



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA
DE RADIOCOMUNICACIONES
EN LA BANDA VHF DE
CORPOELEC EN EL EJE
ORIENTAL DEL
ESTADO CARABOBO**

Autor: Lugo P. Jhoanmers M.

C.I: 22.406.972

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego
Teléfono: 0241-8714240 (Master)- Fax: (0241)-8712394



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE TELECOMUNICACIONES
CARRERA INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES**

**IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA DE RADIOCOMUNICACIONES EN LA
BANDA VHF DE CORPOELEC EN EL EJE ORIENTAL DEL ESTADO
CARABOBO**

EMPRESA: CORPOELEC

**AUTOR: Lugo P. Jhoanmers M.
C.I.: 22.406.972**

San Diego, Julio 2020.



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES
CARRERA INGENIERIA DE TELECOMUNICACIONES**

**IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA DE RADIOCOMUNICACIONES EN LA
BANDA VHF DE CORPOELEC EN EL EJE ORIENTAL DEL ESTADO
CARABOBO**

CONSTANCIA DE ACEPTACIÓN

**Tutor Académico
Ing. Ajax Barrios
C.I: 8.667.378**

**Tutor Empresarial
Ing. Alexander Medina
C.I: 11.801.458**



Autor: Lugo P. Jhoanmers M.
Cedula: 22.406.972

San Diego, Julio 2020.



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE TELECOMUNICACIONES

San Diego, 30/06/2020

APROBACIÓN DEL TUTOR

Quien suscribe, Ingeniero Ajax Barrios portador de la cedula de identidad N° V-8.667.378, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por la ciudadana Jhoanmers Michelle Lugo Pereira, portadora de la cedula de identidad N° V-22.406.972, titulado **IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA DE RADIOCOMUNICACIONES EN LA BANDA VHF DE CORPOELEC EN EL EJE ORIENTAL DEL ESTADO CARABOBO**, presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero en Telecomunicaciones, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los treinta (30) días del mes de junio del año dos mil veinte (2020).

Ing. Ajax Barrios

C.I.: 8.667.378

LUGAR: Valencia
FECHA: 07/09/20
NÚMERO: TTHH-RCT-THCR-328-2020
ASUNTO: Culminación de Pasantías

PROF. ANA AVENDAÑO
COORDINADORA DE TRABAJOS DE GRADO Y PASANTÍAS
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
Presente -

CARTA DE CULMINACIÓN DE PASANTÍAS

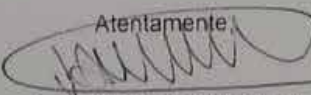
Me es grato dirigirme a ustedes en la oportunidad de expresarle un fraternal saludo Bolivariano, Socialista, Revolucionario, Antimperialista y profundamente Chavista, extensivo a todo su equipo de trabajo y a su vez comunicarles que (el) (la) Bachiller: **JHOANMERS MICHELLE, LUGO PEREIRA**, portador de la Cedula de Identidad N° **V-22.406.972**, estudiante en la carrera de **INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES**, cumplió satisfactoriamente su periodo de pasantías en CORPOELEC, de acuerdo a las siguientes especificaciones:

Fecha de inicio: 02/12/19
Fecha de Culminación: 22/02/20
Ubicación: Div. de Automatización, Tecnología de Información y Telecomunicaciones
Carabobo (ATIT)
Bajo la Tutoría del: Ing. Alexander Medina
Teléfono: 0241-8505396
Horario: 7:30 a.m. a 12:00 m. y de 1:00 p.m. a 4:00 p.m.
Correo electrónico: alejomedina@corpoelec.gob.ve

La (el) pasante entregó el Informe de Pasantías y obtuvo una calificación de: "Muy Buena"

Para cualquier información adicional de interés sobre el pasante, sirvase comunicarse con la Lcda. Elsy Pinto o Lcda. María Calleja, Unidad de Formación y Desarrollo, teléfono (0241) 850 5405. Esperando que nuestro aporte en la formación del recurso humano sea de gran utilidad para su institución y para nuestro país, me suscribo de Ustedes.

Atentamente,


Lcda. María Judith Vega

Coordinadora Estatal de Atención a la
Organización Carabobo - Talento Humano Carabobo
"SOMOS ENERGÍA Y TALENTO TRABAJANDO PARA TI"

DEDICATORIA

Primeramente le dedico este trabajo de grado a Dios, por darme salud y fortaleza cuando más lo necesite.

A mi abuela Mercedes Zambrano, te dedico este trabajo de grado mi chiquitica, por creer en mí desde el primer día, por cada frase de aliento, por tanto amor y cariño incondicional. Te llevo siempre en mi corazón, sin duda este logro es gracias a ti.

A mi madre Mercedes y a mi padre Jhonny, por ser mis pilares y modelos a seguir, por guiarme, aconsejarme y orientarme en cada paso de este largo camino.

A mi segunda madre que me regalo esta vida Xiorely Pereira. Por estar conmigo en cada paso del camino desde el día uno, por cuidarme, educarme y quererme tanto, por eso y mucho más.

A mi hermana Valentina, por ser esa persona especial con quien puedo hablar y contar todo el tiempo, gracias por motivarme a ser la mejor versión de mí. A mi hermano Jhonny por brindarme su apoyo y cariño.

A mi mortal kombat Anthony, por brindarme su sincera amistad a través del tiempo, por tantas palabras de aliento y consejos.

A mi hermanita Leslie flores, por alentarme y aconsejarme siempre, por estar en los buenos y malos momentos, por saber exactamente qué decir y a su mamá la señora Carel, por adoptarme y brindarme tanto cariño y amor siempre.

Sin ustedes nada de esto sería posible.

Lugo, Jhoanmers

AGRADECIMIENTOS

Primeramente a Dios, por estar siempre presente en cada paso o decisión que tomo, por brindarme Fortaleza, sabiduría y salud todos los días.

A mis padres Mereces y Jhonny, hermanos Valentina y Jhonny, a mis tías Xiorely y aleidys. Mis primos Diego y Miguel, mis abuelos y a toda mi gran familia por estar siempre presente, por cada consejo, palabra de aliento y amor incondicional. Los amo.

A todo el personal de CORPOELEC por brindarme las herramientas necesarias para el desarrollo de mi proyecto y a su vez hacerme sentir parte de su grupo de trabajo y brindarme conocimientos que fomentaron mi formación.

A mis amigos Leslie, Anthony, Gandalf, Marlys, Junieisis, Paola, Esther, Majo, Heyzel y George por apoyarme tanto, por cada celebración después de terminar un semestre, cada chalequeo por tanto estudiar o simplemente por cada una de sus palabras de aliento, los adoro.

A mi Sol, mi prima querida Eliana Ariza. Por tus constantes palabras de apoyo a lo largo de la realización de este trabajo de grado. Gracias por estar siempre presente.

A mi amiga Leanmarys Polanco, gracias por todo lo que has hecho por mí, por impulsarme y alentarme en cada locura que te digo, eres parte esencial de este logro, gracias por cada palabra de aliento y consejo.

A mis compañeros de estudio, que tengo la dicha de hoy llamarlos amigos y en un futuro muy cercano colegas Eduardo Bueno, Hans Madera, María Padrino, Miguelangel Caro y Douglas la Fuente, gracias por brindarme su apoyo y sincera amistad, por esas largas e inolvidables tardes de risas y estudios que jamás olvidare .

A mí querido Team CU, gracias por brindarme su amor, comprensión y apoyo.

Al Ingeniero y profesor José Centeno, por su dedicación y apoyo académico a lo largo de la carrera.

A los Ingenieros Jesús Guama y Ajax Barrios, por sus asesorías y recomendaciones durante el desarrollo de este trabajo de grado.

INDICE GENERAL

CONTENIDO	Pág.
ÍNDICE DE FIGURA	ix
ÍNDICE DE CUADRO	x
RESUMEN	xi
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO	
I LA EMPRESA	
1.1 Reseña Histórica.....	2
1.2 Procesos Básicos.....	3
1.2.1 Generación.....	3
1.2.2 Transmisión.....	3
1.2.3 Distribución.....	4
1.2.4 Comercialización.....	5
1.3 Misión.....	5
1.4 Visión.....	6
1.5 Valores.....	6
1.6 Objetivos de la Institución.....	6
1.7 Objetivos específicos de la empresa.....	6
1.8 Objetivos de la empresa.....	7
1.9 Organigrama de la empresa.....	7
1.10 Descripción del departamento donde se realizó la práctica profesional...	8
1.10.1 Nombre del departamento.....	8
1.10.2 Ubicación Geográfica.....	8
1.10.3 Nombre del Jefe o encargados del departamento.....	8
1.10.4 Funciones del Departamento.....	8
1.10.5 Organigrama del Departamento.....	9
II EL PROBLEMA	
2.1 Planteamiento del problema.....	10
2.2 Formulación del problema.....	12
2.3 Objetivos.....	12
2.3.1 Objetivo General.....	13
2.3.2 Objetivos Específicos.....	13
2.4 Justificación.....	13
2.5 Limitaciones.....	13
2.6 Alcance del Estudio.....	14
III MARCO TEÓRICO	
3.1 Antecedentes.....	15

3.2	Bases Teóricas.....	16
3.2.1	Sistema de Comunicación.....	16
3.2.2	Ondas Electromagnéticas y Espectro Radioeléctrico.....	16
3.2.3	Banda de Frecuencias.....	17
3.2.4	Propagación.....	18
3.2.4.1	Propagación de ondas terrestres sobre tierra plana	18
3.2.4.2	Propagación de ondas terrestres sobre tierra esférica.....	18
3.2.4.3	Propagación por onda espacial.....	19
3.2.4.4	Propagación por Reflexión.....	19
3.2.4.5	Propagación por Difracción.....	19
3.2.4.6	Propagación por Refracción.....	19
3.2.4.7	Propagación por Ondas Troposféricas.....	20
3.2.4.8	Propagación por Dispersión.....	20
3.2.5	Propagación en la Banda VHF (30MHz- 300Mhz).....	20
3.2.6	Componentes de un Sistema de Comunicación VHF.....	21
3.2.6.1	Antena.....	21
3.2.6.2	Características de la Antena.....	21
3.2.6.2.1	Diagrama de Radiación.....	21
3.2.6.2.2	Ganancia.....	22
3.2.6.2.3	Directividad.....	22
3.2.6.2.4	Polarización.....	22
3.2.6.2.5	Ancho de Banda.....	23
3.2.6.3	Tipos de Antenas.....	23
3.2.6.4	Antenas VHF.....	24
3.2.6.5	Zona de Fresnel.....	24
3.2.6.6	Sistemas De Radio Convencionales.....	26
3.2.6.6.1	Tipos de sistemas Convencionales.....	27
3.2.6.7	Control de repetidores.....	30
3.2.7	Repetidor.....	31
3.2.8	Duplexor.....	31
3.2.9	Tipos de estaciones radios	31
3.2.9.1	Estación Base.....	31
3.2.9.1	Estación Móvil.....	31
3.2.9.1	Estaciones Portátiles.....	31
3.3	Bases Legales.....	31
3.4	Definición de Términos.....	37

IV MARCO METODOLÓGICO

4.1	Tipo de Investigación.....	38
4.2	Diseño de la Investigación.....	39
4.3	Nivel de la Investigación.....	39
4.4	Población y Muestra.....	40

4.5	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	40
4.6	Fases Metodológicas.....	41

V RESULTADOS

5.1	Estudio del diseño de la propuesta de mejora de cobertura al sistema de radiocomunicación de CORPOELEC para el eje oriental del estado Carabobo.	43
5.1.1	Diagnostico de la situación actual del sistema de radiocomunicaciones.....	43
5.1.2	Equipos del Sistema de Radiocomunicaciones.....	48
5.1.2.1	Antena Andrews DB-224.....	48
5.1.2.2	Repetidor VHF.....	50
5.1.2.3	Duplexor VHF.....	51
5.1.3	Diseño del Sistema VHF.....	52
5.2	Identificación de parámetros y variables requeridos para restaurar el sistema de radiocomunicaciones de CORPOELEC para el eje oriental del estado Carabobo.....	55
5.2.1	Potencia y Sensibilidad recepción de los equipo.....	56
5.2.1.2	Radio Móviles PRO 5100.....	57
5.2.1.3	Radios Portátiles EP450.....	58
5.2.1.4	Radio Portátiles Motorola PRO5150.....	59
5.2.3	Ubicación de las Subestaciones.....	61
5.2.3.1	Subestación Santa Clara.....	62
5.2.3.2	Subestación Guacara.....	63
5.2.3.3	Subestación Guacara II.....	64
5.2.3.4	Subestación Distrito Guacara.....	65
5.2.3.5	Subestación los Guayos.....	66
5.3	Verificación de la factibilidad técnica, social y ambiental del proyecto.....	64
5.3.1	Factibilidad Operativa.....	65
5.3.2	Factibilidad Económica.....	65
5.3.3	Factibilidad Social.....	65

5.3.4	Factibilidad Técnica.....	66
5.3.5	Factibilidad Ambiental.....	66
5.4	Instalación, pruebas de funcionamiento, entonación y puesta en marcha del sistema de radiocomunicaciones.....	67
5.4.1	Instalación, entonación y puesta en marcha del sistema de radiocomunicaciones.....	67
5.4.1.1	Configuración del repetidor Motorola MTR 2000.....	73 81
5.4.1.2	Configuración del Duplexor.....	
5.4.2	Pruebas de funcionamiento del sistema de radiocomunicaciones...	
 CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES		
	CONCLUSIONES.....	92
	RECOMENDACIONES.....	93
 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		
		94

INDICE DE FIGURAS

Figura		Pág.
1	Organigrama de la Empresa.....	7
2	Ubicación Geográfica de CORPOELEC.....	8
3	Organigrama de la división ATIT.....	9
4	Bandas de frecuencia.....	18
5	Diagrama de Radiación.....	21
6	Zona de Fresnel.....	25
7	Sistema de Radio Convencional Punto a Punto.....	27
8	Sistema de Radio Convencional con Repetidor.....	29
9	Sistema de Radio Convencional con Sistema de Despacho.....	30
10	Puntos de Repetición de la unidad de Telecomunicaciones Carabobo.....	44
11	Municipios que conforman el eje oriental del estado Carabobo....	46
12	Ubicación del cerro Platillón.....	48
13	Antena Andrews Db-224.....	49
14	Estación Repetidora VHF Motorola MTR 2000.....	50
15	Duplexer Telewave Modelo TPRD1454.....	51
16	Diseño del sistema de Radiocomunicaciones VHF.....	52
17	Parámetros de Transmisión del sistema de Radiocomunicaciones...	53
18	Parámetros de recepción sistema de Radiocomunicaciones VHF...	53
19	Mapa de Cobertura generado por Radio Mobile.....	54
20	Radio Móviles PRO 5100.....	56
21	Radio Portátil Motorola EP450.....	57
22	Radio Motorola PRO5150.....	58
23	Ubicación geográfica de la subestación Santa Clara.....	59
24	Ubicación geográfica de la subestación Guacara.....	60
25	Ubicación geográfica de la subestación Guacara II.....	61
26	Ubicación geográfica de Distrito Guacara.....	62
27	Ubicación geográfica de la Subestación Los Guayos.....	63
28	Software de Radio Servicio MTR2000.....	68
29	Configuración del cable PC a estación repetidora MTR2000.....	69
30	Cuadro inicial de lectura del programa MTR2000 RSS.....	70
31	Ventana de Configuración repetidor Motorola MTR2000.....	70
32	Ajuste de Frecuencia de Transmisión y Recepción del repetidor...	71
33	Configuración de la pestaña Audio.....	72
34	Esquema de conexión de cavidades del Duplexor.....	73
35	Conexión de cavidades del Duplexor.....	74

36	Calibración del Duplexer.....	75
37	Calibrando las varillas que permiten rechazar la frecuencia.....	76
38		

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA		Pág.
1	Espectro Radioeléctrico.....	17
2	Ubicación geográfica del Cerro el Café.....	44
3	Equipos presentes en el Cerro el Café.....	45
4	Coordenadas geográficas del Cerro Platillón.....	47
5	Características de la antena Andrews DB-224 según la frecuencia de trabajo.....	49
6	Características de la estación repetidora Motorola MTR 2000...	50
7	Principales características del Duplexor Telewave Modelo TPRD1454.....	51
8	Características del radio Motorola PRO5100.....	59
9	Principales características del radio Motorola EP450.....	57
10	Principales características del radio Motorola PRO5150.....	58
11	Coordenadas geográficas de la Subestación Santa Clara.....	59
12	Coordenadas geográficas de la Subestación Guacara.....	60
13	Coordenadas geográficas de la subestación Guacara II.....	61
14	Coordenadas geográficas de Distrito Guacara.....	62
15	Coordenadas geográficas de la Subestación los Guayos.....	63
16	Parámetros de Configuración de la estación Repetidora MTR 2000.....	64
17	Parámetros de Configuración del Duplexer.....	64
18	Parámetros de Configuración de la antena.....	64
19	Presupuesto de los equipos necesario para un punto de repetición.....	65
20	Lista de cotejo realizada antes de la implementación.....	107

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo		Pág.
A	Hoja de especificaciones técnicas de la Antena Andrews modelo dB224.....	96
B	Hoja de especificaciones técnicas del repetidor Motorola MTR 2000.....	98
C	Hoja de especificaciones técnicas del Duplexer modelo Telewave TPRD1454.....	100
D	Hoja de especificaciones técnica del radio Motorola Pro5100.....	101
E	Hoja de especificación técnica del radio portátil Motorola PRO450.....	103
F	Hoja de especificaciones técnicas del radio Motorola PRO5150.....	105
G	Lista de cotejo de equipos necesarios para la implementación del sistema.....	107



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES
CARRERA INGENIERIA DE TELECOMUNICACIONES**

**IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA DE RADIOCOMUNICACIONES EN LA
BANDA VHF DE CORPOELEC EN EL EJE ORIENTAL DEL ESTADO
CARABOBO**

Autor: Lugo P. Jhoanmers M

Tutor: Ing. Ajax Barrios.

Fecha: Julio 2020.

RESUMEN

El presente informe de pasantías tuvo como finalidad la implementación de un sistema de radiocomunicaciones, que permitió restaurar el sistema de radiocomunicaciones en la banda VHF del eje oriental del estado Carabobo, con el objetivo de brindar un medio de comunicación efectivo y eficiente al personal profesional, técnico, y obrero que trabaja en una de las áreas medulares de CORPOELEC, como lo es el proceso básico de distribución de energía eléctrica. El proyecto cubre la necesidad de comunicación de la empresa con sus trabajadores. Esto se logró a través de la instalación de un sistema de radiocomunicaciones en el cerro Platillón ubicado en el estado Guárico, que por su ubicación estratégica de aproximadamente 2000 msnm represento el lugar ideal para la instalación de un punto de estación repetidora en la banda VHF que mejoro la calidad de señal, cobertura y confiabilidad de las telecomunicaciones en los municipios Guácara, San Joaquín, Diego Ibarra, Carlos Arvelo y los Guayos. Para la implementación de este proyecto, como primer paso se realizó un estudio y análisis del sistema de radiocomunicaciones VHF del estado Carabobo, con la finalidad de parametrizar un sistema de radio que permitiera abarcar las necesidades de la empresa para el eje oriental del estado Carabobo. Luego se procedió a verificar los parámetros y variables tomados en cuenta para el diseño del sistema, esto con la finalidad de verificar que estos cubrieran las necesidades de la empresa. Así mismo se realizó el estudio de factibilidad técnica, operativa, ambiental del proyecto. Para finalmente realizar la instalación, calibración, puesta y pruebas de funcionamiento del sistema de radiocomunicaciones de la banda VHF de CORPOELEC para el eje oriental del estado Carabobo.

Descriptores: Radiocomunicaciones, banda VHF, repetidor, energía eléctrica.

INTRODUCCIÓN

El presente informe de pasantías está enfocado en la implementación de un sistema de radiocomunicaciones que permita la ampliación y mejora de cobertura del eje oriental del estado Carabobo de la empresa CORPOELEC. Permitiendo establecer un medio de comunicación seguro y eficiente para el personal profesional, técnico y obrero que trabaja arduamente para garantizar los procesos básicos distribución de energía eléctrica que proporciona la empresa.

Para llevar a cabo este proyecto especial se han considerado cinco capítulos, los cuales están estructurados de la siguiente manera: En el Capítulo I se describe la empresa CORPOELEC, su historia, misión y visión, valores y principios. Luego en el Capítulo II, se detalla el problema, se plantean el objetivo general y los objetivos específicos, igualmente se proporcionan las justificaciones, alcances y límites del proyecto. En el Capítulo III se detallan antecedentes, bases teóricas y términos básicos. En el Capítulo IV se plantea el tipo de investigación, el diseño de la investigación y las fases que se deben cumplir para obtener los resultados esperados. En el Capítulo V se muestran cada uno de los pasos a seguir para la implementación del sistema de radiocomunicaciones en la banda VHF de CORPOELEC para el eje oriental del estado Carabobo.

Para finalizar, cada fase permitió generar una conclusión que fue vital para el análisis y desarrollo de la implementación del proyecto. Seguido de una serie de recomendaciones realizadas con la finalidad de mantener el sistema de radiocomunicaciones operativo

CAPITULO I

LA EMPRESA

1.1 Reseña Histórica

CORPOELEC, Empresa Eléctrica Nacional, adscrita al Ministerio del Poder Popular de Energía Eléctrica, es una institución que nació con la visión de reorganizar y unificar el sector eléctrico venezolano a fin de garantizar la prestación de un servicio eléctrico confiable, no excluyente y con sentido social. Integración que permite fortalecer el sector eléctrico para brindar un servicio de calidad y eficiente al Soberano, dando respuestas como empresa socialista en todas las actividades y jornadas de contribución social que implante el Gobierno Revolucionario de Venezuela.

CORPOELEC, fue creada por el Gobierno, mediante decreto presidencial N° 5.330, en julio de 2007, donde el entonces Presidente de la República, Hugo Rafael Chávez Frías, estableció la reorganización del Sector Eléctrico Nacional **SEN** con la finalidad de mejorar el servicio en toda Venezuela.

En el Artículo 2º del documento se define a **CORPOELEC** como una empresa operadora estatal encargada de la realización de las actividades de Generación, Transmisión, Distribución y Comercialización de potencia y energía eléctrica.

Atendiendo las directrices de este decreto presidencial las catorce (14) empresas existentes para el momento fueron unificadas con la finalidad de redistribuir las cargas y funciones de esas operadoras, en aras de mejorar sustancialmente la calidad del servicio eléctrico en todo el país.

Dentro de **CORPOELEC** se ha hecho hincapié en impulsar la articulación entre las unidades sustantivas y transversales, eliminando las barreras comunicacionales para cumplir a cabalidad con el fortalecimiento del **SEN**. Un punto de suma importancia radica en estar enfocados a que éste sea acelerado, pero con control,

apelando a los valores éticos de la organización y siempre trabajando para el beneficio de todo el personal.

El norte de CORPOELEC está en aprovechar esta oportunidad para que ese talento humano se involucre y sean actores de la transformación, alejándose de los paradigmas del pasado y abiertos a un futuro pleno de posibilidades. Aprovechar y poner toda la capacidad y aptitud a disposición de los usuarios y usuarias para brindarles el servicio óptimo y de calidad que ameritan y merecen.

1.2 Procesos Básicos:

1.2.1 Generación:

El parque de generación del Sistema Eléctrico Nacional, asciende a unos 24.000 megavatios de capacidad instalada y está conformado por un significativo número de infraestructuras, localizadas en su mayoría, en la región de Guayana, donde funcionan los complejos hidroeléctricos más grandes del país. Éstos ofrecen más del 62% del potencial eléctrico que llega a hogares e industria de toda la nación.

Otro 35% de la generación de electricidad proviene de plantas termoeléctricas, y casi un 3% corresponde al sistema de generación distribuida, conformada por grupos electrógenos. Esto ha sido posible, gracias al rescate del parque de generación por parte de la Corporación Eléctrica Nacional, que viene de sufrir más de dos décadas de desinversión, lo que le ha proporcionado fragilidad al sistema eléctrico, haciéndolo, sobre todo, dependiente de una sola fuente generadora.

CORPOELEC viene revirtiendo esa situación, y por eso está empeñada en ofrecerles a los venezolanos y venezolanas, un sector eléctrico digno, confiable y de calidad, invirtiendo importantes recursos para ampliar y reforzar el parque de generación, y a la vez promueve el desarrollo de fuentes alternativas de energía, como la eólica o solar.

1.2.2 Transmisión:

Más del 70% de la electricidad que se consume en Venezuela se produce en la cuenca del río Caroní, al sur del país. Allí están las principales fuentes hidroeléctricas

venezolanas. Esto ha exigido el desarrollo de sistemas capaces de transmitir grandes bloques de energía, a largas distancias y en niveles de voltaje muy elevados.

CORPOELEC posee la más extendida red eléctrica del país, con un total de 18 mil kilómetros de líneas en 400, 230 y 115 kilovoltios; 180 Subestaciones y una capacidad de transformación que supera los 24 mil MVA. Este enorme entramado energético demanda, por sus características, requerimientos especiales para su planificación, diseño, construcción, operación y mantenimiento. Actualmente CORPOELEC planea reforzar al Sistema Interconectado Nacional, con la construcción y puesta en servicio de infraestructuras de transmisión que se contemplan entre los Proyectos Estructurantes de la organización. También se desarrolla un parque industrial de fabricación y reparación de transformadores de distribución y potencia, medidores, condensadores y sistemas de compresión para mejorar sustancialmente las redes de transmisión.

CORPOELEC, dentro de su dinámica de integración y fortalecimiento, adelanta un Plan Estratégico Global que responde a las políticas del Ejecutivo Nacional para el desarrollo energético, social, territorial, económico, y político de la nación. Con este plan CORPOELEC apunta hacia su modernización definitiva con el propósito fundamental de ofrecer al país un servicio de calidad y alta confiabilidad.

1.2.3 Distribución:

La red de distribución en Venezuela se caracteriza por poseer diferentes niveles de voltaje de operación. Esta diversidad técnica permite minimizar las pérdidas de energía.

El proceso de Distribución de la energía eléctrica generada y transmitida por CORPOELEC, es posible gracias a 572 subestaciones, con una capacidad de transformación de 9.200 MVA, y una red de distribución conformada por 88 mil kilómetros de longitud.

Cuando la Empresa Eléctrica Socialista tomó las riendas del sector se diseñó un plan integral, con la participación activa de los trabajadores y trabajadoras, orientado

a optimizar las tareas de operación y mantenimiento del sistema de distribución y mejorar la atención de reclamos comerciales. El fin es ofrecer una atención integral a toda la población venezolana y trabajar con las comunidades, de forma directa.

Desde CORPOELEC se desarrolla un plan de mantenimiento correctivo y preventivo que permitirá minimizar las fallas en el sistema de distribución y brindar un servicio de electricidad confiable y eficiente, a fin de mejorar la calidad de vida de los usuarios y usuarias.

El Plan de Adecuación y Expansión del Sistema Eléctrico de Distribución Nacional (SEDN) en media y alta tensión, es otro de los esfuerzos de CORPOELEC que permitirá atender los requerimientos de desarrollo económico y social de la Nación. Se sustenta en un Sistema de Gestión de Distribución, que mejorará los índices de calidad del servicio, mediante la gestión eficiente de la red de distribución que operan las empresas integradas en CORPOELEC.

1.2.4 Comercialización:

CORPOELEC, Empresa Eléctrica Socialista, desde su gestión viene impulsando un proceso de comercialización eficiente con la finalidad de ofrecer a sus usuarios diversas ventanas de atención: oficinas comerciales, atención telefónica y oficinas virtuales, esto con el fin de velar por la comodidad y bienestar de nuestros usuarios y usuarias.

A través de los enlaces de nuestra oficina virtual los usuarios podrán conocer el saldo de su factura, realizar su pago a tiempo, obtener información de cualquier requerimiento o solicitud, efectuar reclamos comerciales, reportar emergencias y averías, realizar denuncias sobre el hurto de materiales, conexiones ilegales, y manipulación de equipos de medición.

1.3 Misión

Garantizar un servicio eléctrico en todo el territorio nacional, eficiente, con calidad, sentido social, sostenible y en equilibrio ecológico, que promueva el desarrollo del país, con la participación activa, protagónica y corresponsable del

Poder Popular, comprometido con la Ética Socialista y el Plan de la Patria, contribuyendo a la Seguridad y Defensa de la Nación.

1.4 Visión

Ser una Corporación con ética socialista, ambiental y económicamente sustentable, modelo en la prestación de servicio público y motor de desarrollo del país; con talento humano consciente, garante del suministro de energía eléctrica, promotora del uso racional y eficiente de la energía, así como de la participación del poder popular y la preservación de la vida en el planeta.

1.5 Valores

Trabajo seguro y saludable

Orientación al servicio

Responsabilidad

Honestidad

Eficiencia

Participación

1.6 Objetivo de la Institución

Dentro de la Empresa CORPOELEC se ha hecho la tarea de impulsar la articulación entre las unidades sustantivas y transversales, eliminando las barreras comunicacionales para cumplir a cabalidad con el fortalecimiento del sistema eléctrico nacional SEN.

1.7 Objetivos específicos de la empresa

Optimizar la eficiencia de servicio, para así brindar una excelente atención al usuario.

Impulsar el sector productivo del país, con la colocación de más de 22.000 megavatios al servicio del pueblo.

Ofrecer nuevas fuentes de energías que contribuyen al desarrollo sustentable de la nación.

1.8 Objetivos de la empresa

La consolidación de centros sustentables de desarrollo comunitarios (CSDC).

Vincular los proyectos de CORPOELEC con las comunidades

Donde estas se desarrollan.

Integración con los CSDC y las empresas productivas comunitarias, a garantizarles el suministro de energía eléctrica.

1.9 Organigrama de la Empresa

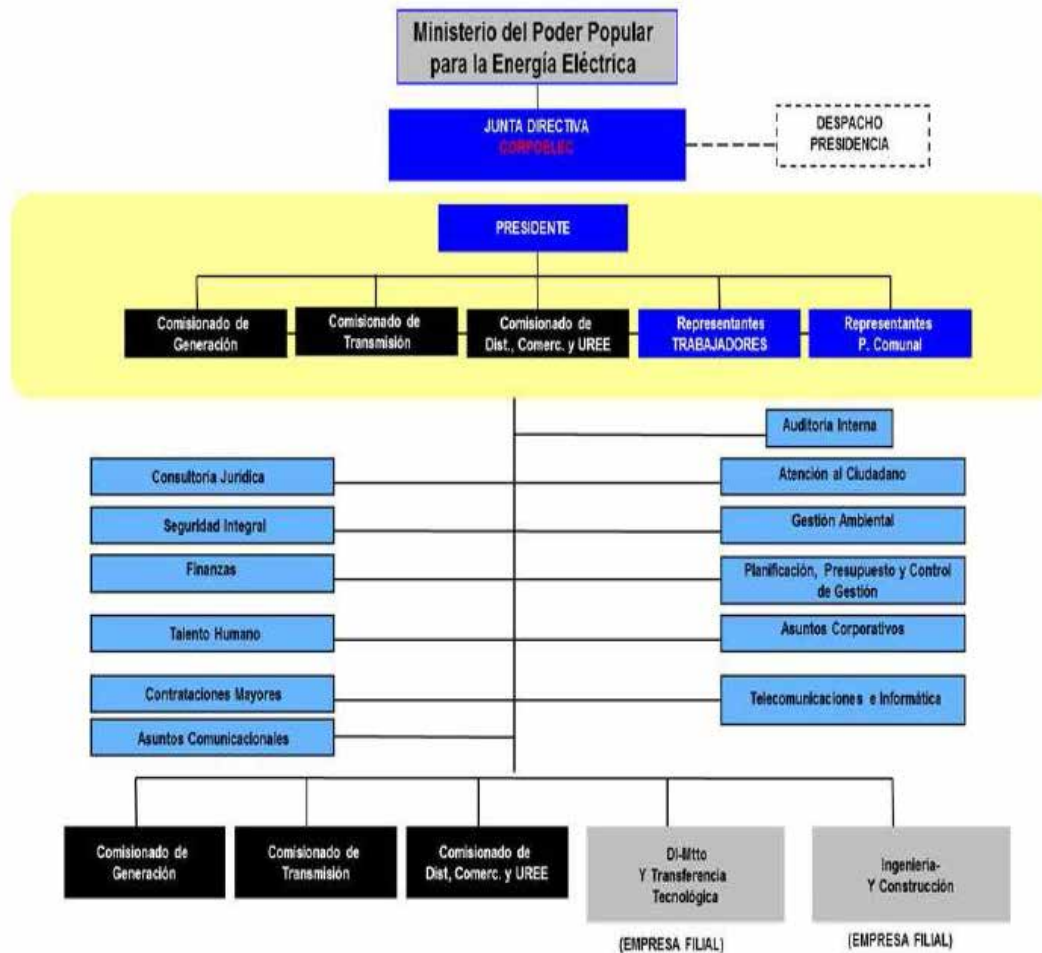


Figura 1. Organigrama de la empresa.

Fuente: CORPOELEC

1.10 Descripción del Departamento donde se realizó la Práctica Profesional

1.10.1 Nombre del departamento:

Gerencia ATIT (Automatización Tecnológica de Informática y Telecomunicaciones) de los Estados Carabobo y Aragua.

Tiene la obligación de que la organización valle a la vanguardia de la tecnología en este sentido se pueden enumerar los siguientes objetivos:

Impulsar mecanismo de difusión mediante la tecnología de vanguardia.

Prestar el apoyo ante los proyectos de la empresa a nivel local.

Mantener los servidores de la empresa en el área local.

1.10.2 Ubicación Geográfica

El grupo de radio comunicaciones de la división de Automatización, Tecnología de la Información y Telecomunicaciones (ATIT), se encuentra ubicado en la Av. Intercomunal Isabelica – Plaza Toros Sector Barrio La Planta, Valencia – Estado Carabobo.



Figura 2. Ubicación Geográfica de la Corporación Eléctrica Nacional, S.A, CORPOELEC Valencia Edo Carabobo.

Fuente: Google Maps (2019).

1.10.3 Nombre del jefe o encargados del departamento ATIT

Ing. Alexander Medina C.I: V-11.801.458

1.10.4 Funciones del departamento

Control y manejo de inventario de los recursos de la empresa (Hardware y Software).

Mantenimiento preventivo y correctivo a todos los equipos de empresa.

La Gerencia de Automatización Tecnologías Informática y Telecomunicaciones se encarga de operar y mantener a Región Central (Aragua-Carabobo-Yaracuy).

1.10.5 Organigrama de ATIT

A continuación, se presenta un organigrama de la división Automatización, Tecnología de la Información y Telecomunicaciones (ATIT) de la región Carabobo – Aragua.



Figura 3. Organigrama del departamento de ATIT.

Fuente: CORPOELEC

CAPÍTULO II

EL PROBLEMA

2.1 Planteamiento del problema

La necesidad de comunicarse y estar comunicados es trascendental para el ser humano, es por ello que con el pasar del tiempo se ha desarrollado diferentes avances tecnológicos que han permitido una mejor comunicación. Inicialmente la única manera de comunicarnos era a través del habla, con el transcurrir del tiempo se fueron implementando métodos como la escritura jeroglífica, pasando por la invención del alfabeto y del papel, luego llegó la imprenta para así encontrarse con la aparición del teléfono, hecho que hizo evolucionar las comunicaciones de manera impresionante, llegando a obtener formas de comunicaciones inimaginables para nuestros inicios.

Uno de los primeros sistemas de telecomunicaciones implementado fue la telegrafía óptica, el cual permitía acortar la duración de transmisión del mensaje, luego apareció el telégrafo eléctrico el cual consistía en un aparato que transmitía mensajes codificados a larga distancia mediante impulsos eléctricos que circulaban a través de un cable conductor, de esta manera los procedimientos que se utilizaban para estar en contacto fueron avanzando con el pasar del tiempo. El teléfono fue una de las ideas que revolucionó rápidamente los sistemas de telecomunicaciones, permitiendo una mejora sustancial en la calidad de la voz transmitida y el alcance.

Después de este progreso aparecieron la radio, la televisión, y tiempo después las computadoras y los satélites. Con el desarrollo de la electrónica se han logrado grandes avances tecnológicos, los cuales nos han llevado a prosperar firmemente en la manera de comunicarnos.

En Venezuela las telecomunicaciones surgen con el servicio de correos colonial. En el año de 1856 se inaugura la primera línea telegráfica de Venezuela entre Caracas y La Guaira y en 1859 circula la primera estampilla de correos del país. Ya logrado el servicio internacional teleográfico, en 1883 se inicia en Venezuela la

prestación del servicio telefónico en la ciudad de Caracas, en 1864 se inaugura el servicio telefónico entre Caracas y La Guaira y en 1886.

Las comunicaciones son parte esencial en las empresas, ya que permite la transmisión de información a cada uno de los miembros de dicha organización, en el caso específico de la Corporación Eléctrica de Venezuela CORPOELEC que es responsable de la generación, transmisión, distribución y comercialización de la energía eléctrica, es de vital importancia mantener una comunicación directa y efectiva entre todo el personal profesional, técnico y obrero para mantener interconectado a cada uno de los elementos que conforman la red eléctrica, así como también para conocer el estado de cada uno de los equipos de generación, transmisión y distribución que tiene la empresa.

Dentro de ese marco, la plataforma de telecomunicaciones de radio de CORPOELEC está conformada por dos áreas, una de transmisión y otra de distribución, estas áreas forman parte de un sistema de atención de requerimientos, como por ejemplo atención de fallas, mantenimientos preventivos, cortes programados, entre otros, que permiten brindar un sistema de suministro eléctrico efectivo a los usuarios.

Es importante destacar, que el sistema de radiocomunicaciones que funciona como puente de comunicación para el personal que trabaja en las diferentes dependencias, de la red de distribución de CORPOELEC del estado Carabobo, está conformado por tres repetidores en la banda VHF ubicados estratégicamente en el Cerro el Café, Cerro Bejuma y Topo Copetón, los cuales garantizan una amplia cobertura a los distintos procesos, tanto medulares como no medulares de la empresa, como lo son las subestaciones y COD.

Ahora bien, la cobertura del sistema de radiocomunicaciones del eje oriental del estado Carabobo de la empresa CORPOELEC, se encuentra fuera de servicio desde hace tres años debido a que el repetidor ubicado en Topo Copetón fue vandalizado, lo que ocasiona retrasos en la atención de requerimientos, generando molestias por parte

de los usuarios del sistema de comunicaciones y por ende a los suscriptores del servicio eléctrico.

Es de vital importancia resaltar que el uso de un radio para un operador o un liniero es totalmente necesario, ya que estos permiten la seguridad integral del mismo, la ubicación del personal en el sitio, velocidad de respuesta y efectividad en las operaciones. En la actualidad, existen ciertas zonas en donde se pierde la cobertura del sistema VHF (sistema de radio) y los trabajadores quedan totalmente incomunicados, y dependiendo del caso deben regresar por apoyo o por material ya que nadie puede llegar al sitio a auxiliarlos.

Los procedimientos emanados por CORPOELEC, indican que debe realizarse una llamada por radio a la central, en donde se indicarán los procedimientos de conexión y desconexión de la subestación, para así poder atender los requerimientos, al no poder ejecutar la comunicación por radio, el operador debe quedarse en espera de respuesta hasta que aparezcan las cuadrillas asignadas a dicha subestación, y de esta forma poder atender la falla presentada.

Cabe resaltar que desde que el repetidor ubicado en Topo Copetón fue vandalizado hace tres años los trabajadores han realizado numerosas solicitudes mensuales a través de la plataforma Oficina 0700, dicha plataforma es la proporcionada por CORPOELEC para realizar solicitudes y requerimientos, con la finalidad de reactivar el sistema de radiocomunicaciones VHF en el eje oriental del estado Carabobo nuevamente.

En relación a la problemática antes expuesta CORPOELEC, en pro de mejorar el funcionamiento y de responder oportunamente a la gran demanda generada por partes de los trabajadores, de forma de conservar las centrales informadas de ¿cómo? y ¿dónde se encuentran?, si necesitan apoyo, o informar una interrupción del servicio como por ejemplo explosión de un transformador, entre otros, de forma de que las centrales podrán informar a sus unidades, dónde ocurrió y puedan dar una respuesta inmediata con la finalidad de ofrecer una mejor servicio a sus clientes., es por ello

que COPOELEC se ha visto en la necesidad de mejorar la cobertura de su sistema de radiocomunicaciones en la zona del eje oriental del estado Carabobo.

Por lo antes expuesto se plantea la siguiente interrogante.

2.2 Formulación del Problema

¿Cómo restablecer el sistema de radiocomunicaciones de CORPOELEC para el eje oriental del estado Carabobo?

2.3 Objetivos

2.3.1 Objetivo General

Implementar un sistema de radiocomunicaciones en la banda VHF de CORPOELEC en el eje oriental del estado Carabobo.

2.3.2 Objetivos Específicos

Estudiar el diseño de la propuesta de mejora de cobertura al sistema de radiocomunicación de CORPOELEC para el eje oriental del estado Carabobo

Identificar los parámetros y variables requeridos para restaurar el sistema de radiocomunicaciones de CORPOELEC para el eje oriental del estado Carabobo.

Verificar la factibilidad técnica, social y ambiental del proyecto.

Realizar la instalación, calibración, pruebas y puesta en funcionamiento del sistema de radiocomunicaciones.

2.4 Justificación

Con la implementación de este proyecto se busca mejorar la calidad de la señal, cobertura y confiabilidad de las telecomunicaciones de la empresa CORPOELEC, en el eje oriental del estado Carabobo, que comprende los municipios Guácara, San Joaquín, Diego Ibarra, Carlos Arvelo y los Guayos, de forma de establecer un medio de comunicación efectivo y seguro entre el personal profesional, técnico y obrero, esto con el fin de garantizar operaciones seguras en aras de preservar la vida del personal que labora en campo, así como también garantizar el servicio de distribución de energía confiable en la zona.

2.5 Limitaciones

Una de las principales limitaciones que se evidencia al momento de realizar la implementación de este proyecto, es lo complicado del ingreso a la caseta ubicada en la cima del cerro Planillón, debido al difícil acceso por la lejanía e intrincado de la zona y por el riesgo que representa la cantidad de animales ponzoñosos que habitan en el lugar.

2.6 Alcance del Estudio

Este proyecto busca principalmente mejorar la calidad de la señal, cobertura y confiabilidad de las telecomunicaciones, de manera de establecer un medio de comunicación efectivo y seguro para el personal de Corpoelec, del eje oriental del estado Carabobo, mejorando las condiciones de seguridad a la cual están sometidos los trabajadores en los municipios Guácara, San Joaquín, Diego Ibarra Carlos Arvelo y los Guayos.

CAPITULO III

MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedentes

A través de la investigación bibliográfica se localizó el trabajo de grado de Otero Jurado Julio Cesar (2017), titulado **Estudio y Diseño de un Sistema Digital de Radiocomunicación VHF de dos vías, el cual permita tener Reportes de la Maquinaria Pesada y Liviana del Gadma, del Cantón Archidona** presentada en la Universidad Israel por, para obtener el título de Ingeniero En Electrónica Digital Y Telecomunicaciones; donde describe una investigación teórica y de campo, necesario para realizar el diseño de un sistema digital de radiocomunicación en las bandas de muy altas frecuencias (VHF), cuyo proceso de diseño tiene refuerzos tanto de cálculos teóricos, como de manejos prácticos con el software Radio Mobile, y Google Earth, los cuales permiten conocer parámetros y determinar la confiabilidad de enlace de una red.

De esta misma forma Ortiz O. Rafael A. (2017) Presento el trabajo de **Diseño de un Sistema de Radiocomunicaciones que opera en las Bandas UHF Y VHF de una Planta de Televisión Nacional en las Ciudades: Caracas, Puerto La Cruz Y Puerto Ordaz** ante la Universidad Central de Venezuela para optar al Título de Ingeniero Electricista. Donde plantea el diseño de un sistema de radiocomunicaciones para la planta de televisión TELEVEN en las ciudades: Caracas, Puerto La Cruz y Puerto Ordaz, con el propósito de mantener comunicaciones en tiempo real con los operadores de las estaciones para la supervisión, control y corrección de fallas en tiempo real. Mediante la determinación de parámetros mínimos necesarios tales como: potencia en transmisores, ganancia de las antenas y altura de las torres y el levantamiento de los perfiles de cada uno de los radioenlaces determinando la confiabilidad y disponibilidad del sistema.

Elsa I. Jiménez J. (2018). Presento el trabajo titulado “**Diseño y dimensionamiento de un sistema de telecomunicaciones optimizado para el nuevo hospital de la provincia Espinar en Cusco**”, para optar por el título de ingeniera de las Telecomunicaciones ante la universidad católica de Perú. Trabajo de grado en donde resalta la importancia de contar con un sistema de comunicación por radio VHF, esto con el fin de contar con un medio de comunicación alterno al momento de producirse una emergencia.

3.2 Bases Teóricas

3.2.1 Sistema de Radiocomunicación

Un sistema de radiocomunicaciones consiste de un radio que funciona como transmisor, receptor o como ambas funcionalidades, en cuyo caso se le suele denominar transceptor. El radio se conecta a la antena por medio de un cable coaxial con conectores. Hay una gran variedad de conectores en uso, con diferentes tamaños y propiedades eléctricas y mecánicas. Los conectores deben ser los apropiados para el cable y el radio.

En muchas oportunidades se requieren adaptadores o “transiciones” para realizar la interfaz entre diferentes tipos de conectores. Un cable coaxial transporta la señal desde el radio a la antena y viceversa. La antena acopla la señal de cable coaxial al espacio libre para transmisión y al revés para recepción. Para minimizar la atenuación se debe utilizar la línea de transmisión más corta posible, construida con el cable de mejor calidad que se pueda obtener y diseñado para trabajar a frecuencias de las bandas VHF, para que la atenuación introducida sea mínima. Ortiz O. Rafael A (2017)

3.2.2 Ondas electromagnéticas y Espectro Radioeléctrico.

El espectro radioeléctrico es considerado según la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), como el conjunto de ondas electromagnéticas, cuya frecuencia es menor a 3000 GHz, y se propagan a través del espacio sin guía

artificial. También es considerado para uso exclusivo del estado, convirtiéndolo en un bien de dominio público imprescriptible.

El rango de operación del espectro electromagnético para un sistema de radiocomunicaciones VHF está entre 30MHz y 300MHz, donde la longitud de onda varía correspondientemente entre 10m y 1m, respecto a la velocidad de la luz = 3×10^8 m/s, y a la frecuencia f en MHz, mediante la fórmula, que se expresa en la ecuación 1. Fuente: (UIT-T/UIT-R/ISO/CEI, 2013

Ecuación 1. Longitud de onda

	Banda	Frecuencia	Longitud de onda	Características	Aplicaciones
VLF	<i>Very Low Frequencies</i> (Muy baja frecuencia)	10 kHz a 30 kHz	30 km a 10 km	Propagación por onda de tierra, atenuación débil. Características estables	Enlaces de radio a gran distancia
LF	<i>Low frequencies</i> (Baja frecuencia)	30 kHz a 300 kHz	10 km a 1 km	Similar a la anterior, pero de características menos estables	Enlaces de radio a gran distancia, ayuda a la navegación aérea y marítima
MF	<i>Medium Frequencies</i> (Frecuencia media)	300 kHz a 3 MHz	10 km a 1 km	Similar a la anterior, pero con absorción elevada durante el día. Prevalece propagación ionosférica durante la noche	Radiodifusión
HF	<i>High Frequencies</i> (Alta frecuencia)	3 MHz a 30 MHz	100 m a 10 m	Prevalece propagación ionosférica con fuertes variaciones estacionales y en las diferentes horas del día y de la noche	Comunicaciones de todo tipo a media y larga distancia
VHF	<i>Very High Frequencies</i> (Muy alta frecuencia)	30 MHz a 300 MHz	10 m a 1 m	Prevalece propagación directa, ocasionalmente propagación ionosférica o troposférica	Enlaces de radio a corta distancia, televisión, radio FM.
UHF	<i>Ultra High Frequencies</i> (Ultra alta frecuencia)	300 MHz a 3 GHz	1 m a 10 cm	Solamente propagación directa, posibilidad de enlaces por reflexión o a través de satélites artificiales.	Enlaces de radio, ayuda a la navegación aérea, radar, televisión
SHF	<i>Super High Frequencies</i> (Super alta frecuencia)	3 GHz a 30 GHz	10 cm a 1 cm	Como la anterior	Radar, enlaces de radio
EHF	<i>Extra High Frequencies</i> (Extra alta frecuencia)	30 GHz a 3.000 GHz	1 cm a 0,1 mm	Como la anterior	Como la anterior

Tabla 1: Espectro Radioeléctrico.

Fuente: Sanvalero (2020)

3.2.3 Bandas de Frecuencia

El artículo 4 de la Ley orgánica de Telecomunicaciones (LOTEL) define las bandas de frecuencia de la siguiente manera: “El espectro radioeléctrico se divide en bandas que se designan por números enteros, en orden creciente. Las bandas de frecuencias constituyen el agrupamiento o conjunto de ondas radioeléctricas con

límite superior e inferior definidos convencionalmente. Estas a su vez podrán estar divididas en sub bandas”. La siguiente imagen ilustra los diversos servicios de radiocomunicaciones, disponibles en cada sub banda. CONATEL (2020).

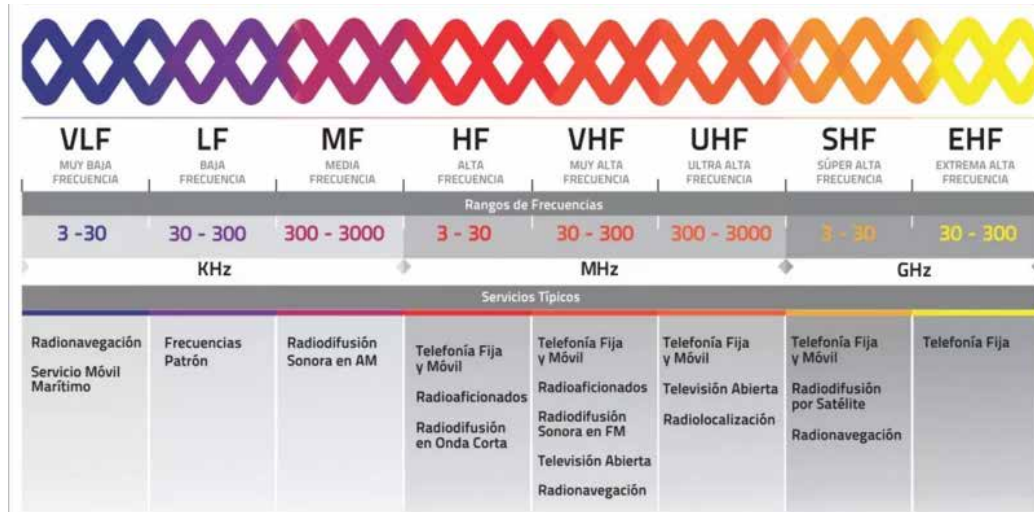


Figura 4. Bandas de Frecuencia.

Fuente CONATEL (2020)

3.2.4 Propagación

3.2.4.1 Propagación de ondas terrestres sobre tierra plana

Cuando las antenas transmisoras y receptoras están ubicadas a corta distancia entre ambas, se estima una distancia menor de 10 km, se puede, con garantía, ignorar el efecto de curvatura de la tierra y considerar que las ondas de radio se propagan a lo largo de una superficie plana conductora imperfecta. En la práctica los transmisores emplazados en la tierra usan antenas elevadas que transmiten en el intervalo de onda corta y ultra corta, siendo típico este uso en el transmisor de televisión, los transmisores VHF, UHF, FM, etc. Ortiz O. Rafael A (2017)

3.2.4.2 Propagación de ondas terrestres sobre tierra esférica

Cuando las antenas transmisoras y receptoras están ubicadas a una distancia entre ambas, mayor de 10 km se debe tomar en cuenta el efecto de curvatura de la tierra.

3.2.4.3 Propagación por onda espacial

Es el principal mecanismo de propagación. Está formado por: una onda directa entre transmisor y receptor y por una o varias ondas reflejadas en la superficie de la tierra. En ella influye la baja atmósfera o troposfera mediante los fenómenos de refracción y absorción, así como también la presencia de la superficie terrestre mediante los fenómenos de reflexión y difracción. Ortiz O. Rafael A (2017)

3.2.4.4 Propagación por Reflexión

Las ondas electromagnéticas que inciden en el suelo (o en otros obstáculos) serán reflejadas parcialmente. El coeficiente de reflexión dependerá de la naturaleza del suelo, el estado de la superficie reflectante y la polarización de la onda. Dentro de los diversos aspectos que afectan a la reflexión se tienen: tierra esférica (divergencia del haz), número de zonas de Fresnel reflejadas, irregularidades del terreno (dispersión de la onda), existencia de obstáculos en el camino del rayo reflejado, que hacen muy difícil determinar su valor. Ortiz O. Rafael A (2017)

3.2.4.5 Propagación por Difracción

Es debida a la superficie terrestre o a un terreno irregular que incluya diferentes obstáculos. Para calcular los parámetros geométricos debemos tener en cuenta la refracción media de la atmósfera (trazado de perfiles del trayecto con el radio aproximado de la tierra). La existencia de línea de vista y el número de zonas de Fresnel liberadas implicará un mayor o menor nivel de energía recibida. Ortiz O. Rafael A (2017).

3.2.4.6 Propagación por Refracción

La refracción es un fenómeno que se produce cuando una onda pasa de un medio a otro. “La desviación de la trayectoria es proporcional al índice de refracción, que es el cociente entre la velocidad de propagación en el vacío y la velocidad de propagación en el medio atravesado. En la ecuación 2 se muestra como calcular el índice de refractividad” Hernan Javier Selva (2003)

3.2.4.7 Propagación por Ondas Troposféricas

La troposfera es la capa de la atmósfera que más afecta las transmisiones UHF y VHF. Sus características físicas influyen notablemente sobre las ondas de radio. Una de ellas es el índice de refracción, el cual varía con la altura y es el responsable de la curvatura que experimenta la onda transmitida, dando lugar a diferentes tipos de refracción troposféricas. La troposfera causa un efecto de curvatura en el rayo, el cual es más acentuado en las transmisiones de UHF y VHF. Ortiz O. Rafael A (2017)

3.2.4.8 Propagación por Dispersión

Es la propagación de las ondas radioeléctricas por dispersión, como consecuencia de irregularidades y discontinuidades en las propiedades físicas de la tropósfera. Las condiciones de propagación de estas ondas presentan una gran dependencia de la temperatura y humedad del aire contenido en la troposfera. Como estos valores no son constantes en ninguna zona, la propagación será irregular en esta constante atmosférica. Basta observar cualquier mapa meteorológico para darse cuenta de que la temperatura va disminuyendo con respecto a la altura, cuanto más lejos se está de la superficie más frío está el aire y, las fotografías de los satélites muestran una diferente localización de las nubes. Ortiz O. Rafael A (2017)

3.2.5 Propagación en la Banda VHF (30MHz- 300Mhz)

Para la banda de VHF las ondas se propagan del mismo modo que la luz, en línea recta; por lo que son detenidas por los obstáculos o reflejadas por ellos. En la propagación intervienen una gran cantidad de factores como lo son la dispersión debida a la inversión de la temperatura, el ruido cósmico, entre otros. Entre los principales usos de este rango de frecuencias tenemos las comunicaciones móviles, radiodifusión, radionavegación y radiocomunicaciones de dos vías.

3.2.6 Componentes de un Sistema de Comunicación VHF

Para que la una comunicación exista y sea efectiva tanto en la Transmisión como en la Recepción se deben considerar los siguientes componentes para un sistema de comunicación VHF.

3.2.6.1 Antena

El IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*) define una antena como “aquella parte de un sistema transmisor o receptor diseñada específicamente para radiar o recibir ondas electromagnéticas”. Dicho de otro modo, la antena es la transición entre un medio guiado y el espacio libre.

3.2.6.2 Características de las antenas

Una antena es un dispositivo hecho para transmitir (radiar) y recibir ondas de radio (electromagnéticas). Existen varias características importantes de una antena que deben de ser consideradas al momento de elegir una específica para su aplicación:

3.2.6.2.1 Diagrama de Radiación

Un diagrama de radiación es una representación gráfica de las propiedades de radiación de la antena en función de las diferentes direcciones del espacio (sistema de coordenadas esférico) a una distancia fija. Con la antena situada en el origen y manteniendo constante la distancia, expresa el campo eléctrico en función de las variables angulares θ y ϕ Teoría de Antenas La Sallé (2008).

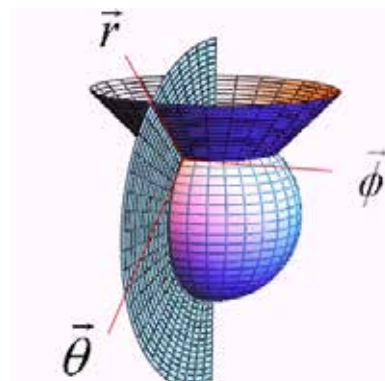


Figura 5. Diagrama de radiación

Fuente: Teoría de Antenas la Sallé

3.2.6.2.2 Ganancia

Relación entre la potencia que entra en una antena y la potencia que sale de esta. Esta ganancia es comúnmente referida en dBi's, y se refiere a la comparación de cuanta energía sale de la antena en cuestión, comparada con la que saldría de una

antena isotrópica. Una antena isotrópica es aquella que cuenta con un patrón de radiación esférico perfecto y una ganancia lineal unitaria. Teoría de Antenas La Sallé (2008).

Ganancia directiva

Relación de la densidad de potencia radiada en una dirección en particular con la densidad de potencia radiada al mismo punto por una antena de referencia, suponiendo que ambas antenas irradian la misma cantidad de potencia. El patrón de radiación para la densidad de potencia relativa de una antena es realmente un patrón de ganancia directiva si la referencia de la densidad de potencia se toma de una antena de referencia estándar, que por lo general es una antena isotrópica. La máxima ganancia directiva se llama Directividad. Teoría de Antenas (2011).

Ganancia de potencia

Es igual a la ganancia directiva excepto que se utiliza el total de potencia que alimenta a la antena (o sea, que se toma en cuenta la eficiencia de la antena). Se supone que la antena indicada y la antena de referencia tienen la misma potencia de entrada y que la antena de referencia no tiene pérdidas. Teoría de Antenas (2011).

3.2.6.2.3 Directividad

Se define como “la relación entre la densidad de potencia radiada en una dirección, a una distancia dada, y la densidad de potencia que radiaría a esta misma distancia una antena isotrópica que radiase la misma potencia que la antena transmisora”. Teoría de Antenas La Sallé (2008).

3.2.6.2.4 Polarización

La polarización de una antena en una dirección dada se define como “la polarización de la onda radiada cuando ésta se encuentra excitada”. La polarización generalmente se define en la dirección en la que la antena radia el máximo de potencia, ya que los enlaces se diseñan para que sean eficientes en la dirección de máxima radiación. La polarización de la onda radiada varía con la dirección respecto

al centro de la antena, por lo que diferentes partes del diagrama de radiación pueden tener diferentes polarizaciones. Teoría de Antenas La Sallé (2008).

3.2.6.2.5 Ancho de Banda

Es el intervalo de frecuencias en la cual debe funcionar satisfactoriamente la antena, dentro de las normas técnicas vigentes a su aplicación. Puede ser descrito en términos de porcentaje respecto a la frecuencia central de la banda

Ecuación 3. Ancho de Banda

Donde f_h es la frecuencia más alta de la banda, f_l es la frecuencia más baja, y f_c es la frecuencia central. De esta forma, el ancho de banda porcentual es constante respecto a la frecuencia central. Los diferentes tipos de antenas tienen variadas limitaciones de ancho de banda. Teoría de Antenas (2011).

3.2.6.3 Tipos de Antenas

Una clasificación de las antenas puede basarse en función de
Frecuencia y tamaño

Las antenas utilizadas para HF son diferentes de las antenas utilizadas para VHF, las cuales también son diferentes de las antenas para microondas. La longitud de onda es diferente para diferentes frecuencias, por lo tanto, las antenas deben ser diferentes en tamaño para radiar señales a la correcta longitud de onda. Teoría de Antenas La Sallé (2008).

Directividad

Las antenas pueden ser omnidireccionales, sectoriales o directivas.

- a) Las antenas omnidireccionales irradian aproximadamente con la misma intensidad en todas las direcciones del plano horizontal, es decir en los 360° . Los tipos más populares de antenas omnidireccionales son los dipolos y las de plano de tierra.
- b) Las antenas sectoriales irradian principalmente en un área específica. El haz puede ser tan amplio como 180 grados, o tan angosto como 60 grados.

- c) Las direccionales o directivas son antenas en las cuales el ancho del haz es mucho más angosto que en las antenas sectoriales. Tienen la ganancia más alta y por lo tanto se utilizan para enlaces a larga distancia. Tipos de antenas directivas: las Yagi, las de bocina, las helicoidales, las antenas patch, los platos parabólicos, y muchas otras. Construcción física: Las antenas pueden construirse de muchas formas diferentes, como simples mallas, platos parabólicos, o tubulares.

3.2.6.4 Antenas VHF

Para clasificar las ondas de radio se toman como medida los múltiplos de diez en la longitud de onda. Por lo tanto, las ondas de VHF tienen una longitud de onda entre 1 Metro y 10 Metros mientras que las de UHF tienen una longitud de entre 10 Centímetros y un Metro. Como la relación es que la frecuencia es igual a la velocidad de la luz (misma velocidad que la de propagación de las ondas electromagnéticas, aproximadamente 300.000 Km. /h) dividida por la longitud de onda, entonces tenemos que la banda de VHF va desde los 30 MHz a los 300 MHz. Roberto Testoni (2013)

3.2.6.5 Zona de Fresnel

Se llama zona de Fresnel al volumen de espacio entre el emisor de una onda electromagnética, acústica, etc. y un receptor, de modo que el desfase de las ondas en dicho volumen no supere los 180°.

Así, la fase mínima se produce para el rayo que une en línea recta al emisor y el receptor. Tomando su valor de fase como cero, la primera zona de Fresnel abarca hasta que la fase llegue a 180°, adoptando la forma de un elipsoide de revolución. La segunda zona abarca hasta un desfase de 360°, y es un segundo elipsoide que contiene al primero. Del mismo modo se obtienen las zonas superiores. La obstrucción máxima permisible para considerar que no hay obstrucción es el 40% de la primera zona de Fresnel.

La obstrucción máxima recomendada es el 20%. Para el caso de radiocomunicaciones depende del factor K (curvatura de la tierra) considerando que para un $K=4/3$ la primera zona de Fresnel debe estar despejada al 100% mientras que para un estudio con $K=2/3$ se debe tener despejado el 60% de la primera zona de Fresnel.

Para establecer las zonas de Fresnel, primero debemos determinar la línea de vista de RF ("RF LOS", en inglés), que en términos simples es una línea recta entre la antena transmisora y la receptora. Ahora la zona que rodea el RF LOS es la zona de Fresnel. El radio de la sección transversal de la primera zona de Fresnel tiene su máximo en el centro del enlace. En este punto, el radio r se puede calcular como sigue:

$$r = \sqrt{\frac{\lambda d_1 d_2}{4}}$$

Ecuación 4 Zona de Fresnel

Dónde

r = radio en metros (m).

d = distancia en kilómetros (Km).

f = frecuencia transmitida en megahercios (MHz).

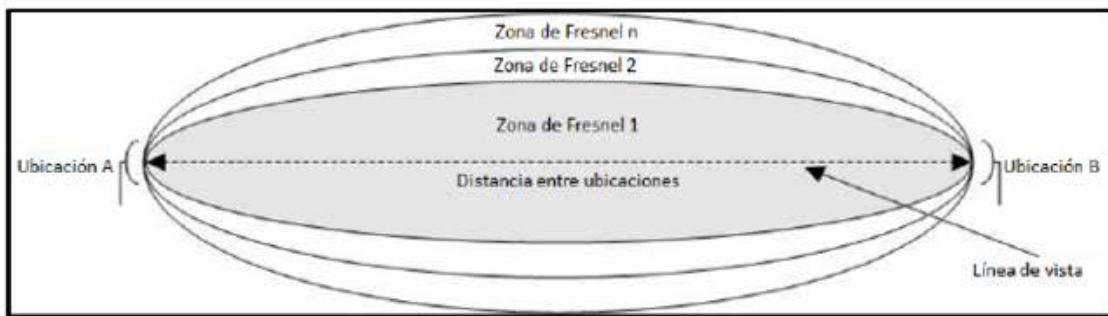


Figura 6. Zona de Fresnel
Fuente: Wikipedia (2020)

3.2.6.6 Sistemas de Radio Convencionales

Tradicionalmente, los sistemas de radio convencionales han sido la forma más popular de radio bidireccional de las agencias de seguridad públicas. Hasta los años

setenta, los sistemas de radio convencionales eran la única opción al seleccionar un sistema de radiocomunicación móvil.

Un sistema de radio convencional ofrece a las agencias de seguridad públicas una tecnología enormemente probada, confiable que está disponible a un más bajo costo que las tecnologías de radiocomunicaciones más nuevas. Para agencias que no enfrentan problemas de recursos del espectro de frecuencias, pero que enfrentan presupuestos más limitados, un sistema convencional satisface sus necesidades de comunicación típicamente a un más bajo costo.

Mientras las capacidades de los sistemas convencionales varían de sistema a sistema, todos los sistemas de radio convencionales operan con la premisa que a los usuarios se les asigna una frecuencia específica o canal (cada frecuencia equivale a un canal utilizable), y que mientras un canal está en uso, otros usuarios asignados a ese canal deben esperar su turno para acceder al canal.

Estos sistemas pueden ser tan simples o complejos en función del número de usuarios que deben soportar en un área geográfica específica. El sistema puede consistir en un solo repetidor o estación base y varios portátiles o radios móviles, varias estaciones bases para apoyar un número más grande de usuarios en una sola área geográfica (sistema mono sitio), o varios sitios repetidores (sistema multisitio) para ampliar la cobertura en un área geográfica más extensa. Un sistema de radio puede incluir varios o todos los componentes siguientes: portátiles, radios móviles, radios bases, repetidores, antenas, líneas telefónicas, enlaces microondas, etc.

Desde ahora en adelante al hablar de “radios”, se referirá indistintamente a radios portátiles, radios móviles y radios bases. Andrés Tocornal Orostegui (2007)

3.2.6.6.1 Tipos de sistemas Convencionales

El tipo más simple de sistema de radio convencional consiste en radios que se comunican entre sí punto a punto. Este tipo de sistema restringe la comunicación al intervalo de cobertura de las radios que se están comunicando

Los tipos de sistemas convencionales más comunes, se abordan a continuación.

a) Sistema Convencional Punto A Punto

El tipo más simple de sistema de radio convencional consiste en radios que se comunican entre sí punto a punto. Este tipo de sistema restringe la comunicación al intervalo de cobertura de las radios que se están comunicando

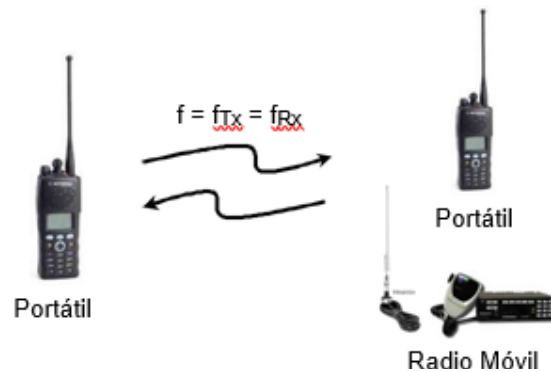


Figura 7. Sistema de radio convencional Punto a Punto.

Fuente: Andrés Tocornal Orostegui (2007)

b) Sistema Convencional con Repetidor

Un repetidor es un tipo de estación base remota y estratégicamente localizada para mejorar el área de cobertura de las radios. Cuando el repetidor recibe una señal de una radio, actúa inmediatamente como un relevo y retransmite la señal (es decir la repite). Típicamente, un repetidor opera en modo dúplex, porque puede transmitir y recibir en forma simultánea.

Un sistema convencional con repetidor consiste en un conjunto de portátiles y/o radios móviles que usan un repetidor para extender el rango de comunicación. El repetidor, con gran potencia de transmisión y con antenas ubicadas en altura, recibe la señal transmitida por las radios e inmediatamente la reenvía al resto de las radios sintonizadas a la frecuencia que transmite el repetidor. Normalmente los repetidores se ubican lo más cerca posible de sus antenas para minimizar las pérdidas inherentes presentes en los cables que los conectan.

En este tipo de sistemas, las radios, mediante señalización, controlan el tiempo de activación y desactivación del repetidor. Además, mientras una radio está transmitiendo, las otras radios que necesiten usar el sistema deberán esperar hasta que

este desocupe el canal, de lo contrario ellos pueden interferir la comunicación actualmente en uso a tal punto de cortarla.

La disciplina para comunicarse por parte de los usuarios en este tipo de sistemas, se vuelve un factor importante cuando varias agencias o departamentos necesitan compartir el sistema radiante. Pueden instalarse varios repetidores para proporcionar un acceso de las radios más confiable en este tipo de ambiente, sin embargo, las radios de igual forma están limitadas por el número de frecuencias a las que ellas pueden acceder y por la coordinación requerida para lograr la conmutación de frecuencia para todos los miembros de un grupo de comunicación.

El intervalo de cobertura de estos sistemas está limitado por la potencia de transmisión de los repetidores, las condiciones geográficas del terreno, y la potencia de transmisión de los equipos portátiles o móviles.

En un sistema de repetición, las radios pueden ser programadas con una frecuencia de transmisión adicional, la cual coincide con la frecuencia de transmisión del repetidor. Esto permite a las radios comunicarse entre sí punto a punto, sin utilizar ningún recurso del repetidor ni sin que supervise la actividad de los canales por parte de los repetidores cuando las radios están dentro del área de cobertura. Además, permite a las radios comunicarse entre sí cuando están fuera del área de cobertura del repetidor. Este funcionamiento se llama “Repetidor Talk - around”.

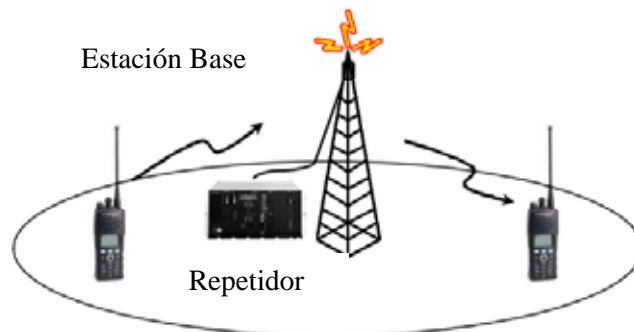


Figura 8. Sistema convencional con repetidor.

Fuente: ANDRÉS TOCORNAL OROSTEGUI (2007)

c) Sistema Convencional con Sistema de Despacho

Un sistema de despacho puede consistir en una estación base controlada desde una ubicación central o por un número de estaciones bases conectadas a un equipo de comando centralizado. El tener un control centralizado proporciona muchas ventajas a un sistema convencional. Algunas de ellas son:

Control de comunicación

En este tipo de sistemas, todas las radios son sintonizadas a la misma frecuencia. Cualquier usuario que desee comunicarse con otro usuario llama al centro de despacho para pedir el acceso a una estación base (canal). El despachador envía un mensaje de voz, a través de la frecuencia común, con las instrucciones para el grupo para cambiar a una frecuencia específica accesible en sus radios. Los usuarios involucrados deben entonces cambiar sus radios a la frecuencia asignada y se establece la comunicación. El resto de las radios en el sistema permanecen a la frecuencia común, previniendo así los problemas de interferencia encontrados en los sistemas convencionales sin comando centralizado.

Capacidad de realizar Patch

Los equipos de comando centralizados pueden incluir subsistemas que permiten al despachador conectar el audio de dos o más grupos que transmiten en diferentes frecuencias (Patch). Por ejemplo, en caso de una emergencia esta función permitiría conectar a la policía con los bomberos para coordinar sus actividades.

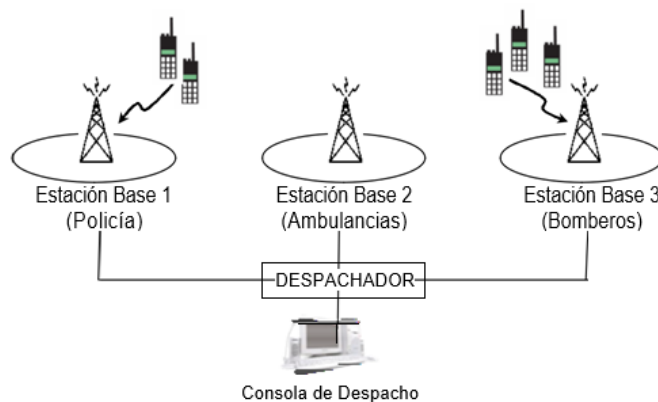


Figura 9. Sistema convencional con sistema de despacho.

Fuente: Andrés Tocornal Orostegui (2007)

3.2.6.7 Control de Repetidores

El control de repetidores, en los sistemas convencionales de cualquier tipo, se puede realizar de dos formas:

a) Control directo por radio

Se genera una señal portadora a la frecuencia de transmisión (señalización de control) cuando se presiona el botón PTT (Push to Talk) del portátil o radio móvil para iniciar una llamada. Esta señal portadora hace que el repetidor entre en modo activo hasta que el usuario libere el botón PTT. En algunos sistemas, una señal sub audible se transmite por el canal para proporcionar un mejor control de la activación del repetidor.

b) Control mediante despachador

Los usuarios llaman al despachador a través de la frecuencia común de acceso y solicitan permiso para acceder a un repetidor. El despachador transmite un mensaje de voz que indica la frecuencia asignada. El usuario de la radio debe cambiar el selector de frecuencia de su radio a la posición apropiada y en ese instante asume el control del repetidor.

La activación de los repetidores que están bajo el control directo del despachador se logra generalmente por medio de tonos generados a través de subsistemas en los equipos despachadores, o bien a través de señalización E&M (Ear & Mouth).

3.2.8 Repetidor

Un repetidor es un dispositivo electrónico que recibe una señal débil o de bajo nivel y la retransmite a una potencia o nivel más alto, de tal modo que se puedan cubrir distancias más largas sin degradación o con una degradación tolerable. María Ortiz (2018)

3.2.9 Duplexor

Este dispositivo permite transmitir mensajes y también recibirlos con una sola antena, esto es posible al separar las funciones de transmisión y recepción para que no

existan interferencias durante sus funciones. El Duplexor funciona bien si las dos están sintonizadas en la misma frecuencia. TOMASI, W. (2003).

3.2.10. Tipos de estaciones radios

3.2.10.1 Estación Base

Como su nombre lo indica es aquella que se instala en un lugar determinado y permanece allí sin cambio, de conformidad con lo establecido en los parámetros que sobre el particular dicta el Ministerio de Comunicaciones. Juan Garnica (2017)

3.2.10.2 Estación Móvil

Es la que opera desde un vehículo en movimiento; puede ser terrestre, aérea, marítima o fluvial. Juan Garnica (2017)

3.2.10.3 Estaciones Portátiles

Son aquellas que fácilmente son transportadas por personas a quienes se les ha asignado un equipo y pueden operar desde cualquier lugar; son utilizadas por el personal que sale a efectuar recorridos y mantienen contacto permanente por medio radial con el equipo base, o con otros grupos que operan igualmente equipo portátil o móvil. Juan Garnica (2017)

Bases Legales

Ley orgánica de Telecomunicaciones (2020)

Artículo 4.- Se entiende por telecomunicaciones toda transmisión, emisión o recepción de signos, señales, escritos, imágenes, sonidos o informaciones de cualquier naturaleza, por hilo, radioelectricidad, medios ópticos, u otros medios electromagnéticos afines, inventados o por inventarse. Los reglamentos que desarrollen esta Ley podrán reconocer de manera específica otros medios o modalidades que pudieran surgir en el ámbito de las telecomunicaciones y que se encuadren en los parámetros de esta Ley. A los efectos de esta Ley se define el espectro radioeléctrico como el conjunto de ondas electromagnéticas cuya frecuencia se fija convencionalmente por debajo de tres mil Giga Hertz (3000 GHz) y que se propagan por el espacio sin guía artificial. El espectro radioeléctrico se divide en

bandas de frecuencias, que se designan por números enteros, en orden creciente. Las bandas de frecuencias constituyen el agrupamiento o conjunto de ondas radioeléctricas con límite superior e inferior definidos convencionalmente. Estas a su vez podrán estar divididas en subbandas.

Artículo 7.- El espectro radioeléctrico es un bien del dominio público de la República Bolivariana de Venezuela, para cuyo uso y explotación deberá contarse con la respectiva concesión, de conformidad con la ley

Artículo 9.- Las habilitaciones administrativas para la prestación de servicios de telecomunicaciones, así como las concesiones para el uso y explotación del dominio público radioeléctrico, sólo serán otorgadas a personas domiciliadas en el país, salvo lo que establezcan los acuerdos o tratados internacionales suscritos y ratificados por la República Bolivariana de Venezuela.

CONATEL (2010)

Artículo 3. Atribución La atribución de una banda de frecuencias determina los servicios que pueden prestarse a través de la misma. El presente Cuadro Nacional de Atribución de Bandas de Frecuencias (CUNABAF) establece la atribución de las distintas bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico en la República Bolivariana de Venezuela, tomando como referencia la atribución prevista en el Cuadro de Atribución de Bandas de Frecuencias contenido en el Reglamento de Radiocomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones.

Artículo 5. Asignación de porciones del espectro radioeléctrico De conformidad con las disposiciones de la Ley Orgánica de Telecomunicaciones, la asignación de porciones del espectro radioeléctrico que realice tanto el órgano competente como la Comisión Nacional de Telecomunicaciones, según el caso, deberá ajustarse a la atribución contenida en el presente Cuadro Nacional de Atribución de Bandas de Frecuencias (CUNABAF) y a las demás normas sobre la materia.

Artículo 2. A los fines del presente Reglamento, se establecen las siguientes definiciones:

1. **Habilitación administrativa:** título que otorga el Ministro de Infraestructura o la Comisión Nacional de Telecomunicaciones, según el caso, para el establecimiento y explotación de redes y para la prestación de servicios de telecomunicaciones, a quienes hayan cumplido con los requisitos y condiciones establecidas a tales fines de conformidad con la Ley Orgánica de Telecomunicaciones, sus reglamentos y demás normas aplicables.

2. **Concesión de uso y explotación de espectro radioeléctrico:** acto administrativo unilateral mediante el cual el Ministro de Infraestructura o la Comisión Nacional de Telecomunicaciones, según el caso, otorga o renueva por tiempo limitado, a una persona natural o jurídica la condición de concesionario para el uso y explotación de una determinada porción del espectro radioeléctrico, previo cumplimiento de los requisitos establecidos en la Ley Orgánica de Telecomunicaciones, sus reglamentos y

3. **Atributos de una habilitación administrativa:** actividades o servicios concretos de telecomunicaciones que podrán explotarse o prestarse bajo el amparo de una habilitación administrativa.

4. **Modificación de una habilitación administrativa:** cambio en el título de habilitación administrativa, de conformidad con los términos y condiciones previstos en la Ley Orgánica de Telecomunicaciones y el presente Reglamento.

5. **Modificación de una concesión de uso y explotación de espectro radioeléctrico:** cambio en el título de concesión, de conformidad con los términos y condiciones previstos en la Ley Orgánica de Telecomunicaciones y el presente Reglamento.

6. **Incorporación de atributos a una habilitación administrativa:** inclusión de uno o más atributos a una habilitación administrativa preexistente, cuando sea procedente según el tipo de habilitación administrativa de que se trate, de conformidad con la Ley Orgánica de Telecomunicaciones, sus reglamentos y demás normas aplicables.

7. Bandas de frecuencias: agrupamiento o conjunto de ondas radioeléctricas con límite superior e inferior definidos convencionalmente.

8. Subbandas de frecuencias: agrupamiento o conjunto de ondas radioeléctricas, con límites superior e inferior definidos convencionalmente, en el cual puede dividirse una banda específica de espectro radioeléctrico.

9. Porción de espectro radioeléctrico: se entenderá por porción de espectro radioeléctrico, según el caso, tanto a las bandas de frecuencias como aquellas Subbandas de frecuencias en las que se encuentre dividido el espectro radioeléctrico.

10. Migración de concesionario: potestad del Ministro de Infraestructura o de la Comisión Nacional de Telecomunicaciones, según el caso, para cambiar la asignación de porciones de espectro radioeléctrico previamente otorgadas en concesión de uso y explotación, de conformidad con lo previsto en el artículo 74 de la Ley Orgánica de Telecomunicaciones.

11. Sustitución en la titularidad de una concesión de uso y explotación de espectro radioeléctrico: subrogación en los derechos y deberes derivados de una concesión de uso y explotación de espectro radioeléctrico previamente otorgada, de conformidad con lo previsto en los artículos 73 y 198 de la Ley Orgánica de Telecomunicaciones.

12. Cesión de atributos de una habilitación administrativa: traspaso a favor de una empresa filial de uno o varios de los atributos contenidos en una habilitación administrativa preexistente, de conformidad con lo previsto en el artículo 198 de la Ley Orgánica de Telecomunicaciones.

13. Zona de cobertura: área geográfica dentro de la cual un operador de telecomunicaciones podrá prestar o explotar los servicios o actividades de telecomunicaciones amparadas bajo una habilitación administrativa o usar y explotar una porción de espectro radioeléctrico previamente otorgada en concesión, según el caso.

Artículo 69.- Corresponde a la Comisión Nacional de Telecomunicaciones, la administración, regulación, ordenación y control del espectro radioeléctrico, de conformidad con lo establecido en esta Ley y en las normas vinculantes dictadas por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), procurando, además armonizar sus actividades con las recomendaciones de dicho organismo. La Comisión Nacional de Telecomunicaciones ejercerá la coordinación necesaria para la utilización del espectro radioeléctrico en su proyección internacional, de conformidad con esta Ley y los tratados y acuerdos internacionales suscritos y ratificados por la República Bolivariana de Venezuela.

Artículo 70.- La administración, regulación, ordenación y control del espectro radioeléctrico, incluyen, entre otras facultades, la planificación, la determinación del cuadro nacional de atribución de bandas de frecuencias, la asignación, cambios y verificación de frecuencias, la comprobación técnica de las emisiones radioeléctricas, el establecimiento de las normas técnicas para el uso del espectro, la detección de irregularidades y perturbaciones en el mismo, el control de su uso adecuado y la imposición de las sanciones a que haya lugar, de conformidad con la ley.

Artículo 71.- La Comisión Nacional de Telecomunicaciones aprobará y publicará en la Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela el Cuadro Nacional de Atribución de Bandas de Frecuencia (CUNABAF) y los planes técnicos de utilización asociados. La Comisión Nacional de Telecomunicaciones podrá afectar para el cumplimiento de las funciones del Poder Público a través de sus entes y órganos, así como para el desarrollo de radiodifusión sonora y televisión abierta comunitarias de servicio público sin fines de lucro, porciones específicas del espectro radioeléctrico para el uso. Las porciones del espectro radioeléctrico para uso gubernamental deberán inscribirse en el respectivo Cuadro Nacional de Atribución de Bandas de Frecuencia (CUNABAF). La Comisión Nacional de Telecomunicaciones pondrá a disposición del público el estado de las bandas de frecuencia que han sido asignadas sin que sea necesario su identificación detallada.

Artículo 72.- El Cuadro Nacional de Atribución de Bandas de Frecuencias (CUNABAF) y los planes técnicos asociados deberán ajustarse a los tratados internacionales suscritos por la República y se sustentarán en los mejores criterios para lograr un uso eficiente del espectro radioeléctrico, a juicio de la Comisión Nacional de Telecomunicaciones. La utilización del espectro radioeléctrico deberá en todo caso ajustarse al Cuadro Nacional de Atribuciones de Bandas de Frecuencia (CUNABAF) y la asignación de uso de las mismas promoverá el desarrollo de los mercados de telecomunicaciones y garantizará la disponibilidad de porciones del espectro para actividades de finalidad social.

Artículo 73.- La concesión de uso del espectro radioeléctrico es un acto administrativo unilateral mediante el cual la Comisión Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL), otorga o renueva, por tiempo limitado, a una persona natural o jurídica la condición de concesionario para el uso y explotación de una determinada porción del espectro radioeléctrico, previo cumplimiento de los requisitos establecidos en esta Ley. Sin perjuicio de las disposiciones legales y reglamentarias aplicables, las relaciones derivadas de una concesión se regularán en el respectivo contrato de concesión. Los derechos sobre el uso y explotación del espectro radioeléctrico derivados de unas concesiones no podrán cederse o enajenarse, sin embargo, el concesionario podrá solicitar a la Comisión Nacional de Telecomunicaciones su sustitución en la titularidad de la concesión por la persona que indique al efecto, siempre que ésta cumpla con las condiciones y principios establecidos en esta Ley

3.2 Definición de Términos

Bandas de Frecuencia: constituyen el agrupamiento o conjunto de ondas radioeléctricas con límite superior e inferior definidos convencionalmente. Estas a su vez podrán estar divididas en subbandas.

Cobertura: área geográfica en la que se dispone de un servicio.

COD: Centro de Operaciones de distribución

Frecuencia: Medición del número de ondas electromagnéticas que atraviesan un punto determinado en un periodo de tiempo dado. Es equivalente a la velocidad de la luz dividido por la longitud de onda y se expresa en Hercios (ciclos por segundos).

PTT: En inglés Push to Talk, comúnmente abreviado como PTT, es un método para hablar en líneas half-duplex de comunicación, apretando un botón para transmitir y liberándolo para recibir. Este tipo de comunicación permite llamadas de tipo uno a uno o bien uno-a-varios (llamadas de grupos).

RF: Radiofrecuencia, también denominado espectro de radiofrecuencia, se aplica a la porción menos energética del espectro electromagnético, situada entre unos 3 kHz y unos 300 GHz.

Rx: Recepción

Tx: Transmisión

VHF: En inglés Very High Frequency es la banda del espectro electromagnético que ocupa el rango de frecuencias de 30 MHz a 300 MHz.

7KD: Antigua sala de trabajo de CORPOELEC.

CAPITULO IV

MARCO METODOLÓGICO

Tamayo y Tamayo (2003) define al marco metodológico como “Un proceso que, mediante el método científico, procura obtener información relevante para entender, verificar, corregir o aplicar el conocimiento”, dicho conocimiento se adquiere para relacionarlo con las hipótesis presentadas ante los problemas planteados. (p.37)

4.1 Tipo de Investigación

“Se define la investigación como una actividad encaminada a la solución de problemas. Su objetivo consiste en hallar respuestas a preguntas mediante el empleo de procesos científicos.” (Cervo y Bervian, 1989, p. 41).

Del tipo de investigación seleccionada se opta por el estudio de caso, ya que de acuerdo con Rodríguez (2005) es considerado como apropiado particularmente cuando el objetivo de la investigación es inquirir acerca de cómo ocurre un proceso. No busca destacar las peculiaridades de este proceso en el caso elegido, sino lo que comparte con toda empresa que se desarrolle.

Del mismo modo Meverell Loker y Vosti precisan que “el concepto de proyecto especial está relacionado con la existencia de una unidad técnico-administrativa llamada a cumplir funciones de desarrollo integral en un área determinada”. Para estos autores el proyecto especial es una combinación entre la tecnología y la administración creada para el abordaje completo de un contexto específico.

En el ámbito educativo según la disposición general número 17 literal a del Manual de trabajos de grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador, UPEL se entiende por proyectos especiales, como: “los trabajos que lleven a creaciones tangibles, susceptibles de ser utilizados como soluciones a problemas demostrados, o que respondan a necesidades

e intereses de tipo cultural” (pág. 22). Ejemplo, según la misma normativa, pueden ser la construcción de libros de texto.

Esta normativa destaca que el proyecto especial caracteriza a los trabajos que culminen en creaciones disponibles para la solución de problemas del ámbito cultural.

La Universidad "José Antonio Páez" se acoge a la definición hecha por la UPEL y señala como ejemplo de proyectos especiales el desarrollo de software, prototipos y productos tecnológicos en general.

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto por Meverell Loker y Vosti y la UPEL la actual investigación se considera “proyecto especial” en virtud de que se ejecutará un sistema de radiocomunicaciones que permitirá ampliar la cobertura de la banda del área de distribución de CORPOELEC para el eje oriental del estado Carabobo.

4.2 Diseño de la Investigación

Señalan Tamayo y Tamayo (2006), los tipos de diseño, de acuerdo con los datos recogidos para llevar a cabo una investigación, se categorizan en diseños de campo cuando, los datos se recogen directamente de la realidad, por lo cual los denominamos primarios, su valor radica en que permiten cerciorarse de las verdaderas condiciones en que se han obtenido los datos, lo cual facilita su revisión o modificación en caso de surgir dudas.

Tomando en cuenta lo anteriormente expuesto por Tamayo y Tamayo, por el objetivo que persigue la implementación de este proyecto, corresponde a una investigación de campo debido a que se realizaron las mediciones correspondientes en el cerro Platillón, con previa elaboración de un plan de trabajo minucioso, con el objetivo de reinstaurar el sistema de radiocomunicaciones que mejore la cobertura de CORPOELEC en el eje oriental del estado Carabobo.

4.3 Nivel de la Investigación

Según Tamayo y Tamayo (2006), el tipo de investigación descriptiva, comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual y

la composición o procesos de los fenómenos; el enfoque se hace sobre conclusiones dominantes o sobre cómo una persona, grupo, cosa funciona en el presente; la investigación descriptiva trabaja sobre realidades de hecho, caracterizándose fundamentalmente por presentarnos una interpretación correcta. Por consiguiente, se pretende caracterizar y parametrizar variables que permitan la ampliación de cobertura del sistema de radiocomunicaciones del eje oriental del estado Carabobo.

4.4 Población y Muestra

Plantean Tamayo y Tamayo (2006), como al tratar la población se introduce el concepto de universo, al cual se le da igual significado, pero son de diferente contenido y tratamiento, en razón de los resultados que arrojan; la población, es la totalidad de un fenómeno de estudio, incluye la totalidad de unidades de población que integran dicho fenómeno, debe cuantificarse para un determinado estudio integrando un conjunto N de entidades que participan de una determinada característica denominándose población por constituir la totalidad del fenómeno adscrito a un estudio o investigación; cuando para un estudio se toma la totalidad de la población y no es necesario realizar una muestra, se dice que se ha investigado el universo.

El proyecto especial posee una población compuesta de los sistemas de radio de las subestaciones, COD y todos los usuarios de radio (fijo, móvil y portátil) pertenecientes al área de distribución de CORPOELEC, del cual se tomara como muestra el circuito de subestaciones ubicadas dentro de los municipios Guacara, San Joaquín, Diego Ibarra, Carlos Arvelo y los Guayos.

4.5 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Según Yuni y Urbano (2006), en el campo de la metodología de la investigación científica el concepto de técnicas de recolección de información alude a los procedimientos mediante los cuales se generan informaciones válidas y confiables para ser utilizadas como datos científicos, la función primordial de las técnicas de recolección de información es la observación y registro de los fenómenos empíricos

registro a partir de los cuales se elabora información que permite generar modelos conceptuales (en lógica cualitativa) o contrastarla con el modelo teórico adoptado (en la lógica cuantitativa).

En opinión de Sabino (1992:111-113), la observación es una técnica antiquísima, cuyos primeros aportes sería imposible rastrear. A través de sus sentidos, el hombre capta la realidad que lo rodea, que luego organiza intelectualmente y agrega: La observación puede definirse, como el uso sistemático de nuestros sentidos en la búsqueda de los datos que necesitamos para resolver un problema de investigación. La observación es directa cuando el investigador forma parte activa del grupo observado y asume sus comportamientos; recibe el nombre de observación participante. Cuando el observador no pertenece al grupo y sólo se hace presente con el propósito de obtener la información (como en este caso), la observación, recibe el nombre de no participante o simple.

Desde esta perspectiva, para la ejecución del sistema de radiocomunicaciones, se utilizará como herramienta de investigación la observación no estructurada y la entrevista no estructurada, debido a que se emplean instrumentos tales como: diario de campo, cuaderno de notas, cámara fotográfica y cámara de video.

4.6 Fases Metodológicas

Fase I: Estudio del diseño de la propuesta de mejora de cobertura al sistema de radiocomunicación de CORPOELEC para el eje oriental del estado Carabobo.

En esta fase se realizará la descripción del lugar, los equipos y el trabajo que están realizando cada uno de ellos para así tener una visión clara del problema que se quiere solucionar.

Fase II: Identificación de parámetros y variables requeridos para restaurar el sistema de radiocomunicaciones de CORPOELEC para el eje oriental del estado Carabobo.

Después de realizarse la descripción de la situación se procederá a recaudar todos los parámetros que permitan realizar simulaciones en el software Radio Mobile para garantizar su operatividad.

Fase III: Verificación de la factibilidad técnica, social y ambiental del proyecto.

Esta fase describe todos los factores que justifican el motivo del proyecto y también refleja si la corporación está en capacidad de invertir recursos necesarios para el proyecto de investigación y el impacto ambiental, social, económico y operativo que esta representa.

Fase IV: Instalación, Calibración, Pruebas Y Puesta En Funcionamiento Del Sistema De Radiocomunicaciones.

En esta fase se ejecutará el montaje del sistema de radiocomunicaciones en el cerro Platillón, el cual permitirá ampliar la cobertura del sistema de radiocomunicaciones de área de distribución de CORPOELEC para el eje oriental del estado Carabobo.

CAPITULO V

RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados de cada una de las fases mencionadas en el marco metodológico, con la finalidad de conocer los pasos que se realizaron para cumplir el objetivo general.

5.1 Fase 1: Estudio del diseño de la propuesta de mejora de cobertura al sistema de radiocomunicación de CORPOELEC para el eje oriental del estado Carabobo.

Para esta fase, se procedió a estudiar el sistema de radiocomunicaciones de CORPOELEC del estado Carabobo, con la finalidad de observar cómo está estructurado y dividido, para de esta forma poder caracterizar el mismo.

5.1.1 Diagnostico de la situación actual del sistema de radiocomunicaciones

Mediante el estudio del sistema, se encontró que actualmente el sistema VHF de CORPOELEC solo cuenta con una estación repetidora operativa ubicada en el Cerro el Café y la misma se encuentra operando con la frecuencia del Centro de Operaciones de Distribución (COD) la cual se especifica en la tabla 3.

Anteriormente el sistema VHF estaba conformado por tres estaciones repetidoras (figura 10), ubicadas estratégicamente con la finalidad de tener una zona de cobertura amplia, que permitiera cubrir la demanda de la empresa.

Cabe destacar que las estaciones repetidoras (figura 10), estaban programadas con distintas frecuencias de trabajo (Canales), por lo consiguiente, cuando se trabaja en el eje oriental del estado Carabobo, si el usuario se ubicaba en el Canal 1, era para comunicaciones directas con el COD, el segundo canal está asignado para comunicaciones punto a punto que son distancias no mayor a 5 km, y el Canal 3, trabajaba con la frecuencia del 7KD. Esta última permite una comunicación con mayor alcance.

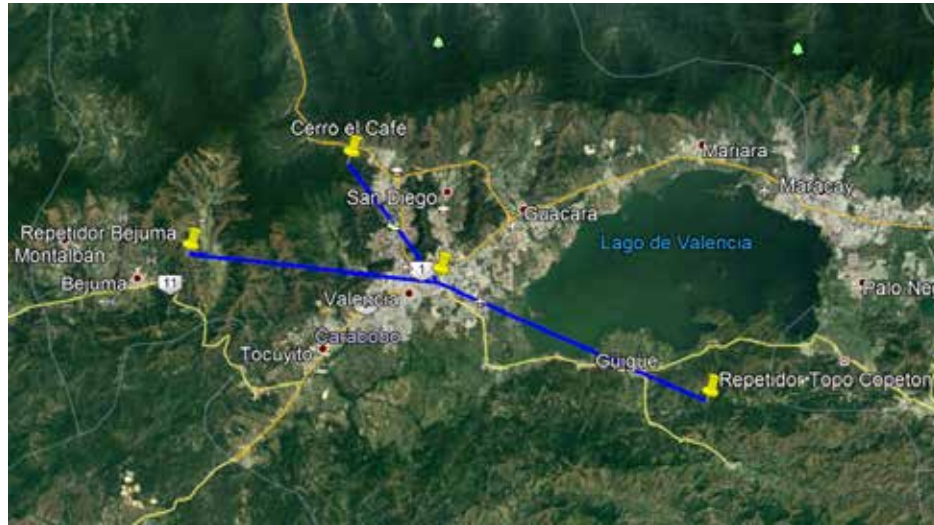


Figura 10: Puntos de Repetición de la unidad de Telecomunicaciones Carabobo
 Fuente: CORPOELEC (2020)

En la actualidad la unidad de telecomunicaciones del estado Carabobo no dispone de un sistema de radiocomunicaciones destinada para el eje oriental del estado Carabobo que proporcione al personal profesional, técnico y obrero que trabaja en la atención de requerimientos dentro y fuera de las instalaciones de CORPOELEC, una comunicación inmediata y fidedigna, debido a que la estación repetidora ubicada en Topo Copetón fue vandalizada en su totalidad tres años atrás. Lo que genero la caída del sistema de radio VHF para la zona antes mencionada, ocasionando retrasos en la atención de requerimientos y descontento por parte del usuario final.

Es importante acotar que debido a que el Cerro el Café era el único punto de repetición activo que tenía la unidad de Telecomunicaciones Carabobo, este se usó de referencia para realizar observaciones sobre el sistema a implementar. El Cerro El Café se encuentra ubicado en:

Cerro El Café	
Latitud	10 15' 54.5" N
Longitud	68 03' 29.0" O

Tabla 2: Ubicación geográfica del Cerro el Café

Fuente: CORPOELEC (2020)

La estación repetidora ubicada en el Cerró Café a sus vez tiene un total de 25 subestaciones Subordinadas, como la Subestación la Florida, la subestación Tocuyito, Subestación San Carlos, Subestación Bejuma, Subestación San diego, entre otras. Esta Estación repetidora opera bajo la frecuencia del COD, a continuación se anexa en la Tabla 3 los equipos que se encuentran en funcionamiento actualmente.

Cerro el Café	
Repetidor	Motorola
Frecuencia de Transmisión	138.010 MHz
Frecuencia de Recepción	139.700 MHz
Antena	Decibel DB-224
Duplexer	Sinclair Q-2220E

Tabla 3: Equipos presentes en el Cerro el Café

Fuente: CORPOELEC (2020)

El Eje oriental del estado Carabobo, quien es el objeto de estudio está conformado por cinco municipios (figura 11), a su vez cada municipio está conformado por diferentes instalaciones, las cuales se menciones a continuación:

Subestaciones

Las subestaciones juegan un papel muy importante ya que su principal función es la producción, conversión, regulación y distribución de la energía eléctrica. La subestación debe modificar y establecer los niveles de tensión de una infraestructura eléctrica, para que la energía eléctrica pueda ser transportada y distribuida. Por tal motivo es importante que las subestaciones tengas todos los sistemas de Telecomunicaciones operativos, de forma de garantizar la operatividad y el correcto funcionamiento de la misma.

El eje oriental del estado Carabobo, cuenta con seis estaciones que requieren de un sistema de radiocomunicaciones para sus operaciones, ya que esto garantiza un mejor tiempo en la atención de requerimientos y protegen la vida de los trabajadores

Centros de Servicios



Figura 11: Municipios que conforman el eje oriental del estado Carabobo

Fuente: CORPOELEC (2020)

Además de las instalaciones se deben considerar los usuarios que utilizan el radio.

a. Personal

El personal de CORPOELEC del eje oriental del estado Carabobo está conformado por diferentes departamentos, cada uno realiza una labor diferente de forma de garantizar el servicio eléctrico a nivel nacional, por ello principalmente el

personal que dispone de un radio asignado son aquellos que están en el campo o atendiendo un requerimiento, ingeniero o técnico a cargo y liniero.

b. Vehículos

Para asegurar el servicio eléctrico el personal de CORPOELEC hace uso de vehículos para trasladarse al momento de atender un requerimiento así como también se utilizan para movilizar equipos que se requieren en la operatividad. El eje Oriental del estado Carabobo cuenta con 30 camionetas, y 25 camiones cestas.

Luego de realizar un breve estudio de cómo está conformado el sistema VHF actualmente, y tener una visión de las necesidades del eje oriental del estado Carabobo para restaurar el sistema de radio, se busca un sitio estratégico que permita ubicar un nuevo punto de repetición y a su vez cumpla con las condiciones idóneas.

Con relación a lo planteado anteriormente, se establece como punto estratégico el Cerro Platillón, el cerro Platillón es una formación de montaña ubicada en el extremo norte del estado Guárico, Venezuela. A una altura oficial de 1.930 msnm el Pico o Cerro Platillón es la montaña más alta en Guárico. Es protegido como monumento natural por decreto publicado en Gaceta Oficial de Venezuela.

Cerro Platillón	
Latitud	9°52'15.41"N
Longitud	67°30'55.27"O

Tabla 4: Coordenadas geográficas del Cerro Platillón

Fuente: CORPOELEC (2020)

Mediante el uso del programa Google Earth, como se muestra en la figura 12, se puede observar la ubicación de la caseta en donde se va a instalar el sistema VHF.



Figura 12: Ubicación del cerro Platillón

Fuente: Google Earth (2020)

5.1.2 Equipos del Sistema de Radiocomunicaciones

Después de encontrar y ubicar el punto en donde se instalara el repetidor, se procede a encontrar y describir los equipos que darán vida al sistema VHF.

5.1.2.1 Antena Andrews DB-224

Para el sistema VHF se utilizara una antena de cuatro dipolos modelo Andrews DB-224 (figura 13) para las estaciones repetidoras y radios fijas. Este modelo de antena se subdivide dependiendo de la frecuencia de trabajo a utilizar, las especificaciones de la antena se muestran en la tabla 5.



Figura 13: Antena Andrews Db-224
Fuente: Google (2020)

Modelo	Frecuencia (MHZ)	dB	dBi	Tipo de antena	PWR (W)
DB-224-A	150-160	6- 9	8.1	Omni	500
DB-224-B	155-165	6-9	8.1	Omni	500
DB-224-C	164-174	6-9	8.1	Omni	500
DB-224-E	138-150	6-9	8.1	Omni	500
DB-224-F	160-170	6-9	8.1	Omni	500

Tabla 5: Características de la antena Andrews DB-224 según la frecuencia de trabajo
Fuente: Lugo (2020)

Para mayor información de la antena Andrews DB-224 se recomienda visualizar su hoja técnica ubicada en el Anexo A.

5.1.2.2 Repetidor VHF

Otra de las piezas importantes que forma parte del sistema de radiocomunicaciones es el repetidor, el equipo seleccionado es el Motorola MTR 2000, esta estación repetidora presenta las siguientes características que se muestran a continuación en la tabla 6.



Figura 14: Estación Repetidora VHF Motorola MTR 2000
Fuente: Google (2020).

Estación Repetidora VHF Motorola MTR 2000	
Banda de frecuencia de transmisión	132- 174 MHZ
Banda de frecuencia de recepción	132-174 MHZ
Número de canales	32
Impedancias de Salida en RF	
Voltaje	1 Vpp
Potencia de Salida	25 -100 W

Tabla 6: Características de la estación repetidora Motorola MTR 2000
Fuente: Lugo (2020)

Para mayor información sobre las características de la estación repetidora Motorola MTR 2000, se recomienda visualizar la hoja técnica del equipo ubicada en el Anexo B.

5.1.2.3 Duplexor VHF

Para dividir las funciones de transmisión y recepción es necesario utilizar un Duplexor, de tal manera que estas no interfieran entre sí. Para ello se utilizó un Duplexer modelo Telewave TPRD1454 (figura 15), las principales características se presentan en la tabla 7.



Figura 15: Duplexer Telewave Modelo TPRD1454

Fuente: Telewave.com (2020)

Duplexer Telewave Modelo TPRD1454	
Rango de Frecuencia	118 -148 MHZ
Frecuencia de separación mínima	0,6 MHZ
Potencia máxima de entrada	350 W
Numero de cavidades	4
Perdida de inserción máxima	1, dB

Tabla 7: Principales características del Duplexer Telewave Modelo TPRD1454

Fuente: Lugo (2020)

Para mayor información se recomienda visualizar la hoja técnica del Duplexer ubicada en el Anexo C.

5.1.3 Diseño del Sistema VHF

El diseño utilizado para restaurar el sistema de radiocomunicaciones consistió en ubicar en el Cerro Platillón una estación repetidora como se muestra en la figura 16.

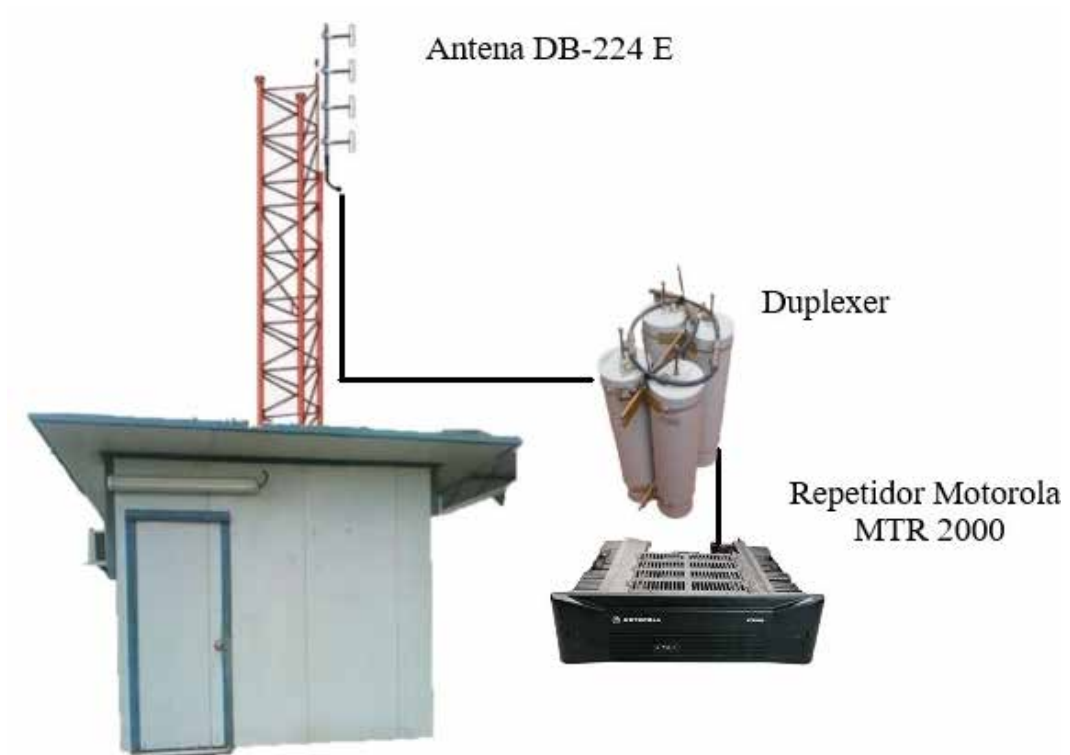


Figura 16: Diseño del sistema de Radiocomunicaciones VHF

Fuente: Lugo (2020)

Luego de tener el modelo del sistema de radiocomunicación a implementar, se procedió a realizar una simulación de cobertura mediante el uso del Software libre Radio Mobile. Donde se establecieron los parámetros de transmisión y de recepción establecidos para la restauración del sistema como se muestran en las figuras 17 y 18. Lo que generó como resultado el mapa de cobertura de la figura 19.

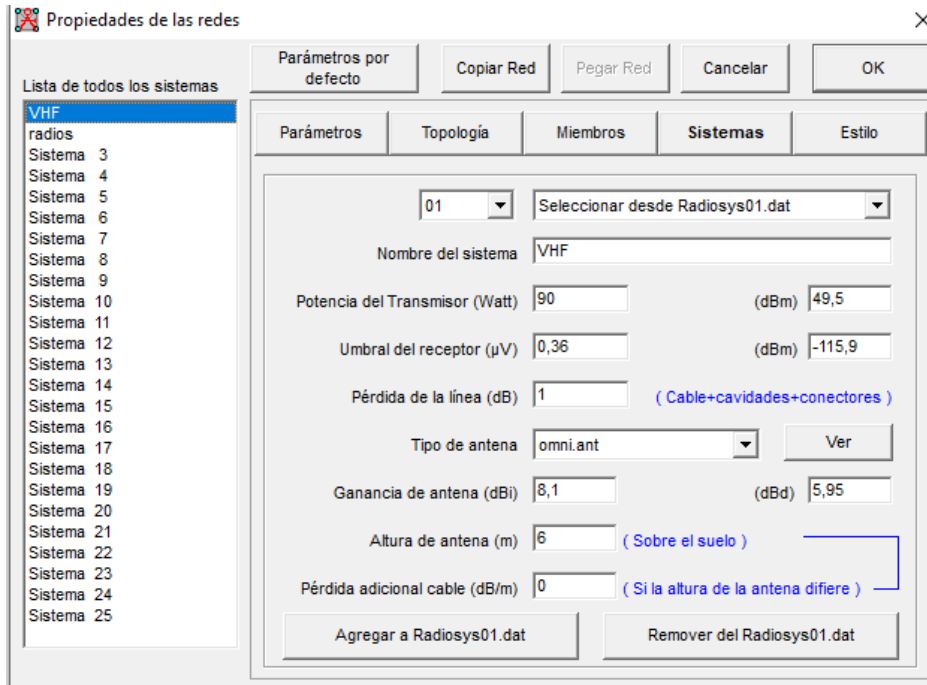


Figura 17: Parámetros de Transmisión del sistema de Radiocomunicaciones
Fuente: Lugo (2020)

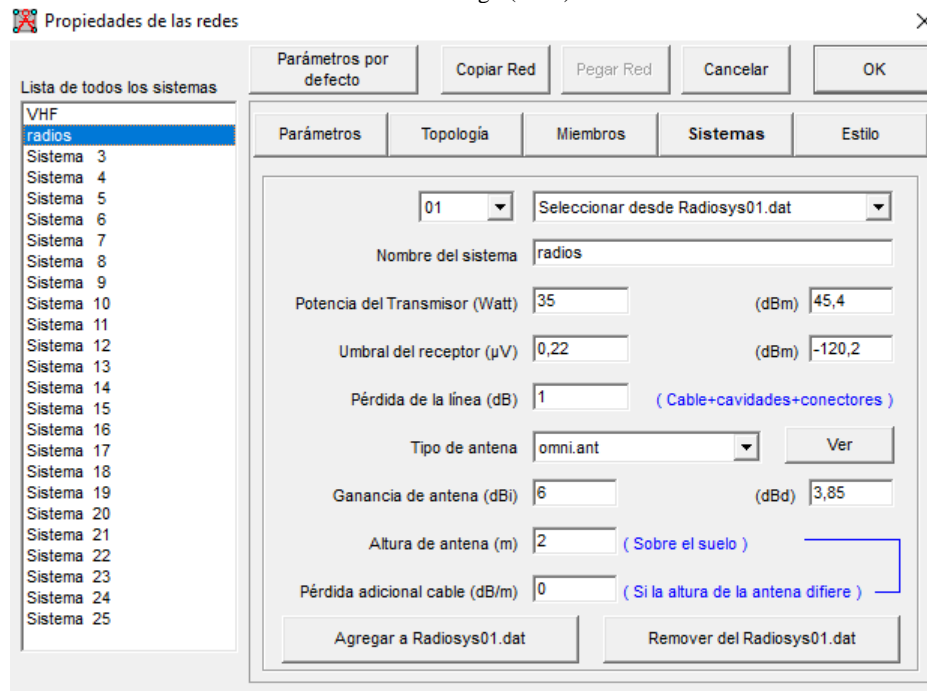


Figura 18: Parámetros de recepción sistema de Radiocomunicaciones VHF
Fuente: Lugo (2020)

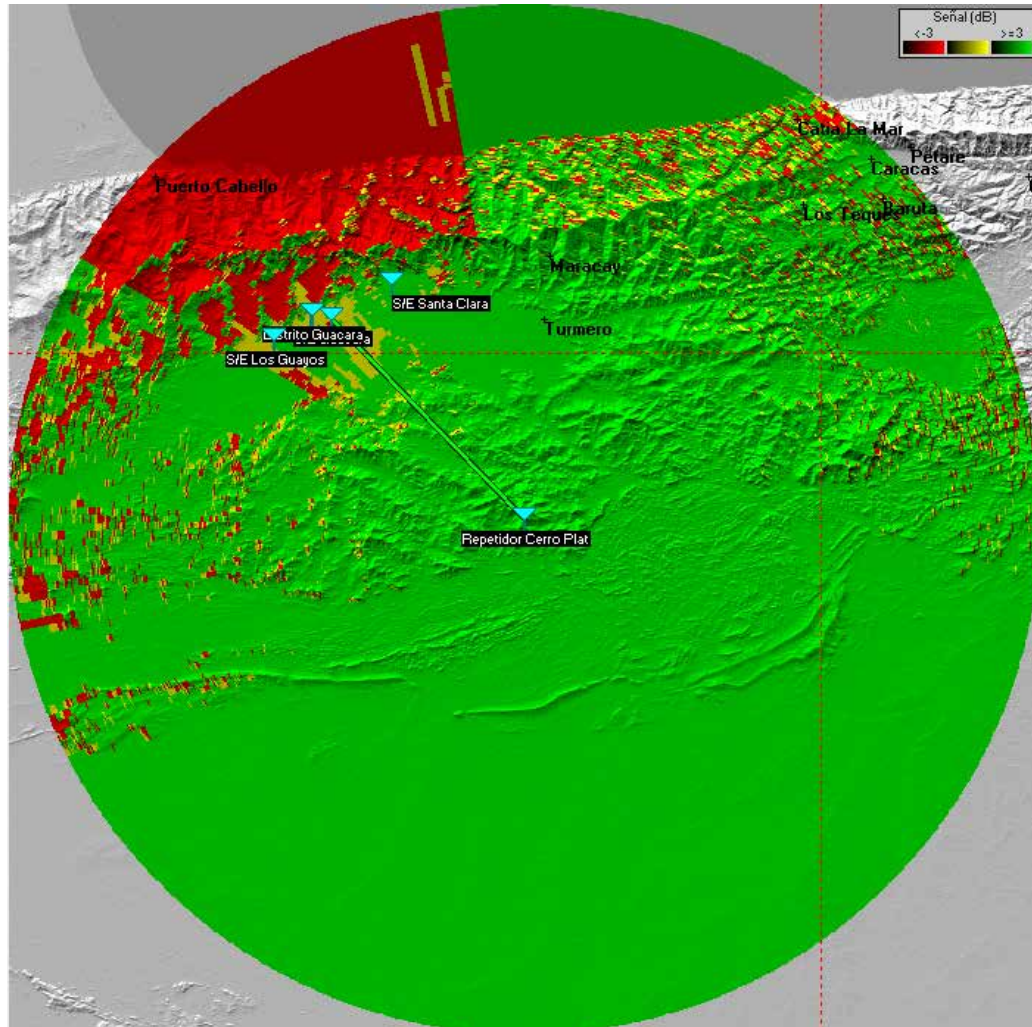


Figura 19: Mapa de Cobertura generado por Radio Mobile

Fuente: Lugo (2020)

Recordando que un sistema de radiocomunicaciones es el encargado de establecer enlaces de radio vía aire entre los usuarios conectados al sistema de comunicaciones y unidades móviles. Su función básica es permitir al usuario la transmisión y recepción de mensajes entre los que estén conectados al sistema, a través de una o más frecuencias radio (canales). Lo que permite la comunicación inmediata, en el mismo contexto la figura 19 muestra un mapa de cobertura generado

mediante el uso del software libre Radio Mobile, en donde se muestra de color verde todos las zonas en donde el nivel de señal es bueno, en otras palabras, el sistema implementado no solo restablece el servicio de radio para el eje oriental del estado Carabobo, sino que también el mismo permite ofrecer una mayor zona de cobertura de radio. Lo que resulta una mejora al actual sistema, ya que este nuevo punto de repetición puede ser usado como sistema de respaldo al momento de generarse algún problema en otra estación repetidora.

5.2 Fase II: Identificación de parámetros y variables requeridos para restaurar el sistema de radiocomunicaciones de CORPOELEC para el eje oriental del estado Carabobo.

Luego de realizar el diagnóstico de la situación del sistema de radio VHF de CORPOELEC en el estado Carabobo, se observó que el sistema de radio cuenta con diferentes radios a comunicar, debido a esto se procedió a identificar los parámetros que permitan reactivar el sistema de radiocomunicaciones.

Es por ello que se deben tomar en consideración distintos parámetros, que permitan garantizar la operatividad del sistema a implementar. Recordando que se denominan radios móviles a aquellos que se instalan en el interior de un vehículo. Este tipo de radio se configura de la misma forma que se hace con las estaciones base, de hecho, el modelo de radio es por lo general el mismo. La diferencia entre estos dos radios es que, para los radios móviles se debe instalar una antena en el exterior del vehículo, de forma que permita así captar y radiar energía electromagnética.

Por su parte, los radios portátiles son unidades lo suficientemente pequeñas que permiten ser llevado por el personal que realiza labores técnicas. El suministro de energía es realizado a través de baterías. Estos equipos, por lo general, permiten el cambio de canal para mantener comunicación con cada uno de los elementos de la red, siempre que las condiciones de propagación lo permitan. Ahora bien, los parámetros que se deben considerar son los siguientes:

5.2.1 Potencia de salida del transmisor y Sensibilidad de recepción.

El sistema de radiocomunicaciones cuenta con radios bases, radios portátiles y radios móviles. Donde el radio Base se encuentra ubicado en las respectivas subestaciones de CORPOELEC, el radio móvil se ubican dentro de los vehículos asignados y las radios portátiles son las que están asignadas al personal técnico, profesional y obrero, es por ello que es importante considerar la potencia de trabajo de estos equipos y su sensibilidad, esto con la finalidad de garantizar su operatividad.

5.2.1.2 Radio Móviles PRO 5100



Figura 20: Radio Móviles PRO 5100

Fuente: Motorola (2020)

Las principales características de estas estaciones móviles son las siguientes:

Motorola PRO5100	
Rango de Frecuencia	136 – 174 MHz
Potencia de Salida RF (VHF)	25 – 45 W
Sensibilidad	0.22 μ V

Tabla 8: Características del radio Motorola PRO5100

Fuente: Hoja de especificación MOTOROLA PRO5100 (2020)

Para mayor información se recomienda visualizar la hoja técnica del Motorola Pro 5100 ubicada en el Anexo D

5.2.1.3 Radios Portátiles EP450



Figura 21: Radio Portátil Motorola EP450

Fuente: Motorola (2020)

Las principales características del radio portátil Motorola PRO450 son las siguientes:

Motorola EP450	
Rango de Frecuencia	136 – 174 MHz
Potencia de Salida RF (VHF)	1-5 W
Capacidad de Canales	16 o 64 Canales
Sensibilidad	0.25 μ V

Tabla 9: Principales características del radio Motorola EP450

Fuente: Manual Motorola EP450 (2020)

Para mayor información se recomienda visualizar la hoja técnica del Motorola EP450 ubicada en el Anexo E

5.2.1.4 Radio Portátiles Motorola PRO5150



Figura 22: Radio Motorola PRO5150

Fuente: Motorola (2020)

Las principales características de operación de los radios Motorola modelo PRO5150 tomadas en consideración son las siguientes

Motorola PRO5150	
Rango de Frecuencia	136 – 155 MHz
Potencia de Salida RF (VHF)	1-6 W
Capacidad de Canales	4 o 16 Canales
Sensibilidad	0.22 μ V

Tabla 10: Principales características del radio Motorola PRO5150

Fuente: Motorola (2020)

Para mayor información se recomienda visualizar la hoja técnica del radio Motorola PRO5150 ubicada en el Anexo F

5.2.3 Ubicación de las Subestaciones

Es de vital importancia conocer la localización geográfica de los sitios de interés para reactivar el sistema de radiocomunicaciones, de forma de asegurar el funcionamiento del mismo. Es por ello se muestran la ubicación de las subestaciones dentro de los municipios de estudio.

5.2.3.1 Subestación Santa Clara

Subestación Santa Clara	
Latitud	10°16'56.70"N
Longitud	067°44'53.10"O

Tabla 11: Coordenadas geográficas de la subestación Santa Clara
Fuente: CORPOELEC (2020)



Figura 23: Ubicación geográfica de la subestación Santa Clara
Fuente: Google Earth (2020)

Es importante resaltar que en las subestaciones se encuentran radios portátiles, fijas y móviles, sin embargo, se tomara también como muestra el municipio completo debido a que cuando se atiende un requerimiento el personal técnico y obrero trabaja

fuera de las instalaciones y es de vital importancia el uso del radio como instrumento de comunicación.

5.2.3.2 Subestación Guacara

Subestación Guacara	
Latitud	10°13'8.00"N
Longitud	067°51'24.80"O

Tabla 12: Coordenadas geograficas de la Subestacion Guacara
Fuente: CORPOELEC (2020)

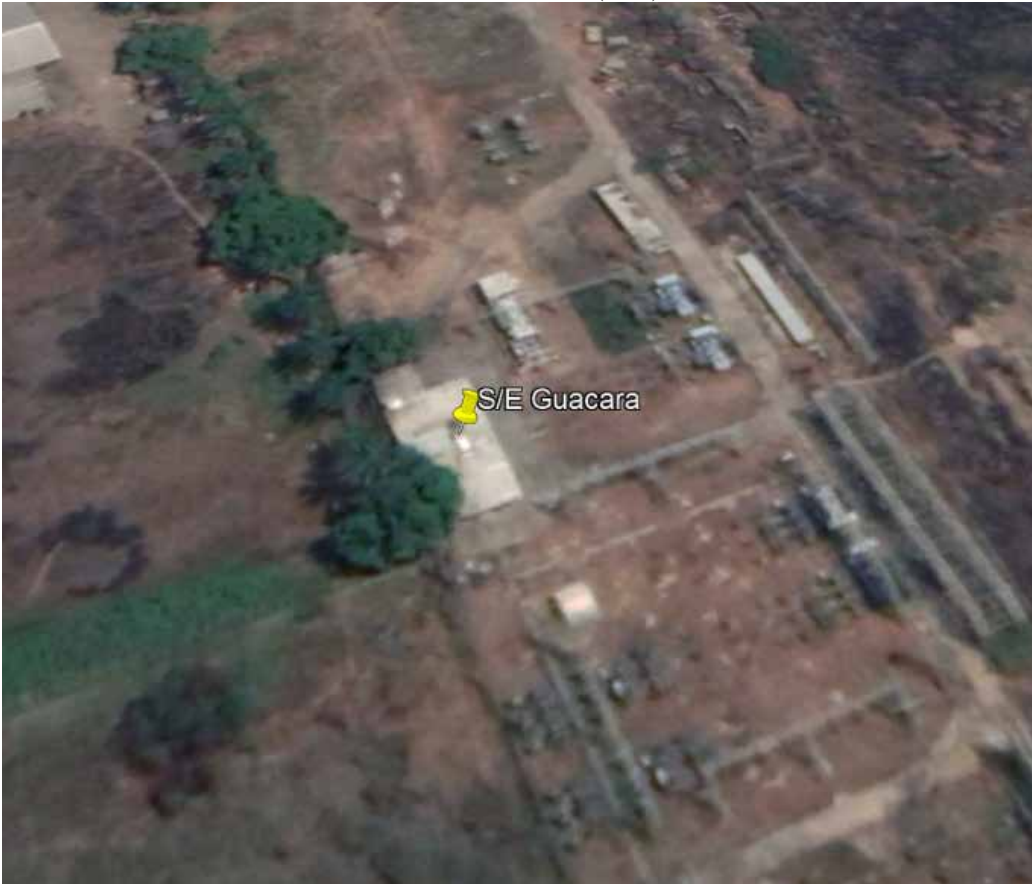


Figura 24: Ubicación geográfica de la Subestación Guacara
Fuente: Google Earth (2020)

5.2.3.3 Subestación Guacara II

Subestación Guacara II	
Latitud	10° 13' 41.90" N
Longitud	067° 53' 36.40" O

Tabla 13: Coordenadas geograficas de la Subestacion Guacara II
Fuente: CORPOELEC (2020)



Figura 25: Ubicación geográfica de la subestación Guacara II
Fuente: Google Earth (2020)

5.2.3.4 Distrito Guacara

Distrito Guacara	
Latitud	10°13'38.60"N
Longitud	067°53'30.07"O

Tabla 14: Coordenadas geograficas de Distrito Guacara
Fuente: CORPOELEC (2020)



Figura 26: Ubicación geográfica de Distrito Guacara
Fuente: Google Earth (2020)

5.2.3.5 Subestación los Guayos

Distrito Los Guayos	
Latitud	10°11'6.20"N
Longitud	067°57'27.40"O

Tabla 15: Coordenadas geograficas de la Subestacion los Guayos
Fuente: CORPOELEC (2020)



Figura 27: Ubicación geográfica de la Subestación Los Guayos
Fuente: Google Earth (2020)

Luego de realizar un breve estudio de los factores a considerar para la implementación del sistema, se procedió a comprobar los parámetros para la implementación, el diseño contó con los siguientes parámetros para el correcto

funcionamiento de los equipos, con el fin de reactivar el sistema de radiocomunicaciones para el eje oriental del estado Carabobo y ampliar la cobertura del mismo.

Parámetros del Repetidor MOTOROLA MTR 2000	
Frecuencia de Transmisión	139,625 MHZ
Frecuencia de Recepción	139,000 MHZ
Potencia	90 W

Tabla 16: Parámetros de Configuración de la estación Repetidora MTR 2000
Fuente: CORPOELEC

Parámetros del Duplexer	
Frecuencia de Transmisión	139,625 MHZ
Frecuencia de Recepción	139,000 MHZ

Tabla 17: Parámetros de Configuración del Duplexer
Fuente: CORPOELEC (2020)

Parámetros de la Antena DB-224	
Modelo de la antena	DB 224-E
Polarización	Vertical
Ganancia	8.1 DBI
Altura de la Antena (Sobre el suelo)	6 m

Tabla 18: Parámetros de Configuración de la antena
Fuente: CORPOELEC (2020)

5.3 Fase 3: Verificación de la factibilidad técnica, social y ambiental del proyecto.

Luego de realizar el estudio del diseño del sistema de radiocomunicaciones se procedió a realizar estudio de la factibilidad económica de la implementación del sistema de radiocomunicaciones.

5.3.1 Factibilidad Operativa

El restablecimiento del sistema de radiocomunicaciones VHF en el eje oriental del estado Carabobo representa una ampliación de cobertura del sistema VHF de CORPOELEC para el estado Carabobo, acortando el tiempo de respuesta ante un requerimiento, generando un mejor servicio para el cliente, ya que el sistema de radio permite monitorear al personal y las unidades en el estado. Además el sistema de radio representa una cadena más de seguridad para el trabajador. Es por ello que esta implementación representa un mejor rendimiento en las operaciones diarias de los trabajadores de CORPOELEC.

5.3.2 Factibilidad Económica

Para este proyecto CORPOELEC contaba con los equipos necesarios para la implementación en su inventario, lo que hace del proyecto factible, sin embargo se anexa en la tabla siguiente un relación de precios de los equipos, con la finalidad de tener un presupuesto de los equipos utilizados la implementación de actual proyecto.

Equipo	Cantidad	Costo	Total
Antena Andrews DB-224	1	858\$	858 \$
Repetidor Motorola MTR 2000	1	640\$	1498 \$
Duplexer Telewave	1	2500\$	3998 \$

Tabla 19: Presupuesto de los equipos necesario para un punto de repetición
Fuente: Lugo (2020)

En la tabla anterior se puede apreciar que el presupuesto que necesita una empresa para instalar una nueva estación repetidora de radio VHF es de 3998 \$ aproximadamente.

5.3.3 Factibilidad Social

Este proyecto se realizó con la finalidad de ampliar la cobertura del sistema de radiocomunicaciones VHF de CORPOELEC, para responder ante la demanda colectiva por parte de los trabajadores, de esta forma ofrecer un mejor servicio. Lo

que permite mantener ubicar al personal y las unidades en el sitio, además de brindar más protección a sus trabajadores. Logrando de esta forma brindar una respuesta más eficaz a los requerimientos diarios, lo que permite que los suscriptores del sistema eléctrico nacional a su vez sean favorecidos. Se puede concluir que la implementación de este proyecto es factible socialmente debido a que beneficia principalmente al personal de CORPOELEC del eje oriental del estado Carabobo y a su vez beneficia al usuario del sistema eléctrico nacional.

5.3.4 Factibilidad Técnica

El enfoque principal de este proyecto es de ampliar la cobertura del sistema de radio VHF de CORPOELEC, es por ello que para poder realizar la implementación del sistema, se corroboraron varios factores como por ejemplo, disponibilidad de los equipos necesarios para restaurar el sistema de radio, como lo son el repetidor, el Duplexor, cables, banco de baterías, entre otros. Una vez que se verifica la existencia y disponibilidad de los equipos, se verifico que en la caseta ubicada en el cerro Platillón contara con el espacio necesario para lo ubicación de los equipos, una vez corroborado el espacio y los equipos, se procedió a comprobar que el software de programación del repetidor estuviera instalado y listo para su utilización, es importante resaltar que también es necesario tener dominio del software de programación de repetidor, para poder garantizar la correcta configuración y funcionamiento del mismo.

5.3.5 Factibilidad Ambiental

Para la implementación de este proyecto se utilizaron equipos que fueron recuperados de instalaciones desmanteladas en el pasado y estaban siendo inutilizados, por lo tanto con este proyecto se aprovechan estos equipos con la finalidad de ampliar la cobertura del sistema de radiocomunicaciones de CORPOELEC para el eje oriental del estado Carabobo, y a su vez evitar que estos equipos se deterioren.

Otro punto a favor de la implementación de este proyecto es que no ocurre afectación de la salud por radiación electromagnética, debido a que la banda de frecuencia utilizada es muy baja y aunque la potencia de trabajo es muy alta, gracias a la ubicación remota del cerro, esta no representa peligro alguno para la salud humana.

Además es importante resaltar que para este proyecto se hizo uso de estructuras ya consolidadas que permitieron ubicar la estación repetidora sin ningún tipo de trabajo previo.

5.4 Fase 4: Instalación, Calibración, Pruebas Y Puesta En Funcionamiento Del Sistema De Radiocomunicaciones.

Luego de realizar un estudio de la propuesta para la implementación del sistema y de definir las variables necesarias para la puesta en marcha de sistema de radiocomunicaciones, se procede a realizar la instalación del sistema VHF, es importante resaltar que se realizó en una visita previa una lista con los equipos e instrumentos necesarios para la instalación del sistema. La lista de cotejo se refleja en el Anexo G.

5.4.1 Instalación, Calibración Y Puesta De Funcionamiento Del Sistema De Radiocomunicaciones.

5.4.1.1 Configuración Del Repetidor Motorola MTR 2000

En la primera fase en la figura 16, se muestra el diseño del sistema de radiocomunicaciones a instalar, en este esquema se puede apreciar el repetidor MOTOROLA MTR 2000, este equipo permite la ampliación de cobertura de nuestro sistema de radio VHF.

Como primer paso se ubicó el repetidor Motorola MTR 2000 en el mueble asignado, para el proyecto, una vez ubicado se procedió a realizar la programación del mismo, para ello se utilizó el software MTR2000 RSS (Software de Radio Servicio) figura 28, para realizar la configuración del repetidor.

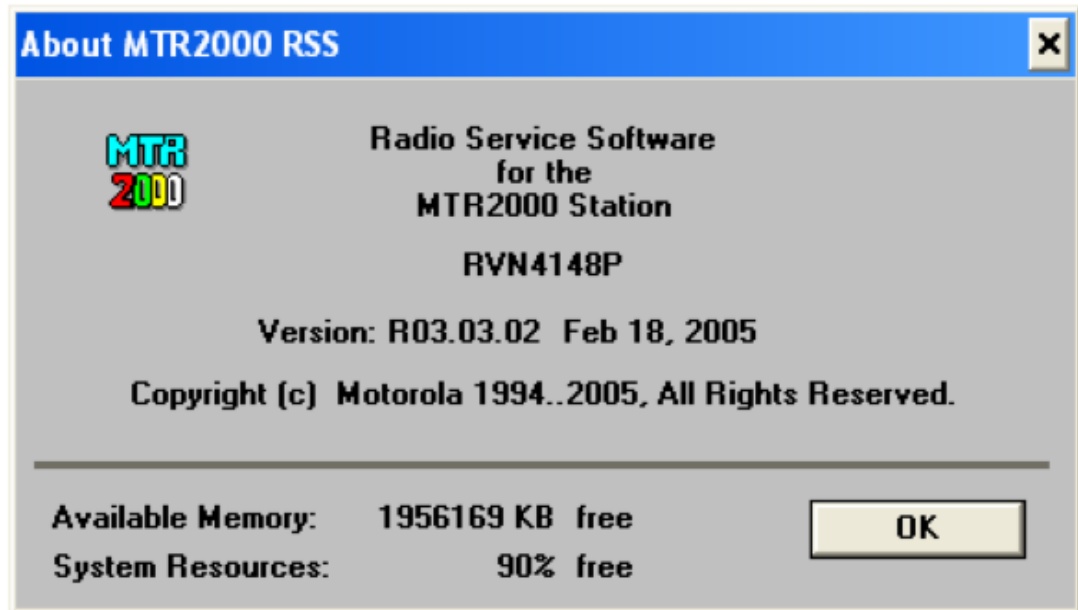


Figura 28: Software de Radio Servicio MTR2000
Fuente: Google 2020

Cabe resaltar que para realizar la programación del repetidor, es necesario contar con un cable especial que permita la conexión desde la PC al repetidor, dicho cable especial se puede fabricar, para ello se utiliza el cable de redes Ethernet y se configuran las puntas, en donde tendrá un conector RJ45 en uno de sus extremos (este va conectado al repetidor) y al otro extremo tiene un conector de tipo DE9 hembra (estará conectado a la pc), la configuración del cable se muestra en la figura 29.

RSS Cable

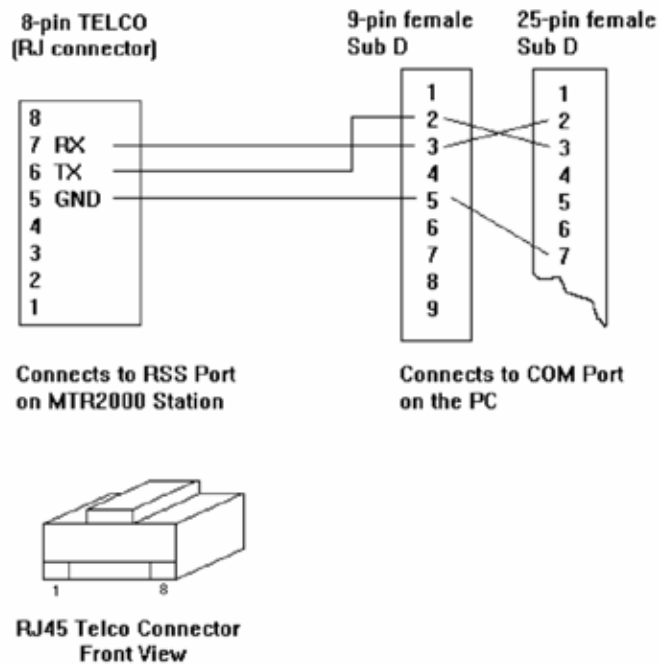


Figura 29: Configuración del cable PC a estación repetidora MTR2000

Fuente: Silvestre (2008)

Una vez realizada la conexión entre el repetidor y la pc, se ejecuta el programa MTR2000 RSS, y configuramos los siguientes parámetros:

Al abrir el programa lo primero que se debe hacer es leer la información del repetidor, para ello se le da clic en el icono de la carpeta como se muestra en la figura 30, el programa empieza a recolectar toda la información perteneciente al repetidor. Al finalizar la lectura, el programa arroja una ventana en donde se muestra la información perteneciente a la estación repetidora como se muestra en la figura 31.

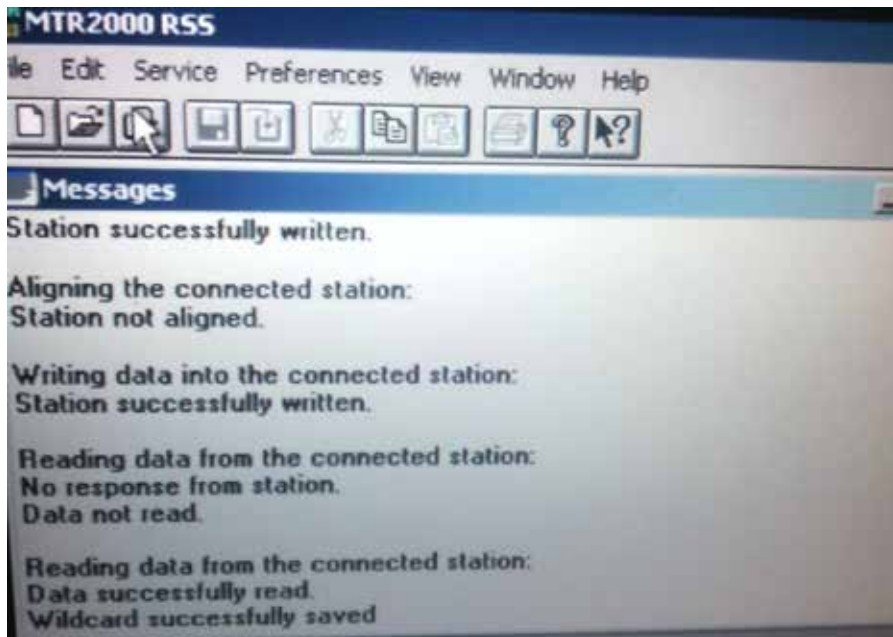


Figura 30: Cuadro inicial de lectura del programa MTR2000 RSS
Fuente: Lugo (2020)

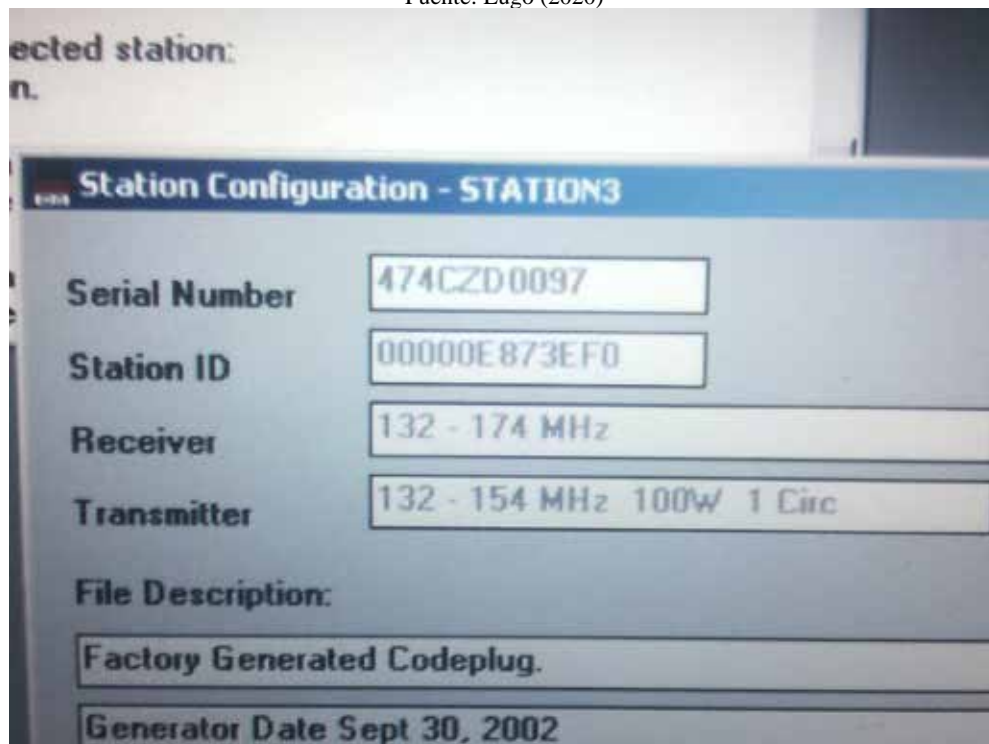


Figura 31: Ventana de Configuración repetidor Motorola MTR2000
Fuente: Lugo (2020)

Una vez el programa muestra la información en la pantalla, se procede a realizar las configuraciones de operación. Para ello se sigue la ruta personality, luego se selecciona la opción Channel information y en esta ventana se procede a configurar la estación repetidora según los parámetros establecidos previamente.

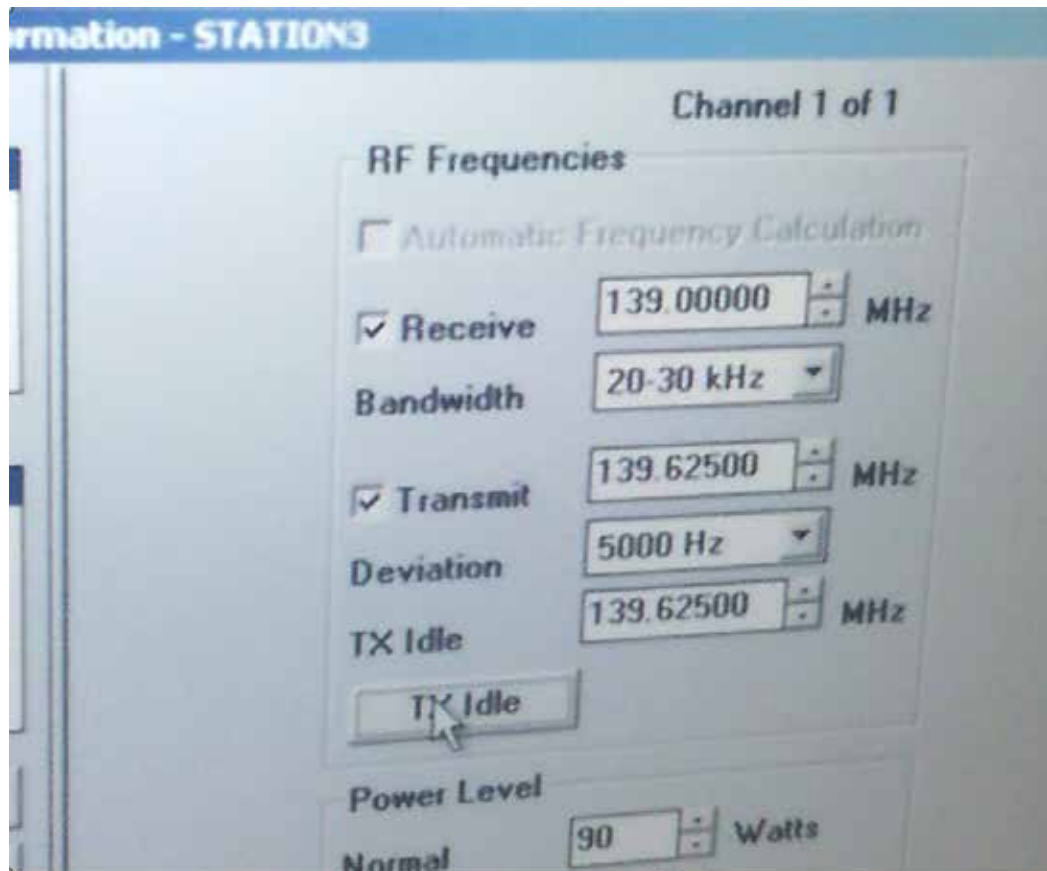


Figura 32: Ajuste de Frecuencia de Transmisión y Recepción del repetidor

Fuente: Lugo (2020)

La figura 32 muestra la configuración realizada en la ventana de Frecuencia RF, en donde se ajusta la frecuencia de recepción en 139.00000MHz, el ancho de banda entre 20 – 30 KHz, la frecuencia de transmisión en 139.62500 MHz, con una desviación de 5000 Hz, además aparece el termino TX Idle (Transmisión en reposo), este valor se fija normalmente igual a la frecuencia de transmisión, esto permite al usuario determinar a partir de que frecuencia la transmisión esta inoperativa. Y como ultima configuración para esta ventana se asigna la potencia de trabajo.

Luego se procedió a configurar la ventana de audio como se muestra en la figura 33. Cabe resaltar que solo se modificó Analog Rx Activation de Carrier a la opción Carrier & PL/DPL. Una vez realizado estos cambios se procede a guardar la configuración, esto se logra presionando el botón OK que aparece en la parte superior derecha de la ventana. Para finalizar, se procede a leer la información de la estación repetidora nuevamente, con la finalidad de verificar que la configuración realizada fue cargada a la estación repetidora correctamente.

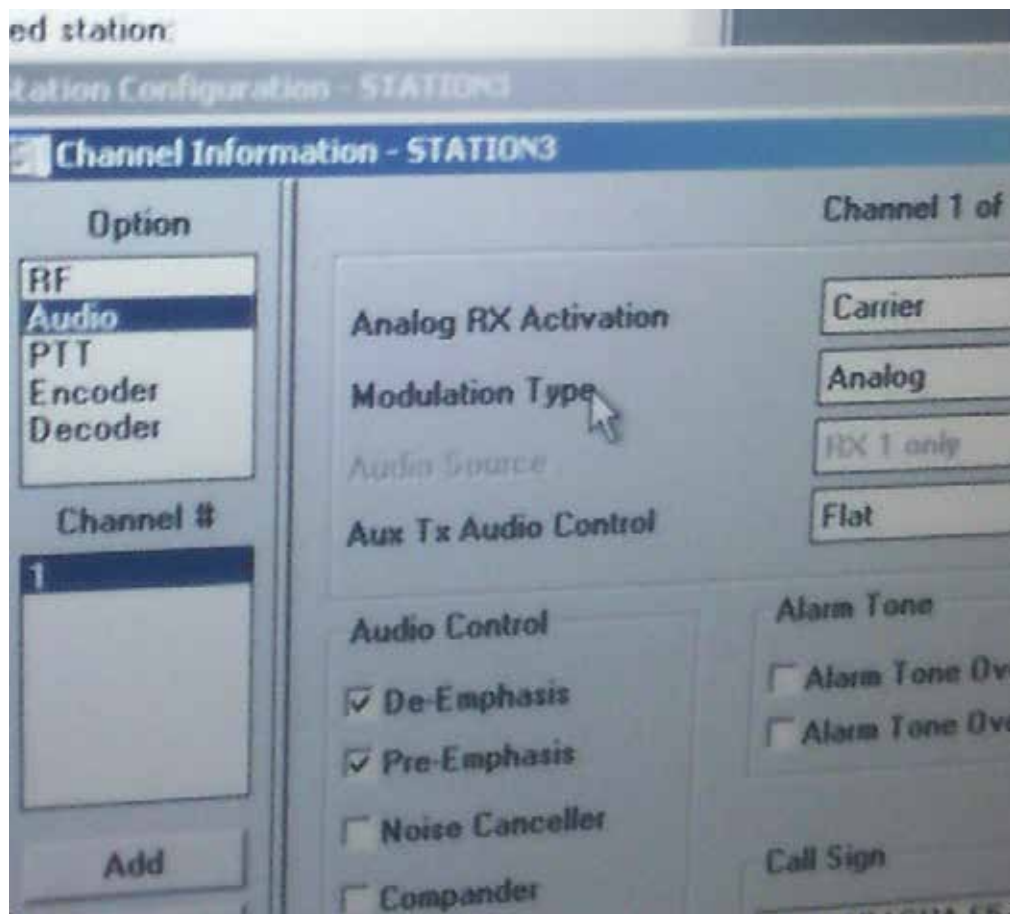


Figura 33: Configuración de la pestaña Audio

Fuente: Lugo (2020)

Una vez finalizada la lectura de la estación repetidora, esta se reiniciara automáticamente, de esta forma se termina el proceso de configuración de la estación repetidora Motorola MTR2000.

5.4.1.2 Configuración del Duplexor

Una vez realizada la configuración del repetidor, se debe realizar la configuración y calibración del Duplexor. Recordando que un Duplexor o Duplexer es un equipo cuya principal función es permitir el paso de las frecuencias de transmisión y recepción por una misma antena conectada a un repetidor, estos equipos cuentan con dos filtros de RF, los cuales cumplen la función de dejar pasar la una frecuencia de trabajo deseada y rechazar la otra. Como se ha mencionado en fases pasadas la frecuencia de transmisión (TX) utilizada es de 139,625000 MHz, mientras que la frecuencia de recepción (RX) es de 139,000000 MHz.

Para poder calibrar el Duplexor es necesario utilizar un monitor de servicio de comunicaciones FM/AM500A y una carga fantasma. Cada sección del Duplexor posee dos cavidades, las cuales se encuentran conectadas por medios de cables fijos como se muestre en la figura 37 y 38.

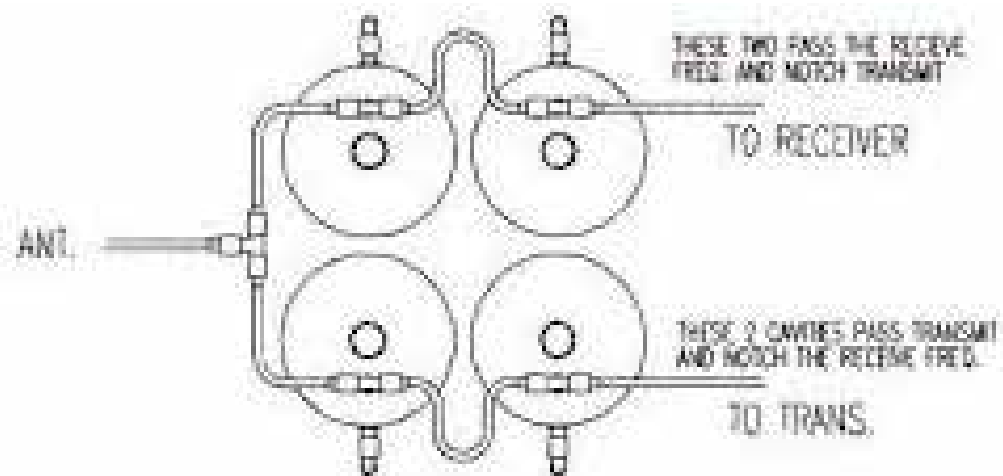


Figura 34: Esquema de conexión de cavidades del Duplexor

Fuente: Google (2020)



Figura 35: Conexión de cavidades del Duplexor

Fuente: Lugo 2020

Luego de realizar la interconexión de las cavidades, el siguiente paso es cerrar el circuito, esto se hace conectado la carga fantasma al Duplexer según las banda de trabajo a configurar, es decir la configuración y calibración de cada frecuencia se debe realizar de forma individual para cada filtro, recordando que para configurar el filtro pasa alta se debe suprimir la frecuencia más baja y dejar pasar la más alta, en cambio para el filtro pasabajo se debe suprimir la frecuencia más alta y dejar pasar la más baja.

Para empezar la configuración se debe inyectar por medio del FM/AM500A un tono de 1 KHz con la frecuencia de recepción por la conexión de la antena (figura 35) de esta forma se logra configurar el filtro de pasabajo, a su vez se debe conectar en las dos cavidades restantes (High y LOW) el radio base operando con la frecuencia a configurar (Tx o Rx), es decir en este caso cómo se inyecta un tono de Rx, el radio

base está operando con la frecuencia de RX en la cavidad de LOW y en el otro extremo se coloca la carga fantasma, con la finalidad de que al momento de calibrar el Duplexer el circuito este totalmente balanceado.

Una vez ajustada la frecuencia de recepción, se debe suprimir la frecuencia de TX, para ello se debe sustituir el tono de Rx, por el Tono de 1 KHz con la frecuencia de Tx, este se inyecta nuevamente con la finalidad de suprimir la frecuencia de Tx, esto se logra ajustando las varillas del Duplexer que se ubican a los costados de las cavidades (figura 37) hasta que se deje de escuchar el tono que se desea suprimir.



Figura 36: Calibración del Duplexer
Fuente: Lugo (2020)



Figura 37: Calibrando las varillas que permiten rechazar la frecuencia
Fuente: Lugo (2020)

Una vez se logra calibrar el filtro pasabajo, se debe repetir el procedimiento descrito anteriormente ahora para adaptar el filtro pasa alto, es decir, se debe inyectar el tono con la frecuencia de transmisión y una vez se ajuste a dicha frecuencia, se le

debe inyecta el tono de RX de forma de corroborar que el filtro este rechazando la frecuencia más baja.



Figura 38

Fuente: Lugo (2020)

Es de gran importancia resaltar que para calibrar el Duplexer inicialmente se inyecta un tono de 1KHz a la frecuencia de trabajo. Una vez calibrada la frecuencia con la ayuda de un vatímetro se hace PTT al radio para adaptar los 35 – 40 vatios con que opera el mismo.

Cabe destacar que se debe realiza la medición de la potencia emitida por el transmisor antes y después del Duplexor, con un vatímetro de RF, para esta

implementación se utilizó un vatímetro de marca Bird, modelo 43044A, que permite medir potencia directa y reflejada hasta el orden de 1 GHz, con potencias máximas de 500 Watts. Así realizar las mediciones.

Una vez realizada la calibración del Duplexer y el repetidor, se procede a conectar los equipos a la antena, de forma de realizar el montaje final y realizar las pruebas de funcionamiento.

En la figura 39 se observa el montaje final del repetidor Motorola MTR2000, conjunto con el Duplexer y la antena. Cabe destacar que además de los equipos antes nombrados se utilizó un banco de baterías, de forma de garantizar el funcionamiento del sistema de radio en caso de que el sistema eléctrico presente alguna falla.



Figura 39: Montaje de la estación repetidora MTR2000 y el Duplexer
Fuente: Lugo (2020)



Figura 40: Antena Db 224-E instalada en Cerro Platillón
Fuente: Lugo 2020

5.4.2 Pruebas de funcionamiento del sistema de radiocomunicaciones

Una vez terminada la instalación del sistema de radiocomunicaciones VHF, se procedió a realizar pruebas de funcionamiento, este objetivo se logró mediante llamadas vía radio a distintas subestaciones desde el cerro Platillón, obteniendo respuesta positiva por parte de subestaciones como la de Guacara, santa clara y la subestación de san Joaquín. En la figura 41 se anexan evidencias fotográficas de las pruebas realizadas en las subestaciones antes mencionadas.



Figura 41: Prueba realizada en la Subestación Guacara
Fuente: Lugo 2020



Figura 42: Prueba realizada en la Subestación Santa Clara
Fuente: Lugo 2020



Figura 43: Prueba realizada en la Subestación Santa Clara
Fuente: Lugo 2020

Además de las pruebas realizadas en las subestaciones, se anexa el estudio realizado con el software de radio libre Radio Mobile. Este programa permite hacer simulaciones que se aproximan a los valores reales y los cálculos teóricos realizados.

Perdidas en el espacio libre del Radioenlace Cerro Platillón a S/E Los Guayos:

— —

Ecuación 5: Perdidas en el espacio libre

Donde:

L: Perdidas en el espacio libre (dB)

d: Distancia del radioenlace (Km)

f: Frecuencia de operación (MHz)

Evaluando los parámetros en la ecuación 3 da como resultado:

Margen de desvanecimiento en radioenlaces

Ecuación 6: Margen de desvanecimiento

Donde:

: Margen de desvanecimiento en radioenlaces (dB)

: Distancia (km)

: Frecuencia en (GHz)

: Confiabilidad en tanto por uno (es decir 99.99% =0.9999 de confiabilidad)

A: Factor de Rugosidad: =4 (sobre agua); =1 (Terreno Promedio); =0.25 (terreno montañoso)

Para efectos de este proyecto se utiliza el factor 0.25, que se indica para un terreno áspero y montañoso.

B=Factor para convertir la peor probabilidad mensual

Para efectos de este proyecto se tomó como referencia la peor condición, que ocurre cuando $B = 1$.

Evaluando los parámetros en la ecuación 4 da como resultado

16.555dB

Potencia en el Receptor

Ecuación 7: Potencia en el Receptor

Donde:

: Nivel de potencia recibida en el receptor (dBm)

: Potencia de transmisor (dBm)

: Ganancia de la antena Transmisora (dB)

: Perdidas en el espacio libre (dB)

: Ganancia de la antena Receptora

: Perdidas por conectores (dB)

Evaluando los parámetros en la ecuación 5 da como resultado

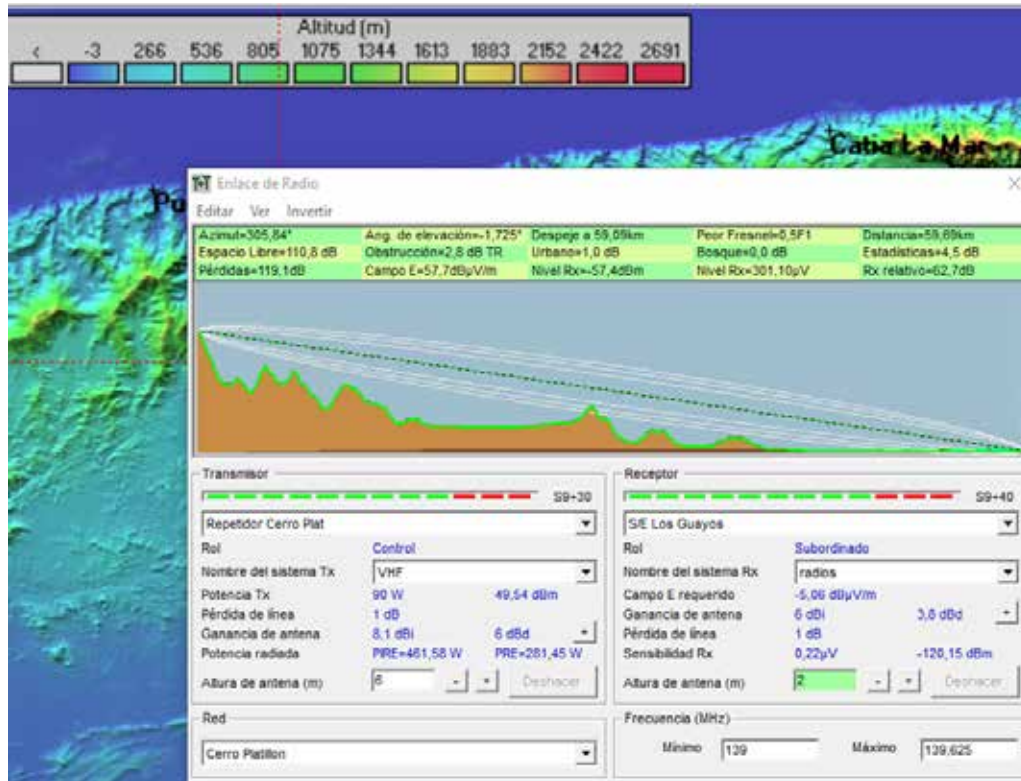


Figura 44: Radioenlace Cerro Platillón a S/E Los Guayos
Fuente: Lugo 2020

Luego de Realizar los cálculos teóricos del radioenlace y comparar este resultado con los obtenidos en Radio Mobile, se puede concluir que el radioenlace desde Cerro Platillón a la S/E Los Guayos esta funciona correctamente.

Perdidas en el espacio libre del Radioenlace Cerro Platillón a Distrito Guacara:

Evaluando los parámetros en la ecuación 5 da como resultado

Margen de desvanecimiento en radioenlaces

Evaluando los parámetros en la ecuación 6 da como resultado

Potencia en el Receptor

Evaluando los parámetros en la ecuación 7 da como resultado

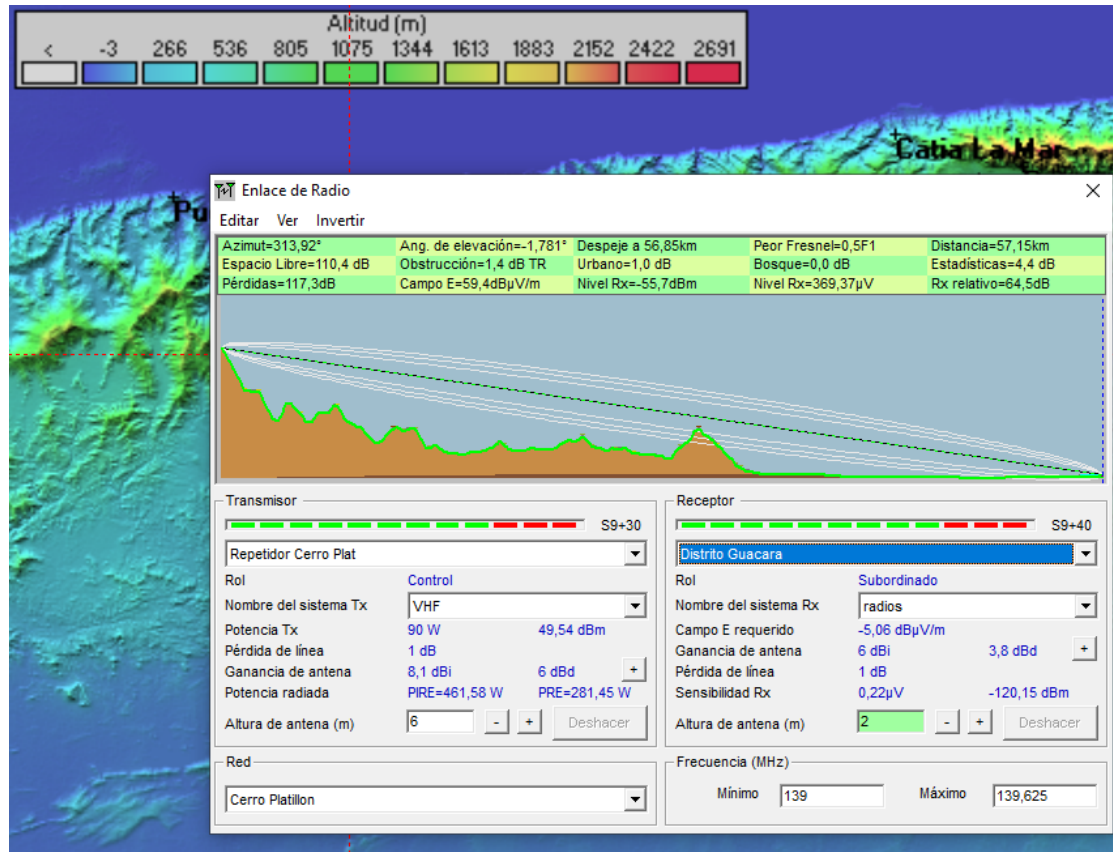


Figura 45: Radioenlace Cerro Platillón a Distrito Guacara

Fuente: Lugo 2020

Luego de Realizar los cálculos teóricos del radioenlace y comparar este resultado con los obtenidos en Radio Mobile, se puede concluir que el radioenlace desde Cerro Platillón a Distrito Guacara esta funciona correctamente.

Perdidas en el espacio libre del Radioenlace Cerro Platillón a S/E Guacara 2:
Evaluando los parámetros en la ecuación 5 da como resultado

Margen de desvanecimiento en radioenlaces

Evaluando los parámetros en la ecuación 6 da como resultado

Potencia en el Receptor

Evaluando los parámetros en la ecuación 7 da como resultado

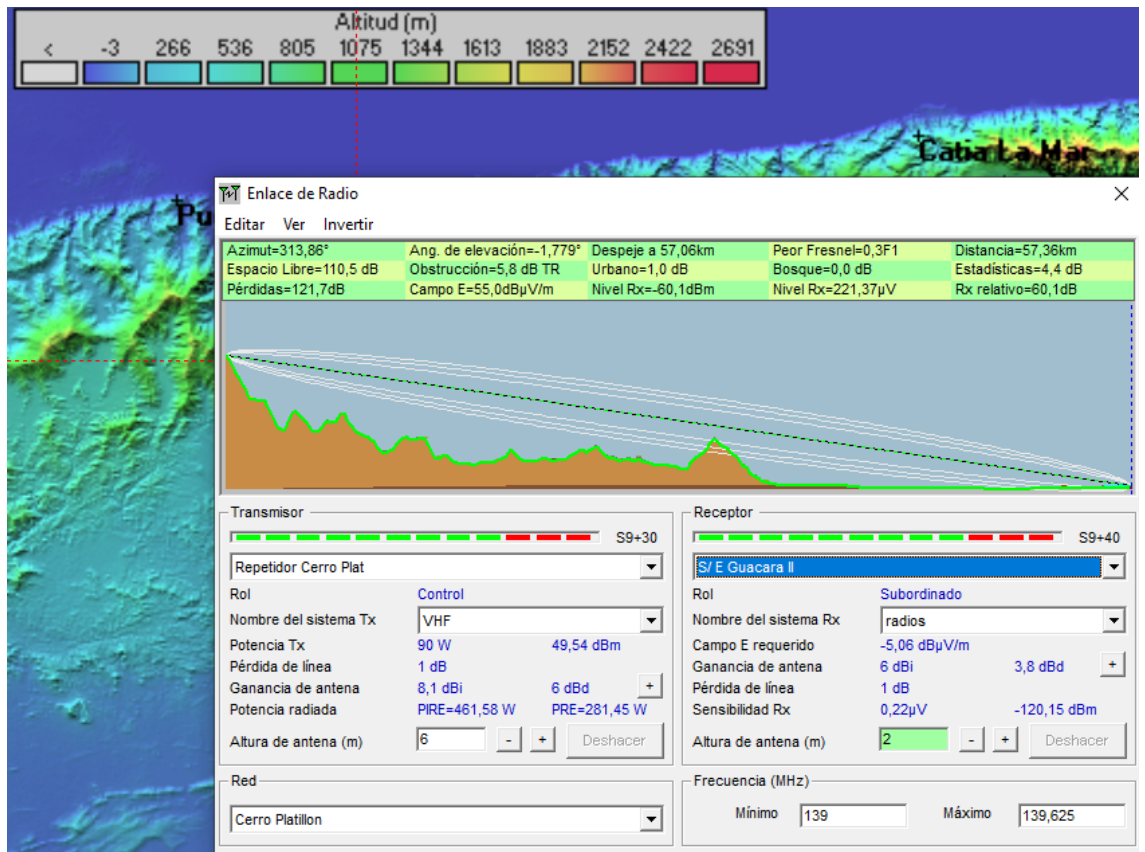


Figura 46: Radioenlace Cerro Platillón a S/E Guacara 2

Fuente: Lugo 2020

Luego de Realizar los cálculos teóricos del radioenlace y comparar este resultado con los obtenidos en Radio Mobile, se puede concluir que el radioenlace desde Cerro Platillón a la S/E Guacara 2 esta funciona correctamente.

Perdidas en el espacio libre del Radioenlace Cerro Platillón a S/E Guacara:
Evaluando los parámetros en la ecuación 5 da como resultado

Margen de desvanecimiento en radioenlaces
Evaluando los parámetros en la ecuación 6 da como resultado

Potencia en el Receptor
Evaluando los parámetros en la ecuación 7 da como resultado

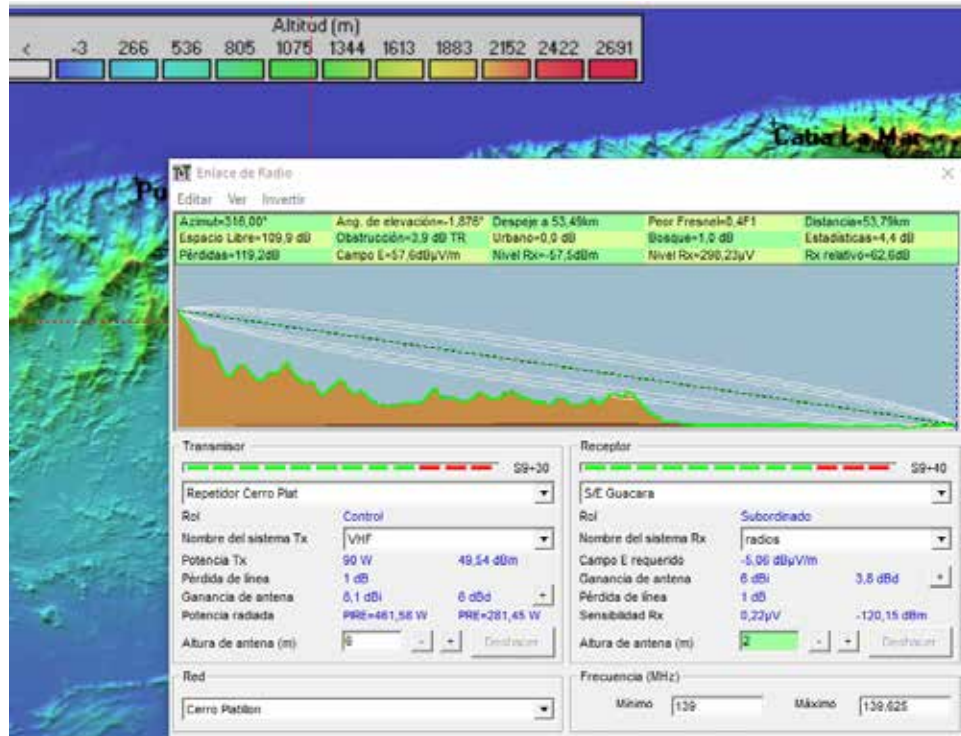


Figura 47: Radioenlace Cerro Platillón a S/E Guacara
Fuente: Lugo 2020

Luego de Realizar los cálculos teóricos del radioenlace y comparar este resultado con los obtenidos en Radio Mobile, se puede concluir que el radioenlace desde Cerro Platillón a la S/E Guacara esta funciona correctamente

Perdidas en el espacio libre del Radioenlace Cerro Platillón a S/E Santa Clara:
Evaluando los parámetros en la ecuación 5 da como resultado

Margen de desvanecimiento en radioenlaces
Evaluando los parámetros en la ecuación 6 da como resultado

Potencia en el Receptor

Evaluando los parámetros en la ecuación 7 da como resultado

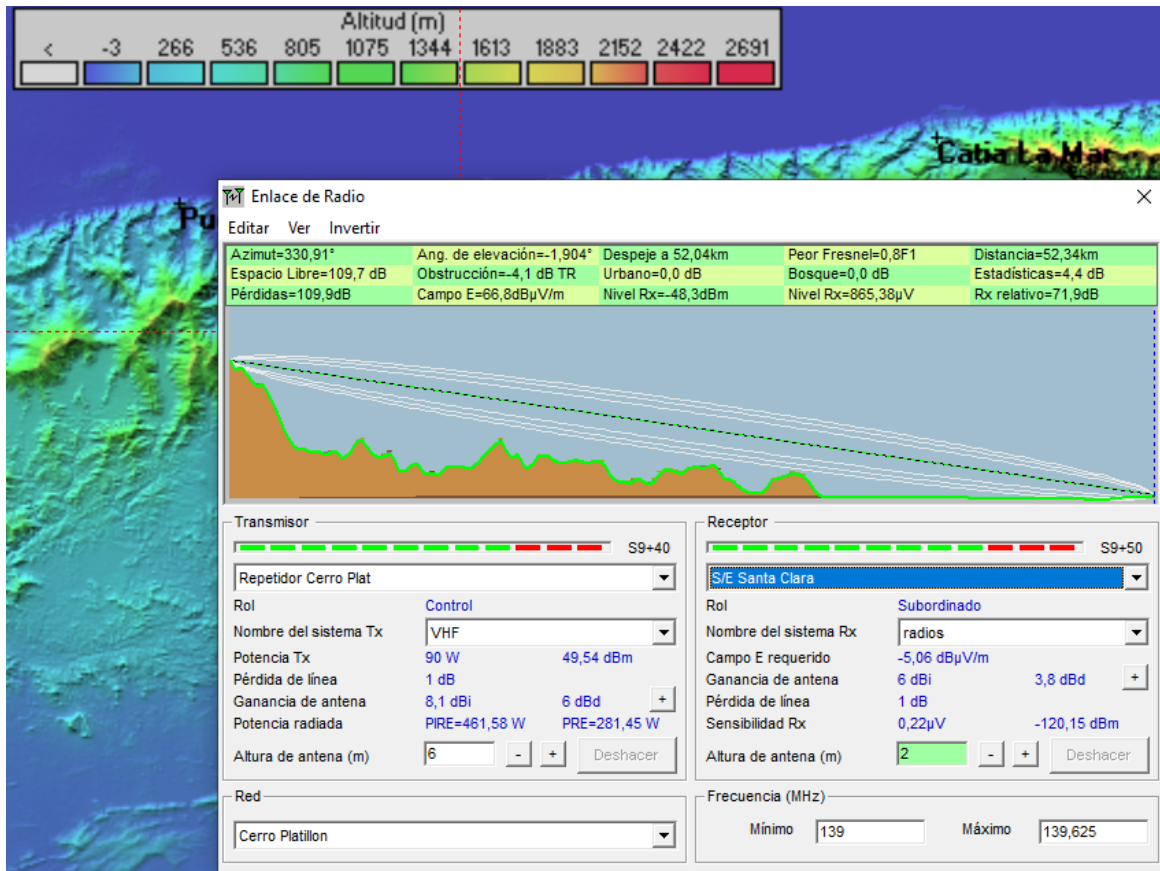


Figura 48: Radioenlace Cerro Platillón a S/E Santa Clara

Fuente: Lugo 2020

Luego de Realizar los cálculos teóricos del radioenlace y comparar este resultado con los obtenidos en Radio Mobile, se puede concluir que el radioenlace desde Cerro Platillón a la S/E Santa Clara esta funciona correctamente

En las figuras pasadas se muestra la ventana que contiene con más detalle toda la información correspondiente a cada uno de los enlaces de radio. Donde el

parámetro de interés es el de nivel de señal relativo (Nivel Rx), este indica si la señal que llega es suficiente para dar cobertura.

De acuerdo a los valores obtenidos mediante el software radio móvil y mediante los cálculos teóricos realizados, se puede concluir que el nivel de señal de Rx en cada enlace simulado, es ideal para el correcto funcionamiento del sistema, ya que los radios portátiles que son los equipos con menor sensibilidad (-120 dB) operan correctamente.

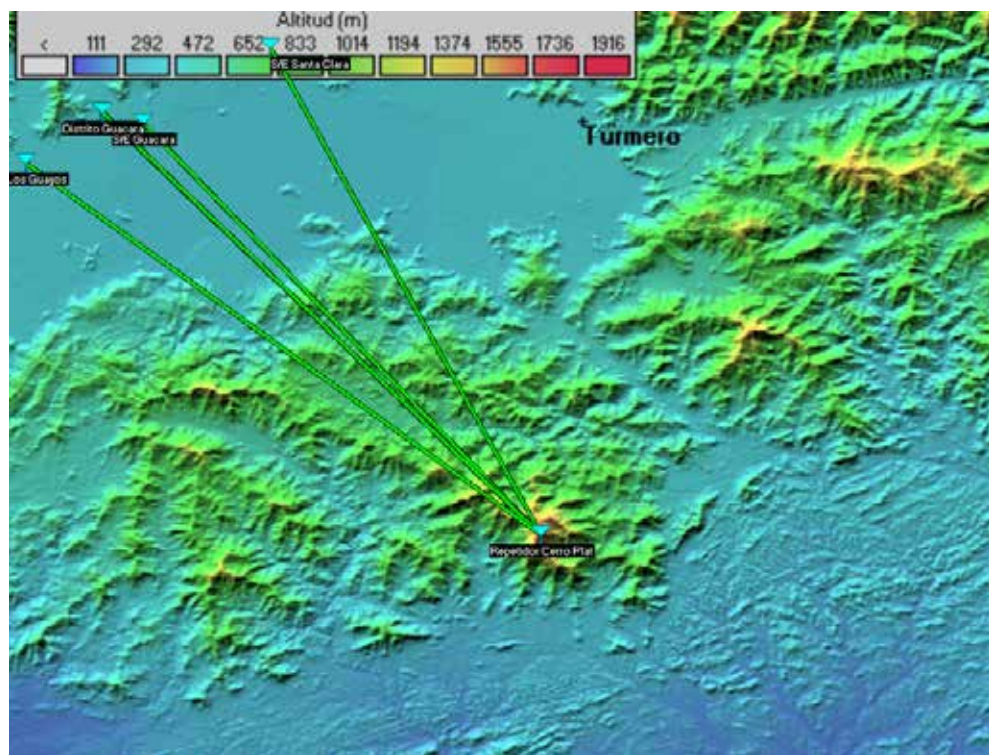


Figura 49: Vista de los Radioenlace desde el Cerro Platillón

Fuente: Lugo 2020

Como resultado en la figura 51 se observa que los enlaces están de color verde, lo que significa que los receptores reciben suficiente señal de la estación repetidora ubicada en el Cerro Platillón.

Por lo anteriormente planteado, se puede concluir que el sistema cubre con las necesidades para restablecer el servicio y mejorar la cobertura del sistema de Radio VHF de CORPOELEC para el eje oriental de estado Carabobo

CONCLUSIONES

De lo anteriormente expuesto durante el desarrollo de este proyecto, se pudo constatar la necesidad por parte de CORPOELEC de proveer a sus trabajadores de un sistema de radiocomunicaciones VHF que permita ampliar la cobertura, de forma de ofrecer una respuesta eficaz ante un requerimiento. Para alcanzar estos objetivos se necesitó conocer las carencias del sistema actual y sus necesidades. Una vez delimitadas las necesidades, se procedió a recolectar cada una de las herramientas de trabajo disponible que permitieron restaurar y realizar mejoras al sistema de radiocomunicaciones VHF para el eje oriental del estado Carabobo.

Por tal motivo, una vez concluida la implementación del proyecto se procedió a analizar los resultados obtenidos en casa fase. Se puede señalar que luego de haber realizado un estudio en la primera fase del proyecto, se logró definir un diseño que logro restablecer un sistema de radio que estaba inoperativo, debido al vandalismo de los equipos de telecomunicación.

La segunda fase permitió determinar que los equipos utilizados para la implementación del sistema de radiocomunicaciones son equipos confiables y fidedignos, con parámetros de operaciones adecuados y muy sensibles que permiten obtener una amplia cobertura.

Por su parte, la tercera fase se logró verificar la factibilidad técnica, económica social y ambiental del proyecto.

Por último, gracias a la lista de cotejo realizada antes de la implementación del proyecto, se logró disponer de todas las herramientas y equipos necesarios para la instalación del sistema en la cuarta fase. Lo que permitió restablecer el sistema de radio, ampliar la cobertura del sistema actual de radiocomunicaciones VHF de CORPOELEC y a su vez disponer de un sistema de radiocomunicación de respaldo más robusto que puede ser utilizado en caso de que falle la estación repetidora ubicada en el cerro el café.

RECOMENDACIONES

Es necesario realizar un cronograma de mantenimiento preventivo, de forma de garantizar el funcionamiento del sistema de radiocomunicaciones VHF.

Realizar mediciones de campo en las adyacencias de las subestaciones de forma de comparar los resultados obtenidos, y a su vez determinar el nivel de potencia con que está recibiendo la señal.

Realizar lista de cotejo antes de realizar la implementación o trabajo fuera lejos de las sedes, esto con la finalidad de garantizar los equipos y las herramientas necesarias para realizar el trabajo programado, sin ningún tipo de retraso.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Tomasi, Wayne (2003). **Sistemas de comunicaciones electrónicas**. Cuarta edición. Pearson Educación: México.

Daniel Deltoro Igual (2003), **Propagación en VHF, UHF y SHF**, Página personal: <http://club.telepolis.com/eb5bcf/propa.htm>

Hernan Javier Selva (2003), **Propagación en VHF**, Pagina personal, Disponible en <http://www.lw8die.santoslugares.com/propagation.htm>

Jaume Anguera y Antonio Perez (2008), **Teoría de las antenas**, La Salle online

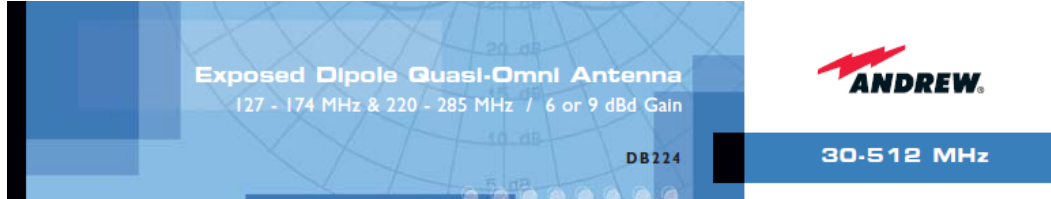
Arias F. (2012). **El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica**. Editorial EPISTEME. Caracas, Venezuela.

Mijares, H., García, L. (2006). **Normas para la elaboración y presentación de los anteproyectos, proyectos y trabajos de grado**. Universidad José Antonio Páez. Carabobo, Venezuela

ANEXOS

ANEXO A

Hoja de especificaciones técnicas de la Antena Andrews modelo dB224



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.

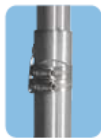
- **Broad Response** — 10 MHz bandwidth provides optimum performance in single or multi-frequency systems, on both transmit and receive. Unique model, DB224-FAA, available for most VHF air control systems.
- **Optional Radiation Pattern** — The radiation pattern of the DB224 can be easily changed from 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.



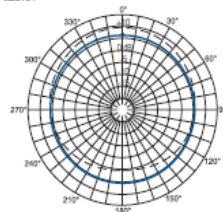
• Simple but secure stainless steel banding clamp allows an easy change from circular to offset radiation pattern.



• 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).



• DB224E (Offset Pattern)

• DB224 (Omni Pattern)

ORDERING INFORMATION

See model number table for correct frequency and type. DB365-OS 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.

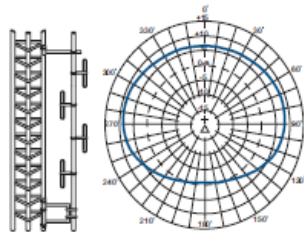


Exposed Dipole Quasi-Omni Antenna

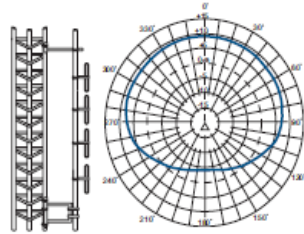
127 - 174 MHz & 220 - 285 MHz / 6 or 9 dBd Gain

30-512 MHz

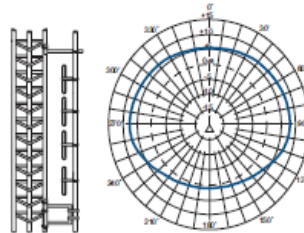
DB224



DB224 (omni) mounted on side of tower.



DB224E, elements pointed away from the tower.



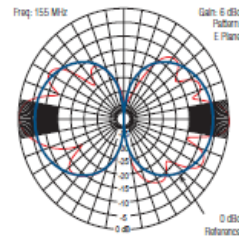
DB224E, elements pointed toward the tower.

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	Offset Pattern
	6.0	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) – ft ² (m ²)	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.

Circular	Offset	Dual	Dual Offset	Frequency	Overall Length - in. (mm)	Net Weight (w/clamps) - lbs. (kg)	Shipping Length - in. (mm)	Shipping Width - in. (mm)	Shipping Height - in. (mm)	Shipping Weight (w/clamps) - lbs. (kg)
DB224-FAA	DB224E-FAA			127-141	279 (7087)	38 (17.25)	149 (3784.6)	17 (431.8)	8 (203.2)	48 (21.8)
DB224-A	DB224E-A			150-160	255 (6477)	35 (15.89)	149 (3784.6)	17 (431.8)	8 (203.2)	45 (20.43)
DB224-B	DB224E-B			155-165	255 (6477)	35 (15.89)	149 (3784.6)	17 (431.8)	8 (203.2)	45 (20.43)
DB224-C	DB224E-C			164-174	255 (6477)	35 (15.89)	149 (3784.6)	17 (431.8)	8 (203.2)	45 (20.43)
DB224-E	DB224E-E			138-150	279 (7087)	38 (17.25)	149 (3784.6)	17 (431.8)	8 (203.2)	48 (21.8)
DB224-F				160-170	255 (6477)	35 (15.89)	149 (3784.6)	17 (431.8)	8 (203.2)	45 (20.43)
DB224-J				276-285	165 (4191)	27 (12.26)	100 (2540)	17 (431.8)	8 (203.2)	37 (16.8)
DB224-JJ	DB224E-JJ	DB224S-JJ	DB224ES-JJ	220-225	209.75 (5328)	35 (15.89)	121 (3073.4)	17 (431.8)	8 (203.2)	42 (19.07)
		DB224S-A	DB224ES-A	150-158	255 (6477)	36 (16.34)	149 (3784.6)	17 (431.8)	8 (203.2)	46 (20.89)
Antennas with Shortened Mast for Air Shipment										
DB224X-A				150-160	191.25 (4858)	38 (17.25)	124 (3150)	21 (533.4)	12 (304.8)	48 (21.8)
DB224X-B				155-165	191.25 (4858)	44 (19.98)	125 (3175)	21 (533.4)	12 (304.8)	54 (24.52)
DB224X-C				164-174	191.25 (4858)	38 (17.25)	124 (3150)	21 (533.4)	12 (304.8)	48 (21.8)
DB224X-E				138-150	191.25 (4858)	44 (19.98)	96 (2438)	17 (431.8)	17 (431.8)	54 (24.52)

ANEXO B

Hoja de especificaciones técnicas del repetidor Motorola MTR 2000.

HOJA DE ESPECIFICACIONES



FUNCIONES Y BENEFICIOS

Proporciona flexibilidad incomparable en un diseño compacto

- Operación analógica en sistemas convencionales
- Diseño basado en software que permite agregar aplicaciones futuras al sistema
- Modelos de VHF con potencia variable de 100-25 Vatios, 40-1 Vatios y 30-1 Vatios
- Modelos de UHF con potencia variable de 100-25 Vatios, 40-2 Vatios y 30-2 Vatios.
- Dimensiones compactas, 3 bastidores de 13.3 cm. (5.25") utilizan eficientemente el costoso espacio del sitio

- Espaciamento programable de canal de 12.5 ó 25/30 kHz
- Configuración Estándar EIA de montaje en bastidor de 48 cm. (19")
- Peso ligero (19 kg. / 40 lbs.)

Reduce el tiempo de instalación y mantenimiento

- Programación y pruebas de diagnóstico realizadas mediante un computador personal
- Módulos funcionales independientes: Unidades reemplazables en campo (FRU)
- El diseño basado en software simplifica las actualizaciones
- Fácil acceso a los puertos de la estación

Contribuye a maximizar el tiempo de operación del sistema

- Diseño basado en microprocesadores con capacidad integrada DSP
- Fuente de alimentación conmutable que funciona en una amplia gama de voltajes y frecuencias
- Software de programación RSS para diagnóstico y medición
- Módulos funcionales independientes: Unidades reemplazables en campo (FRU)

Repetidor MTR2000 Profesional



Repetidor/ Estación Base MTR2000 de 100 Vatios.
Funciones mejoradas en un paquete económico

Repetidor/ Estación Base MTR2000 disponible para Sistemas Convencionales (Operación Local, Control Remoto por Tonos, Selección Spectra-TAC), Sistemas Trunking (SMARTNET, SmartZone) y servicio continuo.

REPETIDORES MTR2000

GENERAL	VHF			UHF			
Aplicación	Opción de Software del Sistema	Opción de Potencia/Banda	Salida de Potencia RF	Opción de Banda del Receptor	Opción de Potencia/Banda	Salida de Potencia RF	Opción de Banda del Receptor
Convencional Analógico	X597	X345 (132-174 MHz)	30-1	X319 (132-174 MHz)	X341 (403-470 MHz)	30-2	X320 (403-470 MHz)
SMARTNET 6809 Trunking Analógico	X967	X330 (132-174 MHz)	40-1		X340 (403-470 MHz)	40-2	
SmartZone 6809 Trunking Analógico	X51	X530 (132-154 MHz) (150-174 MHz)	100-25		X540 (403-435 MHz) (435-470 MHz)	100-25	
Espejamiento de canal:	12.5 kHz / 25 kHz / 30 kHz			12.5 kHz / 25 kHz			
Número de Modelo	T5544 - Estación, T5731 - Receptor						
Número de Frecuencias:	Hasta 32			Modulación:	FM		
Generación de Frecuencias:	Síntezado			Rango de Temperatura:	-30° C a +60° C		
Modo de Operación:	Simplex / Semi-duplex / Duplex			Conectores de Antena:	Transmisión y Recepción, Tipo "N" Hembra		
Voltaje AC de Entrada:	85-264 VAC, 47-63 Hz			Operación Opcional DC Únicamente:	14.2 VDC (Estación de 40 / 30 Vatios) 28.6 VDC (Estación de 100 Vatios)		
	Dimensiones	Peso		Dimensiones	Peso		
Todas las Estaciones y Receptores	133 x 483 x 419 mm † (5.25 x 19 x 16.5 pulg.)		19 kg † (40 lbs.)				
Cubiertas opcionales de gabinetes	Gabinete interior de 30" 762 x 559 x 508 mm (30 x 22 x 20 pulg.)	30 kg.** (66 lbs)	30 kg.** (66 lbs)	30 kg.** (66 lbs)	Bastidor Modular de 30" 762 x 559 x 508 mm (30 x 22 x 20 pulg.)	24 kg.** (52 lbs)	24 kg.** (52 lbs)
	Gabinete interior de 46" 1168 x 559 x 508 mm (46 x 22 x 20 pulg.)	34 kg.** (75 lbs)	34 kg.** (75 lbs)	34 kg.** (75 lbs)	Bastidor Modular de 30" 762 x 559 x 508 mm (45 x 22 x 20 pulg.)	27 kg.** (59 lbs)	27 kg.** (59 lbs)
	Gabinete interior de 60" 1524 x 559 x 508 mm (60 x 22 x 20 pulg.)	46 kg.** (102 lbs)	46 kg.** (102 lbs)	46 kg.** (102 lbs)	Bastidor Modular de 30" 762 x 559 x 508 mm (52 x 22 x 20 pulg.)	28 kg.** (61 lbs)	28 kg.** (61 lbs)

† Aplica a la configuración estándar de la estación únicamente * La especificación de temperatura aplica a una estación por gabinete únicamente. Vea el planificador de productos para detalles.

** Solamente Gabinete

TRANSMISOR	VHF	UHF
Frecuencia - 30 Vatios:	132-174 MHz	403-470 MHz
Frecuencia - 40 Vatios:	132-174 MHz	403-470 MHz
Frecuencia - 100 Vatios:	132-174 MHz, 150-174 MHz	403-470 MHz, 435-470 MHz
Ancho de banda electrónico (Transmisión):	Todo el ancho de sub-banda (reducido con la adición de un duplexor. El circulator cubre toda la banda)	
Impedancia de Salida:	50 Ohms	
Estabilidad de Frecuencia (para Variación de Temperatura y Voltaje):	1.5 PPM / Referencia Externa	
Atenuación de Intermodulación:	40 dB para 40 W, 100 W / 70 dB para 30W	
Desviación Máxima (RSD)		
30 (VHF) / 25 kHz:	±5 kHz	
12.5 kHz:	±2.5 kHz	
Sensibilidad de Audio:	Variable de -20 dBm a 0 dBm	
Atenuación de Emisiones de Espurias y Harmónicas:	-85 dBc	
Zumbido y Ruido FM: (750 µs de De-énfasis)	Ancho de banda de 300 a 3000 Hz, 6% RSD	
30 (VHF) / 25 kHz:	50 dB nominal	
12.5 kHz:	40 dB nominal	
Respuesta de Audio:	+1, -3 dB desde 6 dB por octava de De-énfasis: 300-3000 Hz con referencia a 1000 Hz en la línea de salida	
Distorsión de Audio:	Menos del 3% a 1000 Hz: 60% RSD	
Designación de emisiones:		
25 kHz:	16KDF3E, 13K6F1D	
12.5 kHz:	11KDF3E, 8K6F1D	

POTENCIA DE ENTRADA (VARIA SEGÚN CADA OPCIÓN)	Operación DC Únicamente (Tierra Negativa)
Línea AC (117 Volts/220 Volts)	28 VDC (Opción X121)
100 W - En Espera (VHF) 0.6A / 0.4A (UHF) 0.6A / 0.4A (VHF) 1.0A (UHF) 1.0A	
100 W - Transmisión (VHF) 4.5A / 2.5A (UHF) 5.4A / 2.9A (VHF) 11.5A (UHF) 13A	
	14 VDC (Opción X121)
40/30 W - En Espera (VHF) 0.5A / 0.3A (UHF) 0.5A / 0.3A (VHF) 1.7A (UHF) 1.7A	
40/30 W - Transmisión (VHF) 2.3A / 1.3A (UHF) 2.4A / 1.3A (VHF) 11.5A (UHF) 8.5A	

Aprobación Industrial Canadiense: Tipo T554X 109195112. Nota: Especificación según TIA/EIA603. El producto cumple con las especificaciones ETS300-086 y ETS300-133 en 6-100 Vatios. Especificaciones sujetas a cambios sin previo aviso.

Para mayor información comuníquese con su representante de Motorola.

RECEPTOR	VHF	UHF
Frecuencia - Toda la Banda:	132-174 MHz	403-470 MHz
Frecuencia - Pre-selector de Alto Desempeño:	132-154 MHz, 150-174 MHz	403-433 MHz, 433-470 MHz
Ancho de Banda del Pre-selector de Alto Desempeño (Ancho de Banda del Receptor):	4.0 MHz	
Selectividad: 25/30 kHz:	80 dB	
12.5 kHz:	75 dB	
Sensibilidad 12 dB SINAD:	0.35 µV	
Ancho de Banda del desplazamiento de señal (Aceptación Fuera de Canal) (12.5/25 kHz):	2 kHz	
Estabilidad de Frecuencia:	1.5 PPM / Ref. Externa	
(Para Variación de Temperatura y Voltaje)		
Rechazo de Intermodulación (Intermodulación) (12.5 y 25/30 kHz):	85 dB / 85 dB	
Rechazo de Respuesta a Espurias e Imagen:	85 dB	
Pre-selector Opcional de Alto Desempeño:	90 dB	
Respuesta de Audio:	+1, -3 dB desde 6 dB por octava de De-énfasis: 300-3000 Hz con referencia a 1000 Hz en la línea de salida	
Distorsión de Audio:	Menos del 3% a 1000 Hz: 60% RSD	
Línea de Salida:	-20 dBm hasta 7 dBm a 100% RSD a 1 kHz	
Zumbido y Ruido FM: (750 µs de De-énfasis)	Tono de 1000 Hz a 60% RSD	
25/30 kHz:	50 dB nominal	
12.5 kHz:	45 dB nominal	
Impedancia RF de Entrada:	50 Ohms	

APROBACIÓN FCC (VHF / UHF)	Rango de Frecuencia en MHz	Tipo	Potencia de Salida en Vatios	Número de Aprobación
	132-174 / 403-470	Transmisor	30-1 / 30-2	AB289FC3785 / AB289FC4811
	132-174 / 403-470	Transmisor	40-1 / 40-2	AB289FC3785 / AB289FC4811
	132-154 / 403-435	Transmisor	100-25 / 100-25	AB289FC3786 / AB289FC4812
	150-174 / 435-470	Transmisor	100-25 / 100-25	AB289FC3786 / AB289FC4812
	132-174 / 403-470	Receptor	N/A	AB289FR3787 / AB289FR4813



motorola.com/radiosolutions

MOTOROLA y el logotipo M estilizado están registrados en la Oficina de Patentes y Marcas de los EE.UU. Todos los demás nombres de productos o servicios pertenecen a sus respectivos propietarios. © Motorola, Inc. 2005. LS-MTRR-PS REV 11/05

ANEXO C

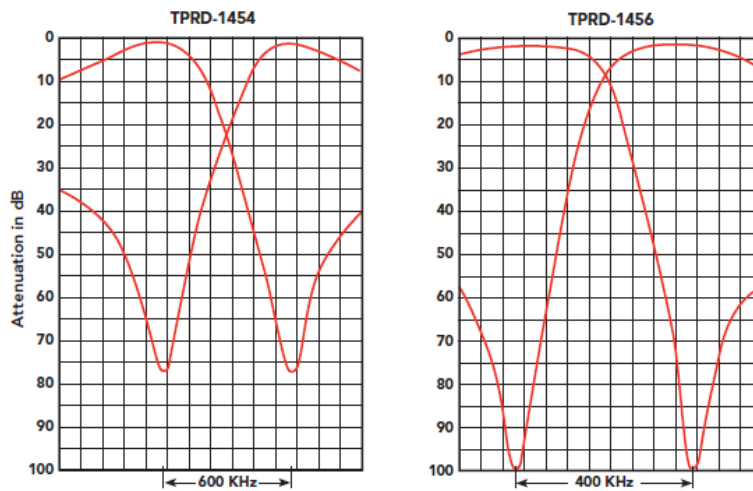
Hoja de especificaciones técnicas del Duplexer modelo Telewave TPRD1454



118 - 148 MHz

TPRD-1454, 1456

TYPICAL DUPLEX RESPONSE



ELECTRICAL SPECIFICATIONS	TPRD-1454	TPRD-1456
Tuning range	118-148 MHz	
Frequency separation (min)	600 KHz	400 KHz
Maximum input power	350 watts	
VSWR (max)	1.5:1	
Insertion loss: TX/RX to ant.	1.5 dB	2.0 dB
RX isolation at TX frequency	77 dB at 600 KHz	100 dB at 400 KHz
TX noise suppression at RX frequency	77 dB at 600 KHz	100 dB at 400 KHz
Temperature range	-30°C to +70°C	
Cavities	(4) 5"	(6) 5"
MECHANICAL SPECIFICATIONS		
Dimensions (HWD) in. (cm) (Including typical tuner extension)	34 x 19 x 11 (86 x 48 x 28)	34 x 19 x 11 (86 x 48 x 28)
Cavity dimensions	5" dia x 30" L	
Mounting	19" Rack or wall mount	
Connectors	N or UHF female (opt.)	
Finish	Acrylic enamel	
Net weight lb. (kg)	23 (10.4)	35 (15.6)

NOTES: Specify model number and exact transmitter and receiver frequencies when ordering.
All models are built on 19" rails for rack or wall mounting.

ANEXO D

Hoja de especificaciones técnica del radio Motorola Pro 5100.

Hoja de especificaciones



PRO5100™

Radio Móvil Profesional



Ideal para organizaciones con comunicaciones estándares, el radio PRO5100 de Motorola provee un funcionamiento sencillo y de alta calidad.

El sistema de señalización le permite llamar a individuos o grupos de trabajo, identificar a la persona que llama, notificar a otros que usted está tratando de comunicarse cuando ellos están fuera de sus vehículos, o mandar una solicitud de ayuda en situaciones de emergencia. Eficiente y rentable, el trunking LTR le ofrece un rango más amplio de llamadas, un acceso de canal más rápido, una mayor privacidad y una mayor capacidad de usuarios y grupos de conversación. El práctico radio móvil PRO5100 ofrece un grupo de ventajas para ayudarle a alcanzar sus objetivos.

Beneficios

15 zonas troncalizadas con 16 grupos de conversación.

Mejora la eficiencia de cualquier sistema LTR mediante la operación troncalizada.

Funciones de señalización MDC

Las funciones únicas de señalización MDC de Motorola incluyen llamada selectiva y alerta de llamada. El radio móvil PRO5100 también ofrece verificación de radio, identificación de llamada (PTT-ID), e inhibición selectiva de radio para una comunicación más eficiente del grupo de trabajo.

Pantalla de 14 Caracteres Alfanuméricos

Iconos fáciles de comprender, brindan información sobre el estado de funciones tales como rastreo, alta / baja potencia y fuerza de la señal recibida.

Rastreo con Doble Prioridad

Use esta función para situaciones donde necesite supervisar uno o dos grupos de trabajo con mayor frecuencia que a otros grupos.

Escalart

Cuando recibe una llamada selectiva o alerta de llamada, el sonido aumenta gradualmente hasta que la llamada es respondida.

Alarma de Emergencia

Un botón del radio puede ser programado para notificar al operador sobre una situación de emergencia.

Verificación de Radio

Le permite conocer si el radio está en el aire y dentro del área de cobertura sin incomodar al usuario.

Características

- 64 canales convencionales
- 15 zonas troncalizadas con 16 grupos de conversación cada una.
- Identificación de Llamada PTT-ID (envío / recepción)
- Alerta de Llamada (envío / recepción)
- Llamada Selectiva de Voz (envío / recepción)
- Verificación del Radio (envío / recepción)
- Inhibición Selectiva del Radio (recepción)
- Emergencia (envío)
- Señalización Quik-Call II (envío / recepción)
- Zonificación
- Monitoreo
- Rastreo con Doble Prioridad
- Pantalla de 14 Caracteres Alfanuméricos
- Bloqueo de Canal Ocupado
- Limitador de Tiempo de Transmisión
- Eliminación de Canal no Deseado
- Botones Intercambiables
- CSQ / PL / DPL / Inv-DPL
- Puerto para Tarjetas Opcionales

RADIO MÓVIL PRO5100™

GENERALES	BAJA POTENCIA	ALTA POTENCIA	BANDA BAJA
Dimensiones	Largo x Ancho x Alto		
	196 mm x 179 mm x 59 mm	196 mm x 179 mm x 59 mm	250 mm x 179 mm x 60 mm
Peso	1.43 kg	1.65 kg	2.04 kg
Consumo de corriente (típica)			
En Espera	70 mA		
Audio Recibido a Audio Nominal con Parlante Interno de 3W @ 22 Ω	600 mA		
a Audio Nominal con Alto-Parlante de 75 W a 9 Ω	1.2 A		
a Audio Nominal con Alto-Parlante de 13 W a 3.2 Ω	1.7 A		
Transmisión	6 A a 25 W / 9 A a 45 W (VHF) / 40 W (UHF) / 14A a 60 W		
Números de Modelo	LAM25KHD9AA2_N LAM25RHD9AA2_N LAM25SHD9AA2_N	LAM25KDD9AA2_N LAM25RDK9AA2_N LAM25SKD9AA2_N	LAM25BKD9AA2_N LAM25CKD9AA2_N LAM25DKD9AA2_N
Espaciamento de Canal	12.5 / 20 / 25 kHz (Banda Baja - 20 kHz Solamente)		
Rango de Frecuencia / Aprobación de FCC	VHF 136 - 174 MHz / AZ492FT3796 UHF 403 - 470 MHz / AZ492FT4835 UHF 450 - 520 MHz / AZ492FT4829	VHF 136 - 174 MHz / AZ492FT3795 UHF 403 - 470 MHz / AZ492FT4830 UHF 450 - 520 MHz / AZ492FT4836	29.7 - 36 MHz / AZ49FT1627 36 - 42 MHz / AZ492FT1628 42 - 50 MHz / AZ492FT1626
Estabilidad de Frecuencia (-30°C a +60°C, +25°Ref.)	VHF / UHF: ±2.5 ppm Banda Baja: ±5 ppm		

- Prueba de Vida Acelerada Motorola
- Normas Militares MIL-SPECS 810 C, D, E
- Cumple con el estándar IP54

Para mayor información comuníquese con su representante de Motorola.

TRANSMISOR	BAJA POTENCIA	ALTA POTENCIA	BANDA BAJA
Potencia de Salida RF	1 - 25 W	25 - 45 W (VHF) 25-40 W (UHF)	40 - 60 W
Limitación de Modulación (Banda Baja solo 20 kHz)	±2.5 @ 12.5 kHz / ±4.0 @ 20 kHz (VHF / UHF) ±5.0 @ 20 kHz (Banda Baja) / ±5.0 @ 25 kHz		
Zumbido y Ruido FM (típico)	@12.5 kHz VHF -45 dB UHF -43 dB	@25 kHz VHF -50 dB UHF -48 dB	@20 kHz Banda Baja -40dB
Emissiones Conducidas / Radiadas	-36 dBm < 1 GHz / -30 dBm > 1 GHz		
Respuesta de Audio (0.3 - 3 kHz)	TIA 603		
Distorsión de Audio (típica)	VHF / UHF: 2% Banda Baja: 3%		
RECEPTOR	@ 12.5 kHz	@ 25 kHz	@ 20 kHz
Sensibilidad (12 dB SINAD) EIA (típica)	0.22 µV		
Intermodulación TIA 603	VHF 75 dB UHF 75 dB	VHF 78 dB UHF 75 dB	Banda Baja 80 dB (típico)
Selectividad de Canal Adyacente Conforme TIA 603	VHF 65 dB UHF 65 dB	VHF 80 dB UHF 75 dB	Banda Baja 80 dB (típico)
Rechazo de Espurias	VHF 75 dB UHF 70 dB	VHF 80 dB UHF 75 dB	Banda Baja 80 dB (típico)
Audio Nominal Parlante Interno	3 W @ 22 Ω		
Parlante Externo	75 W @ 8 Ω / 13 W @ 3.2 Ω		
Distorsión de Audio a Audio Nominal (típica)	VHF / UHF: 2% LB: 3%		
Zumbido y Ruido	-40 dB	-45 dB	-45 dB
Respuesta de Audio (0.3 - 3 kHz)	TIA 603		
Emission de Espurias Conducidas	-57 dBm < 1 GHz / -47 dBm > 1 GHz		

motorola.com/radiosolutions

ESTÁNDARES MILITARES

Aplicables MIL-STD	810C		810D		810E	
	Método	Procedimiento	Método	Procedimiento	Método	Procedimiento
Baja Presión	501.1	1,2	501.2	1,2	501.3	1,2
Baja Temperatura	502.1	2	502.2	1,2	502.3	1,2
Cambio de Temperatura	503.1	1	503.2	1	503.3	1
Radiación Solar	505.1	1	505.2	1	505.3	1
Lluvia	506.1	2	506.2	2	506.3	2
Humedad	507.1	2	507.2	2,3	507.3	3
Salitre	509.1	1	509.2	1	509.3	1
Polve	510.1	1	510.2	1	510.3	1
Vibración	514.2	8,10	514.3	1	514.4	1
Choque	516.2	1,5	516.3	1	516.4	1

Especificaciones sujetas a cambio sin aviso. Todas las Especificaciones y Métodos Eléctricos se refieren a las normas EIA/TIA 603.



Todas las especificaciones mostradas son típicas y están sujetas a cambios sin previo aviso.

MOTOROLA y el logo M estilizado están registrados en la Oficina de Patentes y Marcas de los EE.UU. Todos los demás nombres de productos o servicios pertenecen a sus respectivos propietarios. © 2009 Motorola, Inc. Todos los derechos reservados. LS-P510-PS-2-09

ANEXO E

Hoja de especificación técnica del radio portátil Motorola PRO450.

HOJA DE ESPECIFICACIONES



BENEFICIOS

16 canales

Organice sus equipos de trabajo en varios grupos de conversación individuales. Una herramienta ideal para operaciones complejas en las que la comunicación entre equipos diferentes es esencial.

Rastreo de doble prioridad

Utilice el rastreo de actividades en el canal prioritario más frecuentemente para evitar perder información crítica. Use esta función para situaciones donde necesite supervisar uno o dos grupos de trabajo con mayor frecuencia que a otros.

Transmisión activada por voz (VOX) integrada

Con ayuda de un accesorio apropiado, usted puede hablar y escuchar una conversación por radio sin tener que usar las manos. No interrumpa sus tareas, ahorre tiempo y sea más productivo.

Inhibición selectiva del radio

Su radio está equipado con un rasgo de seguridad que le permite temporalmente rastrear unidades sin operar cuando una señal inhibida es enviada desde la estación base. Esta característica se usa comúnmente para los radios inhabilitados, en caso de robo o por razones de control del sistema. Cuando el radio ha sido localizado por la estación base, todos los controles quedarán fuera de servicio a excepción del botón Encendido / Apagado.

PTT-ID (envío)

Usted optimiza su tiempo identificando rápidamente a los usuarios de los radios al momento de iniciar una transmisión.

CARACTERÍSTICAS

- 16 Canales
- 2 Botones Programables
- CSQ / PL / DPL / inv-DPL
- Bloqueo de Canal Ocupado
- Canal de Recepción Dedicado
- Compresión de Voz (X-Pand™)
- Transmisión Activada por Voz (VOX) Integrada
- Eliminación de Canal Ruidoso
- Llamada de Alerta
- Limitador de Tiempo de Transmisión
- Repetidor / Comunicación Directa
- Rastreo de Doble Prioridad
- Señalización MDC-1200
 - PTT-ID (envío)
 - Verificación del Radio (recepción)
 - Inhibición Selectiva del Radio (recepción)
- Señalización Quik-Call II
 - Llamada de Alerta (recepción)
 - Llamada Selectiva (recepción)
- Señalización DTMF
 - PTT-ID (envío)
- Puerto para Tarjetas Opcionales

ACCESSORIES

Para optimizar el funcionamiento de sus radios, Motorola cuenta con una amplia gama de Accesorios Originales que le permite satisfacer cada una de sus necesidades de comunicación. Los Accesorios Originales Motorola son desarrollados cuidando cada detalle, para asegurarle así, efectividad y durabilidad.



EP450™ Radio Portátil

Industrial

75 años de compromiso. Motorola continúa construyendo sólidas relaciones con sus clientes, basadas en la experiencia y la calidad tecnológica. Una empresa líder, que brinda novedosas soluciones de comunicación e información.

Soluciones confiables diseñadas a medida que le permitirán aumentar el desempeño de sus operaciones y satisfacer cada uno de los requerimientos del negocio.

El radio EP450 posee varias opciones y características que destacan su desempeño: 16 canales, varios rangos de frecuencias, capacidad de grupo dentro de una misma frecuencia (PL / DPL), VOX integrada y múltiples opciones de baterías.

EP450™ RADIO PORTATIL SIN PANTALLA



GENERALES	VHF	UHF
Dimensiones	Largo x Ancho x Alto 130.5 mm x 62 mm x 45 mm (5.12 in. x 2.44 in. x 1.77 in.)	
Peso (con batería estándar Litio-Ion)	397g	
Duración típica de la batería en un ciclo de 5/5/90* (con batería de alta capacidad de Litio-Ion)	17 horas en baja potencia / 12 horas en alta potencia	
Número de Modelo	136-162 MHz LAH65JDC9AA2_N 146-174 MHz LAH65KDC9AA2_N	403-440 MHz LAH65QDC9AA2_N 438-470 MHz LAH65RDC9AA2_N 465-495 MHz LAH65SDC9AA2_N 490-527 MHz LAH65TDC9AA2_N
Rango de Frecuencia /	136-174 MHz / ABZ99T3039	403-440 MHz / ABZ99T4057
Aprobación de FCC	146-174 MHz / ABZ99T3045	438-470 MHz / ABZ99T4056 465-495 MHz / ABZ99T4058 490-527 MHz
Espaciamiento de Canal	12.5 / 20 / 25 kHz	
Rango de Temperatura	-30° a 60°C	
Estabilidad de Frecuencia	±2.5 ppm	

* 5% recibir, 5% transmitir, 90% en espera

TRANSMISOR	VHF	UHF	RECEPTOR	VHF	UHF
Potencia de Salida RF			Sensibilidad (12dB SINAD) (típica)	0.22 µV	
Potencia Alta	5 W	4 W	Intermodulación	-70 dB	
Potencia Baja	1 W	1 W	Selectividad	-70 dB @ 25 kHz / -60 dB @ 12.5 kHz	
Limitación de Modulación	±2.5 @ 12.5kHz / ±4.0 @ 20kHz		Rechazo de Espurias	-75 dB	
Zumbido y Ruido FM	-45 dB @ 25 kHz / -40 dB @ 12.5 kHz		Rechazo de Imagen y 1/2 IF	-70 dB	
Emisiones	-36 dBm < 1 GHz / -30 dBm > 1 GHz		Salida de Audio con Distorsión <5%	500 mW	
(conducidas y radiadas)			(7.5V / temperatura ambiente)		
Respuesta de Audio (0.3-3kHz)	+1, 3dB		Distorsión de Audio	5%	
Distorsión de Audio	<3%		Zumbido y Ruido	-45 dB @ 25 kHz / -40 dB @ 12.5 kHz	
			Emisiones de Espurias	-57 dBm < 1 GHz / -47 dBm > 1 GHz	
			(conducidas y radiadas)		

ESTÁNDARES MILITARES	810C		810D		810E		810F	
Aplicables MIL-STD	Métodos	Procedimientos	Métodos	Procedimientos	Métodos	Procedimientos	Métodos	Procedimientos
Baja Presión	500.1	1	500.2	2	500.3	2	500.4	1
Alta Temperatura	501.1	1,2	501.2	1,2	501.3	1,2	500.4	1,2
Baja Temperatura	502.1	1	502.2	1,2	502.3	1,2	500.4	1,2
Cambio de Temperatura	503.1	1	503.2	1	503.3	1	500.4	1
Radiación Solar	505.1	1	505.2	1	505.3	1	500.4	1
Lluvia	506.1	1,2	506.2	1,2	506.3	1,2	500.4	1
Humedad	507.1	2	507.2	2,3	507.3	2,3	500.4	3
Salitre	509.1	1	509.2	1	509.3	1	500.4	1
Polvo	510.1	1	510.2	1	510.3	1	500.4	1
Vibración	514.2	8,10	514.3	1	514.4	1	500.5	1
Choque	516.2	1,2,5	516.3	1,4	516.4	1,4	500.5	1

Especificaciones sujetas a cambio sin aviso. Todas las Especificaciones y Métodos Eléctricos se refieren a las normas EIA/TIA 603.

 Normas Militares MIL-STD 810C, D, E, F
 Cumple con el estándar IP54

 Normas Militares MIL-SPECS 810 C, D, E

Para mayor información comuníquese con su representante de Motorola.



motorola.com/radiosolutions

MOTOROLA y el logotipo M estilizado están registrados en la Oficina de Patentes y Marcas de los EE.UU. Todos los demás nombres de productos o servicios pertenecen a sus respectivos propietarios. © Motorola, Inc. 2005
LS-P450-PS REV 11/05

ANEXO F

Hoja de especificaciones técnicas del radio Motorola PRO5150.

Hoja de especificaciones



PRO5150™

Radio Portatil Profesional



El radio portátil PRO5150 de Motorola es la solución para los profesionales que necesitan un radio resistente y confiable para permanecer en contacto. Este práctico radio puede fácilmente aumentar la productividad del usuario ya que lo mantiene comunicado y al mismo tiempo racionaliza el uso del aparato—permitiendo concentrarse en la tarea actual.

La sencilla interfaz de usuario del radio PRO5150 le permite volverse productivo rápidamente en los sistemas LTR. Con el radio portátil PRO5150, la comunicación no podría ser más fácil.

Beneficios

Una Zona Troncalizada con 16 Grupos de Conversación (Modelos de 16 canales UHF/VHF)

Aumenta su eficiencia con la operación troncalizada en cualquier sistema LTR.

Compresión de Voz

Gracias a la tecnología X-Pand™ de compresión de voz, la claridad del audio es clara y nítida—aún en ambientes ruidosos.

Funciones de Señalización MDC (Modelos de 16 canales UHF/VHF)

Las funciones de señalización MDC exclusivas de Motorola incluyen llamada selectiva y alerta de llamada (recepción). Además de verificación del radio (recepción) e identificación de llamada (PTTHD) (envío), lo que permite la comunicación eficiente entre grupos de trabajo.

Sirena de Emergencia/Alerta

Un botón en la parte superior del radio puede programarse para emitir un sonido penetrante al ser presionado en caso de emergencia. Para emergencias críticas, el centro de despacho puede ser alertado.

Espaciamiento de Canales de 12.5 ó 25 kHz

Cada canal puede programarse con un espaciamiento de canal de 12.5

kHz o 25 kHz para acatar las normas gubernamentales locales.

Escalart

Cuando no se responde a una llamada selectiva o alerta de llamada, el tono de alerta aumenta gradualmente.

Rastreo Selectivo de Grupo Automático, de Todos los Grupos, y del Sistema (Modelos de 16 canales UHF/VHF)

Tres modos de rastreo permiten monitorear las transmisiones de varios grupos de conversación.

Transmisión Interna Accionada por Voz (VOX)

Con ayuda de una diadema apropiada, usted puede hablar y escuchar una conversación por radio sin tener que usar las manos (Convencional).

Características

- 4 ó 16 Canales Convencionales
- Identificación de Llamada (PTTHD) (envío)
- Medidor de Batería (LED/TONO)
- Operación mediante Repetidor o Radio a Radio
- Monitoreo

- Silenciamiento Comprimido/normal
- Bloqueo de Canal Ocupado
- Limitador de Tiempo de Transmisión
- Eliminación de Canal Ruidoso
- CSQ / PL / DPL / inv-DPL
- Puerto para Tarjetas Opcionales
- Sirena de Emergencia

Además, el modelo de 16 canales ofrece estas otras funciones:

- Una Zona Troncalizada con 16 Grupos de Conversación
- Alerta de Llamada / Call Alert™ (recepción)
- Llamada Selectiva de Voz (recepción)
- Inhibición Selectiva del Radio (recepción)
- Señalización Quik-Call II (recepción)
- Rastreo con Prioridad Única




Opciones:

- Cubierta con apariencia de camuflaje
- Cubierta Amarilla
- Cargador y Batería IMPRES
- Intrínsecamente Seguro
- Teclado DTMF para instalación en campo (solo en color negro)

PRO5150™ RADIOS PORTÁTILES

GENERALES	BANDA BAJA	VHF/UHF
Dimensiones	Alto x Ancho x Profundidad 5.40 pulg x 2.26 pulg x 1.50 pulg / 137 mm x 57.5 mm x 37.5 mm	
Peso (gramos/onzas)	420/15	
Fuente de Alimentación	Batería recargable de 7.5 Voltios	
Duración de la batería a un ciclo de trabajo de 5/5/90*	11 horas con baja potencia/ 8 horas con alta potencia	
Número de Modelo	LAH25BEC9AA3_N LAH25CEC9AA3_N	VHF / LAH25KDC9AA2_N VHF / LAH25KDC9AA3_N UHF / LAH25RDC9AA2_N UHF / LAH25RDC9AA3_N UHF / LAH25SDC9AA2_N UHF / LAH25SDC9AA3_N
Espaciamiento de Canal	20 kHz	12.5 / 20 / 25 kHz
Rango de Frecuencia / Aprobación de FCC	29.7 - 42.0 MHz / AZ489FT1625 35.0 - 50.0 MHz / AZ489FT1625	VHF / 136-174 MHz / AZ489FT3794 VHF / 136-174 MHz / AZ489FT3794 UHF / 403-470 MHz / AZ489FT4826 UHF / 403-470 MHz / AZ489FT4826 UHF / 450-527 MHz / AZ489FT4834 UHF / 450-527 MHz / AZ489FT4834
Estabilidad de Frecuencia (-30°C a 60°C, 25°C ReL)	± 10 ppm	± 5 ppm @ 25 kHz ± 2.5 ppm @ 12.5 kHz

* 5% recibir, 5% transmitir, 90% en espera

-  Prueba de Vida Acelerada de Motorola
-  Estándares militares MIL-SPECS 810 C, D, E
-  Cumple con el estándar IP54

Para mayor información comuníquese con su representante de Motorola.

TRANSMISOR	BANDA BAJA	VHF/UHF
Potencia de Salida RF	1-6 W	VHF / 1-5 W UHF / 1-4 W
Limitación de Modulación	±4.0 @ 20 kHz	±2.5 @ 12.5 kHz ±4.0 @ 20 kHz ±5.0 @ 25 kHz
Zumbido y Ruido FM		-40 dB
Emissiones Conducidas / Radiadas		66 dBm
Respuesta de Audio (0.3 - 3 kHz)		+1 to -3 dB
Distorsión de Audio (típica)		2%

RECEPTOR	BANDA BAJA	VHF/UHF
Sensibilidad (12 dB SINAD) (típica) EIA		0.22 µV
Sensibilidad (20 dB SINAD) ETS		0.50 µV
Intermodulación Conforme EIA		70 dB
Selectividad de Canal Adyacente	70 dB	60 dB @ 12.5 kHz 70 dB @ 25 kHz
Rechazos de Espurias		70 dB
Audio Nominal		0.5 W
Distorsión de Audio comparado con Audio Nominal (típica)		3%
Zumbido y Ruido		-45 dB @ 12.5 kHz/50 dB @ 25 kHz
Respuesta de Audio (0.3 - 3 kHz)		+1 to -3 dB
Emisión de Espurias Conducidas		-57 dBm < 1 GHz / -47 dBm > 1 GHz

motorola.com/radiosolutions

ESTÁNDARES MILITARES

Aplicables MIL-STD	810C		810D		810E	
	Métodos	Procedimientos	Métodos	Procedimientos	Métodos	Procedimientos
Presión Baja	500.1	1	500.2	1,2	500.3	1,2
Temperatura Alta	501.1	1,2	501.2	1,2	501.3	1,2
Temperatura Baja	502.1	1	502.2	1,2	502.3	1,2
Cambio de Temperatura	503.1	1	503.2	1	503.3	1
Radiación Solar	506.1	1	506.2	1	506.3	1
Lluvia	508.1	1,2	508.2	1,2	508.3	1,2
Humedad	507.1	2	507.2	3	507.3	3
Salitre	509.1	1	509.2	1	509.3	1
Polve	510.1	1	510.2	1	510.3	1
Vibración	514.2	8,10	514.3	1	514.4	1
Choque	516.2	1,2,9	516.3	1,4	516.4	1,4

Las especificaciones están sujetas a cambio sin aviso. Todas las especificaciones eléctricas y los métodos se refieren a los estándares 603 de EIA/TIA.



MOTOROLA

MOTOROLA y el logo M estilizado están registrados en la Oficina de Patentes y Marcas de los EE.UU. Todos los demás nombres de productos o servicios pertenecen a sus respectivos propietarios.
© 2009 Motorola, Inc. Todos los derechos reservados.
LS-Ptsto-PS REV 9-09

ANEXO G

Lista de cotejo de equipos necesarios para la implementación del sistema

Lista de cotejo	
Equipo	Cantidad
Repetidor Motorola MTR 2000	1
Duplexer	1
Vatímetro	1
	1

Tabla 20: Lista de cotejo realizada antes de la implementación

Fuente: Lugo (2020)