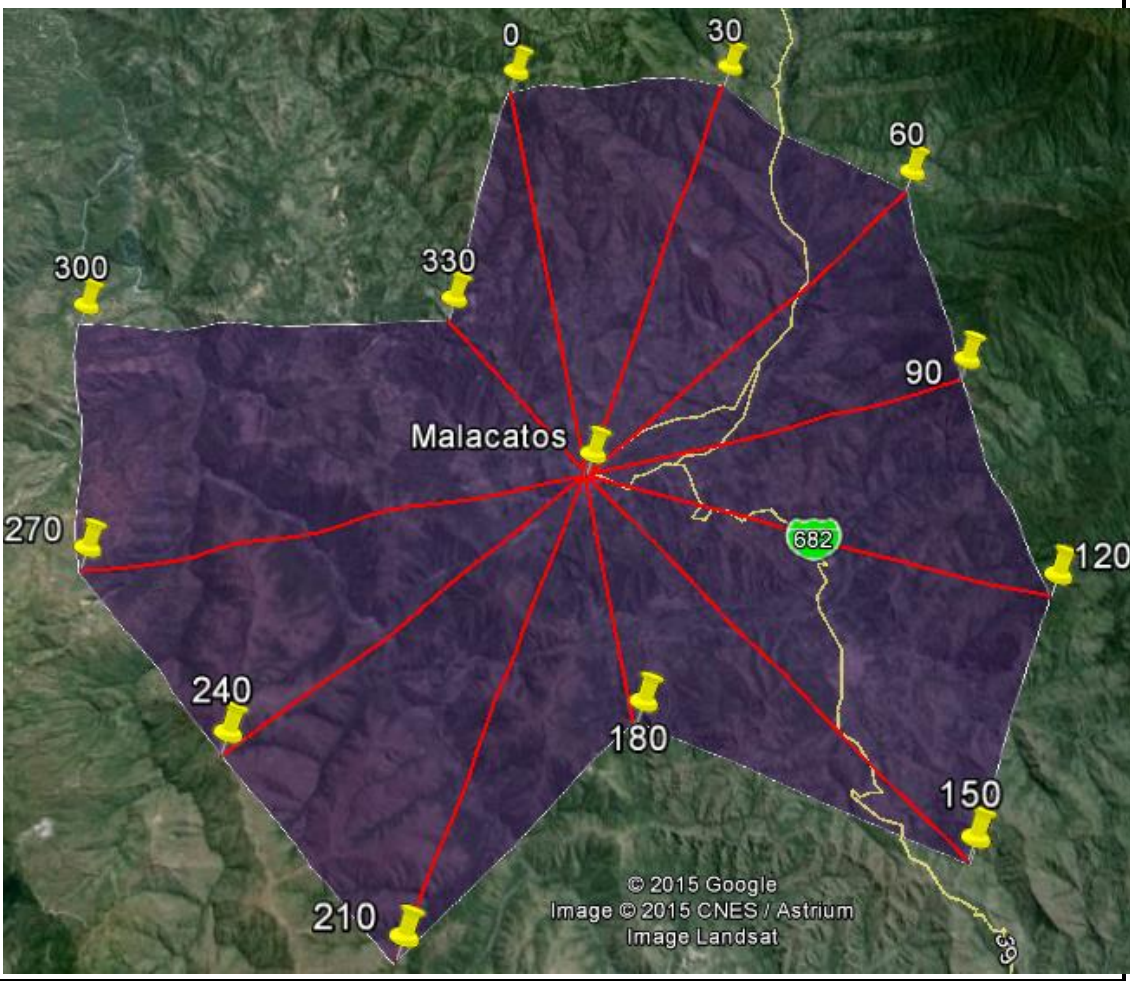
NOTA: La escala de distancia de esta tabla puede ser modificada de acuerdo al radio de cobertura. Deben presentarse los gráficos de cada perfil

4)
AREA DE COBERTURA

NIVEL DE CAMPO ELECTRICO (dB□V/m)

RADIALES / ***DISTANCIA (Km)***	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
1	83,895	83,895	83,895	83,895	83,895	83,895	83,895	83,895	83,895	83,895	83,895	83,895
2	68,896	68,896	68,896	68,896	68,896	68,896	68,896	68,896	68,896	68,896	68,896	68,896
3	60,121	60,121	60,121	60,121	60,121	60,121	60,121	60,121	60,121	60,121	60,121	60,121
4	53,896	53,896	53,896	53,896	53,896	53,896	53,896	53,896	53,896	53,896	53,896	53,896
5	49,067	49,067	49,067	49,067	49,067	49,067	49,067	49,067	49,067	49,067	49,067	49,067
6	45,121	45,121	45,121	45,121	45,121	45,121	45,121	45,121	45,121	45,121	45,121	45,121
7	41,786	41,786	41,786	41,786	41,786	41,786	41,786	41,786	41,786	41,786	41,786	41,786
8	38,896	38,896	38,896	38,896	38,896	38,896	38,896	38,896	38,896	38,896	38,896	38,896
9	36,347	36,347	36,347	36,347	36,347	36,347	36,347	36,347	36,347	36,347	36,347	36,347
10	34,067	34,067	34,067	34,067	34,067	34,067	34,067	34,067	34,067	34,067	34,067	34,067
11	32,005	32,005	32,005	32,005	32,005	32,005	32,005	32,005	32,005	32,005	32,005	32,005
12	30,122	30,122	30,122	30,122	30,122	30,122	30,122	30,122	30,122	30,122	30,122	30,122
13	28,390	28,390	28,390	28,390	28,390	28,390	28,390	28,390	28,390	28,390	28,390	28,390
14	26,786	26,786	26,786	26,786	26,786	26,786	26,786	26,786	26,786	26,786	26,786	26,786
15	25,293	25,293	25,293	25,293	25,293	25,293	25,293	25,293	25,293	25,293	25,293	25,293
16	23,896	23,896	23,896	23,896	23,896	23,896	23,896	23,896	23,896	23,896	23,896	23,896
17	22,584	22,584	22,584	22,584	22,584	22,584	22,584	22,584	22,584	22,584	22,584	22,584
18	21,347	21,347	21,347	21,347	21,347	21,347	21,347	21,347	21,347	21,347	21,347	21,347
19	20,177	20,177	20,177	20,177	20,177	20,177	20,177	20,177	20,177	20,177	20,177	20,177
20	19,067	19,067	19,067	19,067	19,067	19,067	19,067	19,067	19,067	19,067	19,067	19,067

NOTA: La escala de distancia de esta tabla puede ser modificada de acuerdo al radio de cobertura. Debe presentarse el diagrama de cobertura en una copia de un mapa cartográfico de escala adecuada.

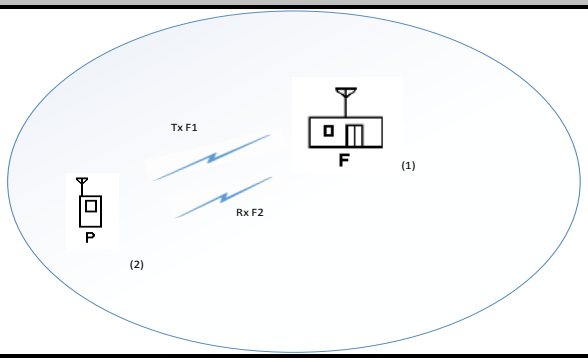


5)
RADIO DE COBERTURA

DISTANCIA (Km)

RADIALES / ***CAMPO ELECTRICO***	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
E = 38.5 dBμV / m	8.15	8.15	8.15	8.15	8.15	8.15	8.15	8.15	8.15	8.15	8.15	8.15

6)
ESQUEMA DEL CIRCUITO



Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones

FORMULARIO PARA CALCULOS DE PROPAGACION

RC– 13A
Elab.: DRE
Versión: 01

1)
Cod. Cont: 4095

2)
No. CIRCUITO/RADIOBASE: C4

3)
PERFILES TOPOGRAFICOS

ALTURA s.n.m. (m)

RADIALES / ***DISTANCIA (Km)***	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
1	1721,5	1651,2	1612,3	1771,6	1771,6	1682,8	1532,9	1517,2	1555,7	1720,1	1708,9	1748,4
2	1838	1737,2	1644,8	1925,7	1826,5	1657,8	1559,4	1661,3	1525,8	1665,9	1803,6	1729,5
3	1735	1862,1	1832,3	2111,2	1948,2	1589,6	1636,3	1858,5	1627,3	1585,7	1613,8	1550,7
4	1606,3	2062,7	2277,3	2297,7	2189,4	1610,7	1682,1	1870,9	1610,7	1599,8	1533,1	1549,9
5	1678,7	2151,8	2123,3	2461,7	2050,9	1800,8	1808,1	1840,2	1665,5	1503,1	1489,1	1652,4
6	1935,1	2336,8	2325,7	2603	2151,5	2017,1	2017,8	1755,9	1865,3	1795,2	1508,1	1678
7	1835,4	1988,4	2587,6	2811	2400,3	2211,6	1890,3	1571,5	1619,1	1546,7	1523,5	1787,2
8	2056	2233	2851,8	2947,6	2471,3	2027,7	1923,2	1530	1449,8	1617,5	1560,1	1955
9	1944	2030,8	3088,1	3022,4	2342,8	1873,5	1763,9	1526,8	1569,9	1517,4	1725	2085,9
10	2318,7	2234	3079,8	3167,6	2703,6	2080,2	1607,9	1632,5	1667,7	1709,6	1611,1	2104,3
11	2176,3	2741,2	3116,3	3316,3	2945,7	2362,6	1659,8	2034	2004,6	2147,1	1598,8	2175,5
12	2462,9	2742,4	3127,6	3425,5	3094,1	2458,9	1623,1	2320	2392,9	2025,4	1513,8	2001,4
13	2746,3	3007,3	3201,7	3507,9	3404,5	2363,3	1744,6	2341,8	2231	1812,4	1392,3	1986,4
14	2729,4	3252,2	3283	3301,2	3514,7	2227,6	1749,4	2416,2	2152,5	1989,6	1460	1965
15	2667,8	3048,3	3382,2	3281	3359,9	2179,5	1720,9	2874,1	2435,9	2450,2	1664,6	1703,6
16	2729,8	2943,9	3175,7	3462,7	3084,3	2073	2248,9	2995	2401,5	2648,8	1727,4	1787,7
17	2609,4	2741,4	3382,9	3469,9	2694,8	2222,2	2148	2945,2	2177,8	2588,4	1890	1780,8
18	2770,8	2688,6	3177,7	3473,8	2662,6	2485,3	2067,8	2984,6	1994,8	2697,5	1549,2	1715,4
19	2783	2823,7	2774,9	3386,9	2603,1	2428,9	2288,8	2995,1	2044,7	2869,1	1837	1582
20	2752,3	2802,8	2480,7	3208	2528,5	2655,5	2673	3120,1	1806,3	2900,1	1947,1	1441

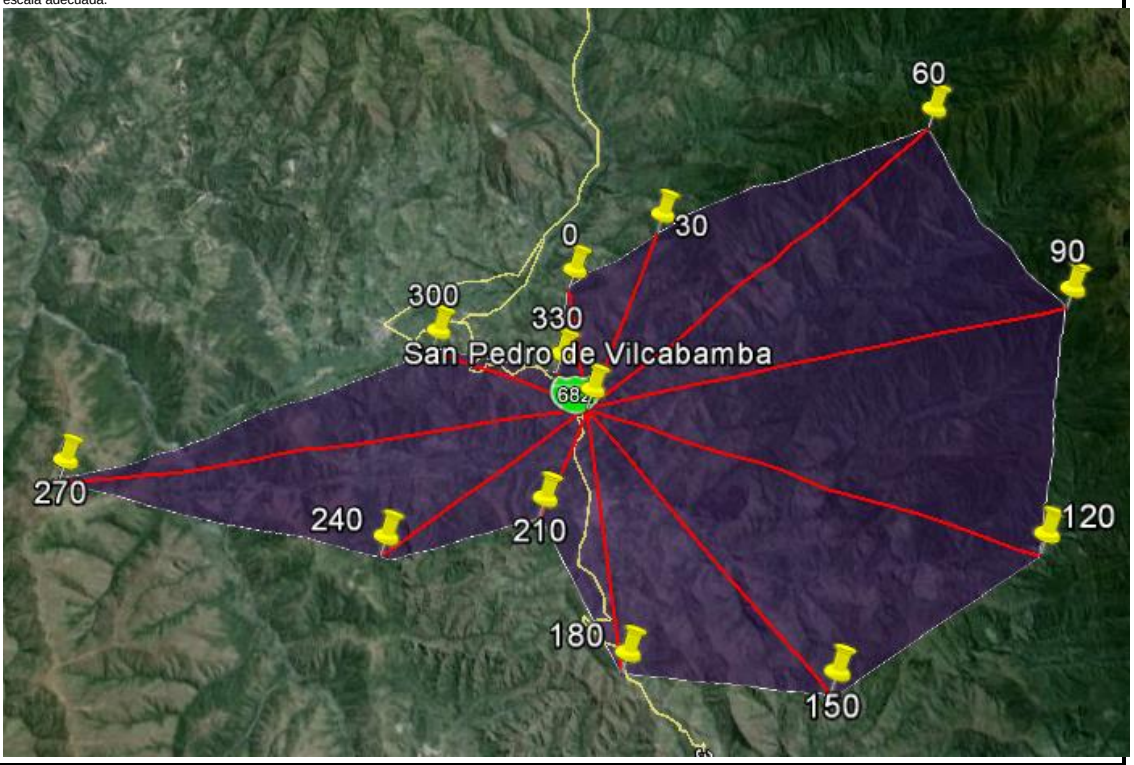
NOTA: La escala de distancia de esta tabla puede ser modificada de acuerdo al radio de cobertura. Deben presentarse los gráficos de cada perfil.

4)
AREA DE COBERTURA

NIVEL DE CAMPO ELECTRICO (dB□V/m)

RADIALES / ***DISTANCIA (Km)***	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
1	83,895	83,895	83,895	83,895	83,895	83,895	83,895	83,895	83,895	83,895	83,895	83,895
2	68,896	68,896	68,896	68,896	68,896	68,896	68,896	68,896	68,896	68,896	68,896	68,896
3	60,121	60,121	60,121	60,121	60,121	60,121	60,121	60,121	60,121	60,121	60,121	60,121
4	53,896	53,896	53,896	53,896	53,896	53,896	53,896	53,896	53,896	53,896	53,896	53,896
5	49,067	49,067	49,067	49,067	49,067	49,067	49,067	49,067	49,067	49,067	49,067	49,067
6	45,121	45,121	45,121	45,121	45,121	45,121	45,121	45,121	45,121	45,121	45,121	45,121
7	41,786	41,786	41,786	41,786	41,786	41,786	41,786	41,786	41,786	41,786	41,786	41,786
8	38,896	38,896	38,896	38,896	38,896	38,896	38,896	38,896	38,896	38,896	38,896	38,896
9	36,347	36,347	36,347	36,347	36,347	36,347	36,347	36,347	36,347	36,347	36,347	36,347
10	34,067	34,067	34,067	34,067	34,067	34,067	34,067	34,067	34,067	34,067	34,067	34,067
11	32,005	32,005	32,005	32,005	32,005	32,005	32,005	32,005	32,005	32,005	32,005	32,005
12	30,122	30,122	30,122	30,122	30,122	30,122	30,122	30,122	30,122	30,122	30,122	30,122
13	28,390	28,390	28,390	28,390	28,390	28,390	28,390	28,390	28,390	28,390	28,390	28,390
14	26,786	26,786	26,786	26,786	26,786	26,786	26,786	26,786	26,786	26,786	26,786	26,786
15	25,293	25,293	25,293	25,293	25,293	25,293	25,293	25,293	25,293	25,293	25,293	25,293
16	23,896	23,896	23,896	23,896	23,896	23,896	23,896	23,896	23,896	23,896	23,896	23,896
17	22,584	22,584	22,584	22,584	22,584	22,584	22,584	22,584	22,584	22,584	22,584	22,584
18	21,347	21,347	21,347	21,347	21,347	21,347	21,347	21,347	21,347	21,347	21,347	21,347
19	20,177	20,177	20,177	20,177	20,177	20,177	20,177	20,177	20,177	20,177	20,177	20,177
20	19,067	19,067	19,067	19,067	19,067	19,067	19,067	19,067	19,067	19,067	19,067	19,067

NOTA: La escala de distancia de esta tabla puede ser modificada de acuerdo al radio de cobertura. Debe presentarse el diagrama de cobertura en una copia de un mapa cartográfico de escala adecuada.

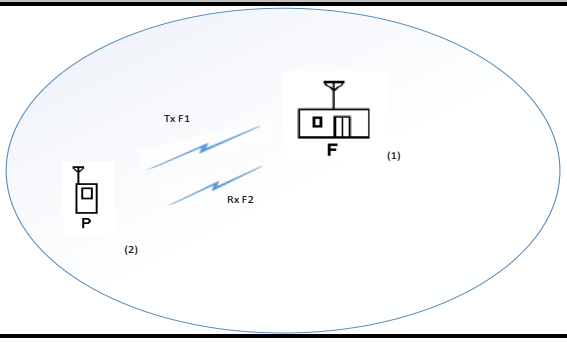


5)
RADIO DE COBERTURA

DISTANCIA (Km)

RADIALES / ***CAMPO ELECTRICO***	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
E = 38.5 dBµV / m	8.15	8.15	8.15	8.15	8.15	8.15	8.15	8.15	8.15	8.15	8.15	8.15

6)
ESQUEMA DEL CIRCUITO



Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones	**FORMULARIO PARA CALCULOS DE PROPAGACION**	**RC– 13A** Elab.: DRE Versión: 01 1) Cod. Cont: 4095

2)
No. CIRCUITO/RADIOBASE: C5

3)
PERFILES TOPOGRAFICOS

ALTURA s.n.m. (m)

RADIALES / *DISTANCIA (Km)*	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
1	2750,9	2784,1	2797,3	2705,2	2627,5	2572,3	2620	2804	2902,5	2856	2772,2	2761
2	2866,3	3010,9	2916	2724,4	2604,4	2427,4	2687,2	2846,7	2790,9	3062,9	3014	2827
3	2746,5	2939,5	3189,4	3026,5	2869,4	2342	2717,1	2789,1	2434,4	2886,5	3062,1	2685,1
4	2679,6	2949	3124,8	3009,7	2750,8	2418,1	2604,4	2647,7	2221,7	2658	2591,5	2500,5
5	2813,2	3113,2	2925,5	2903	2794,4	2513,9	2631,9	2193,9	1952,7	2301,8	2021,2	2265,9
6	2895,6	2881,7	2839,8	2740,9	2717,2	2606,5	2506,8	2525,2	2145,5	1836,3	2237,4	2283,2
7	3179,1	2757,3	2552	2479,7	2406,2	2219,1	2623,7	2260,3	1617,4	1811,8	2460,4	2499,5
8	3197	2679,2	2623	2399,7	2538,4	1918,2	2410,9	2227,7	1915,1	2032,2	2272,4	2645,7
9	3173	2769,7	2325	2603,3	2425,7	2169,5	2335,1	1966,9	1784	2297,1	2611,4	2804,7
10	3085	2783,8	2392,3	2703,2	2639,6	2228,4	2282	1939,3	1902,7	2572,4	2394,7	2889,9
11	3022,9	3177,1	2462,2	2389,7	2558,1	1854	2200,4	1501,1	1992,2	2284	1914,2	2968,8
12	3213,2	2815,3	2148,8	2436,5	2443,1	2214	1874,9	1301,2	2381,7	1979,3	2102,3	3138,2
13	3260,2	2901,8	2417,4	2431,9	2397,1	2114,4	1605,5	1353,2	2530,9	1849,8	2099,4	3307,9
14	3245,5	2966,2	2600,5	2109,8	2174,3	2390,8	1486	1567,7	2165,8	1768,7	1875,7	3331,8
15	3345,1	2700,8	2578,4	1975,1	2047,9	2496	1428	1585,8	2227,1	1646,8	1566,5	3350,2
16	3552,3	2630,7	2661,9	2317,9	2372,6	2518,4	1411,3	1619	2181,3	1383,5	1905,2	3253,8
17	3476,7	2633,2	2971	2366	2494,5	2747,4	1372,3	1617,3	1932,8	1454	1616,2	2832,7
18	3343,9	2798	3124,4	2267,2	2371,3	2578,4	1403,8	1558,7	1799,2	1383,9	1479,4	2743,1
19	3213,5	3012	3174,1	2271,4	2278,5	2519,4	1418,4	1697,4	1842,5	1691,6	1832,3	2375,4
20	3310,5	3084,7	3204,4	2238,2	2471,1	2381,5	1320,7	1324,6	1920,6	1405	1683,5	2153,7

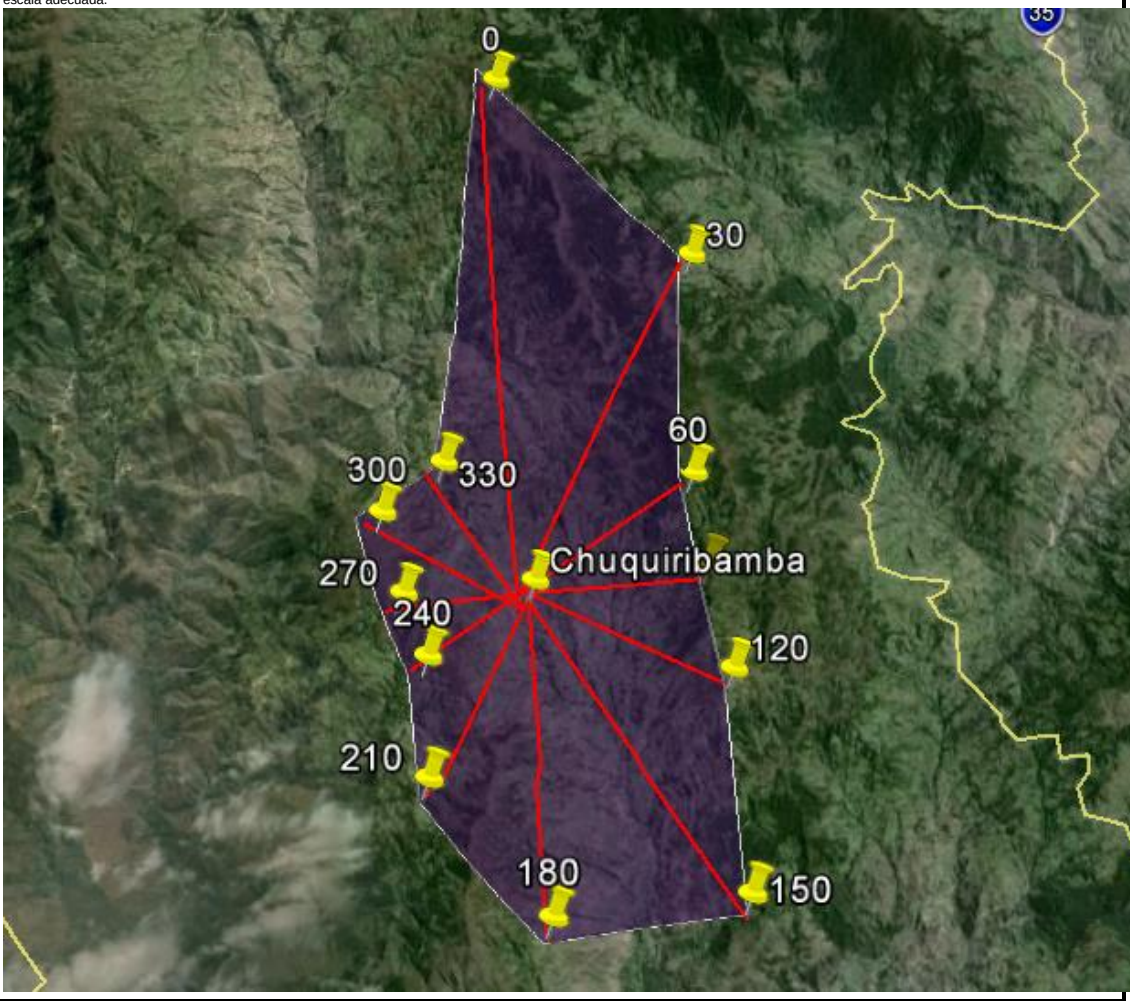
NOTA: La escala de distancia de esta tabla puede ser modificada de acuerdo al radio de cobertura. Deben presentarse los gráficos de cada perfil.

4)
AREA DE COBERTURA

NIVEL DE CAMPO ELECTRICO (dB□V/m)

RADIALES / *DISTANCIA (Km)*	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
1	83,895	83,895	78,003	82,151	83,393	88,934	89,345	91,541	90,552	90,033	88,858	83,895
2	68,896	68,896	62,162	66,902	68,321	74,653	75,123	77,632	76,502	75,908	74,566	68,896
3	60,121	60,121	52,896	57,983	59,505	66,299	66,804	69,496	68,283	67,646	66,206	60,121
4	53,896	53,896	46,322	51,654	53,250	60,372	60,901	63,723	62,452	61,784	60,275	53,896
5	49,067	49,067	41,222	46,745	48,398	55,775	56,322	59,245	57,929	57,237	55,674	49,067
6	45,121	45,121	37,056	42,734	44,433	52,018	52,581	55,587	54,233	53,522	51,915	45,121
7	41,786	41,786	33,533	39,343	41,082	48,842	49,419	52,494	51,109	50,381	48,736	41,786
8	38,896	38,896	30,481	36,405	38,178	46,091	46,679	49,814	48,402	47,660	45,983	38,896
9	36,347	36,347	27,790	33,814	35,617	43,664	44,262	47,451	46,014	45,260	43,554	36,347
10	34,067	34,067	25,382	31,496	33,326	41,494	42,100	45,336	43,879	43,113	41,382	34,067
11	32,005	32,005	23,204	29,399	31,254	39,530	40,145	43,424	41,947	41,171	39,417	32,005
12	30,122	30,122	21,215	27,485	29,362	37,737	38,359	41,678	40,183	39,398	37,623	30,122
13	28,390	28,390	19,386	25,724	27,621	36,088	36,717	40,072	38,561	37,767	35,972	28,390
14	26,786	26,786	17,692	24,094	26,010	34,561	35,196	38,585	37,058	36,257	34,444	26,786
15	25,293	25,293	16,116	22,576	24,510	33,140	33,781	37,200	35,660	34,851	33,022	25,293
16	23,896	23,896	14,641	21,156	23,107	31,810	32,456	35,905	34,352	33,536	31,691	23,896
17	22,584	22,584	13,255	19,823	21,788	30,561	31,213	34,689	33,123	32,300	30,441	22,584
18	21,347	21,347	11,949	18,565	20,546	29,383	30,040	33,542	31,964	31,136	29,263	21,347
19	20,177	20,177	10,714	17,376	19,370	28,269	28,930	32,457	30,868	30,034	28,148	20,177
20	19,067	19,067	9,541	16,247	18,255	27,213	27,878	31,428	29,829	28,989	27,090	19,067

NOTA: La escala de distancia de esta tabla puede ser modificada de acuerdo al radio de cobertura. Debe presentarse el diagrama de cobertura en una copia de un mapa cartográfico de escala adecuada.

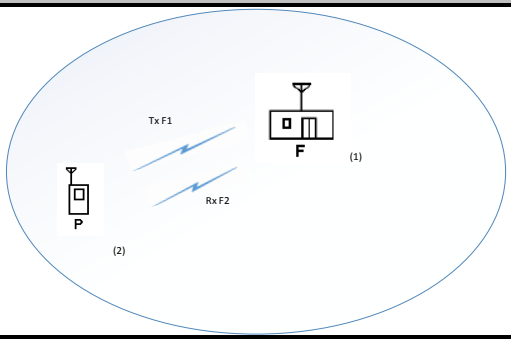


5)
RADIO DE COBERTURA

DISTANCIA (Km)

RADIALES / CAMPO ELECTRICO	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
E = 38.5 dBμV / m	8.15	8.15	5.62	8.15	7.9	11.5	11.8	14.1	13.1	12.5	11.4	8.15

6)
ESQUEMA DEL CIRCUITO



Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones	**FORMULARIO PARA CALCULOS DE PROPAGACION**	**RC– 13A** Elab.: DRE Versión: 01 1) Cod. Cont: 4095

2) No. CIRCUITO/RADIOBASE:	C6

3)
PERFILES TOPOGRAFICOS

ALTURA s.n.m. (m)

RADIALES / ***DISTANCIA (Km)***	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
1	2383,2	2441	2511,2	2397,5	2303,9	2205,9	2159,4	2262,6	2252,2	2422,4	2494,1	2509,8
2	2514,2	2661	2540,4	2466	2437,5	2422,7	2199,1	2091,2	2244,3	2613,5	2681,9	2767,1
3	2657,8	2714,5	2837,9	2634,1	2641,8	2270,4	2108,1	2022,5	2224,9	2568,4	2785,8	2838,6
4	2756,6	2656,1	2755,3	2643,4	2577,3	2448,6	2033,5	1934,9	2060,1	2292,2	2521,9	2863,4
5	2638,9	2514,4	2515,5	2651,1	2407,4	2643	2148,3	1875,8	1857,7	2239,3	2449,9	2915,7
6	2669,4	2436,8	2431,3	2306,4	2295,2	2544,2	2244,8	1690,2	2047,2	2602,5	2458,8	3017,4
7	2688	2301,6	2761,6	1979,9	2232,2	2366,8	1967,7	1547,2	2390,5	2975	2633,5	3166,2
8	2567,1	2149,3	2479	2208	1995,9	2224,9	2110,7	1593,7	2250,4	2497,3	2922,5	3069,9
9	2677,8	2185	2165,5	2343,8	2121,9	2253,5	1994,4	1613,9	2019,5	2295,9	3006,6	2964,9
10	2525,5	2434,9	1960,1	2580,1	2170,7	2259,8	2333,3	1458	1738,1	1922,7	3031,1	2951,3
11	2550,6	2605	2193	2755,1	2207,2	2172,8	2219,6	1662,9	1597,9	1936,7	2686,7	3025,1
12	2721,4	2443	2328,7	2494,6	2194,4	2217,1	2158,9	1427,7	1579,9	1637,3	2222,3	2942,5
13	2958,1	2438,8	2546,3	2412,8	2430,5	2181,6	2344,1	1344	1304,4	1615,3	1986,7	3016
14	3152,8	2597	2677,5	2088,1	2465,5	2171,9	2070,8	1306,9	1312,7	1900,2	2182,1	2886,6
15	2808,1	2755,7	2582,7	2289,4	2331,1	2172	1843	1277,2	1545,3	2019,1	2248,7	3031,2
16	2813,5	2903	2793,7	2283,9	2498,7	2217,7	1780,7	1326,9	1642,2	2301,3	2544,3	2855,5
17	2902,1	3032	2731,7	1952,1	2703,1	2183,6	1981,8	1290,1	1651	2299	2172	2826,8
18	2763,2	3069,6	2597,5	1926,9	2768,1	2144,7	2210,9	1292,2	1778,4	2257,2	1983,7	2771,9
19	2821,3	3104	2226,1	2093,5	2812,1	2136,1	2007	1211,1	1931,2	2396,2	1752,9	2954,6
20	2781,6	3148,8	2299,2	2248,5	2709,4	2154,7	1751,5	1271,8	1875,1	2541,4	1812,1	3087,9

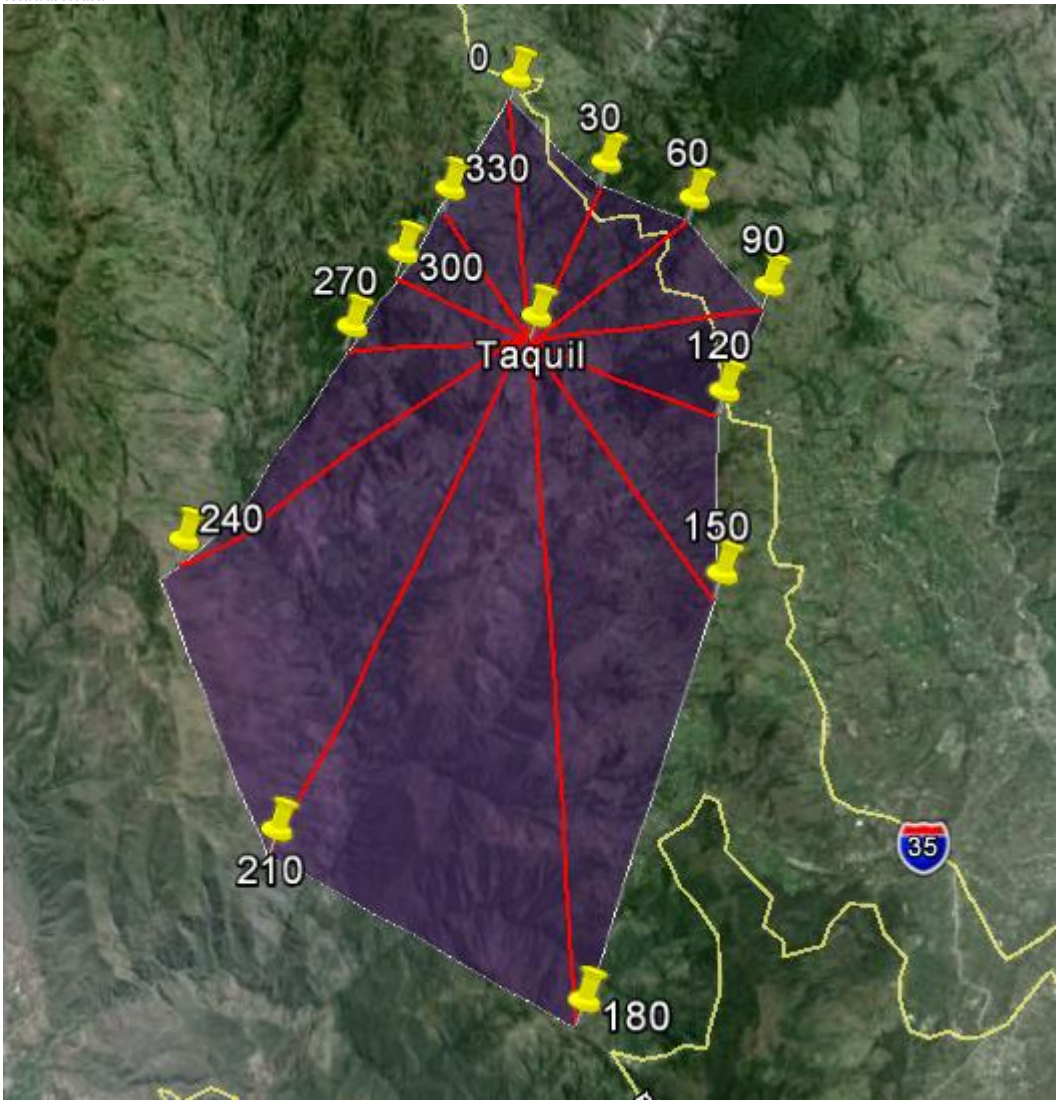
NOTA: La escala de distancia de esta tabla puede ser modificada de acuerdo al radio de cobertura. Deben presentarse los gráficos de cada perfil.

4)
AREA DE COBERTURA

NIVEL DE CAMPO ELECTRICO (dB□V/m)

RADIALES / ***DISTANCIA (Km)***	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
1	83,895	83,895	83,895	83,895	83,895	83,895	82,819	91,345	88,733	79,493	83,895	83,895
2	68,896	68,896	68,896	68,896	68,896	68,896	67,666	77,408	74,424	63,865	68,896	68,896
3	60,121	60,121	60,121	60,121	60,121	60,121	58,802	69,255	66,053	54,724	60,121	60,121
4	53,896	53,896	53,896	53,896	53,896	53,896	52,513	63,471	60,114	48,238	53,896	53,896
5	49,067	49,067	49,067	49,067	49,067	49,067	47,634	58,984	55,507	43,206	49,067	49,067
6	46,537	46,537	46,537	46,537	46,537	46,537	45,079	56,633	53,094	40,571	46,537	46,053
7	45,121	45,121	45,121	45,121	45,121	45,121	43,648	55,318	51,743	39,096	45,121	45,121
8	41,786	41,786	41,786	41,786	41,786	41,786	40,278	52,218	48,561	35,620	41,786	41,786
9	38,896	38,896	38,896	38,896	38,896	38,896	37,359	49,534	45,804	32,610	38,896	38,896
10	36,347	36,347	36,347	36,347	36,347	36,347	34,784	47,165	43,373	29,954	36,347	36,347
11	34,067	34,067	34,067	34,067	34,067	34,067	32,481	45,047	41,198	27,579	34,067	34,067
12	32,005	32,005	32,005	32,005	32,005	32,005	30,397	43,130	39,230	25,430	32,005	32,005
13	30,122	30,122	30,122	30,122	30,122	30,122	28,495	41,381	37,434	23,468	30,122	30,122
14	28,390	28,390	28,390	28,390	28,390	28,390	26,745	39,772	35,781	21,663	28,390	28,390
15	26,786	26,786	26,786	26,786	26,786	26,786	25,125	38,281	34,251	19,992	26,786	26,786
16	25,293	25,293	25,293	25,293	25,293	25,293	23,617	36,894	32,827	18,437	25,293	25,293
17	23,896	23,896	23,896	23,896	23,896	23,896	22,206	35,597	31,495	16,982	23,896	23,896
18	22,584	22,584	22,584	22,584	22,584	22,584	20,880	34,378	30,243	15,615	22,584	22,584
19	21,347	21,347	21,347	21,347	21,347	21,347	19,631	33,228	29,063	14,326	21,347	21,347
20	20,177	20,177	20,177	20,177	20,177	20,177	18,449	32,141	27,947	13,107	20,177	20,177

NOTA: La escala de distancia de esta tabla puede ser modificada de acuerdo al radio de cobertura. Debe presentarse el diagrama de cobertura en una copia de un mapa cartográfico de escala adecuada.

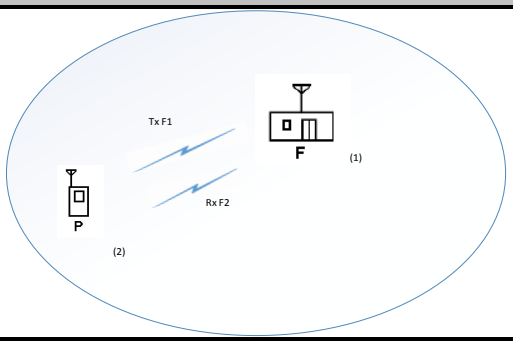


5)
RADIO DE COBERTURA

DISTANCIA (Km)

RADIALES / CAMPO ELECTRICO	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
E = 38.5 dBμV / m	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.5	14.8	12.46	6.75	8.8	8.8

6)
ESQUEMA DEL CIRCUITO



Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones	**FORMULARIO PARA CALCULOS DE PROPAGACION**	**RC– 13A** Elab.: DRE Versión: 01 1) Cod. Cont: 4095

2) No. CIRCUITO/RADIOBASE:	C7

3)
PERFILES TOPOGRAFICOS

ALTURA s.n.m. (m)

RADIALES / ***DISTANCIA (Km)***	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
1	2879,4	2896,7	2807,6	2819,4	2863,8	2770,5	2845,4	2725,2	2580,9	2806,2	2885,6	2926,9
2	2997,3	2957,9	2854,2	2650,1	2682,3	2575,5	2780,7	2533,6	2366,7	2513,1	2633,5	2926,1
3	3096,3	2875,9	2754,5	2661	2448,5	2404,4	2581,5	2337,3	2354,6	2477,7	2634,7	2836,5
4	3078,7	2808,9	2541,4	2744,4	2592,1	2275,2	2254,3	2084,8	2553,6	2820,4	2674,3	3089,4
5	3070,4	2678,7	2587,1	2866,6	2493,2	2127	1945,5	2004,1	2938,5	2733,4	2762,3	2953,5
6	3011,9	2680,7	2305,8	2844	2637,8	2372,4	1874,3	2204,5	2793,6	2457,7	2957,9	2742,6
7	2771,6	2569,2	2322,7	2579	2538,8	2298	1908,7	2459,3	2710	2258,1	2989,4	2762,9
8	2706,4	2305,1	2228,1	2433,6	2446,3	2482,2	1879,4	2321,1	2331,6	2225,9	2499,8	2731
9	2594,2	2871,1	2196,2	2432	2456,2	2536,5	1726,5	2087,9	2088,8	2121,5	1961,5	2886,5
10	2891,2	2790,5	2455,3	2183,1	2087,3	2628	1919,7	1863,3	1713,5	1805,2	2302	2721,8
11	2997,4	2603,4	2187,4	1959,5	2084,2	2499,8	1750,3	1692,8	1483,3	2276,7	2506,9	2867,9
12	3106,7	2257,1	2521,8	1960,4	2452,8	2368,3	1825,3	1405	1493,2	1999,5	2381,1	2672,7
13	3342,4	2315,8	2588,2	1974,7	2604,5	2306,2	1842,8	1320,3	1614,8	2072,3	2615	2725,6
14	3494,6	2402,4	2675,2	1933	2401,5	2288,2	1715,5	1263,4	1748	2208,6	2436,8	2720,4
15	3392,4	2567,3	2805,1	1860,5	2340,3	2184,8	2049,2	1219,9	1789,2	2239,5	1936,4	2976,7
16	3418,5	2479,5	2988,8	1909,3	2509	2277,3	1902,4	1188,2	1843,6	2085,2	2223,8	3072,1
17	3436	2733,8	3252,3	2157,4	2460,7	2222	1903,4	1166,4	2003,8	1878,9	2232,1	3148,7
18	3162,6	2761,7	3034,3	2398,5	2611,5	2192,4	1958,7	1150,9	2163,2	1747,2	1970,9	3280,1
19	2890,6	3042,6	2711,3	2354,3	2331,9	2223,2	1819,1	1134,6	2054,3	1707,5	1553	3406,9
20	2872,9	3185,1	2581,2	2458,1	2757,1	2261,7	1649,6	1224,1	2149,5	1841	1955,6	3285,3

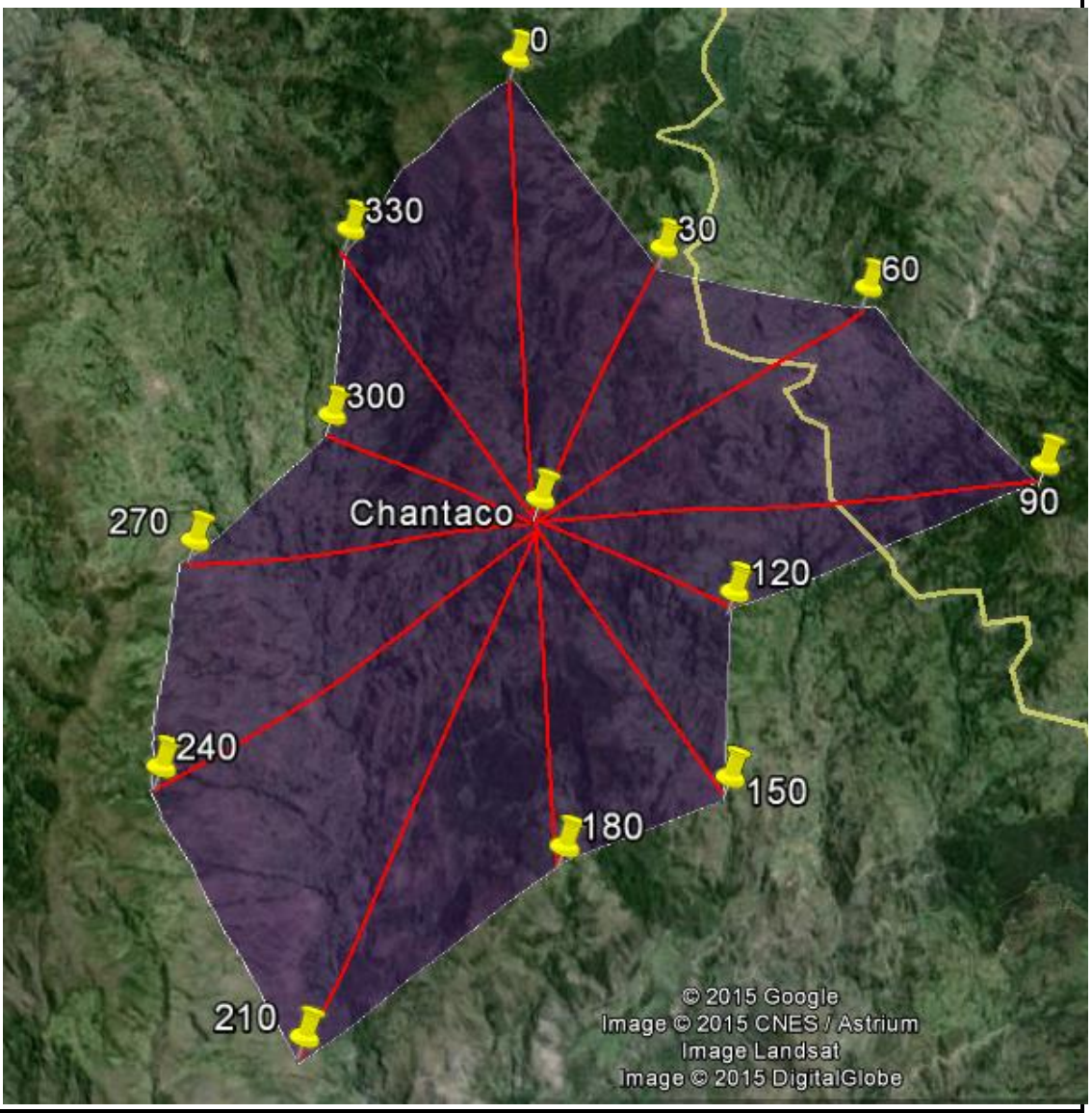
NOTA: La escala de distancia de esta tabla puede ser modificada de acuerdo al radio de cobertura. Deben presentarse los gráficos de cada perfil.

4)
AREA DE COBERTURA

NIVEL DE CAMPO ELECTRICO (dB□V/m)

RADIALES / ***DISTANCIA (Km)***	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
1	83,895	83,955	86,750	88,834	87,536	88,480	92,597	93,119	91,172	89,537	86,002	83,895
2	68,896	68,963	72,157	74,539	73,055	74,134	78,839	79,435	77,210	75,342	71,303	68,896
3	60,121	60,194	63,621	66,177	64,585	65,742	70,791	71,430	69,043	67,038	62,704	60,121
4	53,896	53,972	57,565	60,244	58,575	59,788	65,081	65,751	63,248	61,147	56,604	53,896
5	49,067	49,146	52,867	55,642	53,913	55,170	60,652	61,346	58,753	56,577	51,872	49,067
6	45,121	45,202	49,029	51,882	50,104	51,397	57,033	57,746	55,081	52,843	48,005	45,121
7	41,786	41,868	45,784	48,703	46,884	48,206	53,973	54,703	51,976	49,686	44,736	41,786
8	38,896	38,980	42,972	45,949	44,094	45,443	51,323	52,067	49,286	46,952	41,904	38,896
9	36,347	36,433	40,493	43,520	41,634	43,005	48,985	49,742	46,914	44,540	39,407	36,347
10	34,067	34,154	38,275	41,347	39,433	40,824	46,894	47,662	44,792	42,382	37,172	34,067
11	32,005	32,093	36,268	39,381	37,441	38,852	45,002	45,780	42,872	40,430	35,151	32,005
12	30,122	30,211	34,436	37,586	35,624	37,051	43,275	44,062	41,119	38,648	33,306	30,122
13	28,390	28,480	32,751	35,936	33,952	35,394	41,686	42,482	39,507	37,009	31,609	28,390
14	26,786	26,877	31,191	34,407	32,403	33,861	40,215	41,019	38,014	35,492	30,037	26,786
15	25,293	25,385	29,739	32,984	30,962	32,433	38,846	39,657	36,625	34,079	28,574	25,293
16	23,896	23,989	28,380	31,653	29,614	31,097	37,565	38,383	35,325	32,757	27,205	23,896
17	22,584	22,678	27,104	30,403	28,347	29,842	36,361	37,186	34,104	31,515	25,920	22,584
18	21,347	21,442	25,900	29,224	27,153	28,659	35,227	36,058	32,952	30,345	24,707	21,347
19	20,177	20,272	24,762	28,109	26,024	27,540	34,153	34,991	31,863	29,238	23,561	20,177
20	19,067	19,163	23,682	27,051	24,952	26,479	33,135	33,978	30,830	28,187	22,473	19,067

NOTA: La escala de distancia de esta tabla puede ser modificada de acuerdo al radio de cobertura. Debe presentarse el diagrama de cobertura en una copia de un mapa cartográfico de escala adecuada.

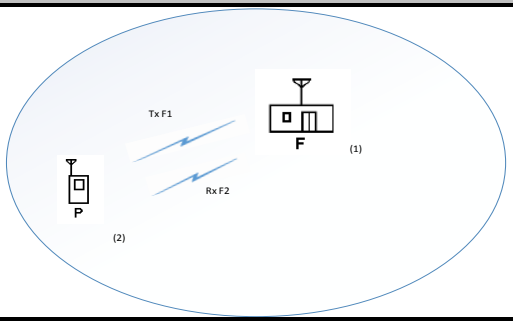


5)
RADIO DE COBERTURA

DISTANCIA (Km)

RADIALES / CAMPO ELECTRICO	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
E = 38.5 dBμV / m	7.86	7.92	9.89	10.79	10.5	11.1	14.8	15.85	13.7	11.9	9.7	8.2

6)
ESQUEMA DEL CIRCUITO



Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones	**FORMULARIO PARA CALCULOS DE PROPAGACION**	**RC– 13A** Elab.: DRE Versión: 01 1) Cod. Cont: 4095

2) No. CIRCUITO/RADIOBASE:	C8

3)
PERFILES TOPOGRAFICOS

ALTURA s.n.m. (m)

RADIALES / ***DISTANCIA (Km)***	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
1	2491,1	2505,1	2613,1	2444,2	2475,6	2384,5	2478,4	2647,6	2720,9	2526,2	2635,5	2613,3
2	2498,4	2725,9	2399,4	2364,1	2375,1	2249,1	2739,9	2856,7	2837,3	2691,5	2883,2	2723,4
3	2594,4	2659,6	2604,3	2700	2507,7	2247,3	2877,7	3091,3	3101,7	2950,6	2969,5	2681
4	2635,7	2627,6	2708,7	2781,7	2527,8	2297,5	2809,9	2858,5	2807,3	3321,2	2999,8	2699
5	2706,5	2756,8	2818,1	3053,8	2727,2	2323	2768,3	2549	2868,3	3234,4	3165,7	2833,7
6	2848,8	2846,4	2944	3020,6	2630,9	2497,6	2231,5	2630,5	2774,6	3220,9	3445,5	3017,1
7	2924,4	2975,2	3023,1	3092,6	2741,2	2425,5	2304,7	2690,2	2794,9	2999,8	3602,3	3160,2
8	2980,6	3099,1	3136,6	3244	2808,1	2350,5	2599,4	2726,8	3051,3	2995,8	3468,2	2848,7
9	3130,8	3014,7	2953,8	3248,4	2970,7	2343,5	2507,7	2985,6	3077,4	3143,2	3361	2757
10	3001,3	3019,2	2848,6	2898,9	2944	2237,9	2355,6	3109,9	2874,2	2922,4	3531,1	2955,6
11	2904,2	2895,5	2886,4	2852,5	3189,4	2000,4	2509,5	3034,9	2660,4	2764,7	3679,5	3179,2
12	2998,6	2677,2	3023,6	2823,2	3028	1938,2	2771,6	2863,8	2500,9	2805,2	3685,2	3207
13	2867,7	2481,1	3043,2	2762	2809,3	1917,7	2974,7	2709,5	2157,3	2855,1	3517,5	3337
14	2797,9	2506,5	3266,5	2656,1	2746,4	1960,6	2795,7	2531,6	2056,1	2958	3536,2	3205,4
15	2879,4	2586,2	3059,2	2741,6	2686,1	1994,3	2607,9	2389,1	2144,2	3181,7	3321,9	2822,3
16	2846,1	2547,8	3213,2	2728,7	2568,9	2495,2	2649,1	2483,8	2082,9	3226	2908,1	3011,8
17	2847,4	2537	3103,8	3028,4	2324,4	2920,9	2606,6	2602,3	2209	3186,8	2612,9	3130,2
18	2826,5	2711,7	3233	3206,5	1913,6	2617,8	2672,5	2828,2	2208,4	2912,4	2422,9	2924,1
19	2739,1	2886	3183,9	2928,7	1865	2583,9	2655,1	2789,3	2326	2335,2	2831,5	2803,2
20	2714,5	3038,6	3223,4	2800,6	2200,7	2320,6	2620,3	2430,3	2181,4	2386,8	2709,9	3068,4

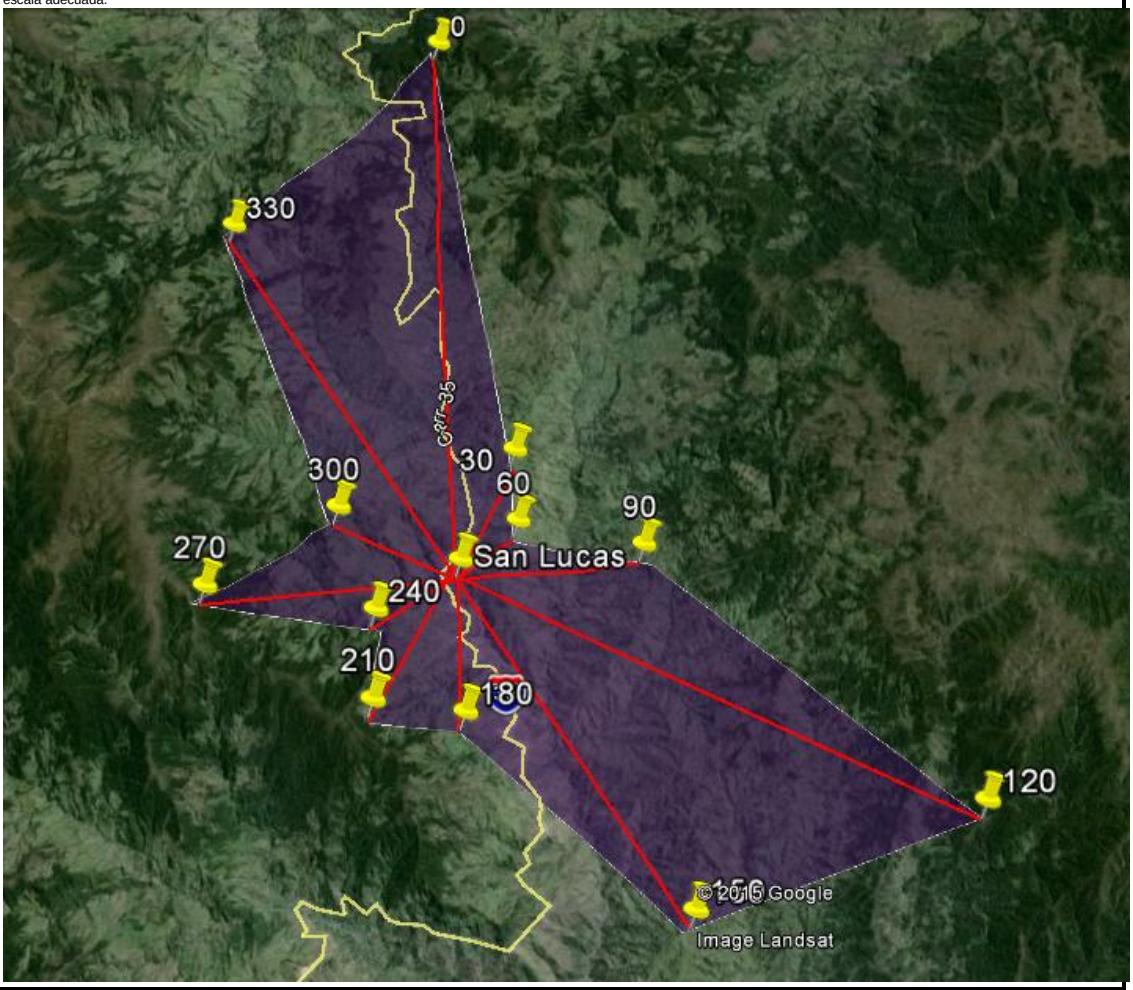
NOTA: La escala de distancia de esta tabla puede ser modificada de acuerdo al radio de cobertura. Deben presentarse los gráficos de cada perfil.

4)
AREA DE COBERTURA

NIVEL DE CAMPO ELECTRICO (dB□V/m)

RADIALES / ***DISTANCIA (Km)***	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
1	83,895	83,895	83,895	83,895	83,895	84,647	83,895	83,895	83,895	83,895	83,895	83,895
2	68,896	68,896	68,896	68,896	68,896	69,754	68,896	68,896	68,896	68,896	68,896	68,896
3	60,121	60,121	60,121	60,121	60,121	61,043	60,121	60,121	60,121	60,121	60,121	60,121
4	53,896	53,896	53,896	53,896	53,896	54,862	53,896	53,896	53,896	53,896	53,896	53,896
5	49,067	49,067	49,067	49,067	49,067	50,067	49,067	49,067	49,067	49,067	49,067	49,067
6	45,121	45,121	45,121	45,121	45,121	46,150	45,121	45,121	45,121	45,121	45,121	45,121
7	41,786	41,786	41,786	41,786	41,786	42,838	41,786	41,786	41,786	41,786	41,786	41,786
8	38,896	38,896	38,896	38,896	38,896	39,969	38,896	38,896	38,896	38,896	38,896	38,896
9	36,347	36,347	36,347	36,347	36,347	37,439	36,347	36,347	36,347	36,347	36,347	36,347
10	34,067	34,067	34,067	34,067	34,067	35,175	34,067	34,067	34,067	34,067	34,067	34,067
11	32,005	32,005	32,005	32,005	32,005	33,127	32,005	32,005	32,005	32,005	32,005	32,005
12	30,122	30,122	30,122	30,122	30,122	31,258	30,122	30,122	30,122	30,122	30,122	30,122
13	28,390	28,390	28,390	28,390	28,390	29,538	28,390	28,390	28,390	28,390	28,390	28,390
14	26,786	26,786	26,786	26,786	26,786	27,946	26,786	26,786	26,786	26,786	26,786	26,786
15	25,293	25,293	25,293	25,293	25,293	26,463	25,293	25,293	25,293	25,293	25,293	25,293
16	23,896	23,896	23,896	23,896	23,896	25,077	23,896	23,896	23,896	23,896	23,896	23,896
17	22,584	22,584	22,584	22,584	22,584	23,774	22,584	22,584	22,584	22,584	22,584	22,584
18	21,347	21,347	21,347	21,347	21,347	22,546	21,347	21,347	21,347	21,347	21,347	21,347
19	20,177	20,177	20,177	20,177	20,177	21,384	20,177	20,177	20,177	20,177	20,177	20,177
20	19,067	19,067	19,067	19,067	19,067	20,282	19,067	19,067	19,067	19,067	22,473	19,067

NOTA: La escala de distancia de esta tabla puede ser modificada de acuerdo al radio de cobertura. Debe presentarse el diagrama de cobertura en una copia de un mapa cartográfico de escala adecuada.

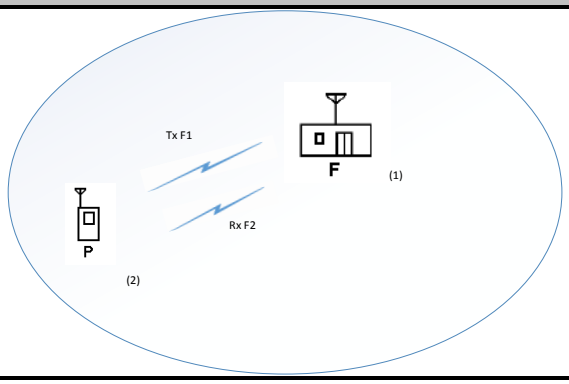


5)
RADIO DE COBERTURA

DISTANCIA (Km)

RADIALES / CAMPO ELECTRICO	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
E = 38.5 dBµV / m	8.15	8.15	8.15	8.15	8.15	8.2	8.15	8.15	8.15	8.15	8.15	8.15

6)
ESQUEMA DEL CIRCUITO



Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones	**FORMULARIO PARA CALCULOS DE PROPAGACION**	**RC– 13A** Elab.: DRE Versión: 01
		1) Cod. Cont: 4095

2) No. CIRCUITO/RADIOBASE:	C9

3)
PERFILES TOPOGRAFICOS

ALTURA s.n.m. (m)

RADIALES / ***DISTANCIA (Km)***	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
1	2412,9	2576,4	2790,2	2785,5	2607,3	2324,1	2506,6	2602	2770,3	2813,5	2691,7	2556,7
2	2653	2759,6	3043,5	2890,2	2769,3	2603,5	2284,9	2786,1	3020,6	3076,5	2930,7	2820,9
3	2713,3	2907,9	3115,8	3015,8	2803,2	2474,1	2116,7	2651,9	2696	2948,8	3120,9	2787,6
4	2933,7	2959,5	3170,8	3242	2845,9	2499,6	2237,7	2572,1	2590,1	2812,3	3280,2	2921
5	2933,5	3261,5	2849,5	2910,5	3058,6	2684,9	2446,8	2238,5	2653,2	2550,7	3113	3105,9
6	2986,1	3265,3	3007,2	2730,3	3000,8	2859,1	2781,9	2239,7	2404,9	2840	3029,3	3175,8
7	3068,1	3260,5	3186,7	2630,3	3140	2798,3	2787,9	2080,8	1947,5	2726,9	2921,8	3220,7
8	3227,1	3365,8	3344,4	2687,6	3074,7	2754,6	2505,5	1929,9	1710,2	2152,1	2380,1	3320,4
9	3345,8	3395,4	3179,4	2575,5	2939,5	2574,4	2285,1	2225,2	1804,9	1761,6	2758,8	2846,7
10	3504,5	3693,7	3082,9	2804,8	2745,5	2560,9	2165,4	2176,6	1635,8	1522,7	2792,3	2728,3
11	3641,4	3305,1	2804,6	3097,1	2812,7	2610,7	2406,9	1881	1790,5	1530,3	2667,6	2552,4
12	3638,4	3164,2	2718,3	2859,1	2868,2	2631,7	2128,2	2224	1854,2	1549,4	2619,7	2486,1
13	3631,6	2885,7	2626,8	2367	2645,7	2692,3	2297	2450,5	1725,4	1183	2379,4	1978,2
14	3455	2951,5	2621,7	2337,7	2425,8	2574,8	2470,2	2072	1590,4	1235,6	2308,3	2029,9
15	3602,1	2881,5	2733,6	2633,9	2781,7	2254,3	2250,6	2488,4	1482,3	1083,5	1899,9	2485,1
16	3682,1	2696	2824,9	2541,6	2572,9	2007,3	1954,9	2429,6	1491,7	1010,8	1808,3	2573,7
17	3609,4	2560,7	2842,2	2607,8	2492	2241,9	1680,2	2047,8	1667,4	1069	1624,5	2808,4
18	3408,5	2614,2	2943,2	2769,6	2598,4	2067,7	1543,3	2258,2	2173,7	1314,2	1243,8	3077,4
19	3299	2577,1	3186,6	2894	2279,1	2097,1	1434,2	2611,9	2106,1	1130,4	1301,5	2610,3
20	3275,1	2743,7	2901,3	3134,7	1936,9	2103,3	1342,1	2589,6	1786,9	1177,7	1428,9	2363,9

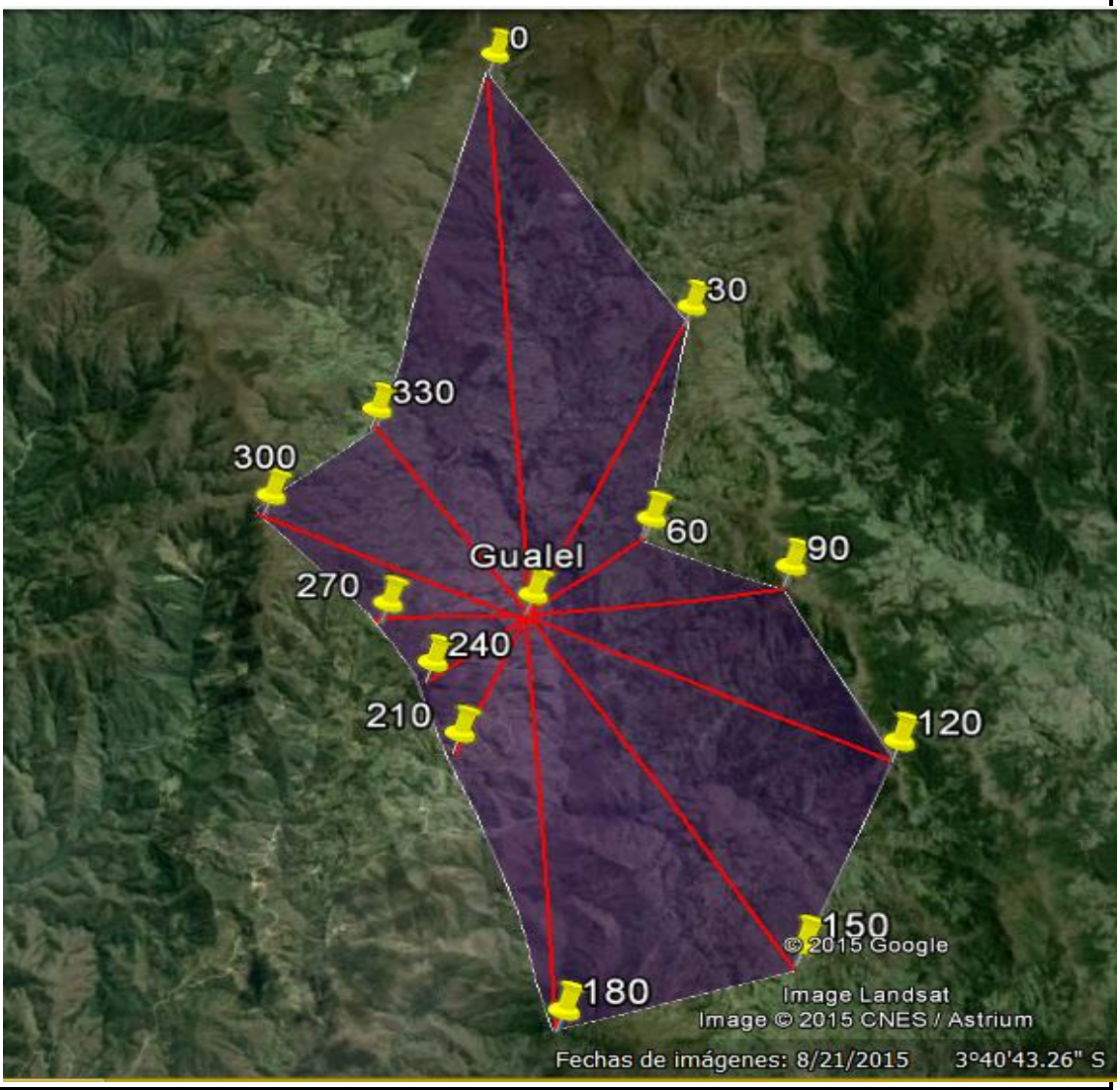
NOTA: La escala de distancia de esta tabla puede ser modificada de acuerdo al radio de cobertura. Deben presentarse los gráficos de cada perfil.

4)
AREA DE COBERTURA

NIVEL DE CAMPO ELECTRICO (dB□V/m)

RADIALES / ***DISTANCIA (Km)***	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
1	83,895	83,895	83,895	83,895	83,895	84,647	83,895	83,895	83,895	83,895	83,895	83,895
2	68,896	68,896	68,896	68,896	68,896	69,754	68,896	68,896	68,896	68,896	68,896	68,896
3	60,121	60,121	60,121	60,121	60,121	61,043	60,121	60,121	60,121	60,121	60,121	60,121
4	53,896	53,896	53,896	53,896	53,896	54,862	53,896	53,896	53,896	53,896	53,896	53,896
5	49,067	49,067	49,067	49,067	49,067	50,067	49,067	49,067	49,067	49,067	49,067	49,067
6	45,121	45,121	45,121	45,121	45,121	46,150	45,121	45,121	45,121	45,121	45,121	45,121
7	41,786	41,786	41,786	41,786	41,786	42,838	41,786	41,786	41,786	41,786	41,786	41,786
8	38,896	38,896	38,896	38,896	38,896	39,969	38,896	38,896	38,896	38,896	38,896	38,896
9	36,347	36,347	36,347	36,347	36,347	37,439	36,347	36,347	36,347	36,347	36,347	36,347
10	34,067	34,067	34,067	34,067	34,067	35,175	34,067	34,067	34,067	34,067	34,067	34,067
11	32,005	32,005	32,005	32,005	32,005	33,127	32,005	32,005	32,005	32,005	32,005	32,005
12	30,122	30,122	30,122	30,122	30,122	31,258	30,122	30,122	30,122	30,122	30,122	30,122
13	28,390	28,390	28,390	28,390	28,390	29,538	28,390	28,390	28,390	28,390	28,390	28,390
14	26,786	26,786	26,786	26,786	26,786	27,946	26,786	26,786	26,786	26,786	26,786	26,786
15	25,293	25,293	25,293	25,293	25,293	26,463	25,293	25,293	25,293	25,293	25,293	25,293
16	23,896	23,896	23,896	23,896	23,896	25,077	23,896	23,896	23,896	23,896	23,896	23,896
17	22,584	22,584	22,584	22,584	22,584	23,774	22,584	22,584	22,584	22,584	22,584	22,584
18	21,347	21,347	21,347	21,347	21,347	22,546	21,347	21,347	21,347	21,347	21,347	21,347
19	20,177	20,177	20,177	20,177	20,177	21,384	20,177	20,177	20,177	20,177	20,177	20,177
20	19,067	19,067	19,067	19,067	19,067	20,282	19,067	19,067	19,067	19,067	22,473	19,067

NOTA: La escala de distancia de esta tabla puede ser modificada de acuerdo al radio de cobertura. Debe presentarse el diagrama de cobertura en una copia de un mapa cartográfico de escala adecuada.

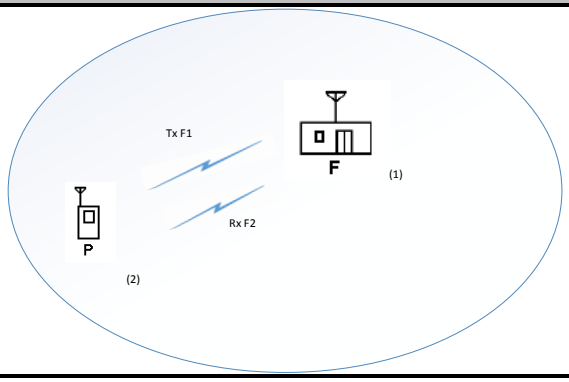


5)
RADIO DE COBERTURA

DISTANCIA (Km)

RADIALES / CAMPO ELECTRICO	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
E = 38.5 dBμV / m	8.15	8.15	8.15	8.15	8.15	8.2	8.15	8.15	8.15	8.15	8.15	8.15

6)
ESQUEMA DEL CIRCUITO



Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones	**FORMULARIO PARA CALCULOS DE PROPAGACION**	**RC– 13A** Elab.: DRE Versión: 01 1) Cod. Cont: 4095

2) No. CIRCUITO/RADIOBASE:	C10

3)
PERFILES TOPOGRAFICOS

ALTURA s.n.m. (m)

RADIALES / ***DISTANCIA (Km)***	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
1	2341,4	2263,5	2246,8	2378,7	2186,7	1965,4	2042,1	2081,2	2270,4	2446	2495,8	2485,2
2	2185,3	2129,9	1907,5	2027,4	2278,4	1777,3	2213,8	2288,9	2413	2093,5	2269	2389,3
3	2048,9	2318,9	2064,5	1723	1806	1663,4	2335	2586,7	1985,1	1940,9	2024,7	2038,3
4	2024,3	2291,7	1953,4	2146,2	1848,2	1640,5	2062,9	2407,1	1955,2	1666,5	2049,8	1733
5	2102,1	2266,5	1916,3	2627,3	2277,2	1529	1990,1	2569,9	2327,3	1572,8	1805,9	1469,8
6	2007,9	2619,3	2282,5	2515,1	2247,9	1521	2104,4	2454	2437,4	1513,5	1586,3	1527
7	2235,3	2877	2237,5	2754,5	2073,8	1599,2	2035,3	2245	2361,3	1670,6	1442,6	1538,7
8	2805,7	2994	2614,8	2980,4	2474,8	1740,4	1942,9	2426,4	1907,1	1535,5	1357,5	1669,8
9	2988,6	3043,9	2467,1	2719,2	2953,9	2022,2	1626,4	2314,3	1646,6	1560,7	1387,8	1461,7
10	2950,9	2697,8	2520	2600,4	2742,1	1777,3	1625	2282,1	1479	1750,6	1383	1793,9
11	2912,9	2499,5	2912,4	2609,5	2330,8	1540,2	1632,3	2273,8	1706,9	1855,1	1143,3	1593,8
12	2819	2636,6	3204,6	2917,5	1947,5	1482,3	1715	2200,4	1421,5	1601,3	1099,2	1581,4
13	3080,2	2734,9	2916	2901,4	1875,6	1416,4	1716,1	2396,1	1231,6	1722,9	891,2	1991,8
14	3197,6	2870,2	2797,4	2868,1	1753,1	1344,4	1715,8	2073,2	1445	1634,8	998,6	2130
15	3108,3	3109,6	2552,3	2772,9	1879,1	1362,4	1588,5	1988,5	1275,4	1387,9	1007,8	2014,3
16	2917,1	3040,1	2669,5	2569	2206,1	1352,1	1521,2	2181,5	1388,6	1065,2	1128	2029,6
17	2560,5	3083,7	2644,7	2593,4	1872,9	1370,9	1163,9	1987,1	1381,5	1068	1035,2	1886,4
18	2487,2	3249	2970,1	2766	2044,2	1353,8	1611,3	2095,6	1637,7	928,1	1009,6	1596,7
19	2224,3	3412,2	3051,2	2743,7	2338,3	1394,4	1649	1915,9	1733,4	1002,5	988,7	1469,9
20	2420,3	3604,2	2641,3	2594,2	2497,1	1522,1	2099,7	1959,4	1903,2	923,4	917,1	1195,7

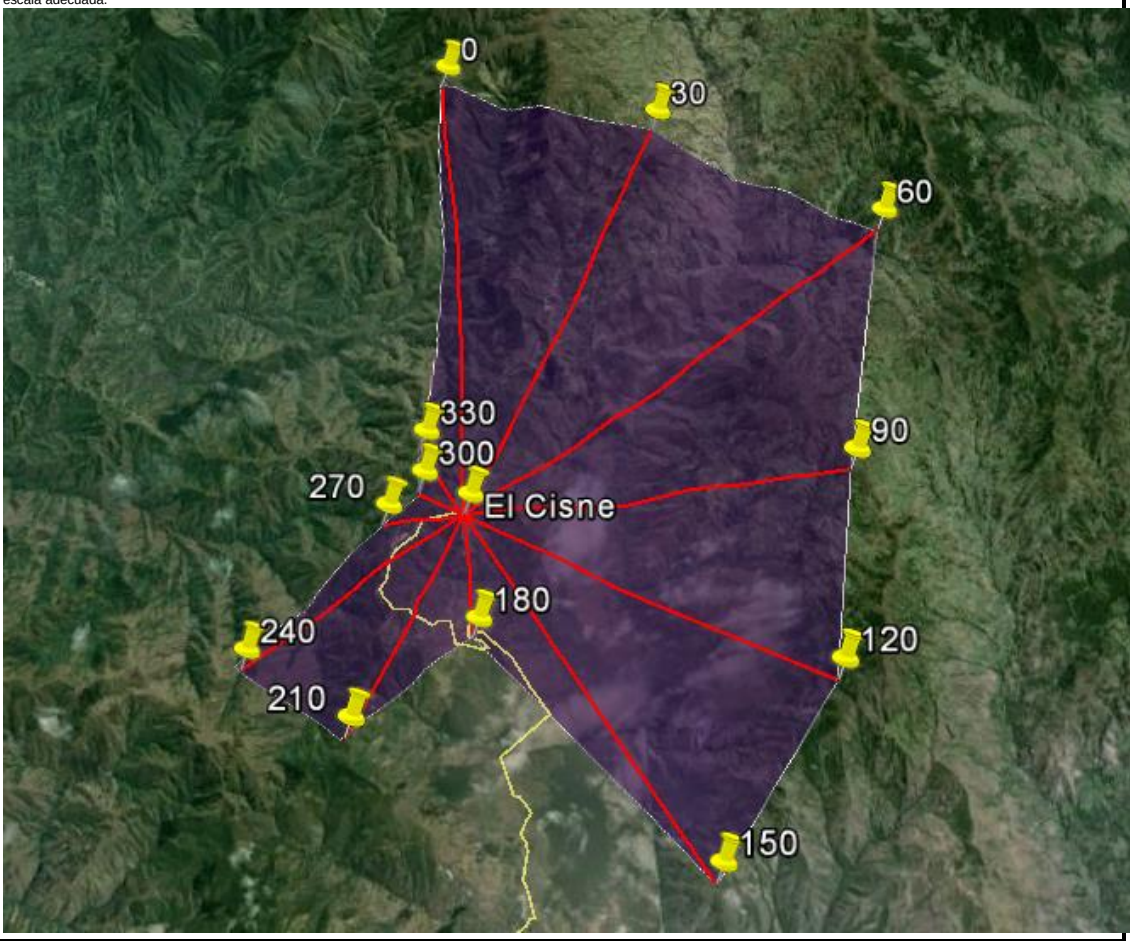
NOTA: La escala de distancia de esta tabla puede ser modificada de acuerdo al radio de cobertura. Deben presentarse los gráficos de cada perfil.

4)
AREA DE COBERTURA

NIVEL DE CAMPO ELECTRICO (dB□V/m)

RADIALES / ***DISTANCIA (Km)***	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
1	83,895	83,895	83,895	83,895	81,810	91,614	88,871	83,895	89,725	91,099	93,009	90,256
2	68,896	68,896	68,896	68,896	66,513	77,716	74,581	68,896	75,557	77,127	79,309	76,164
3	60,121	60,121	60,121	60,121	57,564	69,586	66,222	60,121	67,270	68,953	71,296	67,921
4	53,896	53,896	53,896	53,896	51,215	63,817	60,291	53,896	61,389	63,155	65,610	62,072
5	49,067	49,067	49,067	49,067	46,291	59,343	55,691	49,067	56,828	58,657	61,200	57,535
6	45,121	45,121	45,121	45,121	42,267	55,687	51,932	45,121	53,102	54,981	57,596	53,829
7	41,786	41,786	41,786	41,786	38,865	52,596	48,754	41,786	49,951	51,874	54,549	50,695
8	38,896	38,896	38,896	38,896	35,918	49,919	46,001	38,896	47,221	49,182	51,910	47,980
9	36,347	36,347	36,347	36,347	33,319	47,557	43,573	36,347	44,814	46,808	49,582	45,585
10	34,067	34,067	34,067	34,067	30,994	45,444	41,401	34,067	42,660	44,684	47,500	43,443
11	32,005	32,005	32,005	32,005	28,890	43,533	39,436	32,005	40,712	42,763	45,616	41,505
12	30,122	30,122	30,122	30,122	26,970	41,789	37,642	30,122	38,934	41,009	43,897	39,736
13	28,390	28,390	28,390	28,390	25,203	40,184	35,992	28,390	37,297	39,396	42,315	38,109
14	26,786	26,786	26,786	26,786	23,568	38,698	34,464	26,786	35,783	37,902	40,850	36,602
15	25,293	25,293	25,293	25,293	22,045	37,314	33,042	25,293	34,372	36,511	39,486	35,200
16	23,896	23,896	23,896	23,896	20,621	36,020	31,711	23,896	33,053	35,210	38,211	33,887
17	22,584	22,584	22,584	22,584	19,283	34,805	30,461	22,584	31,814	33,988	37,013	32,655
18	21,347	21,347	21,347	21,347	18,021	33,658	29,283	21,347	30,646	32,836	35,883	31,493
19	20,177	20,177	20,177	20,177	16,828	32,574	28,168	20,177	29,541	31,746	34,814	30,394
20	19,067	19,067	19,067	19,067	15,696	31,546	27,111	19,067	28,492	30,712	33,800	29,351

NOTA: La escala de distancia de esta tabla puede ser modificada de acuerdo al radio de cobertura. Debe presentarse el diagrama de cobertura en una copia de un mapa cartográfico de escala adecuada.

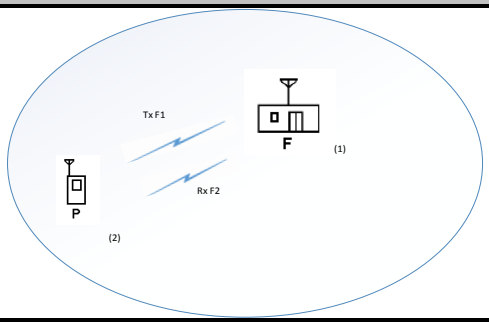


5)
RADIO DE COBERTURA

DISTANCIA (Km)

RADIALES / CAMPO ELECTRICO	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
E = 38.5 dBμV / m	7.86	7.86	7.86	7.86	6.9	13.9	10.8	7.86	11.8	13.46	15.91	12.8

6)
ESQUEMA DEL CIRCUITO



Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones	**FORMULARIO PARA CALCULOS DE PROPAGACION**	**RC– 13A** Elab.: DRE Versión: 01 1) Cod. Cont: 4095

2) No. CIRCUITO/RADIOBASE:	C11

3)
PERFILES TOPOGRAFICOS

ALTURA s.n.m. (m)

RADIALES / ***DISTANCIA (Km)***	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
1	2119	2110,8	2057,7	2240,5	2407,4	2407,6	2127,5	1863,5	1962	2086,7	2051,8	2273,5
2	1759,1	1925,7	1840,8	2045,8	2237,7	2409,7	2054	1745,8	1719,7	1801,9	1763,9	2005,2
3	1937,9	1992,3	1969,9	2015,9	2199,8	2528,6	1947,7	1816,1	2185,6	1826,3	1731,8	1784,1
4	1780	2108,4	2169,5	2235,6	2151	2074,1	1755,7	2140,4	2155,7	1840,2	1671,4	1886,5
5	1868,4	2571	2323,2	2205,5	2109,8	1983	1917,2	2259,5	2122,2	2149,1	1912,2	1651,4
6	1698,3	2243,8	2533,1	2116,9	2118,8	2272,6	2133,8	2420,9	1896,2	2297,5	1895,1	1686,9
7	1817,8	2096,3	2739,1	2235	2251,4	2587,4	2010	2719,6	1967,5	2229,6	2208	1703,8
8	2078,7	2381,8	2952,8	2534,9	2398,7	2656,7	2215,6	2918,9	2208,7	2410,6	2007,1	1673,6
9	1904,5	2287,5	2775,8	2815,4	2889,5	2625,5	2738,7	2841,3	2046,1	2714,6	2020,4	1801,8
10	1905,1	2576,1	3042,5	3018,9	3342,4	2840,3	2982,7	2930,6	2360,9	2879,6	2005,1	1711,5
11	1658,8	2546,9	3357,5	2761,5	3150,4	2569,7	3265,2	3043,5	2526,7	2934,3	1936,2	1876,6
12	1839,2	2596,1	3169,5	2578,5	2726,9	2486,4	3370,5	3027,9	2707,9	2913,9	2179,4	1837,3
13	1970,1	2891,1	3056,9	2258,9	2299,9	2405,2	3309,5	3026,4	2784,7	2960,7	2029,6	1816,5
14	1965,8	2877,1	2912,5	2339,5	2422,7	2341,9	3445,5	3314,1	3201,5	2759	2032,3	1602,8
15	1914,8	2991,9	2922,1	2209,7	2277,4	2609	3287,4	3377,1	3185,6	2679,1	2454,9	1587,3
16	1881,4	3360,8	2839,6	2173	1863,9	2422	3472,7	2979,7	3071,2	2428	2231	1499
17	2182,7	3522,2	3032,7	2213,7	1868	2643,7	3394,7	2730,7	2920,3	2114,3	2326,8	1808,1
18	2473	3231,5	2805,1	1887,5	1735,6	2591,3	3364,7	2490,4	2938,2	1900,4	2245,6	1536,1
19	2118,4	3511,4	2477,8	2211,8	1842,6	2196,2	3080,6	2383,7	2832,1	1743,8	2313,1	1686,3
20	2009	3309	2706,2	2372,4	1951,9	1938,5	2845,3	2667	3127,5	1604,7	2500,3	1691,5

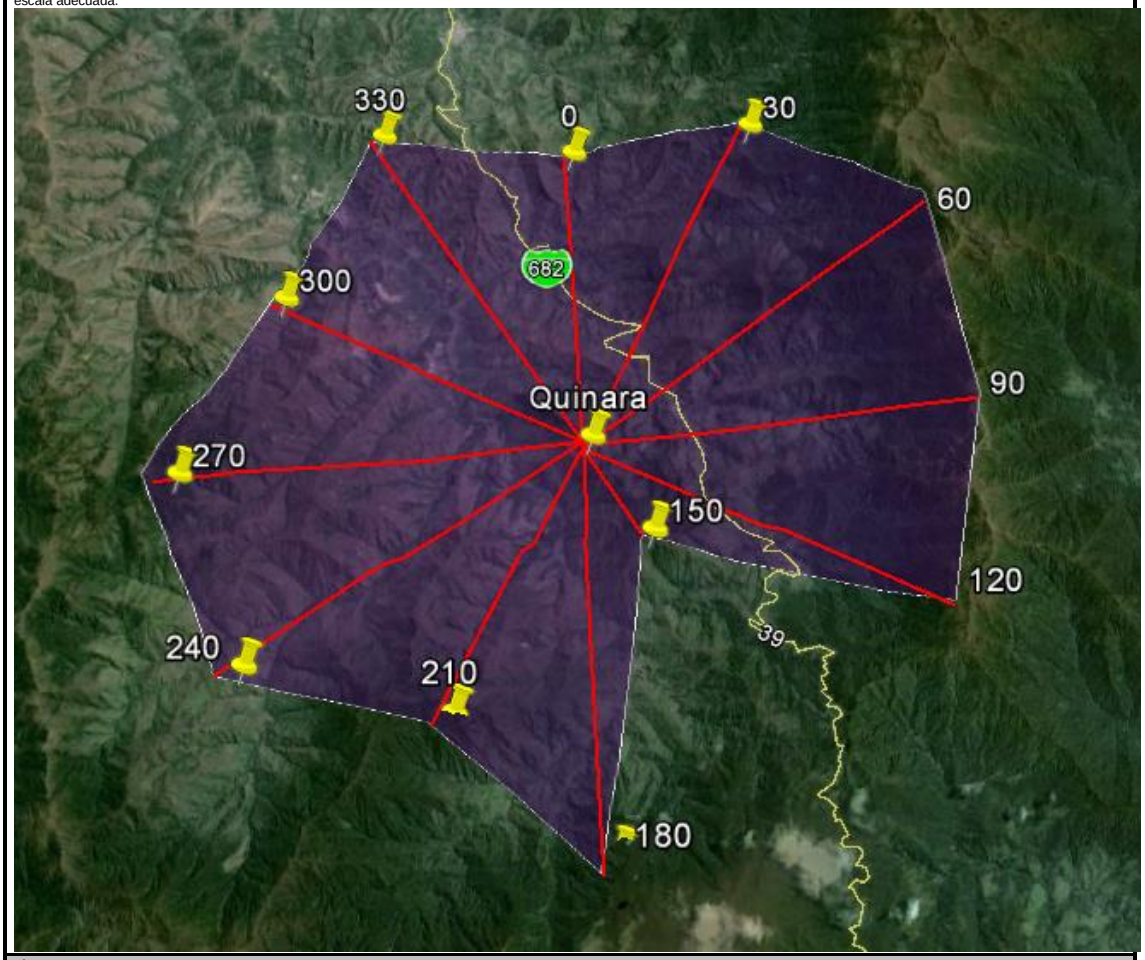
NOTA: La escala de distancia de esta tabla puede ser modificada de acuerdo al radio de cobertura. Deben presentarse los gráficos de cada perfil.

4)
AREA DE COBERTURA

NIVEL DE CAMPO ELECTRICO (dB□V/m)

RADIALES / ***DISTANCIA (Km)***	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
1	89,972	83,895	83,895	67,531	83,895	83,895	83,895	83,895	66,654	83,895	88,296	91,265
2	75,840	68,896	68,896	50,197	68,896	68,896	68,896	68,896	49,195	77,127	73,924	77,317
3	67,572	60,121	60,121	40,057	60,121	60,121	60,121	60,121	38,981	68,953	65,517	69,157
4	61,707	53,896	53,896	32,862	53,896	53,896	53,896	53,896	31,735	63,155	59,553	63,368
5	57,157	49,067	49,067	27,282	49,067	49,067	49,067	49,067	26,114	58,657	54,926	58,878
6	53,440	45,121	45,121	22,722	45,121	45,121	45,121	45,121	21,522	54,981	51,146	55,209
7	50,297	41,786	41,786	18,867	41,786	41,786	41,786	41,786	17,639	51,874	47,949	52,107
8	47,574	38,896	38,896	15,528	38,896	38,896	38,896	38,896	14,276	49,182	45,181	49,420
9	45,173	36,347	36,347	12,582	36,347	36,347	36,347	36,347	11,309	46,808	42,739	47,050
10	43,024	34,067	34,067	9,947	34,067	34,067	34,067	34,067	8,655	44,684	40,554	44,930
11	41,081	32,005	32,005	7,564	32,005	32,005	32,005	32,005	6,254	42,763	38,578	43,012
12	39,307	30,122	30,122	5,388	30,122	30,122	30,122	30,122	4,062	41,009	36,774	41,261
13	37,675	28,390	28,390	3,386	28,390	28,390	28,390	28,390	2,046	39,396	35,114	39,650
14	36,164	26,786	26,786	1,533	26,786	26,786	26,786	26,786	0,180	37,902	33,577	38,159
15	34,757	25,293	25,293	-0,193	25,293	25,293	25,293	25,293	-1,558	36,511	32,147	36,770
16	33,441	23,896	23,896	-1,807	23,896	23,896	23,896	23,896	-3,184	35,210	30,809	35,472
17	32,205	22,584	22,584	-3,323	22,584	22,584	22,584	22,584	-4,711	33,988	29,552	34,252
18	31,040	21,347	21,347	-4,752	21,347	21,347	21,347	21,347	-6,151	32,836	28,367	33,101
19	29,937	20,177	20,177	-6,105	20,177	20,177	20,177	20,177	-7,513	31,746	27,246	32,013
20	28,892	19,067	19,067	-7,387	19,067	19,067	19,067	19,067	-8,805	30,712	26,182	30,981

NOTA: La escala de distancia de esta tabla puede ser modificada de acuerdo al radio de cobertura. Debe presentarse el diagrama de cobertura en una copia de un mapa cartográfico de escala adecuada.

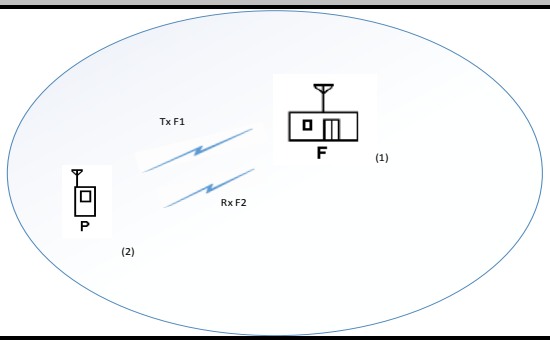


5)
RADIO DE COBERTURA

DISTANCIA (Km)

RADIALES / ***CAMPO ELECTRICO***	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
E = 38.5 dBμV / m	12.6	7.85	8.15	3.1	8.15	8.15	8.15	8.15	3.15	13.6	11	13.9

6)
ESQUEMA DEL CIRCUITO



Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones	**FORMULARIO PARA CALCULOS DE PROPAGACION**	**RC– 13A** Elab.: DRE Versión: 01 1) Cod. Cont: 4095

2) No. CIRCUITO/RADIOBASE:	C12

3)
PERFILES TOPOGRAFICOS

ALTURA s.n.m. (m)

RADIALES / ***DISTANCIA (Km)***	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
1	2045,1	2033,5	1992,3	1946,7	1905,8	*2281,1*	2305,1	2312,6	2094,5	1879,1	2066,1	2108,8
2	2327,2	2225,7	2040,8	2272,4	1810,5	*2100,1*	2395,2	2749,7	2336,4	1909,9	2273,8	2250,6
3	2416,3	2404,3	2220,7	2371,7	1815,8	*1962,9*	2532,3	2678,5	2461	1911,9	2290,6	2405
4	2518,2	2673,1	2650,3	2391,4	1840,6	*2529,1*	2307,4	2882,5	2551,2	1993,2	2077,8	2433,7
5	2672,3	2748,9	2449,5	2318,8	1759,5	*2316*	2419,9	2669,7	2219,5	2064,2	1951,4	2629,1
6	2918,1	2643,5	2155,3	2003,3	1820,9	*2174,3*	2525,6	2420,4	2114	2374,2	1976,5	2591
7	3089,7	2484	1951	1824,2	1748,3	*2353,8*	2634,3	2703,6	1969,6	2508,5	2103,1	2570,7
8	3224,2	2211,1	2209,9	2259	1760,6	*2793,7*	2556,3	2394,1	2371,8	2477,7	2230,3	2626,5
9	3130,5	2372	2119,3	2226,9	1840,8	*2908,9*	2611,5	2106,5	2403,3	2769,2	2049,3	2669
10	3107,6	2467,2	2534,9	1837,6	1710,8	*2458,2*	2403,3	2028,5	2430,8	2939,3	2068,8	2504,7
11	3210,8	2718,6	2482,5	1903,9	1707,9	*2596,2*	2303,5	2021,8	2589,8	2817,6	2216,8	2683,3
12	2926,2	2962,7	2686,2	1952	1746,6	*2882,7*	2252,7	2088	2550,2	2702,1	2237,4	2723,5
13	2862	3075	2643,5	1940,7	2006,7	*2365,6*	2269,6	2135,9	2460,1	2600,4	2379,7	2521,1
14	3123,9	3099,6	2529,3	1854,6	2132,5	*2150*	2393,1	2158,6	2233,9	2858,3	2425	2538,3
15	3196,1	3270,5	2551,6	1885,6	2135,9	*2133,9*	2379,8	2191,8	2015,5	2734,9	2530,6	2630,9
16	3134,1	3228,8	2511,3	2185,5	2388,9	*2383,1*	2229,8	2291,7	1828,7	2800,2	2508	2543,8
17	3106,8	3037,9	2311,2	2408,8	2274	*2039,9*	2193,2	2350,8	1745,8	2519,9	2559,2	2463,4
18	2968,4	3071,1	2064	2517,1	2016,9	*2212,6*	2520,1	2451,2	1700,4	2441,3	2623,5	2788,9
19	3074,8	3041,4	2013,3	2711	1738,1	*2432,2*	2222,7	2555,3	1551,9	2811,3	2720,4	2691
20	2929,3	3032,3	2024,5	2432,9	1883,3	*2618,4*	2362,9	2389,3	1795,3	2790,1	2865,6	2741,3

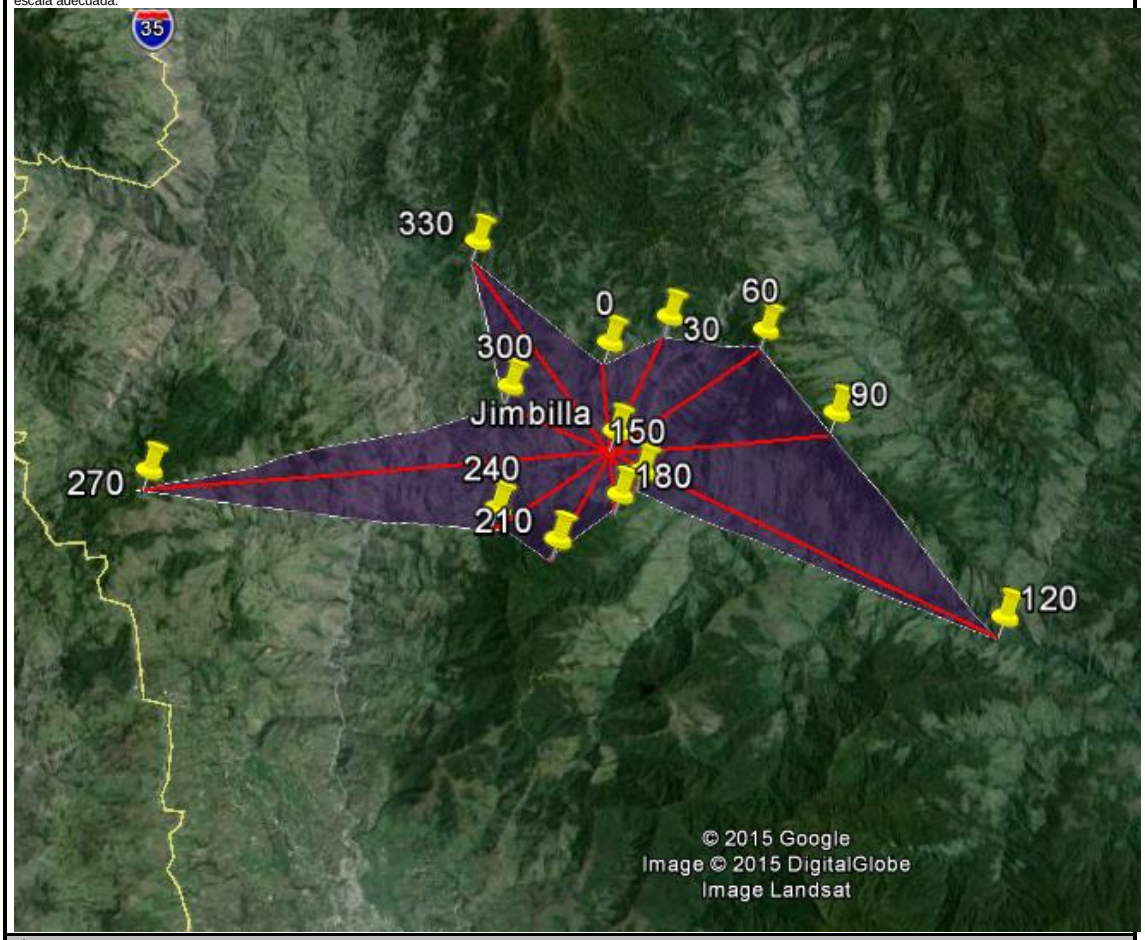
NOTA: La escala de distancia de esta tabla puede ser modificada de acuerdo al radio de cobertura. Deben presentarse los gráficos de cada perfil.

4)
AREA DE COBERTURA

NIVEL DE CAMPO ELECTRICO (dB□V/m)

RADIALES / ***DISTANCIA (Km)***	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
1	83,895	83,895	83,895	83,895	74,510	83,895	83,895	83,895	83,895	83,895	83,895	83,895
2	68,896	68,896	68,896	68,896	58,171	68,896	68,896	68,896	68,896	68,896	68,896	68,896
3	60,121	60,121	60,121	60,121	48,613	60,121	60,121	60,121	60,121	60,121	60,121	60,121
4	53,896	53,896	53,896	53,896	41,832	53,896	53,896	53,896	53,896	53,896	53,896	53,896
5	49,067	49,067	49,067	49,067	36,572	49,067	49,067	49,067	49,067	49,067	49,067	49,067
6	45,121	45,121	45,121	45,121	32,274	45,121	45,121	45,121	45,121	45,121	45,121	45,121
7	41,786	41,786	41,786	41,786	28,641	41,786	41,786	41,786	41,786	41,786	41,786	41,786
8	38,896	38,896	38,896	38,896	25,493	38,896	38,896	38,896	38,896	38,896	38,896	38,896
9	36,347	36,347	36,347	36,347	22,717	36,347	36,347	36,347	36,347	36,347	36,347	36,347
10	34,067	34,067	34,067	34,067	20,233	34,067	34,067	34,067	34,067	34,067	34,067	34,067
11	32,005	32,005	32,005	32,005	17,987	32,005	32,005	32,005	32,005	32,005	32,005	32,005
12	30,122	30,122	30,122	30,122	15,936	30,122	30,122	30,122	30,122	30,122	30,122	30,122
13	28,390	28,390	28,390	28,390	14,049	28,390	28,390	28,390	28,390	28,390	28,390	28,390
14	26,786	26,786	26,786	26,786	12,302	26,786	26,786	26,786	26,786	26,786	26,786	26,786
15	25,293	25,293	25,293	25,293	10,676	25,293	25,293	25,293	25,293	25,293	25,293	25,293
16	23,896	23,896	23,896	23,896	9,154	23,896	23,896	23,896	23,896	23,896	23,896	23,896
17	22,584	22,584	22,584	22,584	7,725	22,584	22,584	22,584	22,584	22,584	22,584	22,584
18	21,347	21,347	21,347	21,347	6,378	21,347	21,347	21,347	21,347	21,347	21,347	21,347
19	20,177	20,177	20,177	20,177	5,104	20,177	20,177	20,177	20,177	20,177	20,177	20,177
20	19,067	19,067	19,067	19,067	3,894	19,067	19,067	19,067	19,067	19,067	19,067	19,067

NOTA: La escala de distancia de esta tabla puede ser modificada de acuerdo al radio de cobertura. Debe presentarse el diagrama de cobertura en una copia de un mapa cartográfico de escala adecuada.

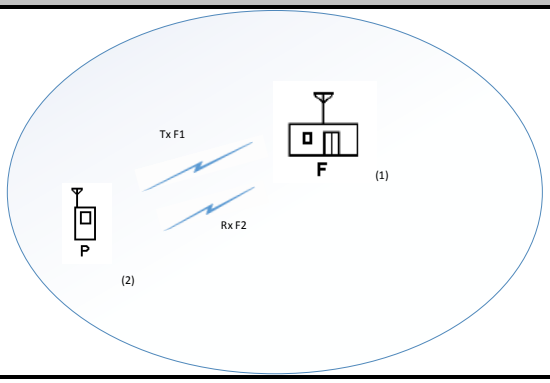


5)
RADIO DE COBERTURA

DISTANCIA (Km)

RADIALES / CAMPO ELECTRICO	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
E = 38.5 dBμV / m	8.15	8.15	8.15	8.15	4.7	8.15	8.15	8.15	8.15	8.15	8.15	8.15

6)
ESQUEMA DEL CIRCUITO



Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones	**FORMULARIO PARA CALCULOS DE PROPAGACION**	**RC– 13ª** Elab.: DRE Versión: 01 1) Cod. Cont: 4095

2) No. CIRCUITO/RADIOBASE:	C13

3)
PERFILES TOPOGRAFICOS

ALTURA s.n.m. (m)

RADIALES / ***DISTANCIA (Km)***	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
1	2692,4	2657	2717,1	2529,5	2409,1	2453,6	2505	2614,4	2725,7	2501,7	2515,1	2560,1
2	2823,7	2931,8	2998,6	2867,5	2290	2558,2	2576	2602,1	2752,9	2653,9	2710,2	2630,7
3	3079,9	2956	2874,5	2626,4	2182,7	2503	2600,7	2794,6	2908,2	2817,2	2676,7	2730
4	2887,5	2703,2	2246,5	2213,9	2178,6	2636,4	2774,5	3004,7	3123,7	2842,5	2720	3030,7
5	2844	2434,7	2313,9	2306,3	2224,1	2475,8	2600,6	3087,7	2897,5	3152,3	2752,9	3119,5
6	3056,1	2571	2405,9	2455,7	2168,8	2420,1	2732	3019,7	2799,5	2915,1	2948,2	3225,4
7	2804,9	2554,4	2521,3	2377,5	2398,4	2787,1	2781,1	2909	2827,8	2903,1	3165,7	3351,4
8	2932,3	2570,1	2708,1	2590,8	2242,9	2740,4	2594,7	2711,5	2846,7	2766,8	3024,5	3332,4
9	2772,5	2541,7	3061	2662,6	2061,2	2590,5	2487,8	2503,1	2930,9	2287	2913,6	3536,8
10	2776,7	2680	3072,4	2805	2046,7	2239,1	2326,5	2366,3	2975,8	2635,9	2764,2	3469
11	2922,3	2794,6	3114,1	2912,6	2119,3	2502,4	2223,6	2456,2	2794	3057,9	2938,8	3323,1
12	3026,5	2925,2	3238,3	3311,1	2409,1	2225	2111,4	2644,4	2626,1	2709,2	3082,2	3574,6
13	2927,5	3122	3233,1	3201,6	2289	2037,9	2238,2	2733,7	2174,6	2807	3014,4	3499,6
14	2759,2	2953,3	3049,4	2794,5	2152,4	2014,7	2016,7	2670,6	1707,7	2342,4	3083,9	3600,9
15	2776	3033,8	3215,7	2496,1	1957,3	2235,1	2046,2	2269,3	2118,5	2057,5	3242,2	3590,4
16	2633,1	2911,5	3235,2	2293,4	1974,5	2439,9	1972,2	2120	2120,9	2197,6	3321,4	3569,9
17	2616,1	2772,7	3229,7	2519,2	2038	2442,4	2134,9	1832,5	1950,2	2054	3025,2	3674,5
18	2571,6	2554,2	3347,7	2311,3	1864,6	2252,8	2168,7	1713,7	2295,1	1803,6	2936,2	3688
19	2614,2	2486,3	3106,4	2639	1830,9	2212,6	2086,2	1552,3	2624,7	1629,6	2607,4	3577,3
20	2576,3	2552,7	3089,6	2710,1	1921,9	2240,8	2012,5	1425	2415,5	1646,9	2319,1	3671,9

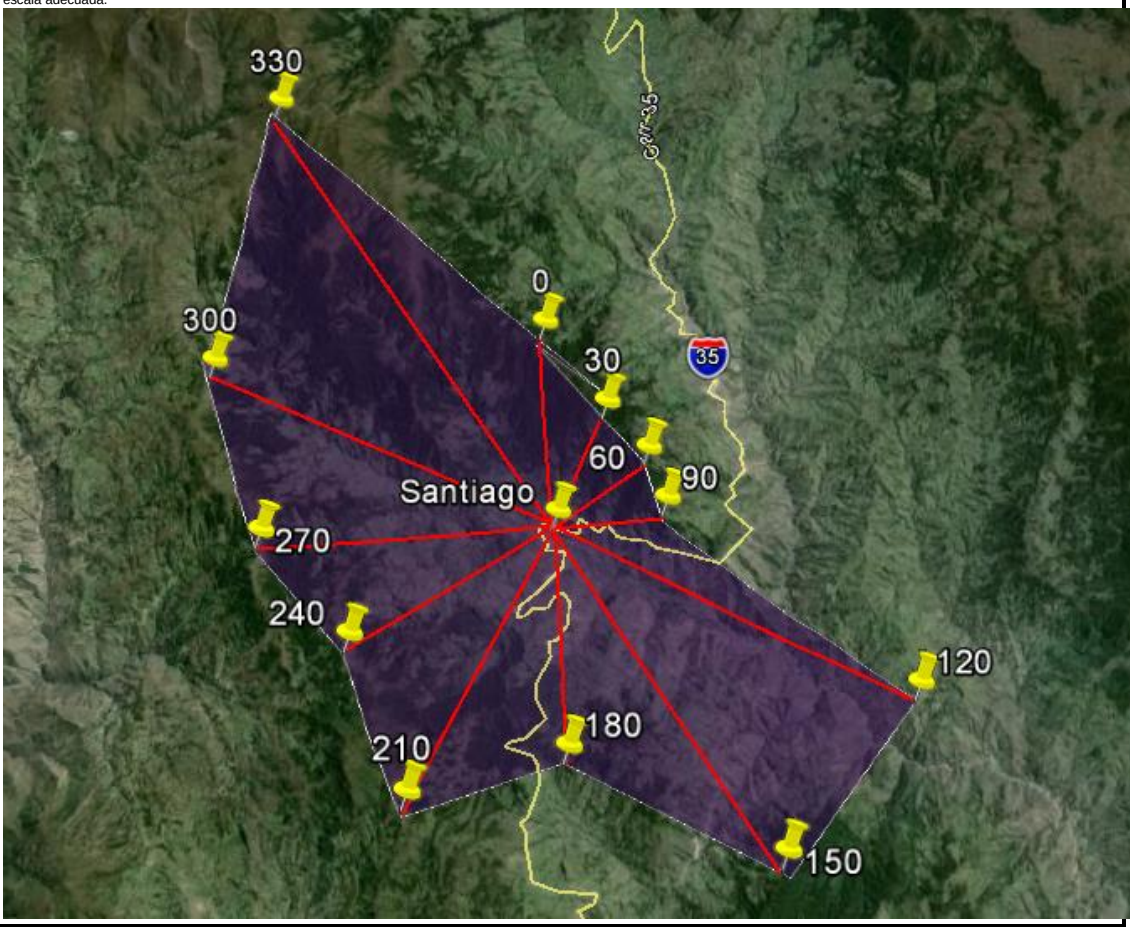
NOTA: La escala de distancia de esta tabla puede ser modificada de acuerdo al radio de cobertura. Deben presentarse los gráficos de cada perfil.

4)
AREA DE COBERTURA

NIVEL DE CAMPO ELECTRICO (dB□V/m)

RADIALES / ***DISTANCIA (Km)***	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
1	83,895	83,895	83,895	83,895	85,005	66,821	55,948	83,895	83,895	83,895	83,895	83,895
2	68,896	68,896	68,896	68,896	70,164	49,386	36,960	68,896	68,896	68,896	68,896	68,896
3	60,121	60,121	60,121	60,121	61,482	39,186	25,853	60,121	60,121	60,121	60,121	60,121
4	53,896	53,896	53,896	53,896	55,323	31,950	17,973	53,896	53,896	53,896	53,896	53,896
5	49,067	49,067	49,067	49,067	50,545	26,337	11,861	49,067	49,067	49,067	49,067	49,067
6	45,121	45,121	45,121	45,121	46,641	21,751	6,866	45,121	45,121	45,121	45,121	45,121
7	41,786	41,786	41,786	41,786	43,340	17,873	2,644	41,786	41,786	41,786	41,786	41,786
8	38,896	38,896	38,896	38,896	40,481	14,514	-1,014	38,896	38,896	38,896	38,896	38,896
9	36,347	36,347	36,347	36,347	37,959	11,551	-4,241	36,347	36,347	36,347	36,347	36,347
10	34,067	34,067	34,067	34,067	35,703	8,901	-7,127	34,067	34,067	34,067	34,067	34,067
11	32,005	32,005	32,005	32,005	33,662	6,504	-9,737	32,005	32,005	32,005	32,005	32,005
12	30,122	30,122	30,122	30,122	31,799	4,315	-12,121	30,122	30,122	30,122	30,122	30,122
13	28,390	28,390	28,390	28,390	30,086	2,301	-14,314	28,390	28,390	28,390	28,390	28,390
14	26,786	26,786	26,786	26,786	28,499	0,437	-16,344	26,786	26,786	26,786	26,786	26,786
15	25,293	25,293	25,293	25,293	27,022	-1,298	-18,233	25,293	25,293	25,293	25,293	25,293
16	23,896	23,896	23,896	23,896	25,640	-2,922	-20,001	23,896	23,896	23,896	23,896	23,896
17	22,584	22,584	22,584	22,584	24,342	-4,447	-21,662	22,584	22,584	22,584	22,584	22,584
18	21,347	21,347	21,347	21,347	23,118	-5,885	-23,228	21,347	21,347	21,347	21,347	21,347
19	20,177	20,177	20,177	20,177	21,960	-7,245	-24,709	20,177	20,177	20,177	20,177	20,177
20	19,067	19,067	19,067	19,067	20,862	-8,535	-26,114	19,067	19,067	19,067	19,067	19,067

NOTA: La escala de distancia de esta tabla puede ser modificada de acuerdo al radio de cobertura. Debe presentarse el diagrama de cobertura en una copia de un mapa cartográfico de escala adecuada.

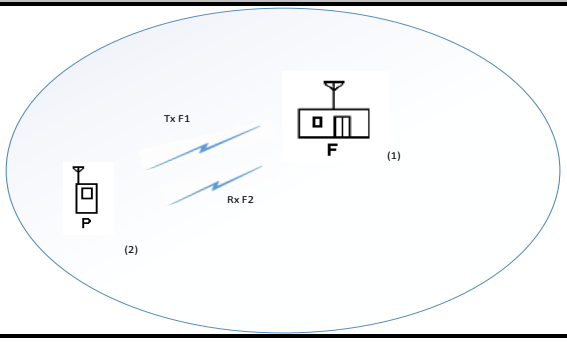


5)
RADIO DE COBERTURA

DISTANCIA (Km)

RADIALES / ***CAMPO ELECTRICO***	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
E = 38.5 dBµV / m	8.15	8.15	8.15	8.15	8.1	3.1	1.95	8.15	8.15	8.15	8.15	8.15

6)
ESQUEMA DEL CIRCUITO



Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones	**FORMULARIO PARA CALCULOS DE PROPAGACION**	**RC– 13A** Elab.: DRE Versión: 01 1) Cod. Cont: 4095

2) No. CIRCUITO/RADIOBASE:	C14

3)
PERFILES TOPOGRAFICOS

ALTURA s.n.m. (m)

RADIALES / ***DISTANCIA (Km)***	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
1	2074,3	2173,4	1907,7	2073	2012,4	2101,1	1942,4	2033,6	1922,7	1849,8	1831,8	1990,5
2	2178,8	2422,6	2112,6	2241,3	2201,9	2226,1	2143,7	2174	2244,3	1990,2	2036,7	2015,7
3	2439,2	2409,6	2365,8	2410,4	2352,5	2179,6	2243,8	2424,5	2307,6	2181,8	2077,8	1913,4
4	2342,4	2484,1	2724,5	2593,9	2332,5	2206,2	2315	2139,6	1708,8	1959,3	2081,2	1923,4
5	1924,4	2174,6	2934,9	2711,8	2668,5	2132,8	2029,4	1907,1	1909,8	1654,4	1929,6	1736,3
6	1910,4	2478,2	3003,7	2722,2	2912,5	2340,1	2210,9	1923,6	2296,7	1758,2	1714,6	1769,2
7	2332,4	2650	2915,2	3057,1	3143,5	2524,3	2390,5	2060,9	2423,5	1921,7	1595,5	1795,4
8	2212,5	2640,8	3387,5	3046,2	3381,4	2624,9	2307,6	2252,4	2282,5	2083,2	1576,5	1916,6
9	1895,2	2969,5	3076,5	2704,4	3210,3	2703,6	2563,3	2421,8	2153,9	2037,5	1581,9	1930,6
10	2262,9	2963,5	2994,6	2483,4	3066,4	2398,5	2839,3	2380,9	2287,6	2458,1	1738,9	1770,9
11	2025,5	3069,8	2798,4	2547,5	2985,1	2335	3033,8	2490,4	2318,9	2780,6	1610	1681,3
12	2206,4	3444,8	2710,7	2354,5	2839,1	2245	3342,5	2360,2	2048	2846,5	1844,4	1671,4
13	2646,6	3526,2	2630,2	2424,8	2461,6	2260,8	3235,9	2508	2317,4	3000,4	1905	1839,1
14	2242,5	3331,2	3056,2	2203,4	2004,5	1924,5	3030,6	2800,4	2756,8	2810,2	1931,3	1568,5
15	1866,6	3613,4	2884,4	2115,1	1786,3	1946,8	2828	3132,1	3008,8	3005,5	1616,7	1551,9
16	2339,3	3393,4	2485,9	2058,6	1818,7	1944,3	2639,2	3098,1	2902,6	2824,8	1809,6	1604,5
17	2502,5	3591,9	2578,5	2046,7	2153,2	1983,1	2794,5	2973,1	3362,4	2672,1	1954,6	1611,3
18	2937,8	3216,5	2887,4	2150,9	2313,7	1973,2	2848,4	2722,7	3387,6	2402,2	2154	1472,9
19	2465,9	3043,9	2725	2398,1	2178,8	1776,3	2696,2	2595,9	2981	2181,2	2295,4	1521,8
20	2229,7	3137,5	2980,2	2746,3	2480,9	1427,5	2903	2221,6	3048,7	1905,6	2074,9	1626,3

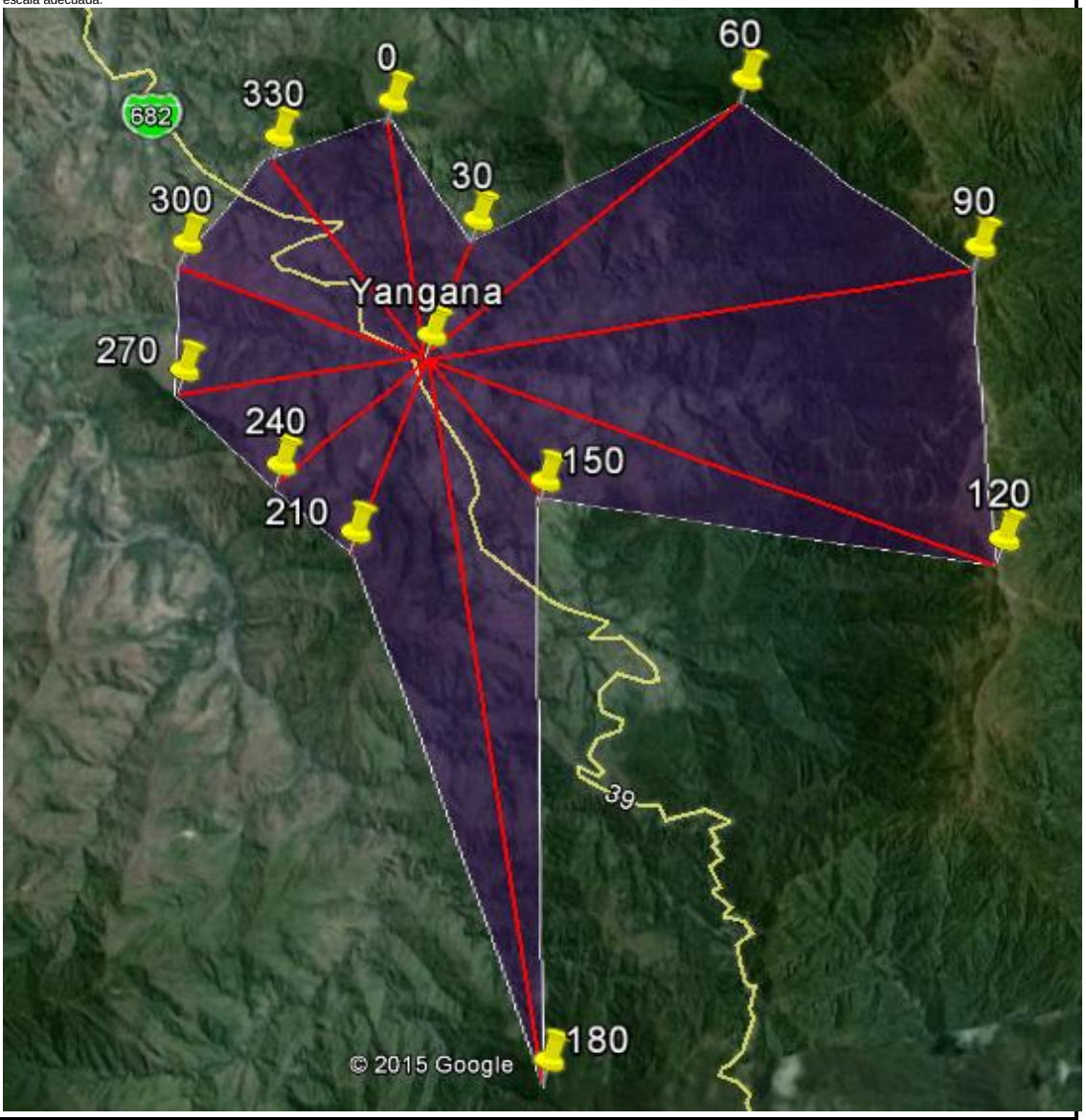
NOTA: La escala de distancia de esta tabla puede ser modificada de acuerdo al radio de cobertura. Deben presentarse los gráficos de cada perfil.

4)
AREA DE COBERTURA

NIVEL DE CAMPO ELECTRICO (dB□V/m)

RADIALES / ***DISTANCIA (Km)***	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
1	83,895	83,895	83,895	83,895	83,895	83,895	83,895	83,895	83,895	83,895	76,160	77,196
2	68,896	68,896	68,896	68,896	68,896	68,896	68,896	68,896	68,896	68,896	60,057	61,240
3	60,121	60,121	60,121	60,121	60,121	60,121	60,121	60,121	60,121	60,121	50,637	51,906
4	53,896	53,896	53,896	53,896	53,896	53,896	53,896	53,896	53,896	53,896	43,953	45,284
5	49,067	49,067	49,067	49,067	49,067	49,067	49,067	49,067	49,067	49,067	38,769	40,148
6	45,121	45,121	45,121	45,121	45,121	45,121	45,121	45,121	45,121	45,121	34,533	35,951
7	41,786	41,786	41,786	41,786	41,786	41,786	41,786	41,786	41,786	41,786	30,952	32,402
8	38,896	38,896	38,896	38,896	38,896	38,896	38,896	38,896	38,896	38,896	27,850	29,329
9	36,347	36,347	36,347	36,347	36,347	36,347	36,347	36,347	36,347	36,347	25,113	26,617
10	34,067	34,067	34,067	34,067	34,067	34,067	34,067	34,067	34,067	34,067	22,666	24,192
11	32,005	32,005	32,005	32,005	32,005	32,005	32,005	32,005	32,005	32,005	20,451	21,998
12	30,122	30,122	30,122	30,122	30,122	30,122	30,122	30,122	30,122	30,122	18,430	19,995
13	28,390	28,390	28,390	28,390	28,390	28,390	28,390	28,390	28,390	28,390	16,570	18,153
14	26,786	26,786	26,786	26,786	26,786	26,786	26,786	26,786	26,786	26,786	14,849	16,447
15	25,293	25,293	25,293	25,293	25,293	25,293	25,293	25,293	25,293	25,293	13,246	14,859
16	23,896	23,896	23,896	23,896	23,896	23,896	23,896	23,896	23,896	23,896	11,746	13,373
17	22,584	22,584	22,584	22,584	22,584	22,584	22,584	22,584	22,584	22,584	10,338	11,977
18	21,347	21,347	21,347	21,347	21,347	21,347	21,347	21,347	21,347	21,347	9,010	10,662
19	20,177	20,177	20,177	20,177	20,177	20,177	20,177	20,177	20,177	20,177	7,754	9,417
20	19,067	19,067	19,067	19,067	19,067	19,067	19,067	19,067	19,067	19,067	6,562	8,236

NOTA: La escala de distancia de esta tabla puede ser modificada de acuerdo al radio de cobertura. Debe presentarse el diagrama de cobertura en una copia de un mapa cartográfico de escala adecuada.

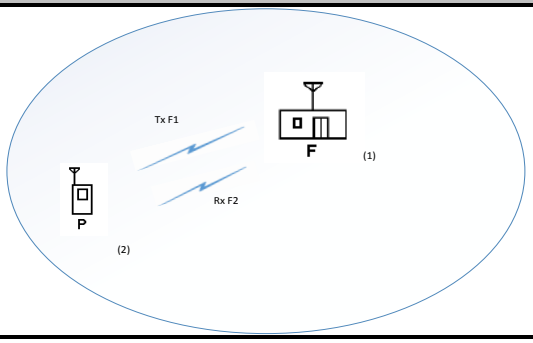


5)
RADIO DE COBERTURA

DISTANCIA (Km)

RADIALES / ***CAMPO ELECTRICO***	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
E = 38.5 dBμV / m	8.15	8.15	8.15	8.15	8.15	8.15	8.15	8.15	8.15	8.15	5.1	5.2

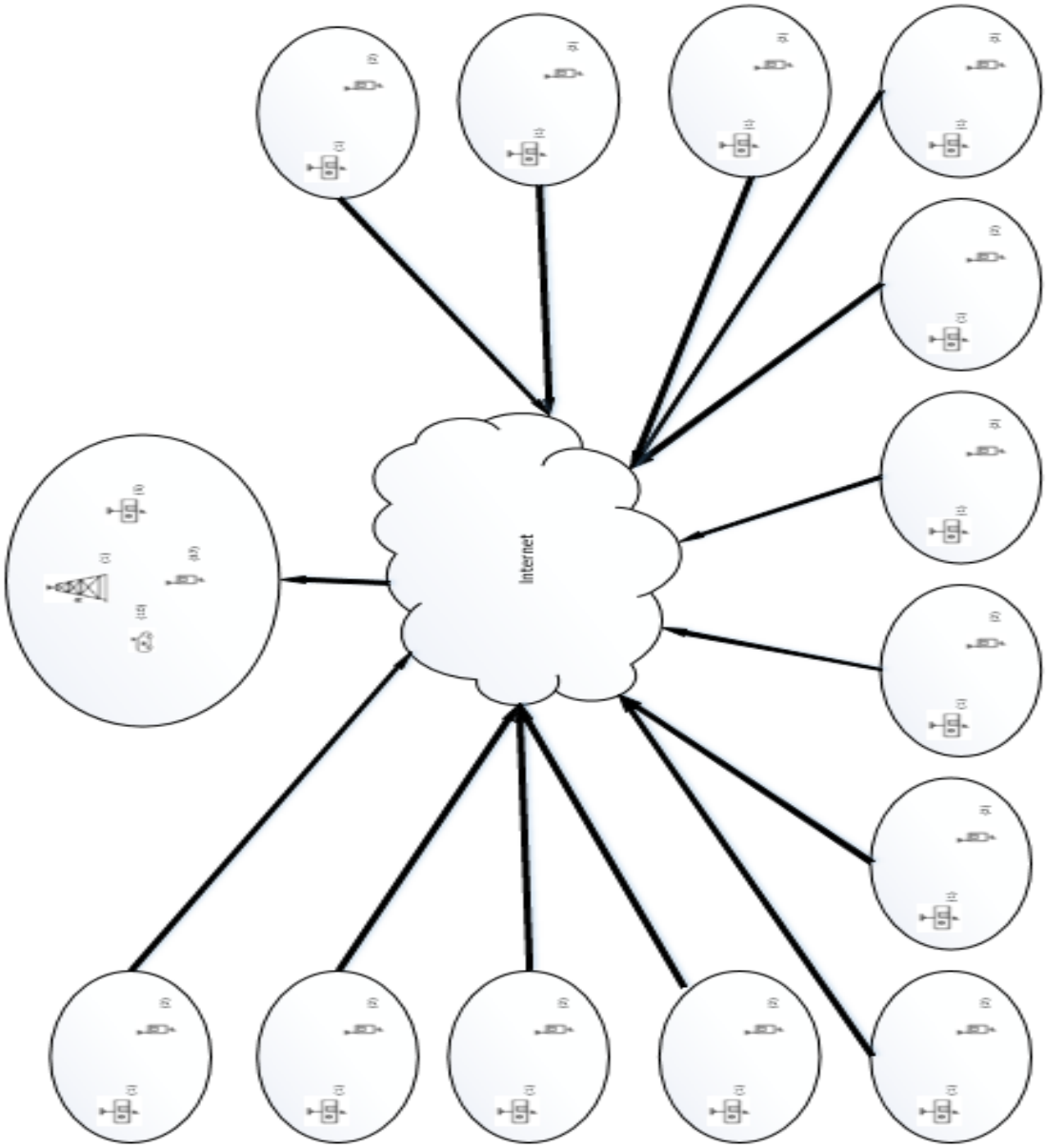
6)
ESQUEMA DEL CIRCUITO



ANEXO F.8.- FORMULARIO PARA ESQUEMA DEL SISTEMA DE RADIOCOMUNICACIONES

Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones	**FORMULARIO PARA ESQUEMA DEL SISTEMA DE RADIOCOMUNICACIONES**	**RC– 14A** Elab.: DRE Versión: 01 1) Cod. Cont.: 4095

1)
ESQUEMA GENERAL DEL SISTEMA



Nota: En este formulario se debe graficar la topología del sistema de radiocomunicaciones, cuando este consta de dos o más circuitos enlazados entre si, en enlaces con más de un salto o en caso de un sistema punto-multipunto.

ANEXO F.9.- FORMULARIO PARA ESTUDIO TÉCNICO DE EMISIONES DE RNI

Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones	**FORMULARIO PARA ESTUDIO TECNICO DE EMISIONES DE RNI (CALCULO DE LA DISTANCIA DE SEGURIDAD)**	**RC-15A RNI-T1**
		Fecha.: 2015-10-13

1) *USUARIO :*	
NOMBRE DE LA EMPRESA:	Cuerpo de bomberos del municipio de Loja
DIRECCIÓN :	Avenida Universitaria y 10 de agosto

2) *UBICACIÓN DEL SITIO :*				
PROVINCIA :	CIUDAD / CANTON :	LOCALIDAD :	LATITUD (°) (‘) (‘’)	LONGITUD (°) (‘) (‘’)
Loja	Loja	Cerro Huachichambo	04°01’52,00’’S	79°14’36,00’’W

3) *$S_{lím}$ A CONSIDERAR (VER ARTICULO 5 DEL REGLAMENTO) :*		
FRECUENCIAS (MHz)	$S_{lím}$ OCUPACIONAL (W/m^2)	$S_{lím}$ POBLACIONAL (W/m^2)
150,325 – 155,325	10	2

4) *CALCULO DE R^2 :*	
Altura h (m) : 27	$R = \sqrt{(X^2 + (h - d)^2)}$
DISTANCIA X	VALOR CALCULADO PARA R (m)
2 m	25.58
5 m	25.99
10 m	27.39
20 m	32.41
50 m	56.13

5) *CALCULO DEL PIRE :*		
POTENCIA MAXIMA DEL EQUIPO (W)	GANACIA MAXIMA DE LA ANTENA	VALOR DE PIRE (W)
25 W	6 dbi	66.53 W

6) *CALCULO DEL $S_{lím}$ TEORICO :*		
$S_{lím}$ = PIRE / (π * R^2)		
DISTANCIA	VALOR DE (π * R^2)	VALOR DE $S_{lím}$ (W/m^2)
2 m	2055.7	0.032
5 m	2122.1	0.031
10 m	2356.9	0.028
20 m	3300	0.020
50 m	9897.8	0.007

7) CERTIFICACION DEL PROFESIONAL TECNICO (RESPONSABLE TECNICO)

Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado por el suscrito y asumo la responsabilidad técnica respectiva

APELLIDO PATERNO:	APELLIDO MATERNO:	NOMBRES:	LIC. PROF.:
Castro	Meza	Shubert Alexis	

e-mail:	CASILLA:	TELEFONO / FAX:
shuberthcastro@gmail.com		0998374312

DIRECCION:	FECHA:	
Monte Sinaí entre Jerusalén y Rey David	2015-10-13	FIRMA

8) CERTIFICACION DE LA PERSONA NATURAL, REPRESENTANTE LEGAL O PERSONA DEBIDAMENTE AUTORIZADA

Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado acorde con mis necesidades de comunicación

NOMBRE:	FECHA:	
Ángel Arturo Aguilar Armijos	2015-10-13	FIRMA

Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones	**FORMULARIO PARA ESTUDIO TECNICO DE EMISIONES DE RNI (CALCULO DE LA DISTANCIA DE SEGURIDAD)**	**RC-15A RNI-T1**
		Fecha.: 2015-10-13

1) *USUARIO :*

NOMBRE DE LA EMPRESA:	Cuerpo de bomberos del municipio de Loja
DIRECCIÓN :	Avenida Universitaria y 10 de agosto

2) *UBICACIÓN DEL SITIO :*

PROVINCIA :	CIUDAD / CANTON :	LOCALIDAD :	LATITUD (°) (') (")	LONGITUD (°) (') (")
Loja	Loja	Loja, Pio Montufar entre Rodrigo Soto y Vicente Álvarez	04°01'31,30''S	79°12,56,70"W

3) *$S_{lím}$ A CONSIDERAR (VER ARTICULO 5 DEL REGLAMENTO) :*

FRECUENCIAS (MHz)	$S_{lím}$ OCUPACIONAL (W/m^2)	$S_{lím}$ POBLACIONAL (W/m^2)
150,325 – 155,325	10	2

4) *CALCULO DE R^2 :*

Altura h (m) : 15	$R = \sqrt{(X^2 + (h - d)^2)}$
DISTANCIA X	VALOR CALCULADO PARA R (m)
2 m	13.64
5 m	14.40
10 m	16.80
20 m	24.13
50 m	51.80

5) *CALCULO DEL PIRE :*

POTENCIA MAXIMA DEL EQUIPO (W)	GANACIA MAXIMA DE LA ANTENA	VALOR DE PIRE (W)
25 W	6 dbi	66.53 W

6) *CALCULO DEL $S_{lím}$ TEORICO :*

$S_{lím} = PIRE / (\pi * R^2)$

DISTANCIA	VALOR DE ($\pi * R^2$)	VALOR DE $S_{lím}$ (W/m^2)
2 m	584.49	0.114
5 m	651.44	0.102
10 m	886.68	0.075
20 m	1829.2	0.036
50 m	8429.6	0.008

7) CERTIFICACION DEL PROFESIONAL TECNICO (RESPONSABLE TECNICO)

Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado por el suscrito y asumo la responsabilidad técnica respectiva

APELLIDO PATERNO:	APELLIDO MATERNO:	NOMBRES:	LIC. PROF.:
Castro	Meza	Shubert Alexis	

e-mail:	CASILLA:	TELEFONO / FAX:
shuberthcastro@gmail.com		0998374312

DIRECCION:	FECHA:	
Monte Sinaí entre Jerusalén y Rey David	2015-10-13	_____ FIRMA

8) CERTIFICACION DE LA PERSONA NATURAL, REPRESENTANTE LEGAL O PERSONA DEBIDAMENTE AUTORIZADA

Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado acorde con mis necesidades de comunicación

NOMBRE:	FECHA:	
Ángel Arturo Aguilar Armijos	2015-10-13	_____ FIRMA

Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones	**FORMULARIO PARA ESTUDIO TECNICO DE EMISIONES DE RNI (CALCULO DE LA DISTANCIA DE SEGURIDAD)**	**RC-15A RNI-T1**
		Fecha.: 2015-10-13

1) *USUARIO :*

NOMBRE DE LA EMPRESA:	Cuerpo de bomberos del municipio de Loja
DIRECCIÓN :	Avenida Universitaria y 10 de agosto

2) *UBICACIÓN DEL SITIO :*

PROVINCIA :	CIUDAD / CANTON :	LOCALIDAD :	LATITUD (°) (') (")	LONGITUD (°) (') (")
Loja	Loja	Loja, Avenida Barcelona entre Turunuma y Zaragoza	03°58'30,70"S	79°12'27,50"W

3) *$S_{lím}$ A CONSIDERAR (VER ARTICULO 5 DEL REGLAMENTO) :*

FRECUENCIAS (MHz)	$S_{lím}$ OCUPACIONAL (W/m^2)	$S_{lím}$ POBLACIONAL (W/m^2)
150,325 – 155,325	10	2

4) *CALCULO DE R^2 :*

Altura h (m) : 15	$R = \sqrt{(X^2 + (h - d)^2)}$
DISTANCIA X	VALOR CALCULADO PARA R (m)
2 m	13.64
5 m	14.40
10 m	16.80
20 m	24.13
50 m	51.80

5) *CALCULO DEL PIRE :*

POTENCIA MAXIMA DEL EQUIPO (W)	GANACIA MAXIMA DE LA ANTENA	VALOR DE PIRE (W)
25 W	6 dbi	66.53 W

6) *CALCULO DEL $S_{lím}$ TEORICO :*

$S_{lím} = PIRE / (\pi * R^2)$

DISTANCIA	VALOR DE ($\pi * R^2$)	VALOR DE $S_{lím}$ (W/m^2)
2 m	584.49	0.114
5 m	651.44	0.102
10 m	886.68	0.075
20 m	1829.2	0.036
50 m	8429.6	0.008

7) CERTIFICACION DEL PROFESIONAL TECNICO (RESPONSABLE TECNICO)

Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado por el suscrito y asumo la responsabilidad técnica respectiva

APELLIDO PATERNO:	APELLIDO MATERNO:	NOMBRES:	LIC. PROF.:
Castro	Meza	Shubert Alexis	

e-mail:	CASILLA:	TELEFONO / FAX:
shuberthcastro@gmail.com		0998374312

DIRECCION:	FECHA:	
Monte Sinaí entre Jerusalén y Rey David	2015-10-13	FIRMA

8) CERTIFICACION DE LA PERSONA NATURAL, REPRESENTANTE LEGAL O PERSONA DEBIDAMENTE AUTORIZADA

Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado acorde con mis necesidades de comunicación

NOMBRE:	FECHA:	
Ángel Arturo Aguilar Armijos	2015-10-13	FIRMA

Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones	**FORMULARIO PARA ESTUDIO TECNICO DE EMISIONES DE RNI (CALCULO DE LA DISTANCIA DE SEGURIDAD)**	**RC-15A RNI-T1**
		Fecha.: 2015-10-13

1) *USUARIO :*

NOMBRE DE LA EMPRESA:	Cuerpo de bomberos del municipio de Loja
DIRECCIÓN :	Avenida Universitaria y 10 de agosto

2) *UBICACIÓN DEL SITIO :*

PROVINCIA :	CIUDAD / CANTON :	LOCALIDAD :	LATITUD (°) (') (")	LONGITUD (°) (') (")
Loja	Loja	Loja, Francisco Lecaro y Miguel Cano Madrid	03°58'09,91"S	79°12'21,28"W

3) *$S_{lím}$ A CONSIDERAR (VER ARTICULO 5 DEL REGLAMENTO) :*

FRECUENCIAS (MHz)	$S_{lím}$ OCUPACIONAL (W/m^2)	$S_{lím}$ POBLACIONAL (W/m^2)
150,325 – 155,325	10	2

4) *CALCULO DE R^2 :*

Altura h (m) : 15	$R = \sqrt{(X^2 + (h - d)^2)}$
DISTANCIA X	VALOR CALCULADO PARA R (m)
2 m	13.64
5 m	14.40
10 m	16.80
20 m	24.13
50 m	51.80

5) *CALCULO DEL PIRE :*

POTENCIA MAXIMA DEL EQUIPO (W)	GANACIA MAXIMA DE LA ANTENA	VALOR DE PIRE (W)
25 W	6 dbi	66.53 W

6) *CALCULO DEL $S_{lím}$ TEORICO :*

$S_{lím} = PIRE / (\pi * R^2)$

DISTANCIA	VALOR DE ($\pi * R^2$)	VALOR DE $S_{lím}$ (W/m^2)
2 m	584.49	0.114
5 m	651.44	0.102
10 m	886.68	0.075
20 m	1829.2	0.036
50 m	8429.6	0.008

7) CERTIFICACION DEL PROFESIONAL TECNICO (RESPONSABLE TECNICO)

Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado por el suscrito y asumo la responsabilidad técnica respectiva

APELLIDO PATERNO:	APELLIDO MATERNO:	NOMBRES:	LIC. PROF.:
Castro	Meza	Shubert Alexis	

e-mail:	CASILLA:	TELEFONO / FAX:
shuberthcastro@gmail.com		0998374312

DIRECCION:	FECHA:	
Monte Sinaí entre Jerusalén y Rey David	2015-10-13	FIRMA

8) CERTIFICACION DE LA PERSONA NATURAL, REPRESENTANTE LEGAL O PERSONA DEBIDAMENTE AUTORIZADA

Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado acorde con mis necesidades de comunicación

NOMBRE:	FECHA:	
Ángel Arturo Aguilar Armijos	2015-10-13	FIRMA

Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones	**FORMULARIO PARA ESTUDIO TECNICO DE EMISIONES DE RNI (CALCULO DE LA DISTANCIA DE SEGURIDAD)**	**RC-15A RNI-T1**
		Fecha.: 2015-10-13

1) *USUARIO :*

NOMBRE DE LA EMPRESA:	Cuerpo de bomberos del municipio de Loja
DIRECCIÓN :	Avenida Universitaria y 10 de agosto

2) *UBICACIÓN DEL SITIO :*

PROVINCIA :	CIUDAD / CANTON :	LOCALIDAD :	LATITUD (°) (‘) (’’)	LONGITUD (°) (‘) (’’)
Loja	Loja	Loja, 10 de agosto y avenida universitaria	03°59’50,43’’S	79°12’17,54’’ W

3) *$S_{lím}$ A CONSIDERAR (VER ARTICULO 5 DEL REGLAMENTO) :*

FRECUENCIAS (MHz)	$S_{lím}$ OCUPACIONAL (W/m^2)	$S_{lím}$ POBLACIONAL (W/m^2)
150,325 – 155,325	10	2

4) *CALCULO DE R^2 :*

Altura h (m) : 15	$R = \sqrt{(X^2 + (h - d)^2)}$
DISTANCIA X	VALOR CALCULADO PARA R (m)
2 m	13.64
5 m	14.40
10 m	16.80
20 m	24.13
50 m	51.80

5) *CALCULO DEL PIRE :*

POTENCIA MAXIMA DEL EQUIPO (W)	GANACIA MAXIMA DE LA ANTENA	VALOR DE PIRE (W)
25 W	6 dbi	66.53 W

6) *CALCULO DEL $S_{lím}$ TEORICO :*

$S_{lím} = PIRE / (\pi * R^2)$

DISTANCIA	VALOR DE ($\pi * R^2$)	VALOR DE $S_{lím}$ (W/m^2)
2 m	584.49	0.114
5 m	651.44	0.102
10 m	886.68	0.075
20 m	1829.2	0.036
50 m	8429.6	0.008

7) CERTIFICACION DEL PROFESIONAL TECNICO (RESPONSABLE TECNICO)

Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado por el suscrito y asumo la responsabilidad técnica respectiva

APELLIDO PATERNO:	APELLIDO MATERNO:	NOMBRES:	LIC. PROF.:
Castro	Meza	Shubert Alexis	

e-mail:	CASILLA:	TELEFONO / FAX:
shuberthcastro@gmail.com		0998374312

DIRECCION:	FECHA:	
Monte Sinaí entre Jerusalén y Rey David	2015-10-13	FIRMA

8) CERTIFICACION DE LA PERSONA NATURAL, REPRESENTANTE LEGAL O PERSONA DEBIDAMENTE AUTORIZADA

Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado acorde con mis necesidades de comunicación

NOMBRE:	FECHA:	
Ángel Arturo Aguilar Armijos	2015-10-13	FIRMA

Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones	**FORMULARIO PARA ESTUDIO TECNICO DE EMISIONES DE RNI (CALCULO DE LA DISTANCIA DE SEGURIDAD)**	**RC-15A RNI-T1**
		Fecha.: 2015-10-13

1) *USUARIO :*

NOMBRE DE LA EMPRESA:	Cuerpo de bomberos del municipio de Loja
DIRECCIÓN :	Avenida Universitaria y 10 de agosto

2) *UBICACIÓN DEL SITIO :*

PROVINCIA :	CIUDAD / CANTON :	LOCALIDAD :	LATITUD (°) (') (")	LONGITUD (°) (') (")
Loja	Loja	Loja, 10 de agosto y avenida universitaria	03°59'50,43"S	79°12'17,54" W

3) *$S_{lím}$ A CONSIDERAR (VER ARTICULO 5 DEL REGLAMENTO) :*

FRECUENCIAS (MHz)	$S_{lím}$ OCUPACIONAL (W/m^2)	$S_{lím}$ POBLACIONAL (W/m^2)
150,325 – 155,325	10	2

4) *CALCULO DE R^2 :*

Altura h (m) : 15	$R = \sqrt{(X^2 + (h - d)^2)}$
DISTANCIA X	VALOR CALCULADO PARA R (m)
2 m	13.64
5 m	14.40
10 m	16.80
20 m	24.13
50 m	51.80

5) *CALCULO DEL PIRE :*

POTENCIA MAXIMA DEL EQUIPO (W)	GANACIA MAXIMA DE LA ANTENA	VALOR DE PIRE (W)
25 W	6 dbi	66.53 W

6) *CALCULO DEL $S_{lím}$ TEORICO :*

$S_{lím} = PIRE / (\pi * R^2)$

DISTANCIA	VALOR DE ($\pi * R^2$)	VALOR DE $S_{lím}$ (W/m^2)
2 m	584.49	0.114
5 m	651.44	0.102
10 m	886.68	0.075
20 m	1829.2	0.036
50 m	8429.6	0.008

7) CERTIFICACION DEL PROFESIONAL TECNICO (RESPONSABLE TECNICO)

Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado por el suscrito y asumo la responsabilidad técnica respectiva

APELLIDO PATERNO:	APELLIDO MATERNO:	NOMBRES:	LIC. PROF.:
Castro	Meza	Shubert Alexis	

e-mail:	CASILLA:	TELEFONO / FAX:
shuberthcastro@gmail.com		0998374312

DIRECCION:	FECHA:	
Monte Sinaí entre Jerusalén y Rey David	2015-10-13	FIRMA

8) CERTIFICACION DE LA PERSONA NATURAL, REPRESENTANTE LEGAL O PERSONA DEBIDAMENTE AUTORIZADA

Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado acorde con mis necesidades de comunicación

NOMBRE:	FECHA:	
Ángel Arturo Aguilar Armijos	2015-10-13	FIRMA

Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones	**FORMULARIO PARA ESTUDIO TECNICO DE EMISIONES DE RNI (CALCULO DE LA DISTANCIA DE SEGURIDAD)**	**RC-15A RNI-T1**
		Fecha.: 2015-10-13

1) *USUARIO :*

NOMBRE DE LA EMPRESA:	Cuerpo de bomberos del municipio de Loja
DIRECCIÓN :	Avenida Universitaria y 10 de agosto

2) *UBICACIÓN DEL SITIO :*

PROVINCIA :	CIUDAD / CANTON :	LOCALIDAD :	LATITUD (°) (‘) (’’)	LONGITUD (°) (‘) (’’)
Loja	Loja	Vilcabamba, Sucre y Miguel Carpio	4°15'42.72"S	79°13'21.07"O

3) *$S_{lím}$ A CONSIDERAR (VER ARTICULO 5 DEL REGLAMENTO) :*

FRECUENCIAS (MHz)	$S_{lím}$ OCUPACIONAL (W/m^2)	$S_{lím}$ POBLACIONAL (W/m^2)
150,325 – 155,325	10	2

4) *CALCULO DE R^2 :*

Altura h (m) : 15	$R = \sqrt{(X^2 + (h - d)^2)}$
DISTANCIA X	VALOR CALCULADO PARA R (m)
2 m	13.64
5 m	14.40
10 m	16.80
20 m	24.13
50 m	51.80

5) *CALCULO DEL PIRE :*

POTENCIA MAXIMA DEL EQUIPO (W)	GANACIA MAXIMA DE LA ANTENA	VALOR DE PIRE (W)
25 W	6 dbi	66.53 W

6) *CALCULO DEL $S_{lím}$ TEORICO :*

$S_{lím} = PIRE / (\pi * R^2)$

DISTANCIA	VALOR DE ($\pi * R^2$)	VALOR DE $S_{lím}$ (W/m^2)
2 m	584.49	0.114
5 m	651.44	0.102
10 m	886.68	0.075
20 m	1829.2	0.036
50 m	8429.6	0.008

7) *CERTIFICACION DEL PROFESIONAL TECNICO (RESPONSABLE TECNICO)*

Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado por el suscrito y asumo la responsabilidad técnica respectiva

APELLIDO PATERNO:	APELLIDO MATERNO:	NOMBRES:	LIC. PROF.:
Castro	Meza	Shubert Alexis	

e-mail:	CASILLA:	TELEFONO / FAX:
shuberthcastro@gmail.com		0998374312

DIRECCION:	FECHA:	
Monte Sinaí entre Jerusalén y Rey David	2015-10-13	FIRMA

8) *CERTIFICACION DE LA PERSONA NATURAL, REPRESENTANTE LEGAL O PERSONA DEBIDAMENTE AUTORIZADA*

Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado acorde con mis necesidades de comunicación

NOMBRE:	FECHA:	
Ángel Arturo Aguilar Armijos	2015-10-13	FIRMA

Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones	**FORMULARIO PARA ESTUDIO TECNICO DE EMISIONES DE RNI (CALCULO DE LA DISTANCIA DE SEGURIDAD)**	**RC-15A RNI-T1**
		Fecha.: 2015-10-13

1) *USUARIO :*

NOMBRE DE LA EMPRESA:	Cuerpo de bomberos del municipio de Loja
DIRECCIÓN :	Avenida Universitaria y 10 de agosto

2) *UBICACIÓN DEL SITIO :*

PROVINCIA :	CIUDAD / CANTON :	LOCALIDAD :	LATITUD (°) (‘) (’’)	LONGITUD (°) (‘) (’’)
Loja	Loja	Malacatos, junta parroquial	4°13'7.96"S	79°15'34.07"O

3) *$S_{lím}$ A CONSIDERAR (VER ARTICULO 5 DEL REGLAMENTO) :*

FRECUENCIAS (MHz)	$S_{lím}$ OCUPACIONAL (W/m^2)	$S_{lím}$ POBLACIONAL (W/m^2)
150,325 – 155,325	10	2

4) *CALCULO DE R^2 :*

Altura h (m) : 15	$R = \sqrt{(X^2 + (h - d)^2)}$
DISTANCIA X	VALOR CALCULADO PARA R (m)
2 m	13.64
5 m	14.40
10 m	16.80
20 m	24.13
50 m	51.80

5) *CALCULO DEL PIRE :*

POTENCIA MAXIMA DEL EQUIPO (W)	GANACIA MAXIMA DE LA ANTENA	VALOR DE PIRE (W)
25 W	6 dbi	66.53 W

6) *CALCULO DEL $S_{lím}$ TEORICO :*

$S_{lím} = PIRE / (\pi * R^2)$

DISTANCIA	VALOR DE ($\pi * R^2$)	VALOR DE $S_{lím}$ (W/m^2)
2 m	584.49	0.114
5 m	651.44	0.102
10 m	886.68	0.075
20 m	1829.2	0.036
50 m	8429.6	0.008

7) CERTIFICACION DEL PROFESIONAL TECNICO (RESPONSABLE TECNICO)

Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado por el suscrito y asumo la responsabilidad técnica respectiva

APELLIDO PATERNO:	APELLIDO MATERNO:	NOMBRES:	LIC. PROF.:
Castro	Meza	Shubert Alexis	

e-mail:	CASILLA:	TELEFONO / FAX:
shuberthcastro@gmail.com		0998374312

DIRECCION:	FECHA:	
Monte Sinaí entre Jerusalén y Rey David	2015-10-13	FIRMA

8) CERTIFICACION DE LA PERSONA NATURAL, REPRESENTANTE LEGAL O PERSONA DEBIDAMENTE AUTORIZADA

Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado acorde con mis necesidades de comunicación

NOMBRE:	FECHA:	
Ángel Arturo Aguilar Armijos	2015-10-13	FIRMA

Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones	**FORMULARIO PARA ESTUDIO TECNICO DE EMISIONES DE RNI (CALCULO DE LA DISTANCIA DE SEGURIDAD)**	**RC-15A RNI-T1**
		Fecha.: 2015-10-13

1) *USUARIO :*

NOMBRE DE LA EMPRESA:	Cuerpo de bomberos del municipio de Loja
DIRECCIÓN :	Avenida Universitaria y 10 de agosto

2) *UBICACIÓN DEL SITIO :*

PROVINCIA :	CIUDAD / CANTON :	LOCALIDAD :	LATITUD (°) (') (")	LONGITUD (°) (') (")
Loja	Loja	San pedro de Vilcabamba, junta parroquial.	4°14'32.65"S	79°13'17.47"O

3) *$S_{lím}$ A CONSIDERAR (VER ARTICULO 5 DEL REGLAMENTO) :*

FRECUENCIAS (MHz)	$S_{lím}$ OCUPACIONAL (W/m^2)	$S_{lím}$ POBLACIONAL (W/m^2)
150,325 – 155,325	10	2

4) *CALCULO DE R^2 :*

Altura h (m) : 15	$R = \sqrt{(X^2 + (h - d)^2)}$
DISTANCIA X	VALOR CALCULADO PARA R (m)
2 m	13.64
5 m	14.40
10 m	16.80
20 m	24.13
50 m	51.80

5) *CALCULO DEL PIRE :*

POTENCIA MAXIMA DEL EQUIPO (W)	GANACIA MAXIMA DE LA ANTENA	VALOR DE PIRE (W)
25 W	6 dbi	66.53 W

6) *CALCULO DEL $S_{lím}$ TEORICO :*

$S_{lím} = PIRE / (\pi * R^2)$

DISTANCIA	VALOR DE ($\pi * R^2$)	VALOR DE $S_{lím}$ (W/m^2)
2 m	584.49	0.114
5 m	651.44	0.102
10 m	886.68	0.075
20 m	1829.2	0.036
50 m	8429.6	0.008

7) CERTIFICACION DEL PROFESIONAL TECNICO (RESPONSABLE TECNICO)

Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado por el suscrito y asumo la responsabilidad técnica respectiva

APELLIDO PATERNO:	APELLIDO MATERNO:	NOMBRES:	LIC. PROF.:
Castro	Meza	Shubert Alexis	

e-mail:	CASILLA:	TELEFONO / FAX:
shuberthcastro@gmail.com		0998374312

DIRECCION:	FECHA:	
Monte Sinaí entre Jerusalén y Rey David	2015-10-13	FIRMA

8) CERTIFICACION DE LA PERSONA NATURAL, REPRESENTANTE LEGAL O PERSONA DEBIDAMENTE AUTORIZADA

Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado acorde con mis necesidades de comunicación

NOMBRE:	FECHA:	
Ángel Arturo Aguilar Armijos	2015-10-13	FIRMA

Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones	**FORMULARIO PARA ESTUDIO TECNICO DE EMISIONES DE RNI (CALCULO DE LA DISTANCIA DE SEGURIDAD)**	**RC-15A RNI-T1**
		Fecha.: 2015-10-13

1) *USUARIO :*

NOMBRE DE LA EMPRESA:	Cuerpo de bomberos del municipio de Loja
DIRECCIÓN :	Avenida Universitaria y 10 de agosto

2) *UBICACIÓN DEL SITIO :*

PROVINCIA :	CIUDAD / CANTON :	LOCALIDAD :	LATITUD (°) (') (")	LONGITUD (°) (') (")
Loja	Loja	Chuquiribamba, junta parroquial.	3°50'36.24"S	79°20'34.82"O

3) *$S_{lím}$ A CONSIDERAR (VER ARTICULO 5 DEL REGLAMENTO) :*

FRECUENCIAS (MHz)	$S_{lím}$ OCUPACIONAL (W/m^2)	$S_{lím}$ POBLACIONAL (W/m^2)
150,325 – 155,325	10	2

4) *CALCULO DE R^2 :*

Altura h (m) : 15	$R = \sqrt{(X^2 + (h - d)^2)}$
DISTANCIA X	VALOR CALCULADO PARA R (m)
2 m	13.64
5 m	14.40
10 m	16.80
20 m	24.13
50 m	51.80

5) *CALCULO DEL PIRE :*

POTENCIA MAXIMA DEL EQUIPO (W)	GANACIA MAXIMA DE LA ANTENA	VALOR DE PIRE (W)
25 W	6 dbi	66.53 W

6) *CALCULO DEL $S_{lím}$ TEORICO :*

$S_{lím} = PIRE / (\pi * R^2)$

DISTANCIA	VALOR DE ($\pi * R^2$)	VALOR DE $S_{lím}$ (W/m^2)
2 m	584.49	0.114
5 m	651.44	0.102
10 m	886.68	0.075
20 m	1829.2	0.036
50 m	8429.6	0.008

7) CERTIFICACION DEL PROFESIONAL TECNICO (RESPONSABLE TECNICO)

Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado por el suscrito y asumo la responsabilidad técnica respectiva

APELLIDO PATERNO:	APELLIDO MATERNO:	NOMBRES:	LIC. PROF.:
Castro	Meza	Shubert Alexis	

e-mail:	CASILLA:	TELEFONO / FAX:
shuberthcastro@gmail.com		0998374312

DIRECCION:	FECHA:	
Monte Sinaí entre Jerusalén y Rey David	2015-10-13	FIRMA

8) CERTIFICACION DE LA PERSONA NATURAL, REPRESENTANTE LEGAL O PERSONA DEBIDAMENTE AUTORIZADA

Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado acorde con mis necesidades de comunicación

NOMBRE:	FECHA:	
Ángel Arturo Aguilar Armijos	2015-10-13	FIRMA

Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones	**FORMULARIO PARA ESTUDIO TECNICO DE EMISIONES DE RNI (CALCULO DE LA DISTANCIA DE SEGURIDAD)**	**RC-15A RNI-T1**
		Fecha.: 2015-10-13

1) USUARIO :	
NOMBRE DE LA EMPRESA:	Cuerpo de bomberos del municipio de Loja
DIRECCIÓN :	Avenida Universitaria y 10 de agosto

2) UBICACIÓN DEL SITIO :

PROVINCIA :	CIUDAD / CANTON :	LOCALIDAD :	LATITUD (°) (') (")	LONGITUD (°) (') (")
Loja	Loja	Taquil, junta parroquial	3°53'4.84"S	79°17'19.56"O

3) $S_{lím}$ A CONSIDERAR (VER ARTICULO 5 DEL REGLAMENTO) :

FRECUENCIAS (MHz)	$S_{lím}$ OCUPACIONAL (W/m^2)	$S_{lím}$ POBLACIONAL (W/m^2)
150,325 – 155,325	10	2

4) CALCULO DE R^2 :

Altura h (m) : 15	$R = \sqrt{(X^2 + (h - d)^2)}$
DISTANCIA X	VALOR CALCULADO PARA R (m)
2 m	13.64
5 m	14.40
10 m	16.80
20 m	24.13
50 m	51.80

5) CALCULO DEL PIRE :

POTENCIA MAXIMA DEL EQUIPO (W)	GANACIA MAXIMA DE LA ANTENA	VALOR DE PIRE (W)
25 W	6 dbi	66.53 W

6) CALCULO DEL $S_{lím}$ TEORICO :

$S_{lím} = PIRE / (\pi * R^2)$

DISTANCIA	VALOR DE ($\pi * R^2$)	VALOR DE $S_{lím}$ (W/m^2)
2 m	584.49	0.114
5 m	651.44	0.102
10 m	886.68	0.075
20 m	1829.2	0.036
50 m	8429.6	0.008

7) CERTIFICACION DEL PROFESIONAL TECNICO (RESPONSABLE TECNICO)

Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado por el suscrito y asumo la responsabilidad técnica respectiva

APELLIDO PATERNO:	APELLIDO MATERNO:	NOMBRES:	LIC. PROF.:
Castro	Meza	Shubert Alexis	

e-mail:	CASILLA:	TELEFONO / FAX:
shuberthcastro@gmail.com		0998374312

DIRECCION:	FECHA:	
Monte Sinaí entre Jerusalén y Rey David	2015-10-13	FIRMA

8) CERTIFICACION DE LA PERSONA NATURAL, REPRESENTANTE LEGAL O PERSONA DEBIDAMENTE AUTORIZADA

Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado acorde con mis necesidades de comunicación

NOMBRE:	FECHA:	
Ángel Arturo Aguilar Armijos	2015-10-13	FIRMA

Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones	**FORMULARIO PARA ESTUDIO TECNICO DE EMISIONES DE RNI (CALCULO DE LA DISTANCIA DE SEGURIDAD)**	**RC-15A RNI-T1**
		Fecha.: 2015-10-13

1) *USUARIO :*

NOMBRE DE LA EMPRESA:	Cuerpo de bomberos del municipio de Loja
DIRECCIÓN :	Avenida Universitaria y 10 de agosto

2) *UBICACIÓN DEL SITIO :*

PROVINCIA :	CIUDAD / CANTON :	LOCALIDAD :	LATITUD (°) (') (")	LONGITUD (°) (') (")
Loja	Loja	Chantaco, junta parroquial.	3°51'35.18"S	79°18'37.52"O

3) *$S_{lím}$ A CONSIDERAR (VER ARTICULO 5 DEL REGLAMENTO) :*

FRECUENCIAS (MHz)	$S_{lím}$ OCUPACIONAL (W/m^2)	$S_{lím}$ POBLACIONAL (W/m^2)
150,325 – 155,325	10	2

4) *CALCULO DE R^2 :*

Altura h (m) : 15	$R = \sqrt{(X^2 + (h - d)^2)}$
DISTANCIA X	VALOR CALCULADO PARA R (m)
2 m	13.64
5 m	14.40
10 m	16.80
20 m	24.13
50 m	51.80

5) *CALCULO DEL PIRE :*

POTENCIA MAXIMA DEL EQUIPO (W)	GANACIA MAXIMA DE LA ANTENA	VALOR DE PIRE (W)
25 W	6 dbi	66.53 W

6) *CALCULO DEL $S_{lím}$ TEORICO :*

$S_{lím} = PIRE / (\pi * R^2)$

DISTANCIA	VALOR DE ($\pi * R^2$)	VALOR DE $S_{lím}$ (W/m^2)
2 m	584.49	0.114
5 m	651.44	0.102
10 m	886.68	0.075
20 m	1829.2	0.036
50 m	8429.6	0.008

7) CERTIFICACION DEL PROFESIONAL TECNICO (RESPONSABLE TECNICO)

Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado por el suscrito y asumo la responsabilidad técnica respectiva

APELLIDO PATERNO:	APELLIDO MATERNO:	NOMBRES:	LIC. PROF.:
Castro	Meza	Shubert Alexis	

e-mail:	CASILLA:	TELEFONO / FAX:
shuberthcastro@gmail.com		0998374312

DIRECCION:	FECHA:	
Monte Sinaí entre Jerusalén y Rey David	2015-10-13	FIRMA

8) CERTIFICACION DE LA PERSONA NATURAL, REPRESENTANTE LEGAL O PERSONA DEBIDAMENTE AUTORIZADA

Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado acorde con mis necesidades de comunicación

NOMBRE:	FECHA:	
Ángel Arturo Aguilar Armijos	2015-10-13	FIRMA

Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones	**FORMULARIO PARA ESTUDIO TECNICO DE EMISIONES DE RNI (CALCULO DE LA DISTANCIA DE SEGURIDAD)**	**RC-15A RNI-T1**
		Fecha.: 2015-10-13

1) *USUARIO :*

NOMBRE DE LA EMPRESA:	Cuerpo de bomberos del municipio de Loja
DIRECCIÓN :	Avenida Universitaria y 10 de agosto

2) *UBICACIÓN DEL SITIO :*

PROVINCIA :	CIUDAD / CANTON :	LOCALIDAD :	LATITUD (°) (') (")	LONGITUD (°) (') (")
Loja	Loja	San Lucas, junta parroquial.	3°44'48.46"S	79°15'58.23"O

3) *$S_{lím}$ A CONSIDERAR (VER ARTICULO 5 DEL REGLAMENTO) :*

FRECUENCIAS (MHz)	$S_{lím}$ OCUPACIONAL (W/m^2)	$S_{lím}$ POBLACIONAL (W/m^2)
150,325 – 155,325	10	2

4) *CALCULO DE R^2 :*

Altura h (m) : 15	$R = \sqrt{(X^2 + (h - d)^2)}$
DISTANCIA X	VALOR CALCULADO PARA R (m)
2 m	13.64
5 m	14.40
10 m	16.80
20 m	24.13
50 m	51.80

5) *CALCULO DEL PIRE :*

POTENCIA MAXIMA DEL EQUIPO (W)	GANACIA MAXIMA DE LA ANTENA	VALOR DE PIRE (W)
25 W	6 dbi	66.53 W

6) *CALCULO DEL $S_{lím}$ TEORICO :*

$S_{lím} = PIRE / (\pi * R^2)$

DISTANCIA	VALOR DE ($\pi * R^2$)	VALOR DE $S_{lím}$ (W/m^2)
2 m	584.49	0.114
5 m	651.44	0.102
10 m	886.68	0.075
20 m	1829.2	0.036
50 m	8429.6	0.008

7) *CERTIFICACION DEL PROFESIONAL TECNICO (RESPONSABLE TECNICO)*

Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado por el suscrito y asumo la responsabilidad técnica respectiva

APELLIDO PATERNO:	APELLIDO MATERNO:	NOMBRES:	LIC. PROF.:
Castro	Meza	Shubert Alexis	

e-mail:	CASILLA:	TELEFONO / FAX:
shuberthcastro@gmail.com		0998374312

DIRECCION:	FECHA:	
Monte Sinaí entre Jerusalén y Rey David	2015-10-13	FIRMA

8) *CERTIFICACION DE LA PERSONA NATURAL, REPRESENTANTE LEGAL O PERSONA DEBIDAMENTE AUTORIZADA*

Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado acorde con mis necesidades de comunicación

NOMBRE:	FECHA:	
Ángel Arturo Aguilar Armijos	2015-10-13	FIRMA

Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones	**FORMULARIO PARA ESTUDIO TECNICO DE EMISIONES DE RNI (CALCULO DE LA DISTANCIA DE SEGURIDAD)**	**RC-15A RNI-T1**
		Fecha.: 2015-10-13

1) USUARIO :	
NOMBRE DE LA EMPRESA:	Cuerpo de bomberos del municipio de Loja
DIRECCIÓN :	Avenida Universitaria y 10 de agosto

2) UBICACIÓN DEL SITIO :				
PROVINCIA :	CIUDAD / CANTON :	LOCALIDAD :	LATITUD (°) (') (")	LONGITUD (°) (') (")
Loja	Loja	Gualel, junta parroquial	3°46'41.00"S	79°22'24.31"O

3) $S_{lím}$ A CONSIDERAR (VER ARTICULO 5 DEL REGLAMENTO) :		
FRECUENCIAS (MHz) 150,325 – 155,325	$S_{lím}$ OCUPACIONAL (W/m^2) 10	$S_{lím}$ POBLACIONAL (W/m^2) 2

4) CALCULO DE R^2 :		
Altura h (m) : 15		$R = \sqrt{(X^2 + (h - d)^2)}$
DISTANCIA X		VALOR CALCULADO PARA R (m)
2 m		13.64
5 m		14.40
10 m		16.80
20 m		24.13
50 m		51.80

5) CALCULO DEL PIRE :		
POTENCIA MAXIMA DEL EQUIPO (W)	GANACIA MAXIMA DE LA ANTENA	VALOR DE PIRE (W)
25 W	6 dbi	66.53 W

6) CALCULO DEL $S_{lím}$ TEORICO :		
$S_{lím} = PIRE / (\pi * R^2)$		
DISTANCIA	VALOR DE ($\pi * R^2$)	VALOR DE $S_{lím}$ (W/m^2)
2 m	584.49	0.114
5 m	651.44	0.102
10 m	886.68	0.075
20 m	1829.2	0.036
50 m	8429.6	0.008

7) CERTIFICACION DEL PROFESIONAL TECNICO (RESPONSABLE TECNICO)

Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado por el suscrito y asumo la responsabilidad técnica respectiva

APELLIDO PATERNO:	APELLIDO MATERNO:	NOMBRES:	LIC. PROF.:
Castro	Meza	Shubert Alexis	

e-mail:	CASILLA:	TELEFONO / FAX:
shuberthcastro@gmail.com		0998374312

DIRECCION:	FECHA:	
Monte Sinaí entre Jerusalén y Rey David	2015-10-13	FIRMA

8) CERTIFICACION DE LA PERSONA NATURAL, REPRESENTANTE LEGAL O PERSONA DEBIDAMENTE AUTORIZADA

Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado acorde con mis necesidades de comunicación

NOMBRE:	FECHA:	
Ángel Arturo Aguilar Armijos	2015-10-13	FIRMA

Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones	**FORMULARIO PARA ESTUDIO TECNICO DE EMISIONES DE RNI (CALCULO DE LA DISTANCIA DE SEGURIDAD)**	**RC-15A RNI-T1**
		Fecha.: 2015-10-13

1) *USUARIO :*

NOMBRE DE LA EMPRESA:	Cuerpo de bomberos del municipio de Loja
DIRECCIÓN :	Avenida Universitaria y 10 de agosto

2) *UBICACIÓN DEL SITIO :*

PROVINCIA :	CIUDAD / CANTON :	LOCALIDAD :	LATITUD (°) (') (")	LONGITUD (°) (') (")
Loja	Loja	El Cisne, junta parroquial.	3°51'4.63"S	79°25'34.46"O

3) *$S_{lím}$ A CONSIDERAR (VER ARTICULO 5 DEL REGLAMENTO) :*

FRECUENCIAS (MHz)	$S_{lím}$ OCUPACIONAL (W/m^2)	$S_{lím}$ POBLACIONAL (W/m^2)
150,325 – 155,325	10	2

4) *CALCULO DE R^2 :*

Altura h (m) : 15	$R = \sqrt{(X^2 + (h - d)^2)}$
DISTANCIA X	VALOR CALCULADO PARA R (m)
2 m	13.64
5 m	14.40
10 m	16.80
20 m	24.13
50 m	51.80

5) *CALCULO DEL PIRE :*

POTENCIA MAXIMA DEL EQUIPO (W)	GANACIA MAXIMA DE LA ANTENA	VALOR DE PIRE (W)
25 W	6 dbi	66.53 W

6) *CALCULO DEL $S_{lím}$ TEORICO :*

$S_{lím} = PIRE / (\pi * R^2)$

DISTANCIA	VALOR DE ($\pi * R^2$)	VALOR DE $S_{lím}$ (W/m^2)
2 m	584.49	0.114
5 m	651.44	0.102
10 m	886.68	0.075
20 m	1829.2	0.036
50 m	8429.6	0.008

7) *CERTIFICACION DEL PROFESIONAL TECNICO (RESPONSABLE TECNICO)*

Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado por el suscrito y asumo la responsabilidad técnica respectiva

APELLIDO PATERNO:	APELLIDO MATERNO:	NOMBRES:	LIC. PROF.:
Castro	Meza	Shubert Alexis	

e-mail:	CASILLA:	TELEFONO / FAX:
shuberthcastro@gmail.com		0998374312

DIRECCION:	FECHA:	
Monte Sinaí entre Jerusalén y Rey David	2015-10-13	FIRMA

8) *CERTIFICACION DE LA PERSONA NATURAL, REPRESENTANTE LEGAL O PERSONA DEBIDAMENTE AUTORIZADA*

Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado acorde con mis necesidades de comunicación

NOMBRE:	FECHA:	
Ángel Arturo Aguilar Armijos	2015-10-13	FIRMA

Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones	**FORMULARIO PARA ESTUDIO TECNICO DE EMISIONES DE RNI (CALCULO DE LA DISTANCIA DE SEGURIDAD)**	**RC-15A RNI-T1**
		Fecha.: 2015-10-13

1) *USUARIO :*

NOMBRE DE LA EMPRESA:	Cuerpo de bomberos del municipio de Loja
DIRECCIÓN :	Avenida Universitaria y 10 de agosto

2) *UBICACIÓN DEL SITIO :*

PROVINCIA :	CIUDAD / CANTON :	LOCALIDAD :	LATITUD (°) (') (")	LONGITUD (°) (') (")
Loja	Loja	Quinara, junta parroquial.	4°22'18.18"S	79°11'52.51"O

3) *$S_{lím}$ A CONSIDERAR (VER ARTICULO 5 DEL REGLAMENTO) :*

FRECUENCIAS (MHz)	$S_{lím}$ OCUPACIONAL (W/m^2)	$S_{lím}$ POBLACIONAL (W/m^2)
150,325 – 155,325	10	2

4) *CALCULO DE R^2 :*

Altura h (m) : 15	$R = \sqrt{(X^2 + (h - d)^2)}$
DISTANCIA X	VALOR CALCULADO PARA R (m)
2 m	13.64
5 m	14.40
10 m	16.80
20 m	24.13
50 m	51.80

5) *CALCULO DEL PIRE :*

POTENCIA MAXIMA DEL EQUIPO (W)	GANACIA MAXIMA DE LA ANTENA	VALOR DE PIRE (W)
25 W	6 dbi	66.53 W

6) *CALCULO DEL $S_{lím}$ TEORICO :*

$S_{lím} = PIRE / (\pi * R^2)$

DISTANCIA	VALOR DE ($\pi * R^2$)	VALOR DE $S_{lím}$ (W/m^2)
2 m	584.49	0.114
5 m	651.44	0.102
10 m	886.68	0.075
20 m	1829.2	0.036
50 m	8429.6	0.008

7) CERTIFICACION DEL PROFESIONAL TECNICO (RESPONSABLE TECNICO)

Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado por el suscrito y asumo la responsabilidad técnica respectiva

APELLIDO PATERNO:	APELLIDO MATERNO:	NOMBRES:	LIC. PROF.:
Castro	Meza	Shubert Alexis	

e-mail:	CASILLA:	TELEFONO / FAX:
shuberthcastro@gmail.com		0998374312

DIRECCION:	FECHA:	
Monte Sinaí entre Jerusalén y Rey David	2015-10-13	FIRMA

8) CERTIFICACION DE LA PERSONA NATURAL, REPRESENTANTE LEGAL O PERSONA DEBIDAMENTE AUTORIZADA

Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado acorde con mis necesidades de comunicación

NOMBRE:	FECHA:	
Ángel Arturo Aguilar Armijos	2015-10-13	FIRMA

Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones	**FORMULARIO PARA ESTUDIO TECNICO DE EMISIONES DE RNI (CALCULO DE LA DISTANCIA DE SEGURIDAD)**	**RC-15A RNI-T1**
		Fecha.: 2015-10-13

1) *USUARIO :*

NOMBRE DE LA EMPRESA:	Cuerpo de bomberos del municipio de Loja
DIRECCIÓN :	Avenida Universitaria y 10 de agosto

2) *UBICACIÓN DEL SITIO :*

PROVINCIA :	CIUDAD / CANTON :	LOCALIDAD :	LATITUD (°) (') (")	LONGITUD (°) (') (")
Loja	Loja	Jimbilla, junta parroquial	3°51'39.71"S	79°10'21.86"O

3) *$S_{lím}$ A CONSIDERAR (VER ARTICULO 5 DEL REGLAMENTO) :*

FRECUENCIAS (MHz)	$S_{lím}$ OCUPACIONAL (W/m^2)	$S_{lím}$ POBLACIONAL (W/m^2)
150,325 – 155,325	10	2

4) *CALCULO DE R^2 :*

Altura h (m) : 15	$R = \sqrt{(X^2 + (h - d)^2)}$
DISTANCIA X	VALOR CALCULADO PARA R (m)
2 m	13.64
5 m	14.40
10 m	16.80
20 m	24.13
50 m	51.80

5) *CALCULO DEL PIRE :*

POTENCIA MAXIMA DEL EQUIPO (W)	GANACIA MAXIMA DE LA ANTENA	VALOR DE PIRE (W)
25 W	6 dbi	66.53 W

6) *CALCULO DEL $S_{lím}$ TEORICO :*

$S_{lím} = PIRE / (\pi * R^2)$

DISTANCIA	VALOR DE ($\pi * R^2$)	VALOR DE $S_{lím}$ (W/m^2)
2 m	584.49	0.114
5 m	651.44	0.102
10 m	886.68	0.075
20 m	1829.2	0.036
50 m	8429.6	0.008

7) CERTIFICACION DEL PROFESIONAL TECNICO (RESPONSABLE TECNICO)

Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado por el suscrito y asumo la responsabilidad técnica respectiva

APELLIDO PATERNO:	APELLIDO MATERNO:	NOMBRES:	LIC. PROF.:
Castro	Meza	Shubert Alexis	

e-mail:	CASILLA:	TELEFONO / FAX:
shuberthcastro@gmail.com		0998374312

DIRECCION:	FECHA:	
Monte Sinaí entre Jerusalén y Rey David	2015-10-13	FIRMA

8) CERTIFICACION DE LA PERSONA NATURAL, REPRESENTANTE LEGAL O PERSONA DEBIDAMENTE AUTORIZADA

Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado acorde con mis necesidades de comunicación

NOMBRE:	FECHA:	
Ángel Arturo Aguilar Armijos	2015-10-13	FIRMA

Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones	**FORMULARIO PARA ESTUDIO TECNICO DE EMISIONES DE RNI (CALCULO DE LA DISTANCIA DE SEGURIDAD)**	**RC-15A RNI-T1**
		Fecha.: 2015-10-13

1) *USUARIO :*

NOMBRE DE LA EMPRESA:	Cuerpo de bomberos del municipio de Loja
DIRECCIÓN :	Avenida Universitaria y 10 de agosto

2) *UBICACIÓN DEL SITIO :*

PROVINCIA :	CIUDAD / CANTON :	LOCALIDAD :	LATITUD (°) (') (")	LONGITUD (°) (') (")
Loja	Loja	Santiago, junta parroquial.	3°47'23.59"S	79°17'15.95"O

3) *$S_{lím}$ A CONSIDERAR (VER ARTICULO 5 DEL REGLAMENTO) :*

FRECUENCIAS (MHz)	$S_{lím}$ OCUPACIONAL (W/m^2)	$S_{lím}$ POBLACIONAL (W/m^2)
150,325 – 155,325	10	2

4) *CALCULO DE R^2 :*

Altura h (m) : 15	$R = \sqrt{(X^2 + (h - d)^2)}$
DISTANCIA X	VALOR CALCULADO PARA R (m)
2 m	13.64
5 m	14.40
10 m	16.80
20 m	24.13
50 m	51.80

5) *CALCULO DEL PIRE :*

POTENCIA MAXIMA DEL EQUIPO (W)	GANACIA MAXIMA DE LA ANTENA	VALOR DE PIRE (W)
25 W	6 dbi	66.53 W

6) *CALCULO DEL $S_{lím}$ TEORICO :*

$S_{lím} = PIRE / (\pi * R^2)$

DISTANCIA	VALOR DE ($\pi * R^2$)	VALOR DE $S_{lím}$ (W/m^2)
2 m	584.49	0.114
5 m	651.44	0.102
10 m	886.68	0.075
20 m	1829.2	0.036
50 m	8429.6	0.008

7) *CERTIFICACION DEL PROFESIONAL TECNICO (RESPONSABLE TECNICO)*

Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado por el suscrito y asumo la responsabilidad técnica respectiva

APELLIDO PATERNO:	APELLIDO MATERNO:	NOMBRES:	LIC. PROF.:
Castro	Meza	Shubert Alexis	

e-mail:	CASILLA:	TELEFONO / FAX:
shuberthcastro@gmail.com		0998374312

DIRECCION:	FECHA:	
Monte Sinaí entre Jerusalén y Rey David	2015-10-13	FIRMA

8) *CERTIFICACION DE LA PERSONA NATURAL, REPRESENTANTE LEGAL O PERSONA DEBIDAMENTE AUTORIZADA*

Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado acorde con mis necesidades de comunicación

NOMBRE:	FECHA:	
Ángel Arturo Aguilar Armijos	2015-10-13	FIRMA

Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones	**FORMULARIO PARA ESTUDIO TECNICO DE EMISIONES DE RNI (CALCULO DE LA DISTANCIA DE SEGURIDAD)**	**RC-15A RNI-T1**
		Fecha.: 2015-10-13

1) *USUARIO :*

NOMBRE DE LA EMPRESA:	Cuerpo de bomberos del municipio de Loja
DIRECCIÓN :	Avenida Universitaria y 10 de agosto

2) *UBICACIÓN DEL SITIO :*

PROVINCIA :	CIUDAD / CANTON :	LOCALIDAD :	LATITUD (°) (') (")	LONGITUD (°) (') (")
Loja	Loja	Yangana, junta parroquial.	4°21'44.93"S	79°10'28.65"O

3) *$S_{lím}$ A CONSIDERAR (VER ARTICULO 5 DEL REGLAMENTO) :*

FRECUENCIAS (MHz)	$S_{lím}$ OCUPACIONAL (W/m^2)	$S_{lím}$ POBLACIONAL (W/m^2)
150,325 – 155,325	10	2

4) *CALCULO DE R^2 :*

Altura h (m) : 15	$R = \sqrt{(X^2 + (h - d)^2)}$
DISTANCIA X	VALOR CALCULADO PARA R (m)
2 m	13.64
5 m	14.40
10 m	16.80
20 m	24.13
50 m	51.80

5) *CALCULO DEL PIRE :*

POTENCIA MAXIMA DEL EQUIPO (W)	GANACIA MAXIMA DE LA ANTENA	VALOR DE PIRE (W)
25 W	6 dbi	66.53 W

6) *CALCULO DEL $S_{lím}$ TEORICO :*

$S_{lím} = PIRE / (\pi * R^2)$

DISTANCIA	VALOR DE ($\pi * R^2$)	VALOR DE $S_{lím}$ (W/m^2)
2 m	584.49	0.114
5 m	651.44	0.102
10 m	886.68	0.075
20 m	1829.2	0.036
50 m	8429.6	0.008

7) CERTIFICACION DEL PROFESIONAL TECNICO (RESPONSABLE TECNICO)

Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado por el suscrito y asumo la responsabilidad técnica respectiva

APELLIDO PATERNO:	APELLIDO MATERNO:	NOMBRES:	LIC. PROF.:
Castro	Meza	Shubert Alexis	

e-mail:	CASILLA:	TELEFONO / FAX:
shuberthcastro@gmail.com		0998374312

DIRECCION:	FECHA:	
Monte Sinaí entre Jerusalén y Rey David	2015-10-13	FIRMA

8) CERTIFICACION DE LA PERSONA NATURAL, REPRESENTANTE LEGAL O PERSONA DEBIDAMENTE AUTORIZADA

Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado acorde con mis necesidades de comunicación

NOMBRE:	FECHA:	
Ángel Arturo Aguilar Armijos	2015-10-13	FIRMA

CERTIFICACIÓN

Señor

Ronald Andrés Castro Meza

ESTUDIANTE DE INGLÉS EN CANADIAN HOUSE CENTER

CERTIFICA:

Que el documento aquí compuesto es fiel traducción del idioma español al idioma inglés del resumen para el trabajo de titulación denominado: **"DISEÑO DE UN SISTEMA DE RADIO SOBRE IP(RoIP) PARA LA COMUNICACIÓN ENTRE LAS ESTACIONES DEL CUERPO DE BOMBEROS DEL MUNICIPIO DE LOJA Y LOS BOMBEROS VOLUNTARIOS DE LAS PARROQUIAS RURALES DEL CANTÓN LOJA"**, del Sr. SHUBERT ALEXIS CASTRO MEZA, egresado de la carrera de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones del Área de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales No Renovables de la Universidad Nacional de Loja.

Lo certifico en honor a la verdad y autorizo al interesado hacer uso del presente en lo que a sus intereses convenga.

Loja, 24 de noviembre de 2015

Sr. Ronald Andrés Castro Meza

C.I. 1900519099