

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO

CARRERA:

INGENIERÍA ELECTRÓNICA

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:
INGENIERO ELECTRÓNICO E INGENIERA ELECTRÓNICA

TEMA:

**DESARROLLO DE UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN ANÁLOGO UHF
PARA LA COOPERATIVA DE TRANSPORTES “MEJÍA” ENTRE
MACHACHI Y SANTO DOMINGO**

AUTORES:

JAIME DARÍO CUSTODIO ARAUJO
IRENE ALEXANDRA SÁNCHEZ REYES

TUTOR:

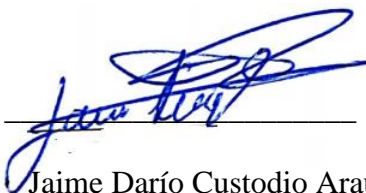
CARLOS AUGUSTO CUICHÁN MORALES

Quito, enero del 2018

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotros, Jaime Darío Custodio Araujo con documento de identificación N° 1720820271 e Irene Alexandra Sánchez Reyes con documento de identificación N° 17200873335, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de titulación intitulado: **DESARROLLO DE UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN ANÁLOGO UHF PARA LA COOPERATIVA DE TRANSPORTES “MEJÍA” ENTRE MACHACHI Y SANTO DOMINGO**, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Electrónico e Ingeniera Electrónica, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.



Jaime Darío Custodio Araujo
C.I. 1720820271



Irene Alexandra Sánchez Reyes
C.I. 1720087335

Quito, enero del 2018

DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR/A

Yo, declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el trabajo de titulación, **DESARROLLO DE UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN ANÁLOGO UHF PARA LA COOPERATIVA DE TRANSPORTES “MEJÍA” ENTRE MACHACHI Y SANTO DOMINGO**, realizado por Jaime Darío Custodio Araujo e Irene Alexandra Sánchez Reyes, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana, para ser considerado como trabajo final de titulación.

Quito, enero del 2018

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Carlos Augusto Cuichán Morales', written over a horizontal line.

Carlos Augusto Cuichán Morales

DEDICATORIA

El presente Proyecto de Titulación se lo dedico a mi Dios, quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante, no desmayar en los problemas que se presentaban, y, sobretodo me dio fuerzas para seguir adelante en mi carrera cuando mucha gente pensó que no lo lograría, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento. A mis padres por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. A mi hermana que siempre vio un ejemplo en mí y eso fue una motivación más para seguir adelante.

Mi familia me ha dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

Irene Alexandra Sánchez Reyes

Dedico de forma muy especial a mi hermana Lourdes Custodio ya que es un pilar fundamental en mi crecimiento continuo y desarrollo profesional. Es una persona llena de virtudes y un gran corazón, quedaré de ti, infinitamente agradecido.

A mis padres Jorge Custodio y María Araujo quienes siempre me supieron guiar y apoyar en todo momento, y a mis hermanos que son personas a las que admiro, aprecio y siempre me han ofrecido el amor y calidez de la familia a la cual amo.

Jaime Darío Custodio Araujo

AGRADECIMIENTOS

Nuestro sincero agradecimiento a la Universidad Politécnica Salesiana por permitirnos ser parte de la Institución y que mediante los diferentes docentes que compartieron sus conocimientos y experiencias profesionales nos guiaron para ser buenos profesionales.

Un agradecimiento especial para el Ingeniero Carlos Cuichán quien fue tutor para el desarrollo de nuestro tema de titulación, nos supo guiar, compartió conocimientos, experiencias y fue un apoyo constante para la finalización del mismo.

Agradecemos a todas las personas que formaron parte de nuestras vidas a lo largo de nuestra carrera, familiares, amigos y compañeros, que cada día vieron el sacrificio realizado para la culminación de la misma.

Finalmente, al señor Humberto Zapata Gerente de la Cooperativa de Transportes “MEJÍA” en cual confió en nosotros para la realización del proyecto de titulación en su prestigiosa empresa, dándonos todas las facilidades pertinentes para la culminación del mismo.

ÍNDICE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR.....	ii
DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR/A.....	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTOS	v
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	3
DESCRIPCIÓN Y ESTADO ACTUAL DE OPERACIÓN DEL SISTEMA DE COMUNICACIÓN DE LA COOPERATIVA DE TRANSPORTES DE BUSES “MEJÍA”	3
1.1. Definición de la cooperativa.....	3
1.2. Sistema de comunicación actual.....	5
1.2.1. Red de radiocomunicación de la Cooperativa de Transportes de Buses “MEJÍA”	6
1.2.2. Red Machachi - Quito.....	6
1.2.3. Problemas en la Ruta.....	8
1.2.4. Nueva red Machachi – Santo Domingo	10
1.3. Falencias y potencialidades	11
1.4. Objetivos	12

1.4.1.	Objetivo general	12
1.4.2.	Objetivos específicos	12
CAPITULO 2.....		13
DISEÑO DE LA PROPUESTA DEL SISTEMA DE COMUNICACIÓN ANÁLOGO UHF PARA LA COOPERATIVA DE TRASNPOTES MEJÍA ENTRE MACHACHI SANTO-DOMINGO		13
2.1.	Descripción de la simulación del nuevo sistema.....	13
2.2.	Estructura del sistema.....	14
2.2.1.	Circuito Atacazo – Santa Rosa.....	15
2.2.2.	Circuito Atacazo-Santo Domingo.....	16
2.3.	Ubicaciones de estaciones fijas	16
2.3.1.	Estación Santa Rosa	17
2.3.2.	Estación Atacazo	17
2.4.	Simulación del sistema propuesto	18
2.4.1.	Simulación del Enlace Repetidor/Base	18
2.4.2.	Simulación de la Cobertura del Repetidor	26
2.5.	Estaciones móviles	28
2.6.	Selección de dispositivos.....	29
2.6.1.	Repetidores.....	29
2.6.2.	Duplexores	29
2.6.3.	Radio Móvil/Portátil.	30

CAPITULO 3.....	32
IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA	32
3.1. Implementación de las repetidoras y duplexores.....	32
3.1.1. Descripción del Equipo Repetidor	34
3.1.2. Características Técnicas.....	34
3.1.3. Instalación de la Repetidora.....	34
3.2. Implementación de Antenas	35
3.2.1. Ubicación	36
3.2.2. Características técnicas de la Antena.....	36
3.2.3. Instalación de las antenas.....	37
3.3. Implementación de la estación móvil.....	38
3.3.1. Descripción de la estación Móvil.....	39
3.3.2. Características del sitio de implementación.....	39
3.3.3. Configuración de Radios Móviles.....	40
CAPITULO IV.....	43
PRUEBAS Y RESULTADOS	43
4.1. Pruebas de funcionamiento en la repetidora y duplexor	44
4.2. Pruebas de funcionamiento en la central base.....	46
4.3. Pruebas de funcionamiento en los móviles	46
4.4. Resultados obtenidos	47
CONCLUSIONES	49

RECOMENDACIONES 51

REFERENCIAS 52

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1.1 Rutas de servicio de la Cooperativa “MEJIA”	3
Tabla 1.2.2.1 Equipos Utilizados para la ruta Machachi-Quito	6
Tabla 1.2.3.1 Ubicación de zonas con pérdidas de señal	8
Tabla 2.1.1 Características Técnicas de la nueva ruta	14
Tabla 2.3.1 Ubicación de las instalaciones del sistema de comunicación	16
Tabla 2.4.1.1 Parámetros de ubicación	20
Tabla 2.4.1.2 Propiedades de las estaciones	21
Tabla 2.4.1.3 Configuración "Membership"	22
Tabla 2.4.1.4 Parámetros ingresados en la pestaña Systems	23
Tabla 2.4.1.5 Características Radio link	24
Tabla 2.4.2.1 Parámetros de Cobertura	27
Tabla 2.6.1.1 Repetidores	29
Tabla 2.6.2.1 Duplexores	30
Tabla 2.6.3.1 Radios móviles	30
Tabla 3.1.3.1 Parámetros de la repetidora	35
Tabla 3.2.2.1 Longitud de los conductores	37
Tabla 4.4.1 Comparación de datos	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.2.2.1 Enlace Pichincha - Santa Rosa	7
Figura 1.2.3.1 Castillo de Amaguaña.....	9
Figura 1.2.3.2 Parque San Pedro de Amaguaña.....	9
Figura 1.2.3.3 Sector la Moya.....	10
Figura 1.2.3.4 Zonas con pérdida de señal.....	10
Figura 2.2.1.1Atacazo - Santa Rosa.....	15
Figura 2.2.2.1Circuito Atacazo - Santo Domingo.....	16
Figura 2.3.1.1Santa Rosa	17
Figura 2.3.2.1Cerro Atacazo	18
Figura 2.4.1.1 Radio Mobile	19
Figura 2.4.1.2 Barra de herramientas.....	19
Figura 2.4.1.3 Map properties	19
Figura 2.4.1.4 Quito	20
Figura 2.4.1.5 Configuraciones de estaciones.....	21
Figura 2.4.1.6 Estaciones creadas	21
Figura 2.4.1.7 Configuración del enlace	22
Figura 2.4.1.8 Parámetros	23
Figura 2.4.1.9 Radio Enlace.....	24
Figura 2.4.1.10 Características del enlace.....	24
Figura 2.4.1.11Selección tipo de vista	25

Figura 2.4.1.12 Vista del radio enlace en Google Earth	26
Figura 2.4.2.1 Parámetros de Cobertura.....	27
Figura 2.4.2.2 Cobertura del radio enlace	28
Figura 2.4.2.3 Escala de Sensibilidad del receptor	28
Figura 2.6.3.1 Equipos en las estaciones.....	31
Figura 3.1.1 Repetidora.....	32
Figura 3.1.2 Duplexor	33
Figura 3.1.3 Caseta en Cerro Atacazo.....	33
Figura 3.2.1 Antena.....	35
Figura 3.2.1.1 Caseta.....	36
Figura 3.2.2.1 Antena Dipolo Doblado.....	36
Figura 3.2.3.1 Implementación Antena.....	38
Figura 3.3.1 Estación Santa Rosa.....	38
Figura 3.3.2.1 Central Base.....	39
Figura 3.3.3.1 Profesional Radio CPS	40
Figura 3.3.3.2 Lectura del Radio.....	40
Figura 3.3.3.3 Ingreso de clave	41
Figura 3.3.3.4 Ingreso de Frecuencias	41
Figura 3.3.3.5 Radio Móvil	42
Figura 4.0.1 Elementos del enlace	43
Figura 4.1.1 Prueba con repetidora	44

Figura 4.1.2 Analizador de espectros y Duplexor.....	45
Figura 4.1.3 Medida de potencia.....	45
Figura 4.2.1 Pruebas Central Base	46
Figura 4.3.1 Pruebas con Radio	47

RESUMEN

La Cooperativa de Transporte de Buses “MEJÍA” se caracteriza por brindar servicio de transporte en las poblaciones de Machachi – Quito; sin embargo, el crecimiento de la empresa ha ido de la mano con el incremento de usuarios de buses por lo que se ve en la necesidad de incrementar nuevas rutas una de ellas es a la ciudad de Santo Domingo de Tsáchilas en un servicio ejecutivo. Sin embargo, esto trajo problemas con el sistema que anteriormente se usaba ya que no permitía la expansión de la cobertura al sector deseado.

El presente trabajo propone mejorar el estado del sistema de comunicación mediante estudio previo de la expansión de cobertura a la zona, para esto se lleva a cabo un análisis de los lugares tentativos para la colocación de equipamiento de comunicación como verificar recursos disponibles para la implementación. El diseño propuesto se lo realizó mediante una simulación previa al enlace a realizar, dicha comprobación permitió determinar un sistema de comunicación idóneo y que la implementación sea realizada con efectividad.

Los valores obtenidos en la simulación se encuentran dentro del rango requerido en cuanto a cobertura y potencia de recepción necesarios para el normal funcionamiento del sistema, con esto se determina que el enlace es viable para los requisitos presentados por parte de la Cooperativa de Transportes “MEJÍA”, además se realizaron pruebas de verificación de la señal con un equipamiento altamente calificado para comprobar la efectividad del enlace y su exitosa comunicación por parte de los transportistas y la central base, permitiendo que en la nueva ruta haya más control y seguridad del servicio brindado.

Palabras claves: sistema, comunicación, UHF (ultra high frequency), cooperativa, transporte

ABSTRACT

This project specifically details the design and implementation of a UHF radio communication system between the populations of Machachi-Santo Domingo de los Tsáchilas, also describes the shortcomings that it had before the new study of the communication system of the Cooperativa de Transportes. "MEJÍA" for the improvement of the service it provides.

The Bus Transportation Cooperative "MEJÍA" is characterized by providing transportation service in the towns of Machachi - Quito, however, the growth of the company has gone hand in hand with the increase of bus users so it is necessary. to increase new routes one of them is to the city of Santo Domingo de Tsachilas in an executive service. However this brought problems with the system that was previously used since it did not allow the expansion of the coverage to the desired sector.

The present project proposes to improve the state of the communication system through previous study of the expansion of coverage to the aforementioned area for this is carried out an analysis of the tentative places for the placement of communication equipment as verifying resources available for implementation. The proposed design was carried out by means of a simulation prior to the link to be made, this check allows to determine a suitable communication system and that the implementation is carried out effectively.

The values obtained in the simulation are compared with the values obtained in the engineering study carried out for the granting of the new frequency, with this it is determined that the link is viable for the requirements presented by the Cooperativa de Transportes "MEJÍA", In addition, signal verification tests were carried out with highly qualified equipment to verify the effectiveness of the link and its successful communication by the carriers and the central base, allowing the new route to have more control and security of the service provided.

Keywords: system, communication, UHF (ultra high frequency), cooperative, transport

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, las empresas de transporte se ven en la necesidad de comunicarse en los sitios donde ha sido designado su recorrido, por tal motivo es necesario realizar un estudio el cual permita utilizar el espectro radioeléctrico en la banda UHF con el que se tiene una disponibilidad de tiempo en todo momento durante todo el día, estas frecuencias son otorgadas por la Agencia de Regulación de Telecomunicaciones ARCOTEL, sin embargo también es pertinente analizar los sectores donde se necesita tener una cobertura total de sistemas de comunicación como son: características geográficas del terreno, disponibilidad de servicio, área de cobertura, factibilidad del enlace y costos del equipamiento.

La Cooperativa de Transportes “MEJÍA” ofrece servicios de transporte en la Provincia de Pichincha en las localidades de Machachi- Quito, específicamente; sin embargo, el crecimiento de la empresa ha sido paulatino al número de usuarios ocupantes de las unidades de transporte por lo que es necesario realizar cambios en el sistema de comunicación. La Cooperativa propone un servicio ejecutivo hacia la ciudad de Santo Domingo de los Tsáchilas por lo que es pertinente implementar un sistema nuevo de comunicación para mejorar el servicio prestado con la verificación de falencias y potencialidades del mismo para su mejoramiento.

El presente trabajo propone el desarrollo de un sistema de comunicación UHF para la Cooperativa de Transportes de Buses “MEJÍA” entre las poblaciones Machachi y Santo Domingo, dividido en cuatro capítulos, donde, en el primer capítulo se detalla específicamente los antecedentes de la cooperativa falencias, potencialidades del sistema con el cual han estado trabajando desde la fundación de la misma.

El segundo capítulo detalla el proceso del diseño de la propuesta del sistema de comunicación análogo UHF para la Cooperativa de Transportes “MEJÍA” entre Machachi y Santo Domingo, se muestran los requerimientos así como las especificaciones técnicas de los nuevos equipos a implementar y la verificación de viabilidad del enlace. Además se analizan las falencias del enlace entre Machachi - Quito.

El tercer capítulo presenta la propuesta de la implementación del sistema de comunicación UHF, en el cual se detalla los equipos obtenidos por parte de la Cooperativa “MEJÍA” y la respectiva colocación en las diferentes casetas como son la del Cerro Atacazo, en el sector de Santa Rosa y en la central base, se indica las configuraciones realizadas en los diferentes equipos (repetidores, duplexores, radios móviles) así como los parámetros de fabricación de las antenas.

El cuarto capítulo describe las pruebas realizadas en los equipos instalados en las casetas, además se realiza la programación de los equipos móviles para cada unidad de transporte y se comprueba el correcto funcionamiento del enlace mediante el equipamiento de monitoreo de la señal dando como resultado la cobertura al cien por ciento en las zonas requeridas.

Las conclusiones y recomendaciones se basan en los objetivos planteados para el desarrollo de este trabajo, así como observaciones técnicas en la implementación del enlace.

CAPÍTULO I

DESCRIPCIÓN Y ESTADO ACTUAL DE OPERACIÓN DEL SISTEMA DE COMUNICACIÓN DE LA COOPERATIVA DE TRANSPORTES DE BUSES “MEJIA”

La Cooperativa de Transporte de buses “MEJÍA” actualmente se encuentra operando en un sistema de comunicación UHF análogo entre las ciudades de Machachi - Quito. Para realizar la expansión del sistema de comunicación análogo a la ruta Machachi y Santo Domingo es necesario un estudio de ingeniería dentro del área de cobertura, tomando como requisito la nueva ubicación de equipos de comunicación que cumplan con los niveles de intensidad de campo [dB μ V/m] de señal que se requiere para trabajar en modo análogo definidos por el sistema de regulación nacional regido por el ARCOTEL.

1.1. Definición de la cooperativa

La Cooperativa de Transportes de Buses “MEJÍA” es una empresa que brinda servicio de transporte en la Provincia de Pichincha, fue fundada el 13 de Diciembre de 1946, posee 55 unidades en funcionamiento que constan de un equipamiento único para cada unidad, la cual tiene dos personas a cargo por unidad siendo un total aproximado de 110 empleados.

Las rutas correspondientes de la cooperativa se especifican en la siguiente Tabla (Agencia Nacional de Tránsito, 2016):

Tabla 1.1.1 Rutas de servicio de la Cooperativa “MEJIA”

	NOMBRE/ IDENTIFICACION	PUNTO DE ORIGEN DE RUTA	PUNTO DE DESTINO DE RUTA	TERMINAL	LONGITUD (Km)
1	RUTA: MACHACHI-QUITO	MACHACHI	QUITO	QUITUMBE	49,9
2	RUTA: QUITO-MACHACHI	QUITO	MACHACHI	QUITUMBE	49,9

3	RUTA: MACHACHI- SAQUISILI	MACHACHI	SAQUISILI	SIN TERMINAL	43,4
4	RUTA: SAQUISILI- MACHACHI	SAQUISILI	MACHACHI	SIN TERMINAL	43,4
5	RUTA: MACHACHI- LATACUNGA	MACHACHI	LATACUN A	LA TACUNGA	55,3
6	RUTA: LATACUNGA- MACHACHI	LATACUNGA	MACHACHI	LA TACUNGA	55,3
7	RUTA: BARRIO LA ESTACION-ALAOSI- QUITO	BARRIO LA ESTACION	QUITO	QUITUMBE	32
8	RUTA: BARRIO SAN AGUSTIN-QUITO	BARRIO SAN AGUSTIN	QUITO	QUITUMBE	7
9	RUTA: MACHACHI- TAMBILLO	MACHACHI	TAMBILLO	SIN TERMINAL	18,6
10	RUTA: TAMBILLO- MACHACHI	TAMBILLO	MACHACHI	SIN TERMINAL	18,6
11	RUTA: BARRIO GUITIG- QUITO	BARRIO GUITIG	QUITO	QUITUMBE	37
12	RUTA: QUITO-BARRIO GUITIG	QUITO	BARRIO GUITIG	QUITUMBE	37
13	RUTA: BARRIO LA MOYA-QUITO	BARRIO LA MOYA	QUITO	QUITUMBE	34
14	RUTA: QUITO-BARRIO LA		BARRIO LA	QUITUMBE	34

	MOYA	QUITO	MOYA		
15	RUTA: BARRIO CULALA- QUITO	BARRIO CULALA	QUITO	QUITUMBE	33
16	RUTA: QUITO-BARRIO CULALA	QUITO	BARRIO CULALA	QUITUMBE	33
17	RUTA: BARRIO PINLLO CRUZ-QUITO	BARRIO PINLLO CRUZ	QUITO	QUITUMBE	32
18	RUTA: QUITO-BARRIO PINLLO CRUZ	QUITO	BARRIO PINLLO CRUZ	QUITUMBE	32
19	RUTA: BARRIO MURCO- QUITO	BARRIO MURCO	QUITO	QUITUMBE	23
20	RUTA: QUITO-BARRIO MURCO	QUITO	BARRIO MURCO	QUITUMBE	23

Fuente: Agencia Nacional de Tránsito

1.2. Sistema de comunicación actual

La Cooperativa consta de licencias de operación para sistemas de radio análogo que fueron otorgadas por la Agencia de Control y Regulación de las Telecomunicaciones (ARCOTEL), lo que permite seguridad reglamentaria en el uso del espectro radioeléctrico. La Cooperativa se encuentra respaldada con tecnología en las plataformas de hardware, lo que permite a los transportistas estar legalmente calificados para la utilización de la frecuencia en el rango autorizado (Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones, 2016).

1.2.1. Red de radiocomunicación de la Cooperativa de Transportes de Buses “MEJÍA”

El sistema de comunicación posee centrales bases que se encuentran ubicadas en zonas estratégicas para la radiocomunicación móvil terrestre en los rangos de frecuencia UHF, también consta de casetas de comunicación, utiliza equipos de radio base Motorola analógicos.

El sistema de radiocomunicación se encuentra operando entre las ciudades de Machachi y Quito; específicamente el servicio análogo en la Parroquia de Santa Rosa posee una repetidora ubicada en este sector. La finalidad de implementar este sistema, es mantener una cobertura de comunicación entre las unidades y la central durante todo el recorrido de la ruta Machachi - Santo Domingo. En estas poblaciones el sistema de comunicación que se ofrece es analógico móvil terrestre.

1.2.2. Red Machachi - Quito.

El sistema con el que cuenta en la actualidad la Cooperativa de Transportes “MEJÍA”, provee comunicación desde la ciudad de Machachi hacia la ciudad de Quito incluyendo Los Valles; constituida por un sistema de dos repetidora las cuales se encuentran en una caseta ubicada en la montaña Pichincha y en la central base en Santa Rosa.

En la tabla 1.2.2.1 se muestran los equipos y las características de repetición utilizados en el sistema actual de comunicación, los mismos que fueron propuestos por el técnico a cargo.

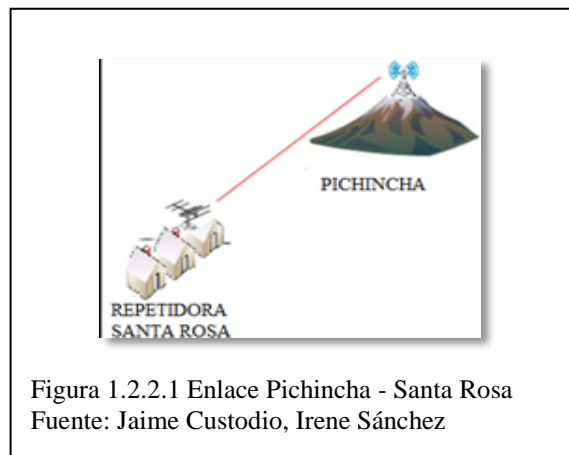
Tabla 1.2.2.1 Equipos Utilizados para la ruta Machachi-Quito

EQUIPO	MARCA/MODELO	CARACTERÍSTICAS
Repetidora	Kenwood TK-850-2	Rango alto
Duplexor	SYNCLAIR 4 cavidades	Recepción y transmisión
Antena Unidireccional	8 DIPOLOS	Metálica , con cable

Radios Fijos	(ENLACE) Motorola PRO5100	Radio en banda UHF rango de frecuencia 450-520 MHz
Fuente de Poder con cargador de batería	ASTRON de 20 A	Fuente reguladora de 110 A.C. a 13.8V en D.C
Antena Yagui	6 elementos	Metálica con cable

Fuente: Jaime Custodio, Irene Sánchez.

En la Figura 1.2.2.1 se muestra el enlace del sistema de radiocomunicación de la ruta Machachi - Quito, visualizando la línea de vista entre la montaña Pichincha y la central base Santa Rosa.



La Cooperativa de Transportes “MEJÍA”, tiene estatutos con los que se rigen todos los socios, los cuales tienen que cancelar un monto mensual para el mantenimiento de la central base, tickets de registro de usuarios y gastos de la misma Cooperativa incluyendo el sueldo del personal. Para esto se designó el cambio de tono de codificación mensual para el control del pago de los socios de las diferentes unidades.

Para los socios que no cancelan el respectivo valor mensual no se les autoriza el cambio de tono por lo que ciertas unidades tenían una recepción con fallo por parte de la operadora de la central base; en los sectores descritos, anteriormente, perdían la comunicación en su totalidad. El motivo es que al estar en la misma frecuencia se puede escuchar lo que están transmitiendo pero no retornar comunicación ya que no está en el tono de codificación programado para el mes correspondiente, se realizó la

respectiva valoración de las unidades con estos fallos y se les indico que deben cancelar el valor adeudado y posteriormente se procede a la programación del equipo móvil.

Para la ruta de Machachi - Quito los equipos están programados en la frecuencia Rx 493.825 con el tono 131 y Tx 499.825 con el tono 162.

1.2.3. Problemas en la Ruta

El sector de Los Valles presenta una comunicación casi sin fallos, ya que en la ubicación de la Moya $0^{\circ}17'57.8''S$ $78^{\circ}28'19.2''W$ y Amaguaña $0^{\circ}22'57.122'' S$ $78^{\circ}31'23,267'' W$, se presentan pérdidas de la señal, mientras las unidades de transporte se encuentran realizando la ruta en estos sectores.

Los puntos de fallo determinados fueron mediante entrevistas verbales con los choferes de las unidades y constatados por los autores mediante radios portátiles que fueron adquiridos por préstamo de parte del técnico a cargo de la Cooperativa “MEJIA”, y se verificó que en los sectores descritos a continuación se pierde la comunicación por la interferencia de otras señales.

En la Tabla 1.2.3.1 se muestra las localidades exactas donde se presentan fallos en la comunicación para el sector de los valles.

Tabla 1.2.3.1 Ubicación de zonas con pérdidas de señal

Localidad	Sector	Latitud	Longitud
Amaguaña	Castillo de Amaguaña	$0^{\circ}23'13,884'' S$	$78^{\circ}30'53,373'' W$
Amaguaña	Parque San Pedro Amaguaña	$0^{\circ}22'32,007'' S$	$78^{\circ}30'21,572'' W$
Moya	José Placido Caamaño	$0^{\circ}18'4,04'' S$	$78^{\circ}28'6,543'' W$

Fuente: Jaime Custodio, Irene Sánchez.

En las siguientes Figuras 1.2.3.1, 1.2.3.2 y 1.2.3.3 se muestra la ubicación de los puntos con fallo mediante el uso del software Google Maps, el cual permite una mejor visualización de donde se presenta las perturbaciones al momento de la comunicación en transmisión Tx y recepción Rx de la señal.



Figura 1.2.3.1 Castillo de Amaguaña
Fuente: Jaime Custodio, Irene Sánchez.



Figura 1.2.3.2 Parque San Pedro de Amaguaña
Fuente: Jaime Custodio, Irene Sánchez

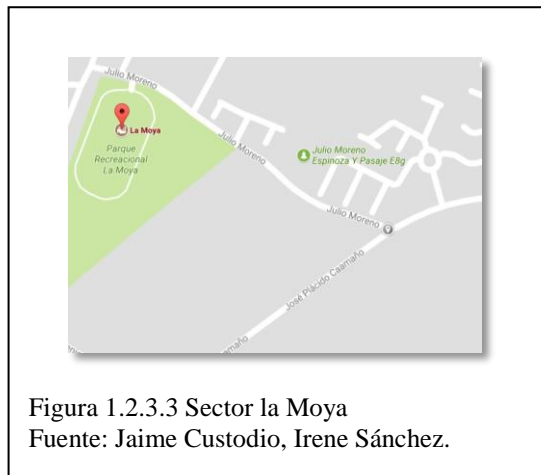


Figura 1.2.3.3 Sector la Moya
Fuente: Jaime Custodio, Irene Sánchez.

En la Figura 1.2.2.4 se muestra los puntos interferentes de manera general en el recorrido de la ruta Machachi - Quito sector Valle de los Chillos.

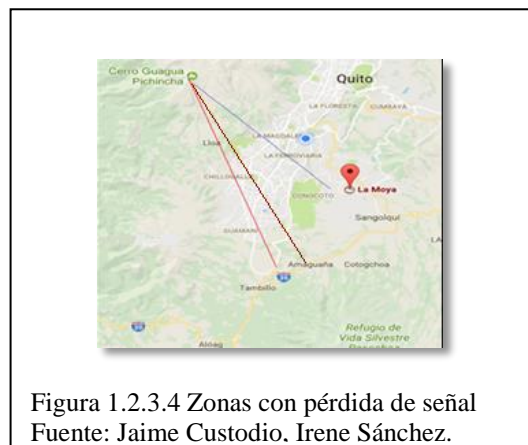


Figura 1.2.3.4 Zonas con pérdida de señal
Fuente: Jaime Custodio, Irene Sánchez.

1.2.4. Nueva red Machachi – Santo Domingo

A causa del incremento de prestación de servicios, la Cooperativa de Transportes “MEJÍA” ha decidido ampliar el sistema de cobertura a la ciudad de Santo Domingo de los Tsáchilas. Por lo que es necesario la ampliación de la zona de cobertura para la ruta entre las poblaciones de Machachi y Santo Domingo de los Tsáchilas y mejorar la comunicación entre las poblaciones Machachi - Quito.

Para la ampliación de la cobertura en la ruta mencionada, es necesario diseñar e implementar un sistema de comunicación análogo UHF, el cual consta de un repetidor ubicado en una zona estratégica dentro de la ruta que se desea cubrir, a la cual tendrán

acceso los terminales de radio para permitir la comunicación entre las unidades de transporte y la central base. La ubicación del repetidor y su configuración al igual que de las terminales de radio, depende de la verificación realizada a las frecuencias y demás parámetros asignados por la ARCOTEL. Los terminales de radio y la repetidora serán seleccionadas por las características que mejor se adecuen a los requerimientos.

1.3. Falencias y potencialidades

La Cooperativa de Transportes “MEJÍA”, principalmente brinda servicios de transporte de pasajeros entre las poblaciones de Machachi y Quito; sin embargo, también cuenta con un servicio ejecutivo hacia la población de Santo Domingo de los Tsáchilas. Para el control de la ruta entre Machachi y Quito, la Cooperativa posee un sistema de comunicación que consta de un equipamiento en sistema análogo lo que permite una prestación de servicio de comunicaciones entre las unidades de transporte.

Dicho sistema es de carácter privado fijo/móvil terrestre analógico UHF, y su cobertura de comunicación, dentro de las zonas mencionadas, presenta interferencia, la cual, limita la transmisión de información entre los transportistas y la central base de la Cooperativa ubicada en Machachi, pese a todo esto es funcional para la entidad.

Para la ruta entre las poblaciones de Machachi y Santo Domingo de los Tsáchilas no existe sistema de comunicación alguno que brinde los servicios de comunicaciones necesarios en la ruta entre las unidades y la central base

La principal desventaja que presenta la red que posee la Cooperativa de Transportes “MEJÍA” en la ruta Machachi - Quito es la pérdida de señal en ciertos sectores del Valle de los Chillos.

El presente trabajo propone, implementar un sistema que tenga cobertura completa en la nueva ruta para que las unidades y la central base posean comunicación en todo momento mientras recorren la nueva ruta, y pueda brindar cobertura en las zonas en las que el sistema actual tiene problemas de comunicación.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

- Desarrollar un sistema de comunicación análogo UHF para la Cooperativa de Transportes “MEJÍA” entre las poblaciones de Machachi y Santo Domingo.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar el estado actual del Sistema de comunicación de la Cooperativa en las rutas existentes.
- Obtener un diseño para un sistema de comunicación análogo UHF para la Cooperativa de Transportes “MEJÍA” entre las poblaciones Machachi y Santo Domingo de los Tsáchilas, mediante el mejoramiento del estudio técnico para la obtención de frecuencias.
- Implementar el sistema de comunicación propuesto para la Cooperativa de Transportes “MEJÍA” entre las poblaciones Machachi y Santo Domingo de los Tsáchilas.
- Verificar el funcionamiento del sistema mediante pruebas entre los transportistas y la central base mediante el uso de radios fijo/móvil.

CAPITULO 2

DISEÑO DE LA PROPUESTA DEL SISTEMA DE COMUNICACIÓN ANÁLOGO UHF PARA LA COOPERATIVA DE TRANSPORTES MEJÍA ENTRE MACHACHI SANTO-DOMINGO

En este capítulo se realiza el diseño del nuevo sistema de comunicación UHF para la Cooperativa de Transportes “MEJÍA”, por lo cual se debe tomar en cuenta los requerimientos así como las especificaciones técnicas de los nuevos equipos a emplearse.

Para el diseño del Sistema UHF se toma en cuenta factores importantes como son la ubicación de las casetas de comunicación, frecuencias previstas y otorgadas por la ARCOTEL, capacidad del sistema para los enlaces con las distintas zonas de cobertura.

2.1. Descripción de la simulación del nuevo sistema

En el sistema UHF previamente analizado se tiene en cuenta la ubicación del Cerro Atacazo el cual se ha determinado que es el más idóneo para que tenga línea de vista con la caseta de la Cooperativa ubicada en Santa Rosa, la simulación permite la verificación de dicha descripción, lo que facilita la implementación de los equipos de repetición.

A continuación se detalla los diferentes parámetros analizados de cada estación cuyos valores son ingresados en Software *Radio Mobile*. Los cuales representan la frecuencia en la que se trabaja, ancho de banda, potencia, tipo de señal para cada estación y modulación, en dichos parámetros consta la otorgación de frecuencias por la ARCOTEL para la comunicación del sistema, los parámetros se muestran en el ANEXO 1 (Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones, 2016).

En la Tabla 2.1.1 se resumen los principales parámetros establecidos en el contrato de concesión de frecuencia.

Tabla 2.1.1 Características Técnicas de la nueva ruta

N°	Frec. Tx	Frec Rx	Ancho de Banda	Poten	Tipo de Emisión	Modo de operación	Horario de trabajo	Áreas Asignadas	Derechos de Otorgamiento (USD)	Tarifa Mensual (USD)
2	501.5125 0	507.5125 0	12.50	15.00	12K5F3 EJN	SEMIDUP LEX	24 HORAS	CANTON MEJIA	23.43	13.70

Fuente: ARCOTEL estudio de ingeniería.

2.2. Estructura del sistema

Para efectuar el diseño del nuevo sistema de comunicación UHF, la Cooperativa de Transporte “MEJÍA”, presenta los siguientes requisitos, estos requisitos se consensuaron en una reunión de trabajo entre las partes mediante las necesidades que presenta la cooperativa con el nuevo sistema a implementar, cuyos acuerdos se muestran con mayor detalle en el Anexo 2.

- Análisis del estado actual de Cooperativa “MEJÍA” y se procede a la rectificación de fallos en la comunicación Machachi - Quito.
- Verificación del estudio de ingeniería previo para la adquisición de frecuencias otorgadas por la ARCOTEL y la frecuencia adquirida para utilizarla en el nuevo circuito.
- Diseño tentativo de las localidades donde se ubicará los equipos de repetición y los cálculos para el diseño de la antena para su fabricación a la frecuencia.
- Verificación de los equipos adquiridos por la Cooperativa e instalación en las zonas previstas para el enlace.
- Configuración y programación de los radios fijos y móviles de los socios, central base, y equipos de repetición.
- Verificación de la comunicación mediante equipamiento como waltimetro, analizador de espectros y por códigos de comunicación pertenecientes a la cooperativa.

El sistema propuesto debe enfocarse en cumplir los acuerdos establecidos en los ítems anteriores y para ello, se consideran dos circuitos distribuidos a lo largo de la nueva ruta: Circuito Atacazo - Santa Rosa, Circuito Atacazo - Santo Domingo.

El primer circuito se enfoca básicamente en la conexión de sistemas de repetición que serán colocados en las casetas destinadas al Cerro Atacazo y en el sector de Santa Rosa. El segundo circuito detalla principalmente la cobertura que alcanza la colocación de equipamiento de repetición a la ciudad de Santo Domingo de los Tsáchilas dando como idóneo el sistema de comunicación diseñado ya que alcanza la zona de cobertura deseada.

2.2.1. Circuito Atacazo – Santa Rosa

La caseta ubicada en Santa Rosa funciona tanto como una estación repetidora y transmisora a las bandas de frecuencia UHF en modo análogo, por parte de la ARCOTEL ha concedido las siguientes frecuencias: para transmisión 501.51250 [MHz] y para la recepción 507.51250 [MHz], las cuales ocuparan un ancho de banda de 12.50 [KHz] en modo de operación semidúplex.

En la actualidad la caseta ubicada en el sector de Santa Rosa posee una repetidora, duplexores y una torre con una antena de 8 dipolos la cual sirve para la comunicación entre las unidades y la estación base en la ruta de Machachi - Quito. En la Figura 2.2.1.1 se muestra el enlace entre el cerro Atacazo y Santa Rosa en línea de vista.

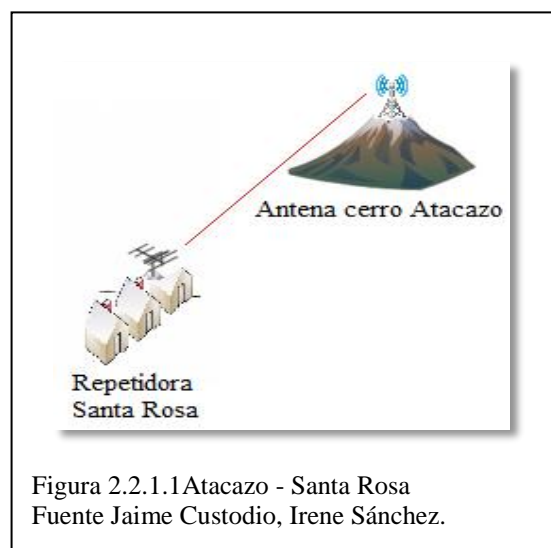
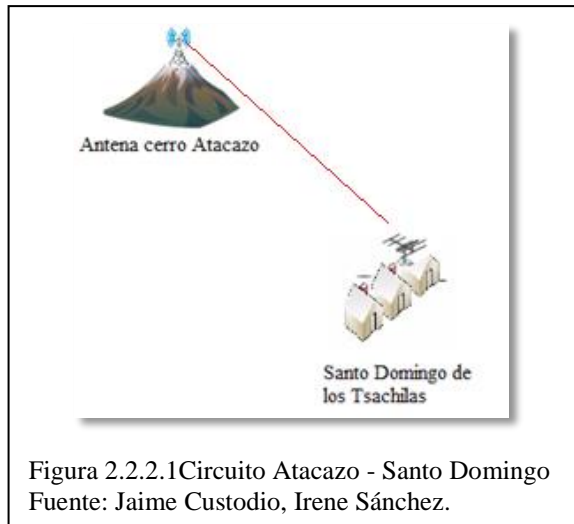


Figura 2.2.1.1Atacazo - Santa Rosa
Fuente Jaime Custodio, Irene Sánchez.

2.2.2. Circuito Atacazo-Santo Domingo.

En la Figura 2.2.2.1 se muestra un diagrama del sistema propuesto tomando en cuenta al Cerro Atacazo como sitio idóneo para la ubicación de la repetidora mostrando que el enlace tiene línea de vista con la población de Santo Domingo de los Tsáchilas.



2.3. Ubicaciones de estaciones fijas

En la Tabla 2.3.1 se muestran las coordenadas de las diferentes localidades del sistema de comunicación análogo y sus especificaciones. Estos sitios están definidos en función de la disponibilidad de la empresa. En estos sitios la Cooperativa cuenta con una propiedad arrendada (caseta Atacazo), una propiedad (Santa Rosa) donde se encuentra la caseta de repetición, y una casa de dos pisos donde se designa una habitación para el funcionamiento de la central base (Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones, 2016).

Tabla 2.3.1 Ubicación de las instalaciones del sistema de comunicación

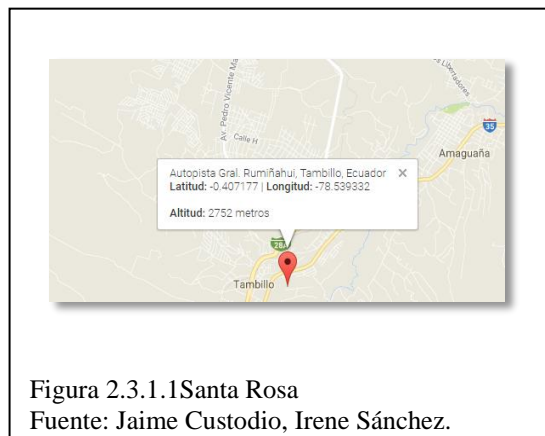
ESTACION	TIPO	LATITUD	LONGITUD	ALTURA
ESTACION BASE	ENLACE	0°30'47,52" S	78°34'1,45" W	2947 m
SANTA ROSA	REPETIDORA	0°23.0'19.0"S	78°32'21,594"W	2974 m
ATACAZO	ENLACE	0°21.338'00" S	78°37,186'00"W	4453 m

Fuente: Jaime Custodio, Irene Sánchez.

2.3.1. Estación Santa Rosa

Debido a la adquisición previa de una casa de dos pisos ubicada en el sector de Santa Rosa por medio de los representantes de la Cooperativa de Transportes “MEJÍA”, se realiza el montaje de la caseta de comunicación en este sector, en las coordenadas que se encuentran especificadas en la Tabla 2.3.1 En la caseta se realiza la respectiva instalación de los equipos de repetición, como de la implementación de la torre para la colocación de la antena y la ubicación de repetidoras y duplexores en sus respectivos estantes.

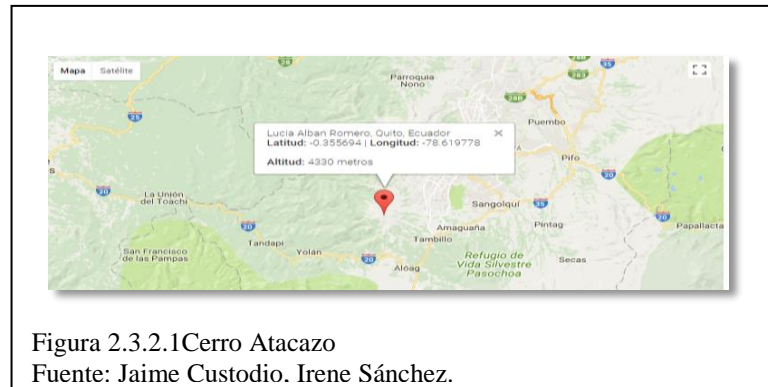
En la Figura 2.3.1.1 se muestra el punto donde se encuentra ubicada la caseta en el sector de Santa Rosa con la ayuda del software Google Maps para su mejor visualización en donde se encuentra las coordenadas en latitud y longitud de la misma.



2.3.2. Estación Atacazo

Mediante el alquiler de una caseta de comunicación, la cual se encuentra ubicada en el Cerro Atacazo, cuyo contrato fue realizado por medio de los representantes de la Cooperativa de Transportes “MEJÍA”, la misma consta de una estructura metálica incluyendo el techo y un recubrimiento de eternit, la ubicación de la misma se encuentra especificada en la Tabla 2.3.1 En esta caseta se realiza las respectivas instalaciones de los equipos de repetición, como la colocación de la torre, de la antena, repetidor y duplexor en sus respectivos estantes con una fuente de poder respectiva. Además, por precaución se instala un banco de baterías en el caso de que exista una falla eléctrica en el sector.

En la Figura 2.3.2.1 se muestra el punto donde se encuentra ubicada la caseta en el Cerro Atacazo con la ayuda del software Google Maps para su mejor visualización en donde se encuentra las coordenadas en latitud y longitud de la misma.



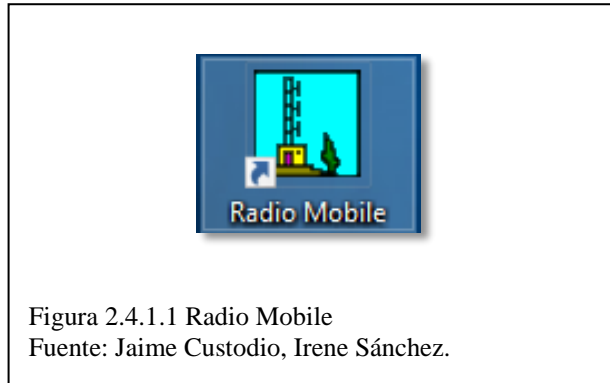
2.4. Simulación del sistema propuesto

2.4.1. Simulación del Enlace Repetidor/Base

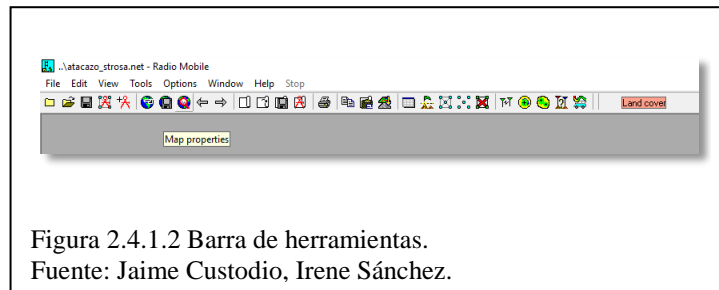
Para la simulación de las estaciones propuestas es necesario saber las coordenadas exactas de donde se ubican los equipos de repetición para tener un buen funcionamiento y determinar que el enlace es posible. Se utiliza el Software *Google Earth* para obtener las coordenadas de los puntos estratégicos como es en el Cerro Atacazo y Santa Rosa dando un análisis previo de la cobertura del sistema, del enlace y línea de vista.

Para la implementación es necesario determinar si el enlace es idóneo para las necesidades propuestas de la Cooperativa “MEJÍA”, por lo que es pertinente realizar el análisis previo con la ayuda del Software *Radio Mobile* el enlace tentativo.

- Descargar el Software que se utiliza para la simulación *Radio Mobile* (ETSIT-UPM, 2007).
- Abrir el software dando doble click en el icono que se muestra en la Figura 2.4.1.1.



- Seleccionar la opción de *Map Properties* en la barra de herramientas como se muestra en la Figura 2.4.1.2



- En la Figura 2.4.1.3, muestra la ventana donde se selecciona el lugar donde se requiere ubicar el mapa para el enlace, para seleccionar la ciudad de Quito se escoge *Select city name*, además se puede configurar la altura y el ancho del mapa seleccionado. En la Tabla 2.4.1.1 se muestra los parámetros ingresados para obtener la ubicación del mapa (Pascua, 2007).

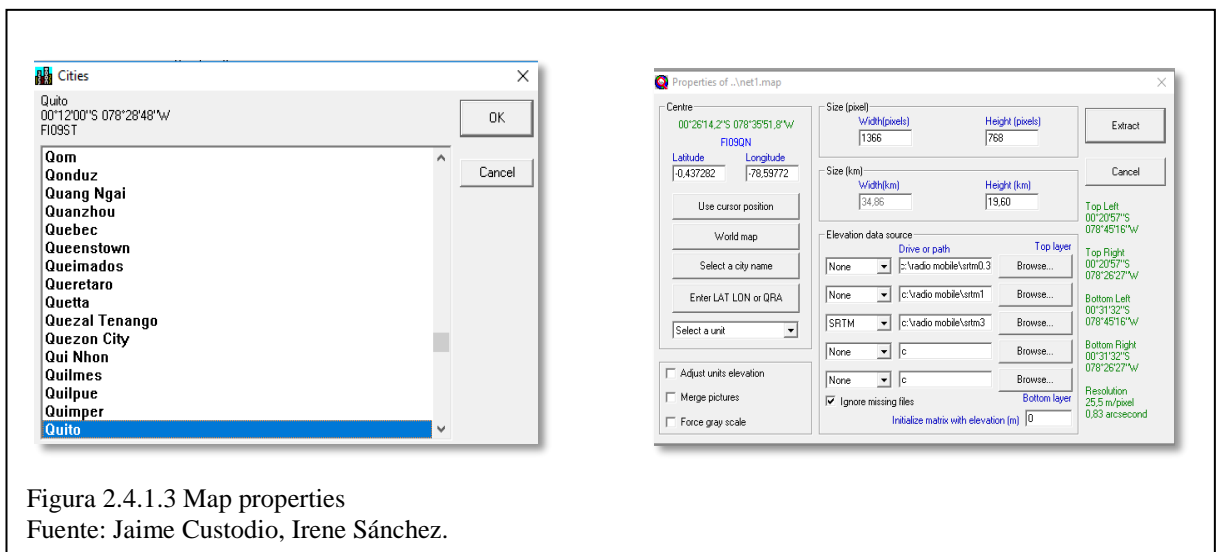
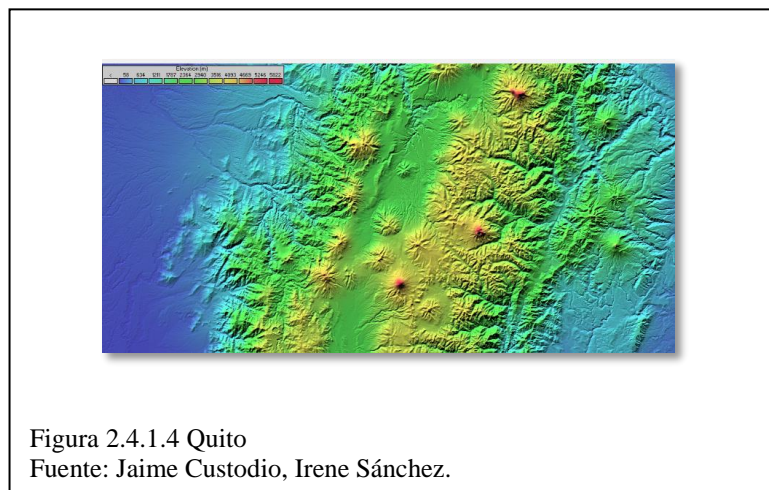


Tabla 2.4.1.1 Parámetros de ubicación

Centre		Size (pixell)		Size (km)	
Longitud	Latitud	Width (pixeles)	Height (pixeles)	Width (km)	Height (km)
-78,59772	-0,437282	1366	768	34,86	19,60

Fuente: Jaime Custodio, Irene Sánchez.

- En la opción *extract* se muestra el mapa de la ciudad de Quito, donde se ubica los sectores donde se realiza el enlace a implementar como se muestra en la Figura 2.4.1.4.



- Para colocar las estaciones sobre el mapa es necesario seleccionar la opción *Units properties*, donde se muestra la ventana que indica la Figura 2.4.1.5, aquí se configura las estaciones que se necesita crear, se les asignan nombres y mediante la opción *Enter LAT LON or QRA* se ingresa la ubicación, coordenadas de cada estación y la altura se calibra automáticamente. En la Tabla 2.4.1.2 se muestra la configuración para la creación de las estaciones (AlbertoZapataG., 2011).

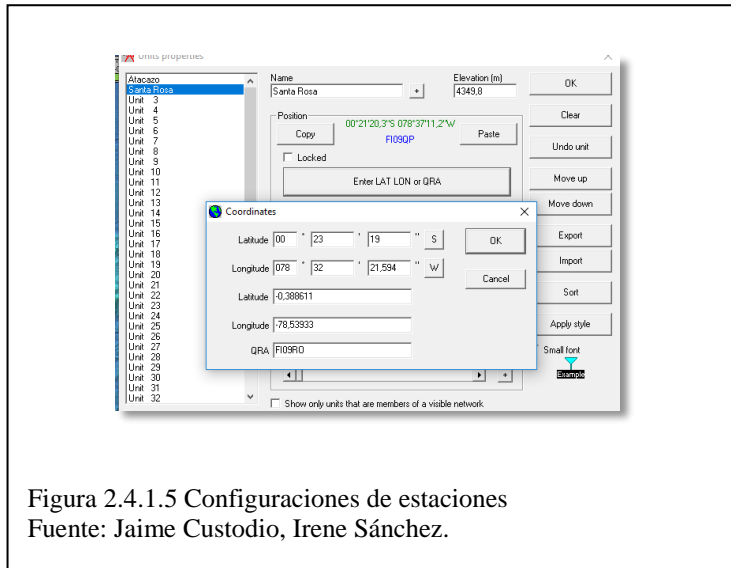


Figura 2.4.1.5 Configuraciones de estaciones
Fuente: Jaime Custodio, Irene Sánchez.

Tabla 2.4.1.2 Propiedades de las estaciones

Name	Santa Rosa	Atacazo
Elevation	4349	4453
Enter LAT LON or QRA	Latitude: 0°23.0'19.0"S	0°21'20.5"S
	Longitude: 78°32'21.594"W	78°37'11.2"W

Fuente: Jaime Custodio, Irene Sánchez.

- Como se puede apreciar en la Figura 2.4.1.6, se muestra las estaciones tentativas creadas sobre el mapa de Quito.



Figura 2.4.1.6 Estaciones creadas
Fuente: Jaime Custodio, Irene Sánchez

- La configuración del enlace entre las estaciones se realiza mediante la opción *Networks properties*, la cual despliega la ventana que se muestra en

la Figura 2.4.1.7, en la pestaña *Membership* se selecciona las estaciones que forman parte del enlace y se configura la altura de las antenas en la opción *Other* en el cuadro *Antenna height (m)*. En el cuadro "*Antenna direction*" se ubica la dirección hacia donde está apuntando la antena dependiendo de la estación en la que se encuentre. Los datos de configuración se muestran en la Tabla 2.4.1.3 (Ascariz, 2009).

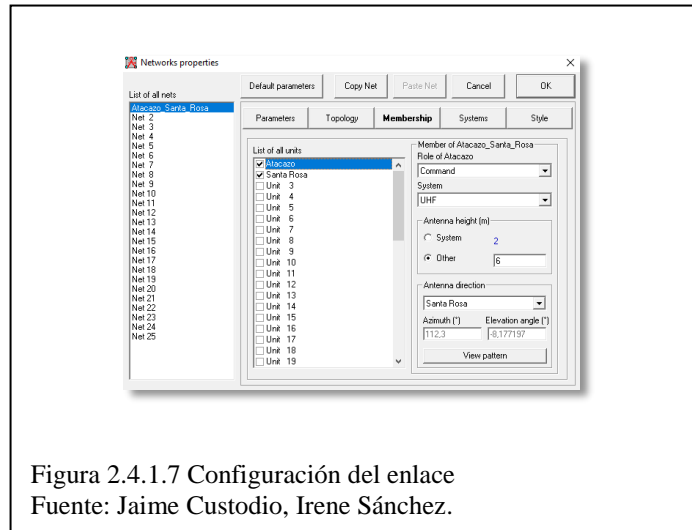


Tabla 2.4.1.3 Configuración "Membership"

Estacion	Altura de la antena (m)	Dirección de la antena	Sistema
Santa Rosa	26	Atacazo	UHF
Atacazo	6	Santa Rosa	UHF

Fuente: Jaime Custodio, Irene Sánchez.

- En la pestaña *Systems* se obtiene un radioenlace de UHF colocando la opción 01. Los parámetros para la comunicación configurados se muestran en la Tabla 2.4.1.4, los cuales permiten determinar la potencia de transmisión, umbral de recepción, pérdida de línea, tipo de antena, ganancia de la antena (Andres, 2015).

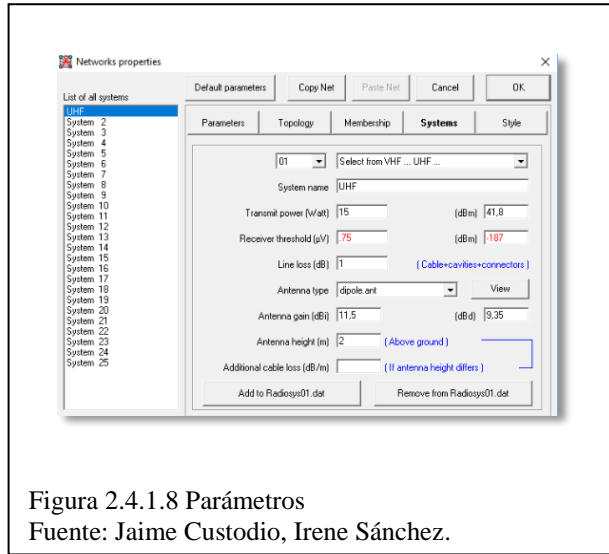


Figura 2.4.1.8 Parámetros
Fuente: Jaime Custodio, Irene Sánchez.

Tabla 2.4.1.4 Parámetros ingresados en la pestaña Systems

Systems	Select from VHF... UHF		
System name:	UHF		
Transmit power (watt)	15	Transmit power (dBm)	41,8
Reciver threshold (µV)	0,75	Reciver thershold (dBm)	-109,5
Line loss (dB)	1		
Antenna type	Dipole ant.		
Antena gain (dBi)	11,15	Antena gain (dBd)	9

Fuente: Jaime Custodio, Irene Sánchez.

- Una vez realizada la configuración de los diferentes parámetros se grafica en el mapa las estaciones con la línea de vista representada de color verde dando como idóneo el enlace, como se muestra en la Figura 2.4.1.9.

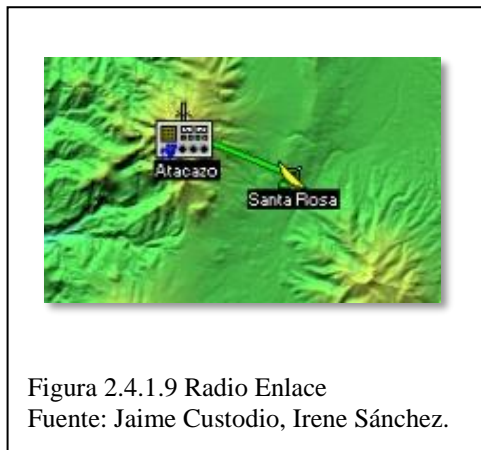


Figura 2.4.1.9 Radio Enlace
Fuente: Jaime Custodio, Irene Sánchez.

- Se observa la calidad de la señal ingresando en la opción *radio link* donde se indica las características del enlace, como se puede ver en la Figura 2.4.1.10. El nivel de Rx es idóneo en la simulación, compararlo con el nivel umbral requerido. Como muestra la Tabla 2.4.1.5 (Gomez, 2010).

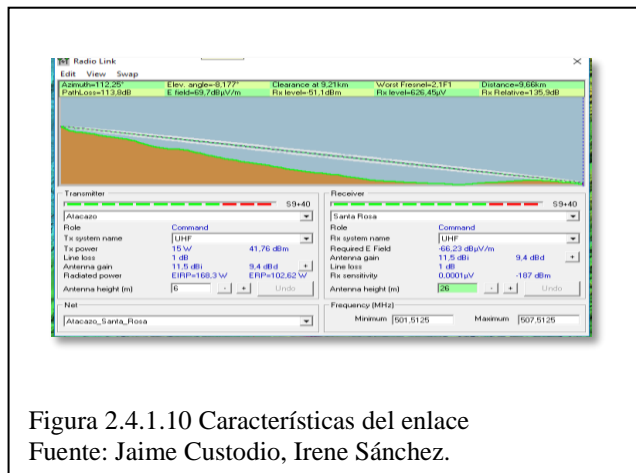


Figura 2.4.1.10 Características del enlace
Fuente: Jaime Custodio, Irene Sánchez.

Tabla 2.4.1.5 Características Radio link

Transmitter		Receiver	
Atacazo		Santa Rosa	
Tx system name	UHF	Rx system name	UHF
Tx power	15 w / 41,76 dBm	Required E field	11,62 dBµ V/m

Line loss	1 dB	Antenna gain	11,1 dBi / 9dBd
Antenna gain	11,1 dBi / 9 dBd	Line loss	1 dB
Radiated Power:	EIRP: 155.27 w ERP: 94,68 w	Rx sensitivy	0,75 μ V-109,5 dBm
Antenna heigh	5	Antenna height (m)	26
Net	Atacazo_SantaRosa	Frecuency (MHz):	
		Minimum: 501,5125	Maximum: 507,5125
Pérdidas totales en transmisión	118,4 dB		

Fuente: Jaime Custodio, Irene Sánchez.

Algunos de los datos que se muestra en la Tabla 2.4.1.5 se obtienen automáticamente al seleccionar la opción para un radio enlace UHF-VHF como son el PIRE, el campo eléctrico requerido (E). Las pérdidas de línea y la sensibilidad en recepción son valores determinados en el software para este tipo de enlaces, ya que lo considera como un enlace ideal.

- Dando click en la opción *Export to*, se despliega una pestaña que permite seleccionar la opción *Google Earth*, como se muestra en la Figura 2.4.1.11.

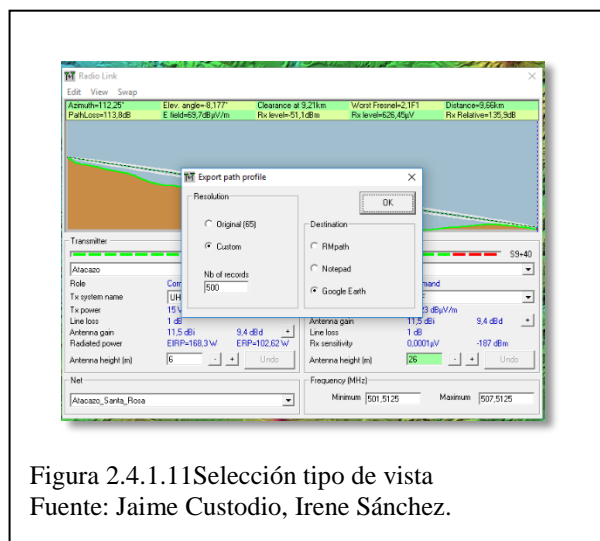
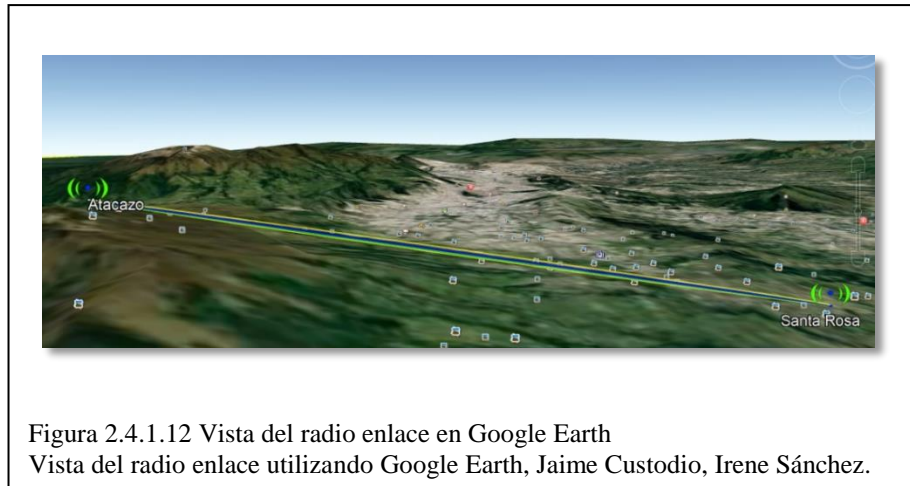


Figura 2.4.1.11 Selección tipo de vista
Fuente: Jaime Custodio, Irene Sánchez.

- El software Google Earth permite tener una mejor visualización del enlace en 3D, donde se encuentran los nombres de las distintas estaciones y la línea de comunicación entre el cerro Atacazo y Santa Rosa, como se indica en la Figura 2.4.1.12 (Gomez, 2010).



2.4.2. Simulación de la Cobertura del Repetidor

En la Figura 2.4.1.12 se muestra el enlace entre el cerro Atacazo y Santa Rosa dando como idónea la cobertura para implementar los equipos de repetición, cumpliendo con los requisitos de la Cooperativa “MEJÍA”.

Para obtener la cobertura del repetidor se selecciona la opción *Single polar Radio coverage*, a continuación en la opción *Plot* se marca la opción *Rainbow* que permite la gráfica de la cobertura en colores sobre el mapa y entre las estaciones creadas, como se muestra en la Figura 2.4.2.1 (Gomez, 2010).

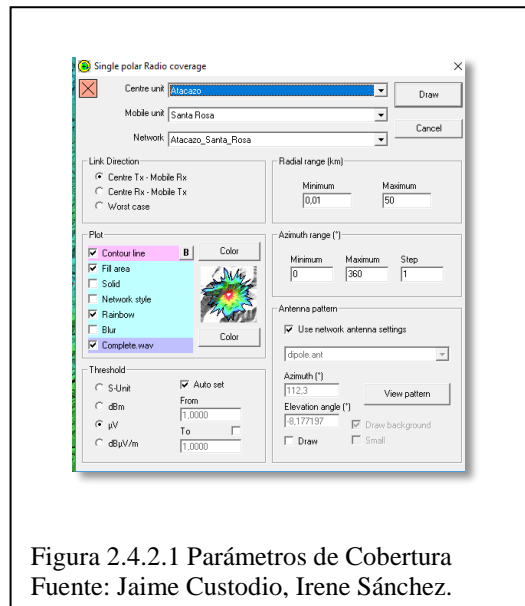


Figura 2.4.2.1 Parámetros de Cobertura
Fuente: Jaime Custodio, Irene Sánchez.

Tabla 2.4.2.1 Parámetros de Cobertura.

Centre unit	Cerro Atacazo
Mobile unit	Santa Rosa
Network	Atacazo_SantaRosa
Link Direction	Centre Tx- Mobile Rx
Radial Range (km)	Minimum: 0,01 Maximum: 50
Plot	Fil área, Rainbow, Complete.wav
Azimuth range (*)	Minimum: 0 Maximum: 360 Step: 1
Threshold	S-Unit
Antenna pattern	Use network antenna settings

Fuente: Jaime Custodio, Irene Sánchez.

- En la opción *Draw* muestra el mapa en escala de grises graficando la cobertura de la repetidora en el perímetro necesario para las zonas a donde se desea llegar la señal, como se muestra en la Figura 2.4.2.2 (ETSIT-UPM, 2007).

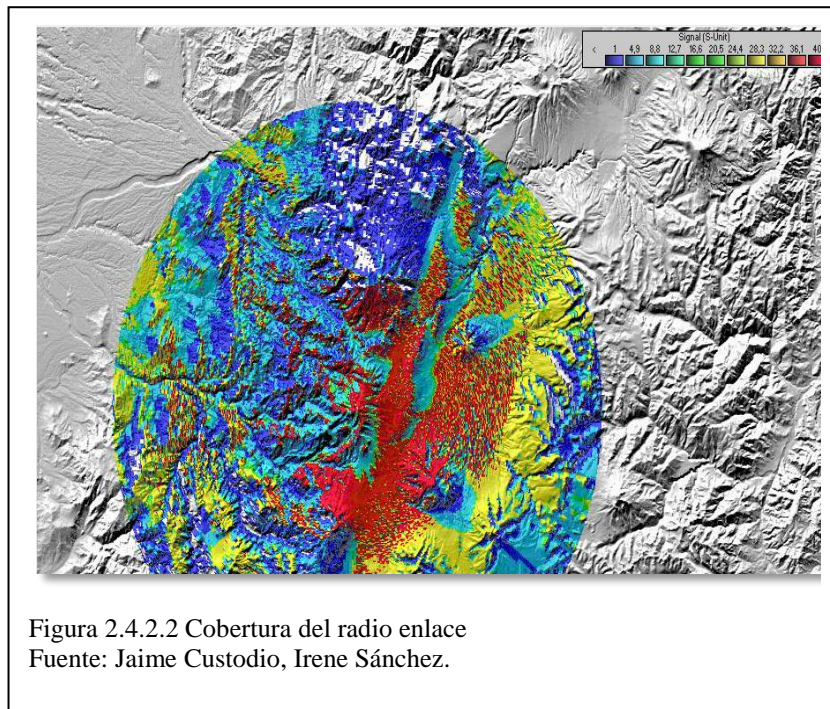


Figura 2.4.2.2 Cobertura del radio enlace
Fuente: Jaime Custodio, Irene Sánchez.

Los colores obtenidos en la Figura 2.4.2.2 indican los niveles de señal de la cobertura en cada punto del mapa siendo el color rojo donde la cobertura es mayor y dependiendo del color la cobertura varia el nivel de la señal siguiendo la escala que se muestra en la Figura. 2.4.2.3 al cual se le denomina la escala “S” referida a la sensibilidad del receptor (Pellejero, 2009).

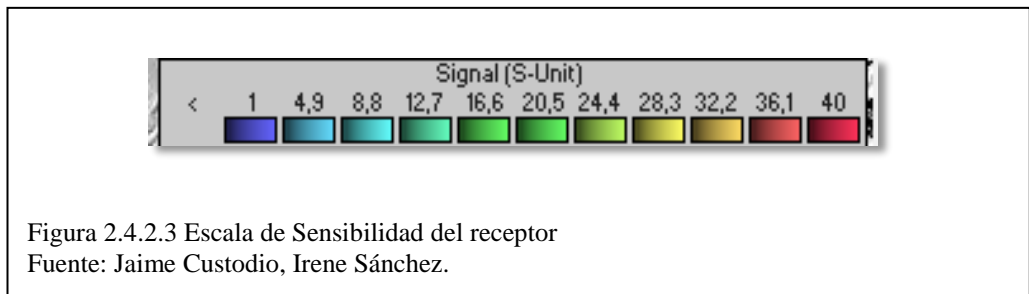


Figura 2.4.2.3 Escala de Sensibilidad del receptor
Fuente: Jaime Custodio, Irene Sánchez.

2.5. Estaciones móviles

La Cooperativa de Transportes “MEJÍA” consta de 55 unidades de transporte equipadas con un radio móvil, los cuales son programados con el software *Profesional Radio CPS* especializado para la configuración de radios Motorola en el cual se definirán parámetros como frecuencia de recepción y transmisión, ancho de banda del

canal, tono de codificación, nombre de usuario, clave de seguridad del radio y número de unidad (Agencia Nacional de Tránsito, 2016).

2.6. Selección de dispositivos

2.6.1. Repetidores

Para la selección de equipos de repetición se proforma las opciones mostradas en la Tabla 2.6.1.1 las opciones presentadas son las más idóneas para la instalación de un radioenlace en las casetas ubicadas en el cerro Atacazo y en el sector de Santa Rosa, de las cuales se escogió la mejor para el sistema a implementar según las características de las simulaciones y por sugerencia del técnico a cargo (Electronica Villbar, S:A, 2015).

Tabla 2.6.1.1 Repetidores

OPCIONES	MARCA	CARACTERISTICAS
REPETIDOR UHF KENWOOD TKR-850K	KENWOOD	<ul style="list-style-type: none"> • 40w • 450-480mhz • 50 watts • 16 grupos • 16 canales
REPETIDOR UHF KENWOOD TKR-850K2	KENWOOD	<ul style="list-style-type: none"> • 40W • 480-512MHz • TKR-850K2 • 50 Watts • 16 Grupos • 16 Canales
REPETIDOR UHF KENWOOD TKR-850E	KENWOOD	<ul style="list-style-type: none"> • 16 Canales Full-Duplex y Búsqueda prioritaria. • 6 teclas de Función programables. • Salida RF ajustable de 25W a 50W. • Programación por PC.

Fuente: Jaime Custodio, Irene Sánchez.

2.6.2. Duplexores

Para la selección de equipos duplexores se proforma las opciones mostradas en la Tabla 2.6.2.1 las opciones son las más idóneas para la instalación en las casetas

ubicadas en el cerro Atacazo y en el sector de Santa Rosa, de las cuales se escogió la mejor para el radioenlace según las características de las simulaciones y por recomendación del técnico a cargo (Sinclair Technologies, 2017).

Tabla 2.6.2.1 Duplexores

OPCIONES	MARCA	CARACTERÍSTICAS
DUPLEXORESORES Rechazo De Banda Uhf De 4 Cavidades: Sys-4533-1-4p	SYSCOM	Duplexor de 4 cavidades para 403-430 MHz
DUPLEXORESORES Rechazo De Banda Uhf De 4 Cavidades: Sys-4533-2-4p	SYSCOM	Duplexor de 4 cavidades para 440-470 MHz
DUPLEXOR SINCLAIR Q3220E	SINCLAIR	<ul style="list-style-type: none"> • Rango de frecuencias 406-512 MHz • 4 cavidades • Separación mínima (MHz): 0.500 • Entrada máxima (vatios): 350

Fuente: Jaime Custodio, Irene Sánchez.

2.6.3. Radio Móvil/Portátil.

Para la selección de equipos de radios móviles se proforma las opciones mostradas en la Tabla 2.6.3.1 las opciones propuestas son las más idóneas para la instalación en las casetas ubicadas en el cerro Atacazo y en el sector de Santa Rosa, de las cuales se escogió la mejor para el sistema a implementar según las características de las simulaciones y por sugerencia del técnico a cargo.

Tabla 2.6.3.1 Radios móviles

OPCIONES	MARCA	CARACTERÍSTICAS
Radio Móvil Pro 5100	MOTOROLA	<ul style="list-style-type: none"> • Rango de frecuencia 403-470 / 450-520 MHz. • Potencia 25-40 W
Radio Móvil Pro 3100	MOTOROLA	<ul style="list-style-type: none"> • Rango de frecuencia 403-470 / 450-520 MHz. • Potencia 25-40 W

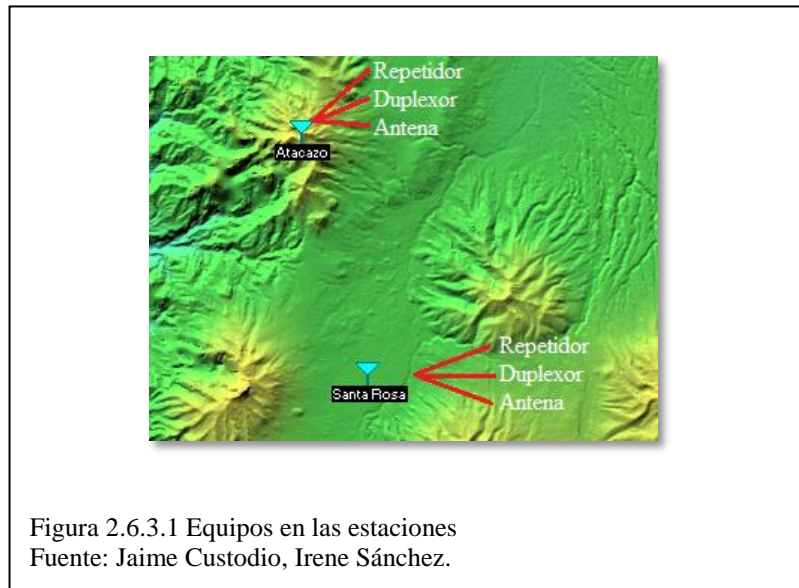
Radio Móvil Pro 7100

MOTOROLA

- Rango de frecuencia 403-470 / 450-520 MHz.
- Potencia 25-40 W

Fuente: Jaime Custodio, Irene Sánchez.

En la Figura 2.6.3 se presenta los puntos donde están ubicadas las casetas de repetición tanto en el cerro Atacazo como en Santa Rosa y los equipos que serán instalados en dichos lugares para el enlace del sistema de comunicación.



CAPITULO 3

IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

En este capítulo se realiza la implementación del nuevo sistema de comunicación UHF para la Cooperativa de Transportes “MEJÍA”, se realiza la descripción de los equipos nuevos a instalar, al igual que las configuraciones a realizar en los diferentes equipos que se instalaran en las casetas ubicadas en el cerro Atacazo y Santa Rosa.

3.1. Implementación de las repetidoras y duplexores

Para las repetidoras a instalarse en las casetas de comunicación ubicada en Santa Rosa y en el cerro Atacazo, trabajan en modo SEMIDUPLEX acompañada de dos duplexores de marca SINCLAIR que permite transmitir y recibir información con una sola antena. Esto se realiza mediante la división de sus cavidades dos para recepción y dos para transmisión siempre y cuando estén trabajando en la misma frecuencia.

Una vez presentada las opciones de los equipos de repetición, la selección estuvo a cargo de los socios de la Cooperativa “MEJÍA” tomando como referencia las recomendaciones del técnico a cargo. En las Figuras 3.1.1 y 3.1.2 se muestran los equipos utilizados para el enlace.



Figura 3.1.1 Repetidora
Fuente: Jaime Custodio, Irene Sánchez.

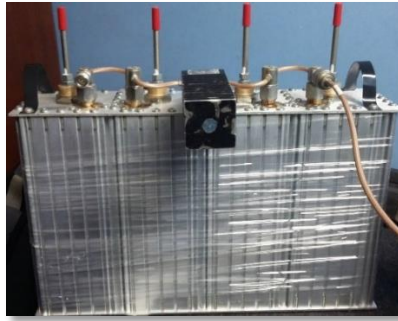


Figura 3.1.2 Duplexor
Fuente: Jaime Custodio, Irene Sánchez.

Las casetas adquiridas por parte de la Cooperativa “MEJÍA” son adecuadas para proteger los equipos de repetición, de cambios climáticos, (lluvia, polvo, granizo, etc.) y robo ya que por su alto costo son propensos a situaciones vandálicas, constan de un área de construcción de 1,80 m de ancho y 1,90 m de alto, elaboradas con una estructura metálica y de hormigón reforzadas para la colocación de la torre y demás equipamiento.

La caseta ubicada en el cerro Atacazo consta un pararrayos por precaución y seguridad de equipos y un doble refuerzo de concreto en a la base de la caseta ya que la parte geográfica donde está ubicada es rocosa y necesita un mejor anclaje a la tierra y un doble techo de eternit, como se muestra en la Figura 3.1.3.



Figura 3.1.3 Caseta en Cerro Atacazo
Fuente: Jaime Custodio, Irene Sánchez.

3.1.1. Descripción del Equipo Repetidor

Se determinó que la repetidora más idónea para esta comunicación es la marca Kenwood TKR 850-K2 UHF con número de serie B0900062 para el Cerro Atacazo y marca Kenwood TKR 850-K2 UHF con número de serie B3C00054 para la caseta en Santa Rosa. Dos duplexores marca SINCLAIR Q322OE de 4 cavidades para el funcionamiento con una antena. Los equipos proporcionados por la empresa a cargo del sistema de repetición de la Cooperativa usan esta marca en específico ya que es un laboratorio autorizado para la venta de equipos Motorola y Kenwood y por lo que siempre recomiendan dichas marcas para enlaces de repetición por las características que presentan estos equipos y se adecuan a las necesidades de la cooperativa.

3.1.2. Características Técnicas.

- La repetidora Kenwood 35 W y trabaja en frecuencia de 480-512 [MHz] con 16 canales idónea para radioenlace.
- El duplexor SINCLAIR Q322OE de 4 cavidades, permite trabajar con una sola antena y la división de sus cavidades, dos para transmisión y dos para recepción hace que la repetidora cumpla la función a la frecuencia sincronizada.

3.1.3. Instalación de la Repetidora.

Para la programación de la repetidora se utiliza el software KPG-91D para repetidoras Kenwood, y por motivos de privacidad en la configuración de equipos y claves de los mismos no se da acceso a esta información para personas que no laboran en la empresa a cargo del mantenimiento de radio enlace de la Cooperativa “MEJÍA”.

La repetidora escogida tiene un ciclo de trabajo de 100% de 35 w, con un modo de 16 canales y operación en Semiduplex, consta de una pantalla de 2 dígitos la cual permite ver el estado de operación y el canal programado en la frecuencia a utilizar. El duplexor de 4 cavidades fue calibrado a la frecuencia de manera manual y comprobada mediante un analizador de espectros que verifica la frecuencia sincronizada.

En la Tabla 3.1.3.1 se muestran los parámetros configurados en la repetidora.

Tabla 3.1.3.1 Parámetros de la repetidora

CARACTERÍSTICAS	DATOS CONFIGURADOS
Frecuencia de transmisión	501,512500
Frecuencia de recepción	507,512500
Tono de codificación	DPL 051
Canal 1	SEMIDUPLEX
Canal 2	SIMPLEX

Fuente: Jaime Custodio, Irene Sánchez.

3.2. Implementación de Antenas

Las antenas que se instaló en las casetas de comunicación ubicada en Santa Rosa y en el Cerro Atacazo utilizan las frecuencias de 501.51250 [MHz], la cual es para transmisión y 507.51250 [MHz] para recepción, estas frecuencias fueron otorgadas por la ARCOTEL. La fabricación de la misma es de carácter nacional con las especificaciones y a la frecuencia que se necesita para el enlace, como se observa en la Figura 3.2.1.



Figura 3.2.1 Antena
Fuente: Jaime Custodio, Irene Sánchez.

3.2.1. Ubicación

Las antenas se instalaron en una torre de 30 metros en el caso del Cerro Atacazo en dirección al sector de Santa Rosa de igual manera la antena instalada en Santa Rosa con dirección al cerro Atacazo, es pertinente para una mejor línea de vista sin que influya la colocación ya que al estar fabricadas a la frecuencia a utilizar el enlace es funcional. Como muestra la Figura 3.2.1.



Figura 3.2.1.1 Caseta
Fuente: Jaime Custodio, Irene Sánchez.

3.2.2. Características técnicas de la Antena.

La estructura es ensamblada en aluminio ya que es liviano, inoxidable, de alta resistencia, ideal para la instalación en la intemperie y de fácil manipulación, sin que la lluvia y otros factores climáticos lleguen a deteriorarlo, la figura 3.2.2.1 muestra la figura de un dipolo de la antena.



Figura 3.2.2.1 Antena Dipolo Doblado
Fuente: Jaime Custodio, Irene Sánchez.

La antena que se implementó para el sistema de comunicación es un dipolo plegado la cual es de las más usadas para este tipo de comunicación, como se observa en la Figura 3.2.2 está formada por dos conductores, unidos en sus extremos por un BALUN (Balanced – Unbalanced) el cual sirve para balancear la carga entre el dipolo plegado y el cable coaxial. Además tiene un conductor abierto en el centro y conectado al cable coaxial (línea de transmisión), el cual está conectado a la repetidora.

Tomando en cuenta el rango de frecuencia para una comunicación UHF es de los 300 MHz a los 3 GHz, por lo que es funcional para la frecuencia otorgada por la ARCOTEL para el enlace diseñado. La antena es de fabricación nacional y con material resistente ya que se colocó en exteriores de las casetas de comunicación y debe ser resistente a los diferentes cambios climáticos.

Tabla 3.2.2.1 Longitud de los conductores

Frecuencia	Longitud de onda (m)
501,51250	0,598
507,51250	0,591

Fuente: Jaime Custodio, Irene Sánchez.

Como se observa en la Tabla 3.2.3 las longitudes de onda para las frecuencias en las cuales se trabaja no sobrepasa el metro de longitud.

3.2.3. Instalación de las antenas.

Para que la estructura resista a la antena, esta se instala con brazos galvanizados los cuales permiten que no esté adherida a la torre para poder direccionar la antena correctamente, la misma consta de un cable coaxial el cual va conectado al duplexor y a los dipolos de la antena.



Figura 3.2.3.1 Implementación Antena
Fuente: Jaime Custodio, Irene Sánchez.

3.3. Implementación de la estación móvil

Los socios de la Cooperativa de Transportes “MEJÍA” adquirieron radios móviles de marca Motorola PRO 5100 y PRO 3100, 45 socios adquirieron la Motorola Pro 5100 y 10 adquirieron la Motorola PRO 3100 respectivamente, y para la central se utilizó una Motorola PRO 5100, recomendados por el técnico a cargo.

Para la programación de los radios móviles se utilizó un software el cual consta de parámetros de configuración como: rango de frecuencia a utilizar en recepción y transmisión, tono de repetición en transmisión y recepción, identificación por número de socio y clave asignada por el técnico a cargo.



Figura 3.3.1 Estación Santa Rosa
Fuente: Jaime Custodio, Irene Sánchez.

3.3.1. Descripción de la estación Móvil

En la central base se colocó un radio Motorola PRO 5100 de 25w con número de serie 103TAU2806 con racket, ventilador y el respectivo micrófono de la misma marca para que la persona operadora se comunice con cada uno de los transportistas y pueda dirigir la ruta correspondiente a cada uno.

Los equipos proporcionados por la empresa a cargo del sistema de repetición de la cooperativa usan esta marca en específico ya que es un laboratorio autorizado para la venta de equipos Motorola y Kenwood por lo que siempre recomiendan dichas marcas para enlaces de repetición por las características y ventajas que presentan estos equipos ya que se adecuan a las necesidades de la Cooperativa.

3.3.2. Características del sitio de implementación

La central base es implementada en una habitación es adecuada por una construcción de concreto, con un área de 3m de ancho por 4m de largo con una altura de 2m, la cual esta adecuada para proteger los equipos de cualquier daño externo que se presente y cause una pérdida en la señal. Y también como oficina donde la persona operadora pueda ejercer el trabajo respectivo de puntos de control de parada e informar el tiempo con el que salen las unidades para evitar cruce de horarios, como se muestra en la Figura 3.3.2.1.



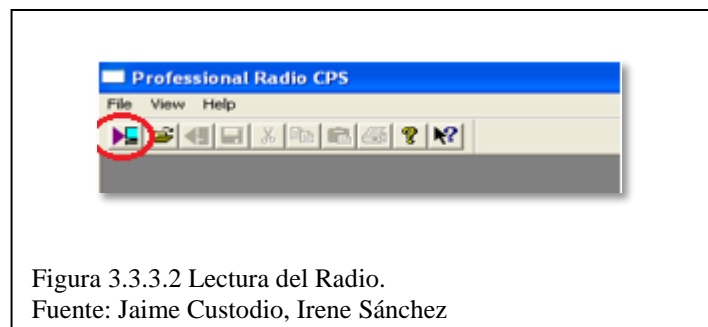
Figura 3.3.2.1 Central Base
Fuente: Jaime Custodio, Irene Sánchez

3.3.3. Configuración de Radios Móviles

- Para la configuración de radios móviles PRO 5110 y PRO 3100 se utiliza el Software *Professional Radio CPS*, con el respectivo cable original de programación marca Motorola. Como muestra la Figura 3.3.3.1.



- En el lado superior izquierdo aparece un icono que sirve para proceder a la lectura del radio. En la Figura 3.3.3.2 se visualiza el icono para la lectura del radio.



- A continuación se despliega una ventana donde se debe ingresar la clave de la Motorola que por motivos de seguridad de la empresa auspiciante es de carácter reservado y solo tiene acceso el personal autorizado. Como muestra la Figura 3.3.3.3.



Figura 3.3.3.3 Ingreso de clave
Fuente: Jaime Custodio. Irene Sánchez.

- En la Figura 3.3.3.4 se muestra la configuración de las respectivas frecuencias de transmisión y recepción. Con los tonos asignados, nombres respectivos e identificación de cada unidad.

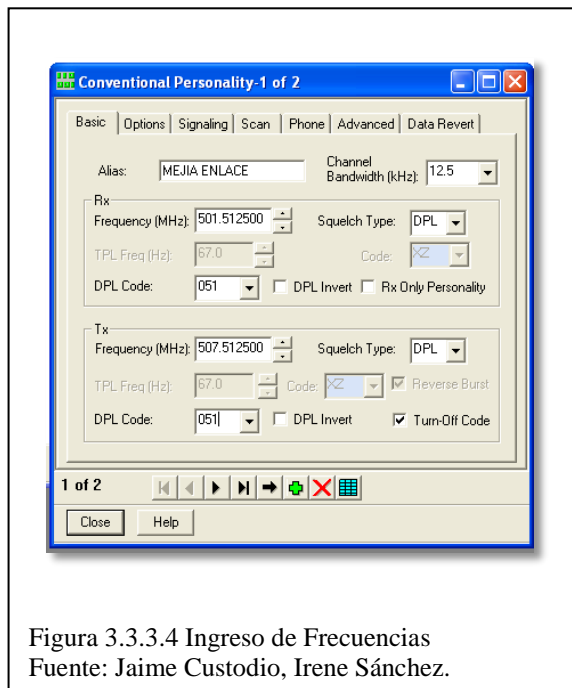


Figura 3.3.3.4 Ingreso de Frecuencias
Fuente: Jaime Custodio, Irene Sánchez.

- Los diferentes parámetros configurados son de carácter privado, hay que tomar en cuenta que la banda del canal sea en valores de 12.5 kHz, el tipo de codificación sea en DPL (código digital privado) y la respectiva identificación de cada unidad de bus con el código M001 hasta el M055.



Figura 3.3.3.5 Radio Móvil
Fuente: Jaime Custodio, Irene Sánchez.

CAPITULO IV

PRUEBAS Y RESULTADOS

En el presente capítulo se detalla las pruebas y la implementación finalizada del radio enlace para la Cooperativa de Transportes de Buses “MEJÍA”, los valores obtenidos de la calibración y programación de los diferentes equipos, además se muestran los resultados obtenidos en la implementación, comparados con los obtenidos en la simulación previa para la verificación del enlace idóneo.

Para verificar el funcionamiento del sistema se efectúan sobre el repetidor y el duplexor pruebas, calibración de frecuencia, programación de frecuencia y potencia usando el waltmetro, comprobando de esta manera la correcta operación de la repetidora y el duplexor.

Para los radios móviles se comprueba la respectiva autorización de acceso a programación y posteriormente se realiza la respectiva programación en la frecuencia y tono de codificación a trabajar.

La Figura 4.0.1 muestra un diagrama del radioenlace con los respectivos equipos implementados en las diferentes casetas de comunicación.

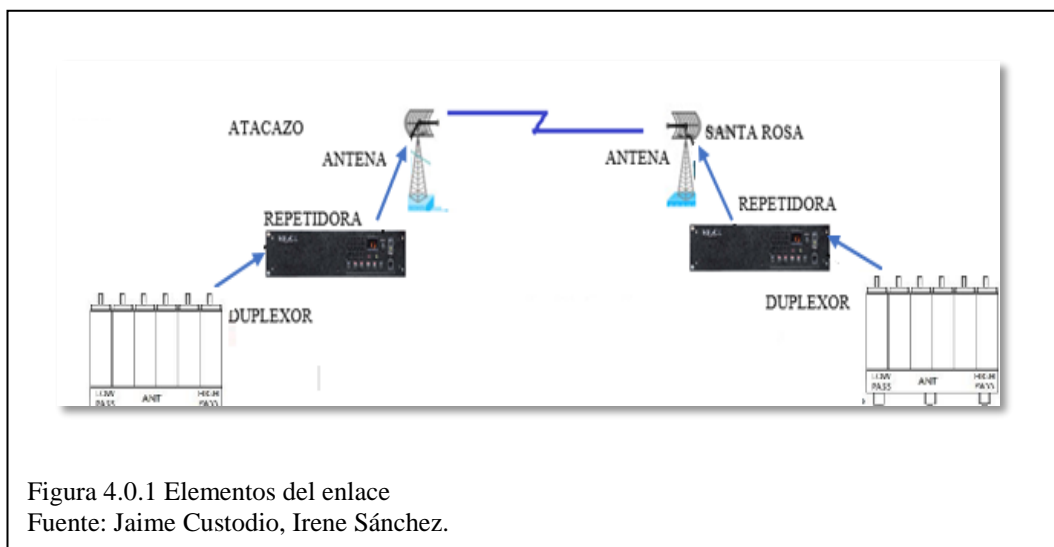


Figura 4.0.1 Elementos del enlace
Fuente: Jaime Custodio, Irene Sánchez.

4.1. Pruebas de funcionamiento en la repetidora y duplexor

Para realizar las pruebas en la repetidora en las diferentes ubicaciones se tiene que verificar que estén programadas en la frecuencia a utilizar y calibradas de la misma manera. Se conecta el waltmetro a la repetidora para comprobar potencia de salida y potencia de entrada, posteriormente comprobada la potencia respectiva a la repetidora para trabajar en el enlace, con la ayuda de un *Monitor de Servicios*, se verifica la calibración de la repetidora y mediante la utilización de un micrófono se envía un mensaje a la central base para verificar codificación de la repetidora y de la misma manera se espera que emita una respuesta, la Figura 4.1.1 muestra la conexión para realizar las pruebas respectivas.

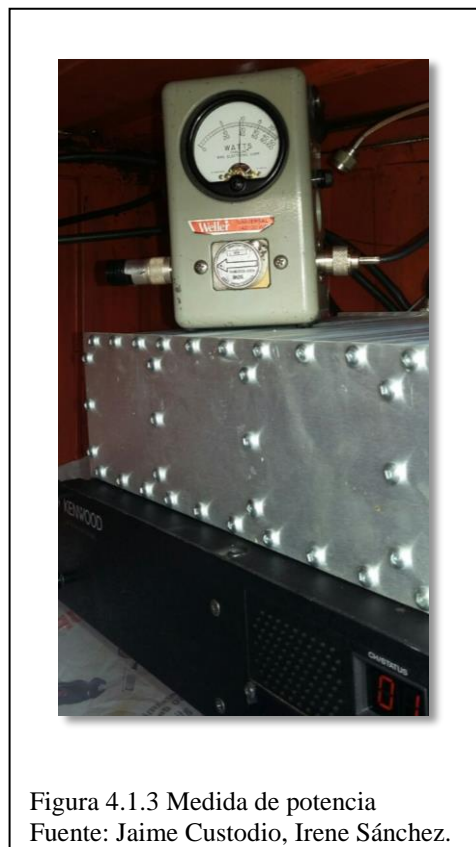


Para la respectiva calibración del duplexor que consta de cuatro cavidades el cual realiza la función de filtrar frecuencias aledañas a la que se desea utilizar, es necesario la utilización de una carga fantasma la cual actúa como una antena para la calibración en las diferentes cavidades del duplexor, con la ayuda de un *Analizador de Espectros* el cual permite regular la frecuencia a trabajar de manera manual dando como resultado que en la pantalla del analizador de espectros se grafique una curva que representa la *Frecuencia de paso* versus *Frecuencia de rechazo*, en las primeras dos cavidades se calibra la frecuencia HIGH PASS 507.5125 [MHz] para frecuencia de paso y 501.5125 [MHz] para frecuencia de rechazo. A continuación para las siguientes dos cavidades se calibra en LOW PASS 501.5125 [MHz] para frecuencia de paso y

507.5125 [MHz] para frecuencia de rechazo, la Figura 4.1.2 muestra las pruebas en el duplexor.



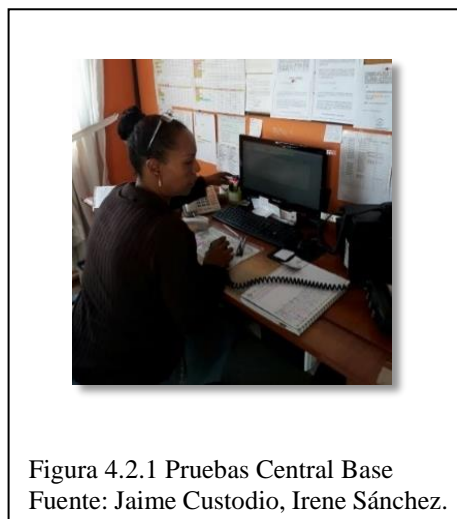
En la caseta del Cerro Atacazo y en la estación base se realiza una prueba mediante la conexión del “wattimetro” con el duplexor y se observa la potencia entregada por parte de los equipos, como se muestra en la Figura 4.1.3.



En la Figura 4.1.3 se obtuvo como resultado de medida de potencia el valor de 18 a 19 watts el cual está en el rango permitido para trabajar en sistemas de comunicación.

4.2. Pruebas de funcionamiento en la central base

Para realizar las pruebas en la estación base se necesita constar de un equipamiento de mantenimiento de central con herramientas básicas (multímetro, alicate, cinta adhesiva aislante, pinza cortadora, etc.) por si se necesita realizar un ajuste antes de las pruebas de comunicación, con ayuda del *wattímetro* que consta de un cable de conexión R58U marca BELDEN con conectores terminales de waltímetro a conector tipo N y conector MINI UHF a radio móvil cuya conexión es en serie el cual indica la potencia con la activación del PTT del micrófono del radio y posteriormente se realiza el envío y recepción de un mensaje por código (7 3 para pedir confirmación de copiado de mensaje y 10 2 para confirmación de que la señal de recepción es buena) por medio de la operadora a cargo indicando que el enlace funciona correctamente, como muestra la Figura 4.2.1.



4.3. Pruebas de funcionamiento en los móviles

Para realizar las pruebas de los radios móviles se verifica la programación de la frecuencia y tono de codificación mediante el software *Profesional Radio CPS*, posteriormente con el técnico a cargo y los autores se dispone a recorrer la ruta del servicio ejecutivo de los Buses de la Cooperativa “MEJÍA” y en la carretera se utiliza

un *Monitor de Servicios Portátil* al cual se calibra tanto la frecuencia de recepción Rx como la frecuencia de transmisión Tx.

Además se acopla un radio portátil el cual no emite o recibe mensajes, la función del radio es de indicar que la señal está llegando al sector donde se encuentre el bus mediante un sonido específico que indica que la señal está alineada y el tono está funcionando correctamente.



Figura 4.3.1 Pruebas con Radio
Fuente: Jaime Custodio, Irene Sánchez.

4.4. Resultados obtenidos

En la Tabla No 4.4.1 se muestran los resultados obtenidos en las pruebas descritas anteriormente.

Tabla 4.4.1 Comparación de datos

Parámetro	Ubicación	Valor obtenido	Valor simulado
Potencia transmisión	en Atacazo	19/20 watts	15 watts
Potencia transmisión	en Central base	19/20 watts	15 watts

Fuente: Jaime Custodio, Irene Sánchez.

Como se puede apreciar en la tabla No 4.1.1 el sistema implementado cumple con todas las pruebas, características y resultados para su normal funcionamiento en las localidades requeridas.

El sistema fue entregado a la Cooperativa de Transportes “MEJÍA” cumpliendo todos requerimientos establecidos, tal como se presenta en el Anexo 2 y dando como aceptada el trabajo que se realizó en el tiempo establecido.

CONCLUSIONES

- Los valores reales en potencia de transmisión para equipos de repetición en el Cerro Atacazo y central base son de 19 a 20 watts mientras que los valores simulados obtenidos son de 15 watts lo que muestra que tiene una diferencia en porcentaje de 25% entre estos valores, el sistema es funcional, ya que la potencia obtenida es mayor a la recomendada para el funcionamiento del radioenlace.
- En la implementación del sistema de comunicación consta de un método de modulación (semidúplex o dos vías) de la señal por parte del receptor (operadora) que monitoriza continuamente la calidad de la señal recibida y notifica al otro extremo (transportista) la modulación óptima con el que transmite, de esta manera, la capacidad del enlace se consigue en todo momento esto proporciona protección contra desvanecimiento por fallos.
- Tener una cobertura omnidireccional es de gran importancia ya que la señal se irradia en todas las direcciones, logrando que la señal emitida se transmita y se reciba en la nueva ruta implementada para la Cooperativa de Buses “MEJÍA” y ayudando a que se mejore un 100% la señal que existe entre Pichincha y Machachi (sistema anterior). Debido a que los parámetros configurados posteriormente logran que la comunicación entre los transportistas y la operadora en la central base sea exitosa.
- Una vez implementado el sistema de comunicación para la configuración de equipos móviles de los transportistas se realiza la calibración del 95% de radios móviles debido que el 5% de socios no cumplió con los estatutos de la Cooperativa, como el pago mensual para mantenimiento del sistema de comunicación, pagos por parte de la cooperativa y pago del personal.
- El estudio de ingeniería que se realizó para la obtención de las nuevas frecuencias tiene un tiempo de asignación de cinco años para esto se prevé que el enlace sea funcional este tiempo siempre y cuando a la renovación

del mismo sea en la fechas establecidas, caso contrario la Cooperativa corre el riesgo de perder las frecuencias otorgadas por la ARCOTEL. Lo que ocasionaría que el sistema de comunicación se re programe nuevamente.

- Al realizar pruebas de funcionamiento con la ayuda de un radio portátil y del monitor de servicio en la ruta entre Machachi y Santo Domingo se determinó que la señal del radioenlace es funcional a pesar de la presencia de neblina que es característica en la ruta hacia Santo Domingo, solamente se escucha un ruido bajo pero sin pérdida de la comunicación.
- La ventaja que la Cooperativa de Transportes “MEJÍA” obtuvo al implementar un sistema de comunicación análogo es que en su transmisión y recepción al salir fuera del rango de cobertura establecido se tiene presencia de la señal con algo de interferencia y no su pérdida total como con un sistema de comunicación digital.

RECOMENDACIONES

- En futuro será conveniente migrar el sistema de comunicación de análogo a digital ya que puede prestar más ventajas como comunicación IP, menos sensibilidad a ruido o pérdida de señal por interferencias.
- Para lograr una mejor señal sobre los lugares en la carretera en Machachi - Santo Domingo donde la señal llega a tener pérdida por la geografía del lugar, será factible realizar un estudio para la ubicación de una nueva antena y repetidora para cubrir la ruta por completo sin que la geografía del lugar sea un problema.
- Se recomienda realizar un Drive Test de la ruta total para verificar posibles sombras de cobertura y mejorar el estado de la misma.
- Se recomienda realizar un estudio de factibilidad de la Cooperativa de Transporte en buses “MEJÍA” para en un futuro realizar el reemplazo de los equipos analógicos a equipos digitales.

REFERENCIAS

- Sinclair Technologies. (septiembre de 2017). *SINCLAUR Superior then, superior now*.
Obtenido de <http://www.sinclairtechnologies.com/catalog/product.aspx?id=76>
- Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones. (30 de DICIEMBRE de 2016). REGISTRO DE OPERACIÓN DE RED PRIVADA Y CONCESIÓN DE USO DE FRECUENCIAS DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Agencia Nacional de Tránsito. (2016). CONTRATO DE OPERACIÓN PARA LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE TRANSPORTE PÚBLICO INTERPROVINCIAL DE PASAJEROS No. 088-2016. Quito.
- Alberto Zapata G. (11 de junio de 2011). *El Blog de las Comunicaciones Móviles*.
Obtenido de <http://blogcomunicacionesmoviles.blogspot.com/2011/06/tutorial-basico-de-radio-mobile.html>
- Andrés, V. R. (Abril de 2015). *EPN*. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10776/1/CD-6315.pdf>
- Ascariz, D. J. (Marzo de 2009). *depeca*. Obtenido de https://www.depeca.uah.es/depeca/repositorio/subir_web/web/1296410069jmra2009/jmra_Uso_de_RadioMobile.pdf
- Electronica Villbar, S:A. (Octubre de 2015). *kenwood Radio*. Obtenido de <https://www.kenwoodradio.es/Kenwood-TKR-750E.php>
- ETSIT-UPM. (Febrero de 2007). *echolinkchile*. Obtenido de <http://www.echolinkchile.cl/files/ManualRadioMobile.pdf>
- Gomez, J. L. (Enero de 2010). *PIPO E2H- SOLUCIONES TIC AVANZADAS*.
Obtenido de <http://blog.e2h.net/2010/01/17/calculando-un-enlace-de-radio-punto-a-punto-con-radio-mobile/>

Pascua, A. E. (julio de 2007). *it46*. Obtenido de http://www.it46.se/courses/wireless/materials/es/09_Simulacion-Redes/09_es_simulacion-redes-inalambricas_guia_v01.pdf

Pellejero, I. (23 de Octubre de 2009). *EA4FSI-28T1 Red Radio de Emergencia - REMER*-. Obtenido de http://www.ipellejero.es/radiomobile/RM_08.php

ANEXOS

Anexo 1:



DIRECCIÓN TÉCNICA DE TÍTULOS HABILITANTES DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO

OTORGAMIENTO DE TÍTULOS HABILITANTES – REGISTRO DE RED PRIVADA Y CONCESIÓN DE FRECUENCIAS

Informe Jurídico: U-CTDE-2016-054 Realizado: 20 de diciembre de 2016
 Documento: ARCOTEL-DGDA-2016-009173-E
 Peticionario: COOPERATIVA DE TRANSPORTE PÚBLICO DE PASAJEROS EN BUSES Y BUSETAS MEJÍA

Mediante comunicación ingresada con documento Quipux Nro. ARCOTEL-DGDA-2016-009173-E, la COOPERATIVA DE TRANSPORTE PÚBLICO DE PASAJEROS EN BUSES Y BUSETAS MEJÍA, solicitó el título habilitante de Registro de Red Privada y Concesión de Uso de Frecuencias del espectro radioeléctrico, cumpliendo con lo dispuesto en la Ley Orgánica de Telecomunicaciones y su Reglamento, Reglamento para Otorgar Títulos Habilitantes para Servicio del Régimen General de Telecomunicaciones y Frecuencias del Espectro Radioeléctrico, y las demás disposiciones legales pertinentes para atender la petición de título habilitante.

DATOS GENERALES:

DATOS DEL PETICIONARIO DEL TÍTULO HABILITANTE DE REGISTRO DE OPERACIÓN DE RED PRIVADA Y CONCESIÓN DE USO DE FRECUENCIAS			
RAZÓN SOCIAL/ NOMBRE DEL PETICIONARIO	COOPERATIVA DE TRANSPORTE PÚBLICO DE PASAJEROS EN BUSES Y BUSETAS MEJÍA.		
RUC	1790243575001	NACIONALIDAD:	Ecuatoriana
DOMICILIO Y NOTIFICACIONES	Dirección: Cantón Mejía, Av. Amazonas 217 y Pasaje Murgueitio 229 Correo Electrónico: coopmejia2009@hotmail.com Teléf.: 022315014 / 0997199777;		
REPRESENTANTE LEGAL Y PERSONA RESPONSABLE A EFECTOS DE NOTIFICACIONES	Nombres/Apellidos: Humberto Bolívar Zapata Cueva C.C.: 170950631-7 C. Votación: 042-0253 Cargo: Gerente		

DOCUMENTACIÓN PRESENTADA:

ITEM:	REQUISITOS:	INFORMACIÓN DEL PETICIONARIO:
1	Solicitud ingresada en la Institución, dirigida a la máxima autoridad.	Fecha: 09/06/2016
2	Escritura de constitución de la compañía debidamente inscrita y sus modificaciones de haberlas.	Fecha de Acuerdo Ministerial No. 2749 de 13/12/1946 Lugar y fecha de Inscripción Registro General de Cooperativas: Cantón Mejía: 13/12/1945, reinscrita con Acuerdo Ministerial No. 081 de 17/05/1975.
3	Nombramiento del Representante Legal debidamente inscrito.	Fecha de Nombramiento: 08/10/2015 Período: 2 años Documento Generado el 11/08/2016 de la Superintendencia de Economía Popular y Solidaria.
4	Declaración juramentada del solicitante en el caso de puntos móviles en la que se determine que los mismos están bajo su control.	Fecha: 24/08/2016 Si cumple
5	Copia del título de propiedad o contrato (convenio) de arrendamiento donde se ubicarán los puntos de red fijos.	Si cumple
6	Certificación de Obligaciones económicas de no adeudar a la actual ARCOTEL.	No registra obligaciones pendientes de pago; Fecha de emisión: 20/12/2016

0831

	APÉNDICE 1 - J INFORMACIÓN TÉCNICA DE USO DE FRECUENCIAS DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO	CTDE <small>IT-CTDE-2015-013</small>
	CIRCUITO DEL CONCESIONARIO: 1725415	

PAGOS A EFECTUAR:

DERECHOS DE OTORGAMIENTO DE (2) FRECUENCIAS (USD): 23.43	TARIFA TOTAL POR USO DE (2) FRECUENCIAS (USD): 13.70
--	--

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SISTEMA:

SERVICIO DE RADIOCOMUNICACIONES: Movil Terrestre - RADIO DE DOS VÍAS

TIPO DE RED: Privada	TIPO DE USO DE FRECUENCIAS: Privativo
NOTAS: 1.- Las frecuencias asignadas en este Apéndice se atribuyen a un Servicio de Radiocomunicaciones de categoría Primario. 2.- La(s) estación(es) (a)s que lleva(n) un asterisco en la columna de RNI, técnicamente sobrepasa(n) los límites de RNI establecidos en el Reglamento de Protección de Emisiones de Radiación No Ionizante Generada por Uso de Frecuencias del Espectro Radioeléctrico, por lo que si la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones comprueba en las mediciones de campo realizadas de conformidad con los artículos 11, 12 y 13 del mismo, que la radiación sobrepasa los límites permitidos, se deberá implementar la respectiva señalización de advertencia de acuerdo a lo establecido en el Artículo 15 del mencionado Reglamento. 3.- En cumplimiento a lo dispuesto en el Artículo 13 de la Ley Orgánica de Telecomunicaciones, la presente Red deberá ser utilizada para uso exclusivo del poseedor del título habilitante con el propósito de conectar distintas instalaciones de su propiedad o bajo su control.	

CIRCUITO 1

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Nº Frec.	Frec. Tx (MHz)	Frec. Rx (MHz)	Ancho de Banda (kHz)	Potencia (W)	Tipo de Emisión	Modo de Operación	Horario de Trabajo	Áreas Asignadas	Derechos de Otorgamiento (USD)	Tarifa Mensual (USD)
2	501.51250	507.51250	12.50	15.00	12K5F3E1J	SEMI DUPLEX	24 HORAS	CANTÓN MEJIA	23.43	13.70

CARACTERÍSTICAS DE LAS ESTRUCTURAS:

No.	Código	Nombre de la Estación	Provincia	Cantón	Ciudad, Calle No./Localidad	Latitud	Longitud
1	SAA005853	REPETIDOR-01	PICHINCHA	MEJIA	PARROQUIA MACHACHI, CALLE RUNAUCHO Y VIA PANAMERICANA SUR, EN LA GASOLINERA	0°31'0.15"S	78°34'32.38"W
2	SNA001982	FJA-01	PICHINCHA	MEJIA	PARROQUIA MACHACHI, AV. AMAZONAS Y PASAJE MURGEYTO Nro. 229 A MEDIA CUADRA DE LA IGLESIA MACHACHI	0°50'47.52"S	78°34'1.45"W

ESTACIONES REPETIDORAS (1)

No.	Indicativo	Estructura	Antena	Tipo de Antena	Gan. de Antena (dBi)	Azimut (°)	Pol.	Equipo	Altura Efectiva (m)	RNI
1	HC234222	SAA005853	DECIBEL DB-411	4-DIPOLOS	11.15	57	V	MOTOROLA DGR-6175	200.00	

ESTACIONES FIJAS (1)

No.	Indicativo	Nombre de la Estación	Antena	Tipo de Antena	Gan. de Antena (dBi)	Azimut (°)	Pol.	Equipo	RNI
1	HC234224	FJA-01	DECIBEL DB-411	4-DIPOLOS	11.15	238	V	MOTOROLA PRO-5100	

Elaborado por: Ramiro Andrade	Revisado por: Katty Ramirez
NR. de T. INTEL. ANOTEL-REGIA-2015-000173-B	Director Ing. Edwin Quispe Hermoso
	Página 1 de 2

Anexo 2:



COOPERATIVA DE TRANSPORTES
"MEJIA"

MACHACHI - ECUADOR

ACUERDO MINISTERIAL N° 2740 DE DICIEMBRE 13 DE 1946

OFICIO No. 062-GCM-HZ-17.
Machachi, 15 de noviembre del 2017.

Ingeniero

Ramón Pérez Pineda
Director de la Carrera de Ingeniería electrónica
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
Presente. -

Reciba un cordial saludo de quienes hacemos la COOPERATIVA DE TRANSPORTES PÚBLICO DE PASAJEROS EN BUSES "MEJIA", la presente tiene como finalidad expresar a usted, y por su intermedio a la Carrera de Ingeniería Electrónica de la Universidad Politécnica Salesiana y a los señores estudiantes Jaime Darío Custodio Araujo con CI: 172082027-1 e Irene Alexandra Sánchez Reyes con CI: 172008733-5, un profundo agradecimiento, puesto que los estudiantes, de forma libre voluntaria realizaron el trabajo de titulación de tema: "Desarrollo de un Sistema de Comunicación Análogo UHF para la Cooperativa de Transporte Público de Pasajeros en Buses "Mejía" entre las poblaciones Machachi – Santo Domingo". Proyecto que contribuye a la mejora de las operaciones de nuestra empresa y cumple todos los requerimientos de comunicación en la nueva ruta Machachi – Santo Domingo.

Dicho proyecto consistió en:

- ✓ El análisis de la red actual del Sistema de Comunicaciones de la Cooperativa de Transporte Público de Pasajeros en Buses "Mejía", observando cómo se encuentra actualmente el sistema de comunicaciones existente de la Cooperativa.
- ✓ Verificación de los parámetros asignados por la ARCOTEL para utilizar el ancho de banda y la frecuencia asignada a la Cooperativa de Transporte Público de Pasajeros en Buses "Mejía".
- ✓ Colocación, en una caseta situada en un lugar estratégico, de una repetidora que

HP



COOPERATIVA DE TRANSPORTES "MEJIA"

MACHACHI - ECUADOR

ACUERDO MINISTERIAL N° 2740 DE DICIEMBRE 13 DE 1946

consta de un duplexor con sus respectivos arneses calibrada para la nueva frecuencia.

- ✓ Instalación de dos antenas, una para la repetidora que está programada en la nueva frecuencia y una antena que servirá para el radio enlace.
- ✓ Programación de los radios fijo/móvil en la nueva frecuencia.
- ✓ Implementación una batería y un cargador como prevención en el caso de haber una suspensión eléctrica.
- ✓ Ejecución de las pruebas de funcionamiento del sistema en base a la potencia de recepción de la comunicación y el ancho de banda de la misma en los puntos de control de la ruta establecidos por la Cooperativa.
- ✓ Instalación de un nuevo sistema de comunicación análoga para poder cubrir toda el área de la nueva ruta Machachi-Santo Domingo.
- ✓ Verificación de la comunicación entre los equipos que se encuentran dentro de las unidades de transporte con la central y entre otras unidades en cualquier momento que lo necesiten.
- ✓ Conexión e instalación de la repetidora y la antena en los lugares asignados por la cooperativa.

Particular que expongo para los fines pertinentes.

Atentamente,

Humberto Zapata C.

GERENTE Y REPRESENTANTE LEGAL

RUC No. 1790243575001

Domicilio Principal: Machachi, Pasaje Murgueitio 229 y Av. Amazonas

Tel.: 2315014/0987646641

ESTACION DE SERVICIO: Machachi, Calle Barriga y Panamericana Sur Km. 32

Tel.: 2316648/2310966/0997199777

coopmejia2015gerencia@hotmail.com

e-mail personal: humber_z@hotmail.com

Móvil claro: 0986242202