



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA

TRABAJO DE TITULACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN TELEINFORMÁTICA

ÁREA
TECNOLOGÍA DE LAS TELECOMUNICACIONES

TEMA
“ANÁLISIS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN
SISTEMA DE RADIO RF DE BAJO COSTO EN EL
GUASMO CENTRAL, COOPERATIVA CARLOS CASTRO 2
SECTOR SUR DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL.”

AUTORA
VILELA MURILLO GENESIS LEYLA

DIRECTOR DEL TRABAJO
ING. TELECOM. VEINTIMILLA ANDRADE JAIRO GEOVANNY, MG.

GUAYAQUIL, ABRIL 2022



**ANEXO XI.- FICHA DE REGISTRO DE TRABAJO
DE TITULACIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA			
FICHA DE REGISTRO DE TRABAJO DE TITULACIÓN			
TÍTULO Y SUBTÍTULO:	ANÁLISIS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RADIO RF DE BAJO COSTO EN EL GUASMO CENTRAL, COOPERATIVA CARLOS CASTRO 2 SECTOR SUR DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL.		
AUTOR(ES)	VILELA MURILLO GENESIS LEYLA		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	ING. TELEC. TRUJILLO BORJA XIMENA FABIOLA, MG / ING. TELEC. VENTIMILLA ANDRADE JAIRO GEOVANNY, MG.		
INSTITUCIÓN:	UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL		
UNIDAD/FACULTAD:	FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL		
MAESTRÍA/ESPECIALIDAD:			
GRADO OBTENIDO:	INGENIERO EN TELEINFORMÁTICA		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	21 DE ABRIL DEL 2022	No. DE	95
ÁREAS TEMÁTICAS:	TECNOLOGÍA DE LAS TELECOMUNICACIONES		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	RADIODIFUSORA, TRANSMISIONES, COMUNICACIÓN, COBERTURA.		
RESUMEN/ ABSTRACT (150-200 palabras):			
<p style="text-align: center;">Resumen</p> <p>El presente trabajo de investigación tiene como finalidad mostrar que la radio es el medio de comunicación más idóneo, debido a su cobertura y alcance. El medio radial desde su creación ha ido evolucionando en todos sus campos, en especial el técnico y sus propuestas de formatos que son usados en las transmisiones.</p> <p>Desde el nacimiento de las emisoras hasta ahora se puede identificar que existen dos tipos de estaciones: las comerciales cuyo funcionamiento depende de las empresas o formas comerciales que pautan sus espacios. Y las radiodifusoras comunitarias, las mismas que tuvieron su apogeo en América Latina hace varias décadas y pusieron la base para que hoy puedan ser un ejemplo.</p> <p>Con estas características se ha visto el interés que tiene el sector del Guasmo Central de tener un medio de comunicación propio de bajo costo y con el propósito de ser un medio de comunicación seguro debido al aumento de inseguridad y asesinatos, según lo demostrado a través de un análisis efectuado en la zona. Las personas del sector han visto la necesidad del proyecto de una radiodifusora comunitaria como un centro de información en el cual se pueda estar alerta con los demás pobladores.</p>			

Abstract

The purpose of this research work is to show that radio is the most suitable communication way, due to its coverage and scope. The radio method since its creation has been evolving in all its fields, especially the technical one and its proposed formats that are used in broadcasts.

From the birth of the stations until now we can identify that there are two types of stations: the commercial ones whose operation depends on the companies or commercial forms that schedule their spaces. And the community radio stations, the same ones that had their heyday in Latin America several decades ago and laid the foundation so that today they can be an example.

With these characteristics we have seen the interest that Guasmo Central neighborhood has in getting its own low-cost communication way, with the purpose of being a safe communication method due to the increase in insecurity and murders, as demonstrated through an analysis carried out in the area. People in the sector see the need for a community radio station project as an information center where they can be alert with other residents.

ADJUNTO PDF:	SI X	NO
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: 0999194561	E-mail: leylavilela@hotmail.com genesis.vilelam@ug.edu.ec
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	Nombre: Ing. Ramón Maquilón Nicola	
	Teléfono: 593-2658128	
	E-mail: direccionTi@ug.edu.ec	



**ANEXO XII.- DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y DE
AUTORIZACIÓN DE LICENCIA GRATUITA**



**INTRANSFERIBLE Y NO EXCLUSIVA PARA EL USO NO COMERCIAL DE LA OBRA
CON FINES NO ACADÉMICOS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**

LICENCIA GRATUITA INTRANSFERIBLE Y NO COMERCIAL DE LA OBRA CON
FINES NO ACADÉMICOS

Yo, **VILELA MURILLO GENESIS LEYLA**, con C.C. No. **095248443-4**, certifico que los contenidos desarrollados en este trabajo de titulación, cuyo título es “**ANÁLISIS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RADIO RF DE BAJO COSTO EN EL GUASMO CENTRAL, COOPERATIVA CARLOS CASTRO 2 SECTOR SUR DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL.**” son de mi absoluta propiedad y responsabilidad, en conformidad al Artículo 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN*, autorizo la utilización de una licencia gratuita intransferible, para el uso no comercial de la presente obra a favor de la Universidad de Guayaquil.

VILELA MURILLO GENESIS LEYLA
C.C. No. 095248443-4



**ANEXO VII.- CERTIFICADO PORCENTAJE DE
SIMILITUD**
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA



Habiendo sido nombrado ING. ING. VEINTIMILLA ANDRADE JAIRO GEOVANNY, tutor del trabajo de titulación certifico que el presente trabajo de titulación ha sido elaborado por VILELA MURILLO GENESIS LEYLA, C.C.: 0952484434, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de INGENIERA EN TELEINFORMÁTICA.

Se informa que el trabajo de titulación: **“ANÁLISIS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RADIO RF DE BAJO COSTO EN EL GUASMO CENTRAL, COOPERATIVA CARLOS CASTRO 2 SECTOR SUR DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL.”**, ha sido orientado durante todo el periodo de ejecución en el programa Antiplagio URKUND quedando el 5% de coincidencia.

<https://secure.arkund.com/old/view/124967696-955252-803054#FcMxDsIwFAPQu2S20HdCYqdXQQyoolUGunRE3J30Se+bPmdaHowCRgcZc53bLDDP5WqWxZvUIEGGOhww4QwX+A5XuMF6Ip1jP8Y21texvtMStyh2ZQsqchbN3x8=>

URKUND	
Documento	URKUND VILELA 2.docx (D130826894)
Presentado	2022-03-18 13:56 (-05:00)
Presentado por	Jairo Veintimilla Andrade (jairo.veintimillaa@ug.edu.ec)
Recibido	jairo.veintimillaa.ug@analysis.arkund.com
Mensaje	arkund vilela 2 Mostrar el mensaje completo
5% de estas 38 páginas, se componen de texto presente en 10 fuentes.	

Categoría	Enlace/nombre de archivo	
	VILELA URKUND.docx	<input type="checkbox"/>
	Proyecto Técnico Manzaba Edwin. Implementación sistema de comunicaciones VHF para e...	<input checked="" type="checkbox"/>
	https://www.classicistranieri.com/es/articles/v/h/f/VHF_08d2.html	<input checked="" type="checkbox"/>
Fuentes alternativas		
	Farro Campana Leonardo.docx	<input checked="" type="checkbox"/>



Firmado electrónicamente por:
**JAIRO GEOVANNY
VEINTIMILLA
ANDRADE**

ING. TELECOMUNICACIONES. VEINTIMILLA ANDRADE JAIRO GEOVANNY, MG.
DOCENTE TUTOR
C.C. 0922668025

FECHA: 16/03/2022



**ANEXO VI. - CERTIFICADO DEL DOCENTE-TUTOR DEL
TRABAJO DE TITULACIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**



Guayaquil, 16 de marzo del 2022

Sra.

Ing. Annabelle Lizarzaburu Mora, MG.

Directora de Carrera Ingeniería en Teleinformática / Telemática

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD DE
GUAYAQUIL**

Ciudad. -

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el Informe correspondiente a la tutoría realizada al Trabajo de Titulación “**ANÁLISIS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RADIO RF DE BAJO COSTO EN EL GUASMO CENTRAL, COOPERATIVA CARLOS CASTRO 2 SECTOR SUR DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL.**” del estudiante **VILELA MURILLO GENESIS LEYLA**, indicando que ha cumplido con todos los parámetros establecidos en la normativa vigente:

- El trabajo es el resultado de una investigación.
- El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.
- El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.
- El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se adjunta el certificado de porcentaje de similitud y la valoración del trabajo de titulación con la respectiva calificación.

Dando por concluida esta tutoría de trabajo de titulación, **CERTIFICO**, para los fines pertinentes, que el estudiante está apto para continuar con el proceso de revisión final.

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:
**JAIRO GEOVANNY
VEINTIMILLA
ANDRADE**

ING. TELECOMUNICACIONES. VEINTIMILLA ANDRADE JAIRO GEOVANNY, MG.

DOCENTE TUTOR

C.C. 0922668025

FECHA: 16 de marzo de 2022



ANEXO VIII.- INFORME DEL DOCENTE REVISOR

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA



Guayaquil, 5 de abril del 2022

Sr (a).

Ing. Annabelle Lizarzaburu Mora, MG.

Director (a) de Carrera Ingeniería en Telemática / Telemática

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

Ciudad. -

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el informe correspondiente a la REVISIÓN FINAL del Trabajo de Titulación “ANÁLISIS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RADIO RF DE BAJO COSTO EN EL GUASMO CENTRAL, COOPERATIVA CARLOS CASTRO 2 SECTOR SUR DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL.” del estudiante VILELA MURILLO GENESIS LEYLA. Las gestiones realizadas me permiten indicar que el trabajo fue revisado considerando todos los parámetros establecidos en las normativas vigentes, en el cumplimiento de los siguientes aspectos:

Cumplimiento de requisitos de forma:

El título tiene un máximo de 28 palabras.

La memoria escrita se ajusta a la estructura establecida.

El documento se ajusta a las normas de escritura científica seleccionadas por la Facultad.

La investigación es pertinente con la línea y sublíneas de investigación de la carrera.

Los soportes teóricos son de máximo 10 años.

La propuesta presentada es pertinente.

Cumplimiento con el Reglamento de Régimen Académico:

El trabajo es el resultado de una investigación.

El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.

El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.

El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se indica que fue revisado, el certificado de porcentaje de similitud, la valoración del tutor, así como de las páginas preliminares solicitadas, lo cual indica el que el trabajo de investigación cumple con los requisitos exigidos.

Una vez concluida esta revisión, considero que el estudiante está apto para continuar el proceso de titulación. Particular que comunicamos a usted para los fines pertinentes.

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:
**XIMENA FABIOLA
TRUJILLO BORJA**

Ing. Trujillo Borja Ximena, Mg.
DOCENTE TUTOR REVISOR
C.C: 0603375395

FECHA: 5 de abril del 2022

Índice General

N°	Descripción	Pág.
	Introducción	1

Capítulo I

El Problema

N°	Descripción	Pág.
1.1	Planteamiento del problema	2
1.2	Formulación del problema	4
1.3	Sistematización	4
1.4	Justificación del problema	4
1.5	Objetivos de la investigación	5
1.5.1	Objetivo General	5
1.5.2	Objetivos Específicos	5
1.6	Alcance del Proyecto	5

Capítulo II

Marco Teórico

N°	Descripción	Pág.
2.1	Antecedentes del Estudio	3
2.2	Fundamentación Teórica	8
2.2.1	Sistemas RF	8
2.2.2	Onda Electromagnética	9
2.2.3	Comunicación vía Microondas	9
2.2.3.1	Ventajas de las radiocomunicaciones por microondas	10
2.2.4	Propagación de onda	10
2.2.4.1	Tipos de propagación	11
2.2.4.1.1	Propagación de Onda Terrestre	11
2.2.4.1.2	Propagación por espacio libre	12
2.2.4.1.3	Propagación Troposférica	12
2.2.4.1.4	Propagación Ionosférica	13
2.2.4.1.5	Línea de vista	13
2.2.4.1.6	No-Línea de vista	14
2.2.4.2	Fenómenos de Propagación	14

2.2.4.2.1	Absorción	14
2.2.4.2.2	Reflexión	15
2.2.4.2.3	Refracción	15
2.2.4.2.4	Difracción	15
2.2.4.2.5	Interferencia	15
2.2.4.3	Horizonte Óptico	15
2.2.4.4	Zona de Fresnel	16
2.2.4.5	Primera Zona de Fresnel	17
2.2.4.6	Margen de Desvanecimiento	17
2.2.4.7	Umbral de Recepción	18
2.2.5	Radioenlace	19
2.2.5.1	Tipos de radioenlace	19
2.2.5.1.1	Satelital	19
2.2.5.1.2	Terrestre	20
2.2.5.2	Planificación de un radioenlace	20
2.2.5.3	Diseño de un radioenlace	20
2.2.5.4	Software de Planificación	21
2.2.6	Espectro Electromagnético	21
2.2.7	Espectro RF	22
2.2.7.1	Componentes de RF	22
2.2.7.2	Aplicaciones de uso del espectro	22
2.2.7.2.1	Radiocomunicaciones	22
2.2.7.2.2	Medicina	23
2.2.7.2.3	Tratamientos estéticos	23
2.2.7.2.4	Radiofrecuencia RFID	23
2.2.7.2.5	Radar	23
2.2.8	Antenas	23
2.2.8.1	Tipos de Antena	24
2.2.8.1.1	Antena isotrópica	24
2.2.8.1.2	Antenas de Hilo	24
2.2.8.1.3	Yagi-uda	25
2.2.8.1.4	Antenas de Apertura	25

2.2.8.1.5	Antenas planas	26
2.2.8.1.6	Antenas con reflector (parabólicas)	26
2.2.8.1.7	Foco primario	27
2.2.8.1.8	Offset	27
2.2.8.2	Funcionalidad	27
2.2.8.3	Parámetros de una Antena	28
2.2.9	Evolución de los sistemas de radiofrecuencia	28
2.2.11	Sistema VHF	29
2.2.11.1	Características y frecuencias	29
2.2.11.2	Uso del VHF	29
2.2.14	Sistemas de radio de 2 vías	30
2.2.18	Sistemas de Radio Digital	30
2.2.19	Receptores de los sistemas de radio digital	31
2.2.20	Usos de las radiocomunicaciones	31
2.2.20.1	Radio ayuda	31
2.2.20.2	Radio aficionado	32
2.2.20.3	Radio comunitaria	32
2.2.20.4	Radio corporativa	33
2.2.21	Sistema de Radiocomunicación Trunking	33
2.2.21.1	Funcionamiento de un sistema de radio Trunking	33
2.2.22	Modo de transmisión de datos	33
2.2.22.1	Simplex	33
2.2.22.2	Half-Duplex	34
2.2.22.3	Dúplex completo	34
2.2.23	Walkie Talkie	34
2.2.23.1	Los Diferentes tipos de Walkie Talkie	35
2.2.23.1.1	Walkie talkies analógicos	35
2.2.23.1.2	Walkie Talkies digitales	35
2.2.23.1.3	Walkie talkies híbridos	35
2.2.23.1.4	VHF/UHF	35
2.2.24	Marco Conceptual	35
2.2.25	Marco Legal	36

Capítulo III

Propuesta

N°	Descripción	Pág.
3.1	Metodologías de la investigación	40
3.2	Enfoque de la investigación	40
3.2.1	Cualitativa	41
3.2.2	Cuantitativa	41
3.3	Tipos de la investigación	42
3.3.1	Explicativa	42
3.3.2	Descriptiva	42
3.3.3	Bibliográfica	42
3.4	Técnicas de la investigación	43
3.4.1	Entrevista	43
3.4.2	Estudio de campo	43
3.4.3	Observación	44
3.5	Instrumento de investigación	44
3.5.1	Cuestionario	44
3.5.2	Análisis de la Entrevista	45
3.6	Situación Actual	46
3.7	Desarrollo de la Propuesta	47
3.7.1.1	Delimitación de cobertura	48
3.7.1.2	Selección de los equipos de enlace	49
3.7.1.3	Establecimiento de la frecuencia	52
3.7.1.4	Ubicación y trayectoria de los puntos de radioenlace	53
3.7.1.5	Sistema de comunicación	55
3.7.1.6	Tipo de Modulación	56
3.7.1.7	Parámetros del enlace	57
3.7.1.8	Cálculo de atenuaciones	57
3.7.1.9	Cálculo de propagación de enlace	58
3.7.1.9.1	Presupuesto del radio enlace	58
3.7.1.9.2	Potencia en el receptor (Prx)	58
3.7.1.9.4	Ganancia	58
3.7.1.10	Costo de Implementación	58

3.7.1.11	Funcionamiento	59
3.7.2	Propuesta Técnica N°2	60
3.7.2.1	Delimitación de cobertura	60
3.7.2.2	Sistema de comunicación basado VHF	61
3.7.2.3	Propuesta basada en diseño de comunicaciones VHF	62
3.7.2.4	Antena a utilizarse en el sistema VHF	63
3.7.2.5	Duplexor VHF	66
3.7.2.6	Repetidor	67
3.7.2.7	Equipos de comunicación Walkie Talkie	69
3.7.2.8	Tipo de comunicación y afectaciones en sistema de comunicaciones	70
3.7.2.9	Funcionamiento 2da Propuesta	71
3.8	Análisis y elección de la mejor propuesta	72
3.9	Conclusión	73
3.10	Recomendaciones	73
	Anexos	75
	Bibliografía	76

Índice de Tablas

Nº	Descripción	Pág.
1.	Espectro de frecuencia microonda	10
2.	Equipos de transmisión	49
3.	Equipos de recepción	51
4.	Antenas	51
5.	Radio portátil	52
6.	Parámetros del enlace	57
7.	Características de equipos VHF	63
8.	Antena Base	64
9.	Comparativa Duplexor	66
10.	Repetidor	68
11.	Equipos de comunicación Walkie Talkie	69
12.	Costos de implementación	71

Índice de Figuras

Nº	Descripción	Pág.
1.	Caso de asesinato en el sector.	4
2.	Sistema RF	8
3.	Radiación de Onda de terrestre desde una Antena	11
4.	Propagación de la Onda	12
5.	Propagación por espacio libre	12
6.	Propagación Troposférica	13
7.	Propagación Ionosférica	13
8.	Línea de vista,	14
9.	No-Línea de vista	14
10.	No-Línea de vista	17
11.	Radioenlace	19
12.	Radioenlace Satelital	19
13.	Radioenlace Terrestre	20
14.	Espectro Electromagnético	22
15.	Antena isotrópica	24
16.	Antenas de Hilo	24
17.	Yagi-uda	25
18.	Antenas de apertura	25
19.	Antenas planas	26
20.	Antenas con reflector (parabólicas)	27
21.	Sistemas de Radio Digital	31
22.	Radio aficionado	32
23.	Radio comunitaria	33
24.	Simplex	34
25.	Half-Duplex.	34
26.	Ubicación del sector	47
27.	Delimitación de cobertura	48
28.	Transmisor 300 W.	50
29.	Transmisor de enlace.	50
30.	Radio Móvil.	52
31.	Ubicación y trayectoria de los puntos de radioenlace.	53

32.	Torre en sitio.	54
33.	Modelo Esquemático.	54
34.	Sistema Trunking.	55
35.	División de cuadrillas.	56
36.	Diseño final primera propuesta.	60
37.	Delimitación de cobertura 2da propuesta	61
38.	Antena de comunicación	63
39.	Antena y dipolos.	64
40.	Antena Base.	65
41.	Requisitos para la antena.	66
42.	Duplexor VHF.	67
43.	Protección de la antena.	67
44.	Repetidor.	69
45.	Equipos de comunicación Walkie Talkie.	70
46.	Tipos de comunicación.	71
47.	Diseño 2da propuesta.	72



ANEXO XIII.- RESUMEN DEL TRABAJO DE TITULACION (ESPAÑOL)

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA



“ANÁLISIS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RADIO RF DE BAJO COSTO EN EL GUASMO CENTRAL, COOPERATIVA CARLOS CASTRO 2 SECTOR SUR DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL.”

Autor: Vilela Murillo Génesis Leyla

Tutor: Ing. Veintimilla Andrade Jairo Geovanny, Mg.

Resumen

El presente trabajo de investigación tiene como finalidad mostrar que la radio es el medio de comunicación más idóneo, debido a su cobertura y alcance. El medio radial desde su creación ha ido evolucionando en todos sus campos, en especial el técnico y sus propuestas de formatos que son usados en las transmisiones.

Desde el nacimiento de las emisoras hasta ahora podemos identificar que existen dos tipos de estaciones: las comerciales cuyo funcionamiento depende de las empresas o formas comerciales que pautan sus espacios. Y las radiodifusoras comunitarias, las mismas que tuvieron su apogeo en América Latina hace varias décadas y pusieron la base para que hoy puedan ser un ejemplo.

Con estas características hemos visto el interés que tiene el sector del Guasmo Central de tener un medio de comunicación propio de bajo costo y con el propósito de ser un medio de comunicación seguro debido al aumento de inseguridad y asesinatos, según lo demostrado a través de un análisis efectuado en la zona. Las personas del sector ven a la necesidad del proyecto de una radiodifusora comunitaria como un centro de información en el cual se pueda estar alerta con los demás pobladores.

Palabras Claves: Radiodifusora, transmisiones, comunicación, cobertura.



**ANEXO XIV.- RESUMEN DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN (INGLÉS)**

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**



“ANALYSIS FOR THE IMPLEMENTATION OF A LOW COST RF RADIO SYSTEM IN
GUASMO CENTRAL, CARLOS CASTRO 2 COOPERATIVE, SOUTH SECTOR OF
GUAYAQUIL CITY.”

Author: Vilela Murillo Genesis Leyla

Advisor: Ing. Veintimilla Andrade Jairo Geovanny, Mg.

Abstract

The purpose of this research work is to show that radio is the most suitable communication way, due to its coverage and scope. The radio method since its creation has been evolving in all its fields, especially the technical one and its proposed formats that are used in broadcasts.

From the birth of the stations until now we can identify that there are two types of stations: the commercial ones whose operation depends on the companies or commercial forms that schedule their spaces. And the community radio stations, the same ones that had their heyday in Latin America several decades ago and laid the foundation so that today they can be an example.

With these characteristics we have seen the interest that Guasmo Central neighborhood has in getting its own low-cost communication way, with the purpose of being a safe communication method due to the increase in insecurity and murders, as demonstrated through an analysis carried out in the area. People in the sector see the need for a community radio station project as an information center where they can be alert with other residents.

Keywords: Broadcaster, transmissions, communication, coverage.

Introducción

La presente tesis cuyo tema es “Análisis Para La Implementación De Un Sistema De Radio RF De Bajo Costo En El Guasmo Central, Cooperativa Carlos Castro 2 Sector Sur De La Ciudad De Guayaquil.” se ha propuesto como objetivo indagar sobre la necesidad de una radio de este tipo debido a la inseguridad en el sector.

En el desarrollo del primer capítulo, se hace un estudio general de la situación del sector, se encuentra el planteamiento del problema donde se narra la situación crítica del sector del Guasmo Central, también se localizan los objetivos generales y específicos a lograr con respecto a la propuesta del proyecto.

Para la siguiente sección se analiza la radio comunitaria con todos sus componentes, acotando las principales características que presentan este tipo de medios. la propuesta se enfoca en el análisis de una radio comunitaria para una futura implementación. Sin embargo, antes de iniciar con la elección de los equipos a implementar, es vital importancia, definir claramente qué tipo de propuesta es la que sea mejor conveniente para la comunidad.

En los siguientes capítulos se redactará, los diferentes tipos de equipos, componentes y software necesarios para así poder entender de forma clara el funcionamiento de un sistema RF y por lo consiguiente para garantizar el correcto funcionamiento del enlace, y la ubicación de cada uno de los puntos que lo conforman, lo cual es necesario simularlo previamente.

Finalmente se realizará una comparación con otra propuesta y equipos que permiten establecer el mismo tipo de enlace, para poder demostrar la calidad, capacidad, y precios de los equipos a instalar, garantizando en la futura implementación los mayores beneficios y servicios directamente a la comunidad.

Al final se encuentran las conclusiones y recomendaciones del proyecto de radio comunitaria del sector.

Capítulo I

El Problema

1.1 Planteamiento del problema

Gracias a los adelantos científicos y técnicos que existen en la actualidad, cada día el ser humano aprende algo nuevo y se nutre de estos avances para mejorar su nivel de vida. Sin dudas, la comunicación ha sido de vital importancia para lograr un desarrollo cultural y sustentable dentro de la sociedad y para eso han jugado un papel importante los medios radiales existentes.

Guayaquil es la capital de una de las cinco provincias donde se registra la mayor cantidad de delitos cometidos en el país. Como principales hechos delictivos que se denuncian en la urbe están: El robo a personas, robo a carros, saca pinte y robo a domicilio.

Otros de los delitos qué, aunque no se denuncian con frecuencia, pero que, si se conoce, es el sicariato.

Esta problemática social sumada al desconocimiento de cómo actuar si se es testigo de los delitos previamente mencionados, crea un ambiente de desesperación en los habitantes del sector del Guasmo Central, Cooperativa Carlos Castro Dos.

El análisis del problema se basa también en que, al momento de comunicarse entre los barrios del sector, la información no llega instantáneamente o de manera correcta entre los usuarios, ya que al ser un sector de recursos no tan fiables existen personas que no cuentan con dispositivos electrónicos o internet para estar al tanto de los acontecimientos desagradables que ocurren al momento de los hechos.

Por estas razones y por motivos de seguridad con la que cuentan los dispositivos de radiocomunicación y la importancia de la comunicación directa que se obtiene por medio de las frecuencias por las cuales se comunicarían se hace el análisis de este proyecto.

Guayaquil es una de las ciudades de mayor población, y de mayor movimiento comercial en el territorio ecuatoriano, por ende, también es una de las ciudades donde se registra la mayor cantidad de delitos cometidos en el país.

En lo que va en el año 2021 hasta la presente fecha hay más de 605 muertes violentas, así lo afirma el diario universo (A 605 sube la cifra de muertes violentas en la Zona 8 (Guayaquil, Durán y Samborondón) tras ataques a bala, 2021), y está considerado que cada 13 horas hay un asesinato en la ciudad de Guayaquil (Seguridad , 2021). Como principales hechos delictivos que se denuncian en la urbe están los anteriormente mencionados hechos.

Dicho esto, se puede decir que contar con un medio radial dentro del sector sur de la ciudad de Guayaquil, específicamente para el mencionado sector en el párrafo anterior, es de vital importancia para fortalecer la comunicación y organización de planes estratégico para la seguridad del sector.



Figura 1. Caso de asesinato en el sector. Información tomada de <https://www.expreso.ec/actualidad/matan-hombre-auto-estacionado-guasmo-114006.html>. Elaborado por El Autor

1.2 Formulación del problema

¿Podrá un sistema de radio comunicación convertirse en radio comunitaria para mantener la comunicación confidencial y así combatir la inseguridad barrial entre los habitantes del sector sur, Guasmo Central, Cooperativa Carlos Castro Dos de la ciudad de Guayaquil, ¿provincia del Guayas?

1.3 Sistematización

1. ¿Cuáles serán los parámetros que se debe establecer para la funcionalidad de un sistema de comunicación radial comunitaria
2. ¿De qué formas se ve afectado el rendimiento de un sistema de comunicación radial comunitaria?
3. ¿En qué medida contribuiría la implementación de la herramienta propuesta en el sector del Guasmo Central, Cooperativa Carlos Castro Dos de la ciudad de Guayaquil, ¿provincia del Guayas?

1.4 Justificación del problema

El uso de los aparatos de radiocomunicación en el sector sur de la ciudad, proporciona importantes ventajas de gestión sobre los teléfonos celulares al momento de compartir una información de carácter urgente, esto se debe a la delicadeza de la información que va a ser transmitida a través de los dispositivos de radio comunicación, por ejemplo, informar de

sicariato en el sector y muchas veces la existencia de balas perdidas es necesario mantener informadas a las personas que se encuentren cerca de los acontecimientos, para así evitar que salgan de sus hogares o prevenir que se logren acercar y puedan ser nuevas víctimas inocentes, ya que la mayoría de sicarios han sido entre integrantes de bandas criminales, narco delictivas.

Los sistemas de radio de dos vías ofrecen conectividad instantánea con solo presionar un botón. Esta característica es vital en un entorno de emergencia o peligroso en el que las instrucciones y la información deben transmitirse rápidamente.

Los teléfonos celulares están limitados en esta área debido al tiempo que toma el dispositivo para conectarse a la red y para que la red establezca una conexión con otro usuario.

Además, los sistemas de radio de dos vías a menudo incluyen baterías de respaldo para garantizar una comunicación sin problemas durante cortes de energía y características que reducen el viento y el ruido ambiental.

1.5 Objetivos de la investigación

1.5.1 Objetivo General

Analizar la mejor opción de un sistema de radio comunicación RF comunitaria para los habitantes de la Coop. Carlos Castro 2, sector Guasmo Central como herramienta de comunicación.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Realizar un análisis bibliográfico con respecto a los diversos sistemas de radio comunicación.
- Determinar las configuraciones para la posible implementación del sistema de comunicación radial comunitario
- Seleccionar la mejor opción de un sistema de radio para los habitantes de la Coop. Castro 2

1.6 Alcance del Proyecto

Un análisis de las características, elementos y funcionamiento de un sistema de radio RF de bajo costo para la comunidad del sector sur, Guasmo Central de la ciudad de Guayaquil.

Capítulo II

Marco Teórico

En este apartado se recopilan datos de un tema específico a tratar, en el cual brindará un soporte teórico, contextual o legal de los conceptos que se utilizarán para el planteamiento del problema en la investigación; en donde, se puede encontrar el antecedente, análisis, investigaciones previas, entre otras.

2.1 Antecedentes del Estudio

En la presente tesis se llevará a cabo un proyecto para el beneficio de la comunidad en la que se aplicará un sistema de radio RF, a fin de que exista una comunicación fiable entre las personas del sector, por ende, se realizó una exhaustiva investigación de proyectos de similares características presentadas a continuación.

“Envío de datos por señal RF”, en su tema de investigación menciona que existen medios de transmisión como RS232, ETHERNET, fibra óptica, etc. que permite la transmisión de datos por protocolos y de esta forma facilita el envío de datos, pero también muestra que no es tan viable por su alto costo y por ciertos lugares de ubicación en el que no llega la señal. Para aquello han aplicado un nuevo sistema de comunicación en el cual abarque los lugares en el que los otros medios de transmisión no puedan cubrir. (Luis Fernández Villagrán, 2011)

Como solución el avance tecnológico que aplicaron fue radio frecuencia, con la finalidad de alcanzar grandes distancias enviando datos por señal RF, de esta forma se lograría mantener una alta comunicación de un emisor al receptor sin la necesidad de instalación de cables ya que se transmite por medio del aire y la atmosfera, con bajo costo y con mayor eficacia. (Villagrán, 2018)

A todo esto, en la actualidad se origina la señal 5G, el objetivo de la investigación es evidenciar mayor rapidez en navegación, redes sociales y telecomunicación a través de enlaces de fibra óptica y de esa manera enviar señales de radio desde una central a una antena; solucionando de esta forma varios aspectos como lo es; el medio de transporte de radio frecuencia, minimizar la pérdida de señal y reducir los altos costos de equipo, mejorando la conexión e innovando la tecnología.

Las investigaciones antes mencionadas con la de este proyecto se relacionan aplicando el RF, pero en diferentes ámbitos y con finalidades distintas. Esta tecnología aportará una mayor confianza al momento de mantener una comunicación, brindará mayor confidencialidad, agilizará la comunicación al momento de que surja algún acontecimiento de

delincuencia que aumenta de esta manera las posibilidades de convivir en armonía. Además, este proyecto ayudará a enlazar la seguridad del ciudadano en el sector antes mencionado con la ayuda de la tecnología que brindará una mejoría a su seguridad.

2.2 Fundamentación Teórica

2.2.1 Señales RF

También conocidos como espectro de radiofrecuencia, estos sistemas son una parte del espectro electromagnético ya que constituyen la sección con menos capacidad energética del mismo oscilando entre los 3 Hz y 300 GHz.

Al generar una corriente a través de un conductor se produce la transmisión de la onda receptándolas con una antena, a lo que también se pueden usar frecuencias ópticas o infrarrojas.

Estos sistemas suelen tener ondas con buena distancia de propagación, con atenuación aceptable y buena capacidad de penetración en edificios.

En la figura 2 que se presenta a continuación se puede observar el esquema del funcionamiento de un Sistema RF completo.

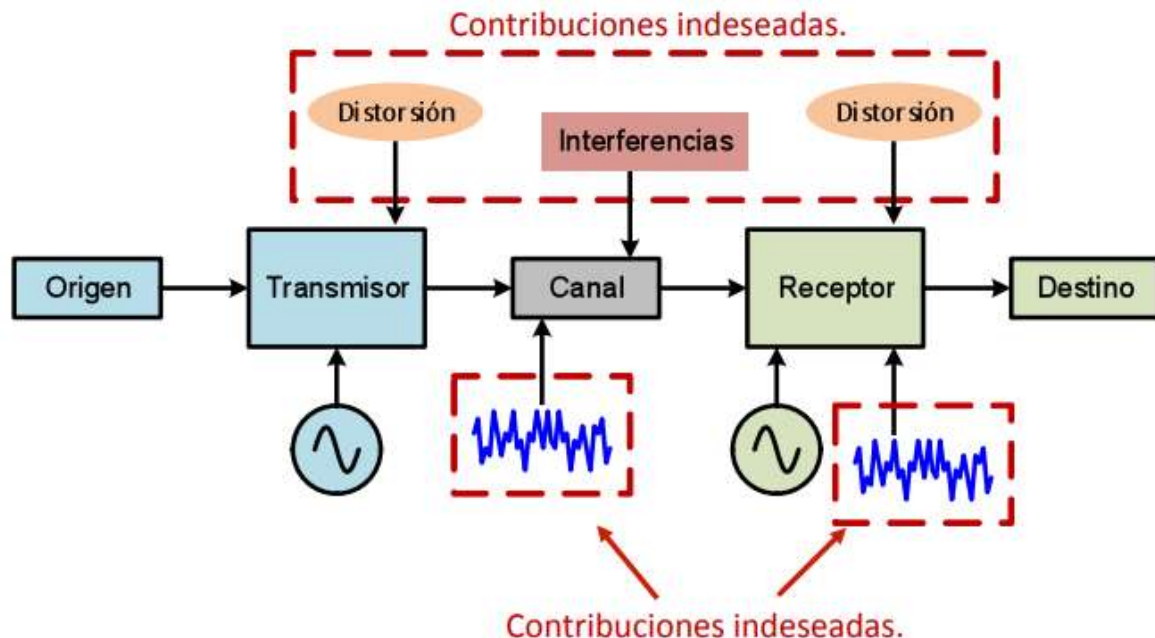


Figura 2.- Sistema RF, Tomada de sites.google.com, Elaborado por el autor.

2.2.2 Onda Electromagnética

Según Jennifer & Deiby (2018) en su trabajo de investigación, las ondas electromagnéticas son una señal de radio constituidas por campos magnéticos y eléctricos a la vez.

Cuando se aplica voltaje en la antena, esta efectúa un campo eléctrico, que a su vez genera un voltaje haciendo que la corriente fluya para así crear un campo magnético, ya que ambos campos se propagan por el espacio a grandes distancias a través de la velocidad de la luz.

2.2.3 Comunicación vía Microondas

El espectro de frecuencias que se utiliza para transmitir las señales de radio se ha congestionado debido al auge de las comunicaciones electrónicas, surgiendo la necesidad de un mayor espacio en el espectro para manejar la información a nivel digital y de video, por ende, se brinda la opción de reubicar las comunicaciones de radio un nivel más arriba en el espectro. Al principio la expansión se daba en los intervalos de VHF y UHF, hoy en día realizando la expansión principal en los intervalos que van de 1 a 300 GHz de las microondas, se obtienen importantes anchos de banda.

Las microondas comprenden las frecuencias ultra altas, súper altas y muy altas, por encima de las que brindan servicios de radio y por debajo de las frecuencias ópticas que incluyen las frecuencias infrarrojas, las visibles y las ultravioletas. Los problemas de esta índole incrementan en las altas frecuencias debido a la naturaleza de la señal que transportan, sin embargo, gran parte de los servicios y equipos usan microondas para la comunicación a grandes distancias en zonas de difícil acceso. (Cornejo & Domínguez, 2018)

El espectro de frecuencia microonda se divide en bandas como se lo muestra en la tabla

Tabla 1.- Espectro de frecuencia microonda

Designación de la Banda	Intervalo de Frecuencia (GHz)
L	1-2
S	2-4
C	4-8
X	8-12
Ku	12-18
K	18-27
Ka	27-40
Milimétricas	40-300
Submilimétricas	>300

Información tomada de RF Power for Industrial Applications, Elaborado por Vilela Leyla

Según Louis Frenzel (2003) en su libro expone que las señales que son transmitidas ocupan un ancho de banda finito, se transmiten por medio de una portadora modulada, la portadora modulada produce bandas laterales por lo que la señal ocupa un cierto ancho de banda definido por un canal de transmisión.

Los canales tienen una frecuencia central o frecuencia de operación tal que los canales no se sobreponen o causen interferencia en los canales adyacentes.

2.2.3.1 Ventajas de las radiocomunicaciones por microondas

Entre las diversas ventajas del uso de los sistemas microondas se tiene:

- Capacidad de llevar miles de canales de información entre dos puntos sin adquirir derechos de vía a través de propiedades privadas.
- No necesitan derecho de vía entre las estaciones.
- Las señales de radio se propagan fácilmente en obstáculos físicos.
- Las frecuencias altas equivalen a longitudes de onda corta las cuales requieren antenas pequeñas. (Tomasi, 2003)

2.2.4 Propagación de onda

Según la Revista Digital para Profesionales de la Enseñanza (2010) La propagación viene dada por las ondas electromagnéticas, que están compuestas por un campo eléctrico y otro magnético que determinan su naturaleza y, en cuyo espectro, encontramos las ondas

radioeléctricas, que pueden dividirse en grupos atendiendo a su frecuencia o longitud de onda. Por consiguiente, las bandas de radiodifusión hacen uso de un espectro de frecuencias reducido respecto a las que se pueden utilizar. En estas bandas se incluyen tanto a las emisoras de radio como de televisión, y sus frecuencias se extienden desde los 150kHz de onda larga, hasta los 862 MHz.

2.2.4.1 Tipos de propagación

Existen diferentes tipos de propagación como se lo presenta a continuación:

2.2.4.1.1 Propagación de Onda Terrestre

Se le da el nombre de ondas terrestres a las ondas radioeléctricas que se desplazan por la superficie de la tierra y se alejan de la antena emisora que son afectadas por las características que presenta la frecuencia de la onda y por la orografía de la superficie del terreno, de manera que disminuyen a medida que incrementa la frecuencia y todo eso según a las condiciones en que se encuentre la baja atmósfera.

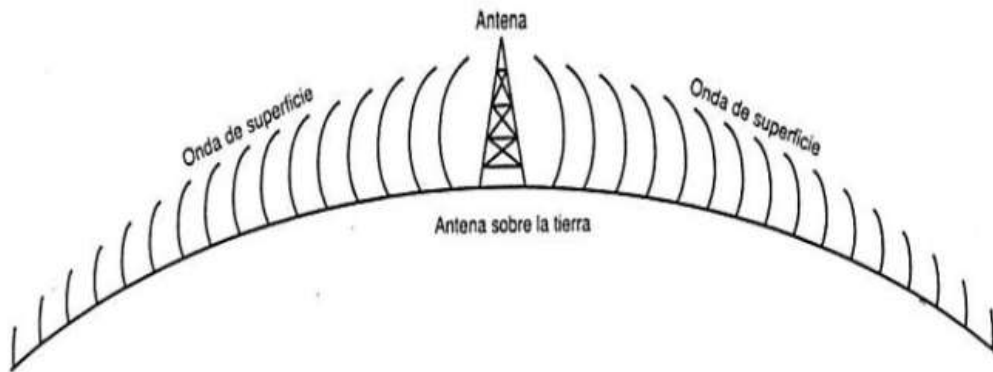


Figura 3.- Radiación de Onda de terrestre desde una Antena, Tomada de RF Power for Industrial Applications, Elaborado por el autor

Las ondas terrestres se dividen en:

- **Onda terrestre de superficie.** – Este tipo de ondas se caracterizan por seguir una trayectoria a lo largo del contorno de la orografía terrestre, teniendo constantes alteraciones en su desplazamiento debido a las variaciones climáticas extremas que influyen sobre el grado de conductividad del medio.
- **Onda Aérea.** - Se propagan a través del espacio inmediatamente por encima de las anteriores y que se caracteriza porque sigue dos trayectorias. Una de ellas es la onda directa o visual que sigue una trayectoria óptica imaginaria relativamente recta desde la antena emisora hasta la receptora.

En la figura 3 que se muestra se puede observar la propagación de la onda terrestre

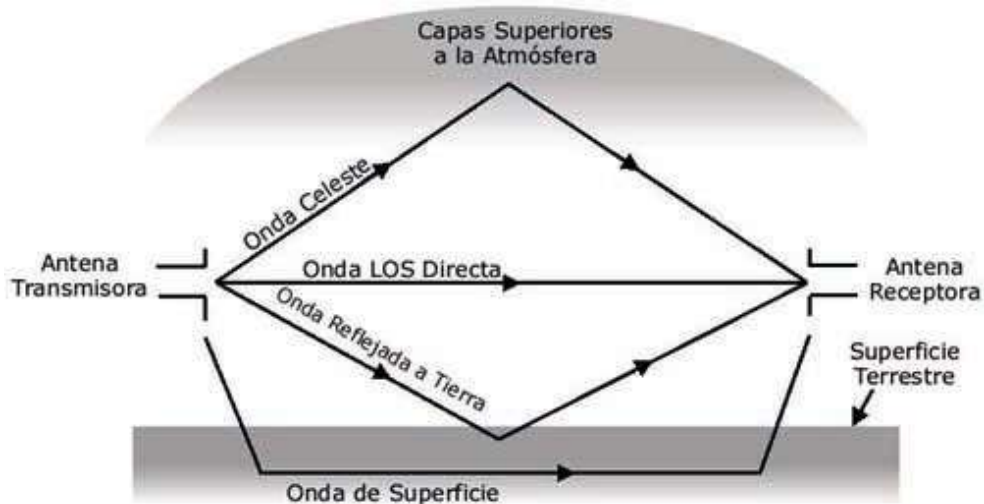


Figura 4.- Propagación de la Onda, tomada de sites.google.com, elaborado por el autor.

2.2.4.1.2 Propagación por espacio libre

Estas ondas llegan al receptor viajando por la atmósfera las cuales constituyen la base de las comunicaciones. La atenuación efectuada por dichas ondas es baja, por lo que su alcance es mucho más extenso, sin embargo, se ven afectadas por la composición de los gases de la atmósfera superior de manera que se ven reflejadas por ésta, pudiendo curvar su recorrido y devolverla a la tierra.

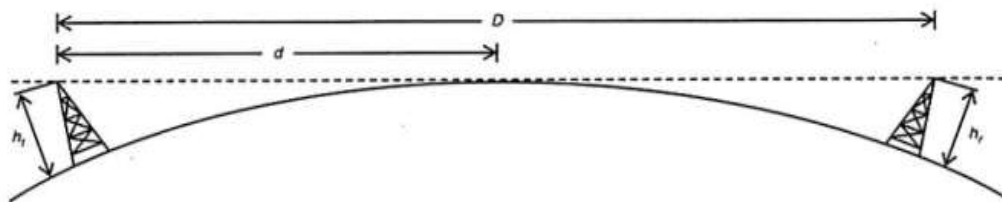


Figura 5.- Propagación por espacio libre, Tomada de RF Power for Industrial Applications, Elaborado por el autor

2.2.4.1.3 Propagación Troposférica

Esta propagación actúa de dos formas diferentes ya que puede dirigir la señal en línea recta de monopolo a monopolo o se puede radiar con un cierto ángulo hasta los niveles superiores de la troposfera donde están reflejados en dirección a la superficie de la tierra. El primer método mencionado necesita que la situación del receptor y el transmisor esté dentro de distancias de visión, limitadas por la curvatura de la tierra en relación a la altura de las antenas y en el segundo método se puede llegar a cubrir distancias mayores.

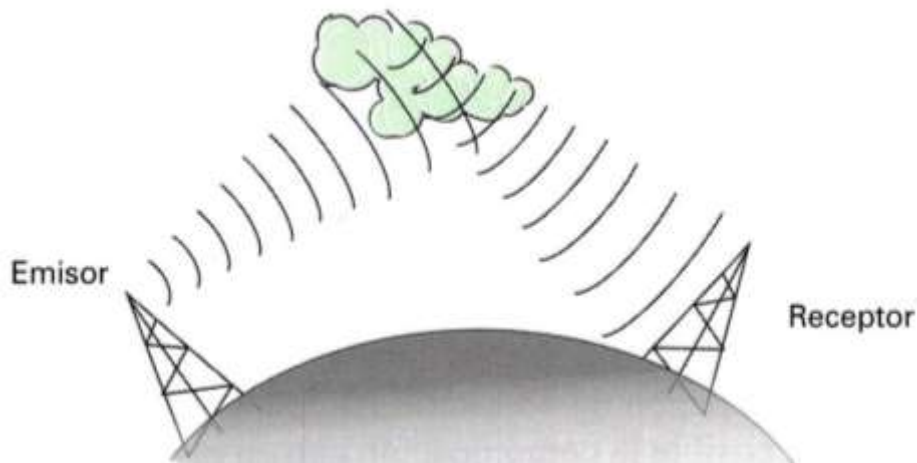


Figura 6.- Propagación Troposférica, Información tomada de <https://sites.google.com>. Elaborado por el autor

2.2.4.1.4 Propagación Ionosférica

Esta es uno de los tipos de propagación más influyentes ya que intervienen la atmósfera como reflector y esto a su vez ocurre en la ionósfera. La ionósfera es una capa de la atmósfera que se encuentra entre los 40km y 320km y está formada por aire altamente ionizado por la radiación solar, y cuando esta capa se carga eléctricamente hace que la señal comience a cambiar en un cierto ángulo, esto lo hace hasta que se realiza una reflexión total y la señal retorna a la tierra.

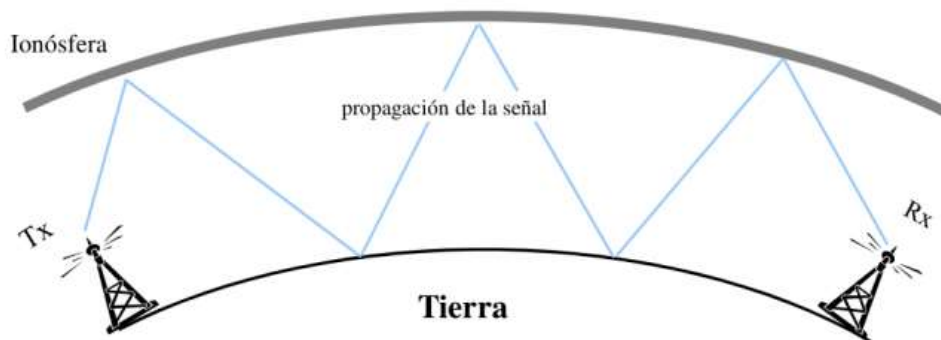


Figura 7.- Propagación Ionosférica, Información tomada de <https://sites.google.com>. Elaborado por el autor

2.2.4.1.5 Línea de vista

Es un tipo de propagación que puede transmitir y recibir datos siempre y cuando las estaciones de transmisión y recepción estén a la vista el uno del otro sin ningún tipo de obstáculo entre ellos. Un ejemplo de la comunicación de la línea de vista es la radio FM, microondas y transmisión por satélite, en la figura se puede observar el método de línea de vista.

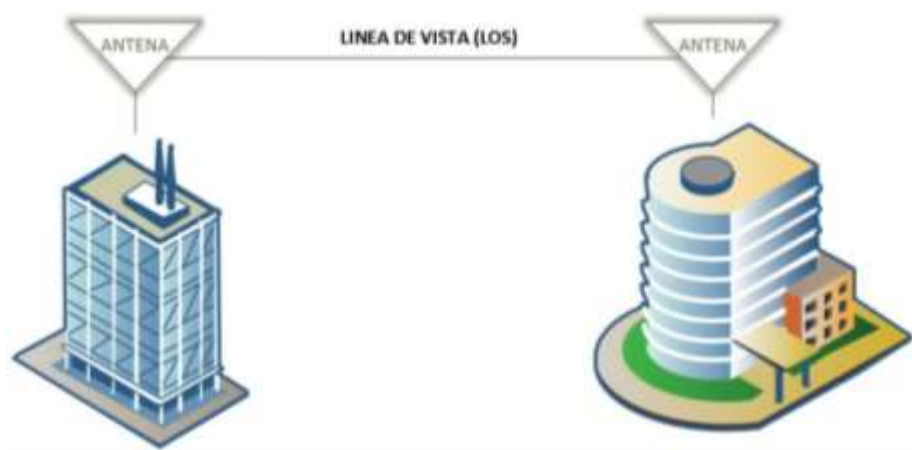


Figura 8.- Línea de vista, Información tomada de <https://sites.google.com>. Elaborado por el autor

2.2.4.1.6 No-Línea de vista

La no-Línea de vista (N-LOS) se refiere a la trayectoria de propagación de una frecuencia de radio (RF) que está oscurecida (parcial o totalmente) por obstáculos, por lo que es difícil para la señal de radio para pasar a través. Los obstáculos más comunes entre los transmisores y receptores de radio de radio son altos edificios, árboles, paisaje físico y conductores de alta tensión. Mientras que algunos obstáculos absorben y otros reflejan la señal de radio; todos ellos limitan la capacidad de transmisión de señales. (Camacho & Narváez, 2016)

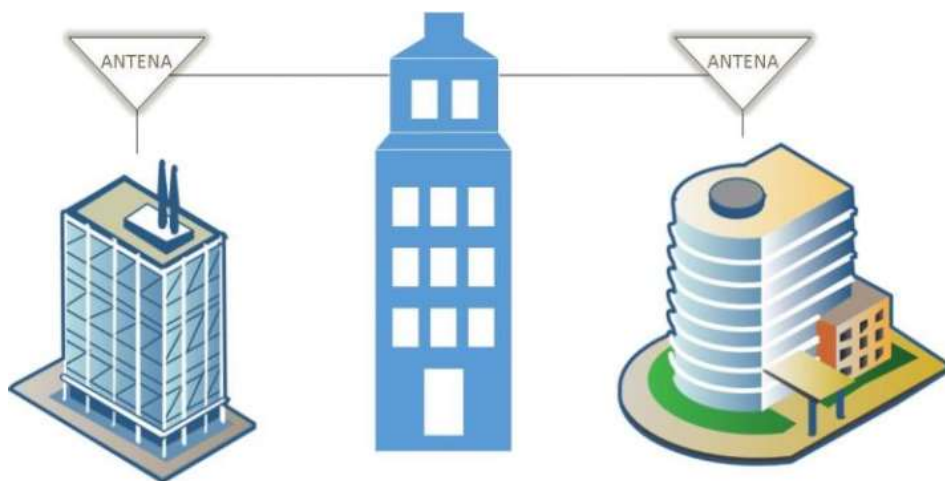


Figura 9.- No-Línea de vista, Información tomada de <https://sites.google.com>. Elaborado por el autor

2.2.4.2 Fenómenos de Propagación

La propagación es afectada por los siguientes fenómenos:

2.2.4.2.1 Absorción

La causa de la absorción de las ondas electromagnéticas al viajar por el aire es que el aire no es un vacío, por lo que está formado por átomos y moléculas de distintas sustancias

gaseosas, líquidas y sólidas. Estos materiales pueden absorber a las ondas electromagnéticas causando pérdidas por absorción y cuando se transmite energía de la onda a los átomos y moléculas atmosféricas la onda electromagnética se propaga mediante la atmosfera terrestre.

2.2.4.2.2 Reflexión

Este fenómeno ocurre cuando una onda incidente choca con una barrera existente y parte de la potencia incidente no influye en la misma. Las ondas que no traspasan el objetivo se reflejan debido a que todas las ondas reflejadas permanecen en el mismo medio que las ondas incidentes, por ende, sus velocidades son las mismas, por lo tanto, el ángulo de reflexión es igual al ángulo de incidencia.

2.2.4.2.3 Refracción

La refracción de una onda consiste en el cambio de dirección que experimenta cuando pasa de un medio a otro distinto. Este cambio de dirección se produce como consecuencia de la diferente velocidad de propagación que tiene la onda en ambos medios. (Camacho & Narváez, 2016)

2.2.4.2.4 Difracción

Es la modulación o redistribución de la energía dentro de un frente de onda al pasar cerca de la orilla de un objeto opaco, permitiendo que las ondas luminosas o de radio se propaguen en torno a las esquinas. (Camacho & Narváez, 2016)

2.2.4.2.5 Interferencia

Es producida cada vez que se combinan dos o más ondas electromagnéticas de tal manera que se deteriora el funcionamiento del sistema, por lo que está sujeta al principio de superposición lineal de las ondas electromagnéticas y se presentan siempre que dos o más ondas ocupan el mismo punto del espacio de forma simultánea.

2.2.4.3 Horizonte Óptico

La distancia entre 2 puntos o el horizonte óptico se puede definir en función de las alturas de ambas torres como $D = \sqrt{\frac{3ht}{2}} + \sqrt{\frac{3hr}{2}}$; donde

- D = distancia del transmisor al horizonte en millas
- hr, ht= es la altura de la torre receptora y transmisora en pies.²⁰

La fórmula de distancia se deduce aplicando Pitágoras junto con el diámetro de la tierra R y h como la altura de torre

$$d = \sqrt{(R + h)^2 - R^2} ; \text{ donde } R = 6378,1 \text{ Km}$$

Como $h < R$ se puede aproximar como:

$$d = \sqrt{2Rh} \text{ o } d = 3,572 \sqrt{h}, \text{ donde:}$$

- h = altura de antena en metros
- d = distancia del transmisor al horizonte en Km

Por ende, la distancia entre 2 torres D , en Km será expresada como:

$$D = 3,572 (\sqrt{h_t} + \sqrt{h_r})$$

Las comunicaciones por línea vista se usan en la mayoría de las señales de radio arriba de los 30 MHz, particularmente señales VHF, UHF y microondas. Pasan a través de la ionosfera, no se curvan y requiere el uso de antenas muy altas ubicadas en montañas y puntas de edificios que incrementen el alcance de transmisión y recepción. (Cornejo & Domínguez, 2018)

2.2.4.4 Zona de Fresnel

Según Deiby & Jennifer (2018) un sistema de radioenlace debe contar con línea de vista, además de una zona de despeje adicional alrededor definido como zona de Fresnel que es el volumen de espacio entre el emisor de una onda electromagnética y un receptor.

Las zonas de Fresnel son unos elipsoides concéntricos que rodean al rayo directo de un enlace radioeléctrico y que quedan definidos a partir de las posiciones de las antenas transmisora y receptora. (Ramos, 2011)

Fresnel definió una serie de zonas una vez estudiado la razón del efecto que causa la reflexión e interferencia de un obstáculo la onda puede verse afectada, por lo que es necesario calcular la primera zona de Fresnel al momento de efectuarlo en la práctica.

El radio para las zonas de Fresnel se calcula a partir de la siguiente formula general:

$$R = \sqrt{\frac{n\lambda d_1 d_2}{d_1 + d_2}}, \text{ donde}$$

- n = Número de la zona de Fresnel
- λ = longitud de onda de la señal

Por lo tanto, el espacio entre el emisor de una onda electromagnética y un receptor se lo denomina zona de Fresnel, tal cual como se lo puede apreciar en la figura 10.

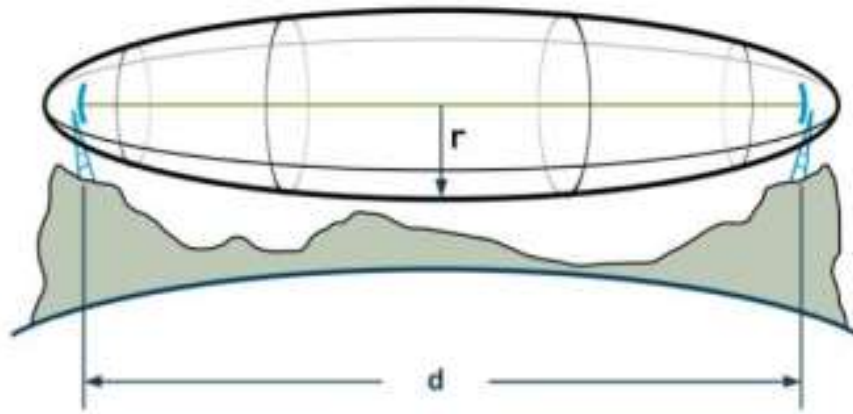


Figura 10.- No-Línea de vista, Información tomada de <https://sites.google.com>. Elaborado por el autor

2.2.4.5 Primera Zona de Fresnel

En el ámbito de las telecomunicaciones las zonas de Fresnel tienen forma de elipse, además de la existencia de la línea de vista, por lo tanto, se la debe de tomar muy en cuenta y debe mantenerse libre de obstáculos.

Para que se considere que no existe ningún tipo de obstrucción en la primera zona de Fresnel el máximo de obstrucción permitido es del 40% pero es recomendable que se mantenga el 20% de obstrucción. (Cornejo & Domínguez, 2018)

Las variables de distancia entre transmisor y receptor dada en kilómetros (km) y Frecuencia de la señal dada en Giga Hertz (GHz) intervienen para el cálculo de la zona de Fresnel, por lo que Fresnel establece lo siguiente:

$$r = 17,32 * \sqrt{\frac{d}{4f}} ;$$

Donde

- d = Distancia entre transmisor y receptor (kilómetros)
- f = Frecuencia en GHz
- r = Altura de las antenas (metros)

2.2.4.6 Margen de Desvanecimiento

Es la atenuación del nivel de una señal de radio transmitida afectada por las condiciones atmosféricas, distancia, obstáculos y reflexiones de la tierra o agua que influyen en la trayectoria de propagación lo cual no permite que el enlace esté disponible al 100%.

Deiby & Jennifer (2018) El Margen de desvanecimiento es una pérdida considerable en el cálculo de la pérdida de trayecto, estimado por la distancia del enlace en función de la

frecuencia, debido a la acumulación del ruido, o por tiempo de indisponibilidad anual por horas (como porcentaje de la disponibilidad anual).

Por ende, se puede determinar que el margen de desvanecimiento de un sistema es la atenuación adicional por desvanecimiento, causando que la probabilidad de error aumente hasta un valor de referencia que normalmente suele estar entre los 10^{-3} o 10^{-6} . Refiriéndose a un margen de desvanecimiento M_3 que vendría a ser la diferencia.

$$M_3 = P_R - T_{h3}$$

Donde:

- P_R = Es la potencia captada por la antena en condiciones normales
- T_{h3} = Es la potencia mínima que debería captar para que $P_R = 10^{-3}$

2.2.4.7 Umbral de Recepción

Se conoce al umbral de recepción como el mínimo nivel de señal que debe llegar a la entrada del receptor, posterior a la salida de la antena del receptor, para que así el equipo receptor considere la señal como válida y legible, por lo general suele estar por encima del nivel del ruido para que así la señal procesada contenga la mínima cantidad de errores admisible para su funcionamiento.

El umbral de recepción en un receptor se representa como el nivel de señal que entra en el receptor igualando al ruido y puede llegar a ser considerado como una señal decodificable, pero que a su vez puede contener errores de alguna magnitud.

Si se tiene un transmisor cuya potencia se conoce (P_{tx}), se puede calcular la pérdida del trayecto y determinar cuál será el nivel de señal a la entrada del receptor o se puede calcular la potencia en el receptor P_{rx} , conociendo las ganancias de antena de ambos extremos G_{tx} y G_{rx} , que usualmente son iguales. (Cornejo & Domínguez, 2018)

La ganancia de antena se puede calcular a partir del diámetro, como en la fórmula que se presenta a continuación donde se calcula la ganancia de una antena parabólica.

$$G = \eta \left(\frac{\pi D}{\lambda} \right)^2$$

Donde:

- G = Ganancia expresada como relación de potencia
- D = diámetro del plato (m)

- η = eficiencia de la antena (<1)
- λ = longitud de onda (m)

2.2.5 Radioenlace

Un radioenlace es toda interconexión entre terminales de telecomunicaciones los cuales trabajan con ondas electromagnéticas como se observa en la figura 11.

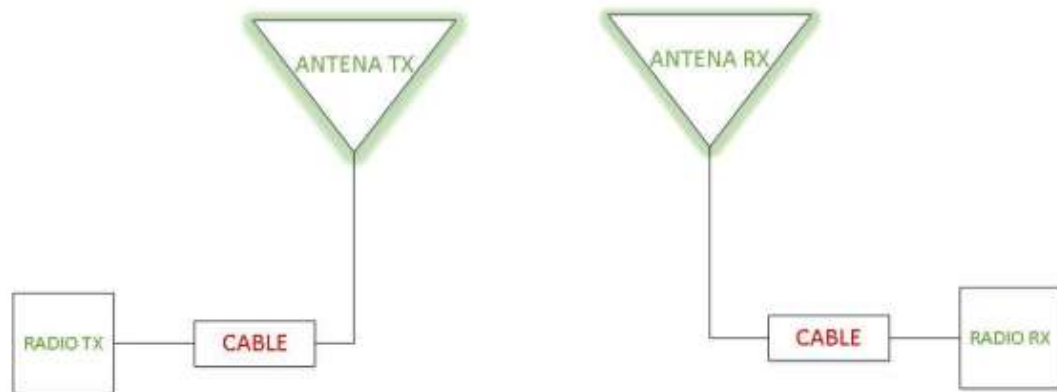


Figura 11.- Radioenlace, Información tomada de <https://sites.google.com>. Elaborado por el autor

2.2.5.1 Tipos de radioenlace

Existen dos tipos de radio enlaces:

2.2.5.1.1 Satelital

En este tipo de radio enlaces el satélite es un repetidor emplazado en el espacio, generalmente se encuentran entre los 800 MHz y 50 GHz dependiendo de su capacidad. En la gran mayoría de los sistemas de radioenlaces del servicio fijo utilizan frecuencias superiores a 1 GHz.

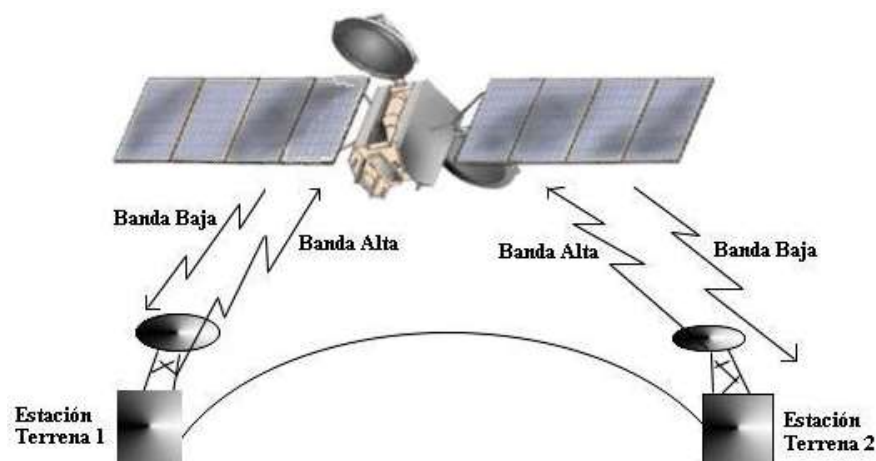


Figura 12.- Radioenlace Satelital, Información tomada de <https://sites.google.com>. Elaborado por el autor

2.2.5.1.2 Terrestre

También se lo conoce como microondas terrestre es el encargado de proveer conectividad entre dos estaciones terrenas en línea de mira utilizando equipos de radio que alcancen frecuencias portadoras superiores a 1 GHz.

Para la implementación de un enlace, se debe calcular la potencia necesaria para realizar la conexión de una distancia dada, y predecir la forma con la que viajarán las ondas a lo largo del camino, a causa del trayecto que sigue una onda de radio puede ser encontrada abarrotado de obstáculos, ya sean estos montañas, árboles y edificios, además de estar afectado por la curvatura de la Tierra. (Camacho & Narváez, 2016)



Figura 13.- Radioenlace Terrestre, Información tomada de <https://sites.google.com>. Elaborado por el autor

2.2.5.2 Planificación de un radioenlace

En la planificación de un sistema de radio enlace inicialmente se debe realizar el cálculo del alcance. Para lo que se deberá saber las bandas de frecuencias, características climáticas de la zona y las especificaciones técnicas de los equipos a implementar, siendo estas: la potencia del transmisor, ganancia de las antenas, sensibilidad del receptor y la tasa de error las cuales son las más comunes. Estos cálculos son teóricamente el funcionamiento del sistema de radioenlace, los cuales deberán verificarse una vez que se implementen los equipos.

Según Camacho & Narváez (2016) en su trabajo de investigación exponen que para la planificación existen herramientas muy potentes que cuentan con mapas cartográficos digitales y algunas con alturas de edificios logrando así una buena simulación, con la cual podremos determinar los mejores valores tanto de localización, estimaciones de alcance o cobertura, zonas de Fresnel ...etc.

2.2.5.3 Diseño de un radioenlace

Para el diseño de un radioenlace se deberá conservar la comunicación con una altura de torres mínima pero lo suficiente como para sobrepasar los obstáculos en la trayectoria.

En el perfil de trayectoria se deberá establecer una línea de referencia con respecto al nivel del mar. En los cálculos se debe adicionar 10 pies (3,05m) por crecimiento de vegetación si fuera necesario, claro que todo depende del terreno circundante a las torres y a cada obstáculo se le añadirá una "irregularidad de la tierra", que es un valor adicional debido al aumento ocasionado por la curvatura de la tierra en algún punto específico del cálculo.

La irregularidad de la tierra h se puede calcular en base a la siguiente fórmula:

$$h[\text{pies}] = \frac{0,667 \, d1 \, d2}{K} ; \text{ si } d[\text{millas}] \text{ o } h[\text{metros}] = \frac{0,078 \, d1 \, d2}{K} \text{ si } d[\text{Km}] \text{ donde:}$$

- $d1$ = es la distancia desde el punto cercano al obstáculo
- $d2$ = es la distancia desde el punto lejano al obstáculo

$$K = \frac{\text{Radio efectivo de la tierra}}{\text{Radio real de la tierra}}$$

Si el factor $K > 1$, el horizonte de radio es mayor que el horizonte óptico se podrá usar como factor $K = 4/3$ para una planificación estimada.

2.2.5.4 Software de Planificación

Existen Software de planificación, que son herramientas que ayudan a calcular el presupuesto de potencia de forma ágil y automatizada.

Entre los más utilizados están:

- airlink
- Radio Mobile

2.2.6 Espectro Electromagnético

El espectro radioeléctrico constituye un subconjunto de ondas electromagnéticas u ondas hertzianas fijadas convencionalmente por debajo de 3000 GHz, que se propagan por el espacio sin necesidad de una guía artificial.”

Gracias al espectro radioeléctrico se puede ofrecer una variedad de servicios de telecomunicaciones, vital para el desarrollo social y económico de un país.

“El espectro radioeléctrico está consignado por la Constitución de la República del Ecuador como un sector estratégico, por ende, el Estado se conserva el derecho de su administración, control, regulación y gestión.”

“La legislación de telecomunicaciones se establece como un recurso natural limitado, que corresponde al dominio público del Estado, imprescriptible e inalienable.” (ARCOTEL, 2017)

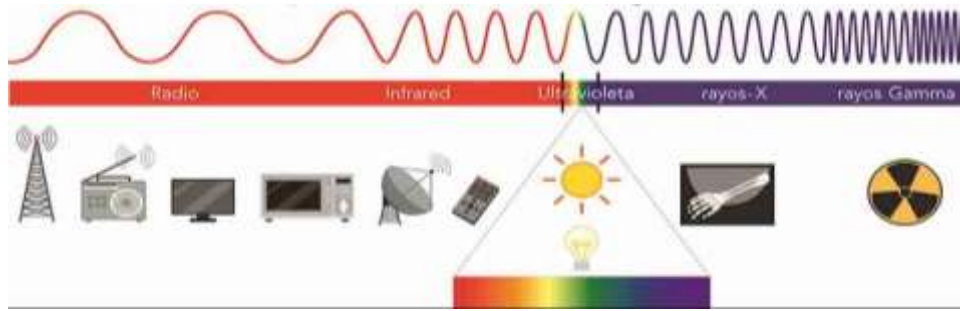


Figura 14.- Espectro Electromagnético, Información tomada de <https://sites.google.com>. Elaborado por el autor

2.2.7 Espectro RF

Según la ARCOTEL (2017) indica que el espectro radioeléctrico o de radiofrecuencia constituye un subconjunto de ondas electromagnéticas u ondas hertzianas fijadas convencionalmente por debajo de 3000 GHz, que se propagan por el espacio sin necesidad de una guía artificial.

Por ende, se lo puede definir como un recurso natural finito el cual funciona y es utilizado como medio de propagación de las ondas electromagnéticas, o como un medio no cableado para la transmisión de servicios inalámbricos tales como la radiodifusión sonora ya sean estas emisoras AM o FM.

2.2.7.1 Componentes de RF

Un transmisor de radiofrecuencia básico está compuesto por dos elementos esenciales: el radiotransmisor o transceptor y la línea de transmisión, la cual se compone por conectores, cable y antena. (Duran, 2018)

En un sistema de transmisión es importante la existencia de un equipo transmisor, un canal de comunicación y un dispositivo receptor, por ende, las características del transmisor y del receptor se deberán ajustar a las características del canal.

2.2.7.2 Aplicaciones de uso del espectro

Estas ondas abarcan todos los dispositivos de comunicación ya sean estos la televisión, el sistema GPS o las redes móviles.

También están presentes en el mundo de los radioaficionados y cualquier otro tipo de elemento que cuente con un emisor y un receptor inalámbricos.

2.2.7.2.1 Radiocomunicaciones

Aunque se emplea la palabra radio, las transmisiones de televisión, radio, radar y telefonía móvil están incluidas en esta clase de emisiones de radiofrecuencia. Otros usos son

audio, vídeo, radionavegación, servicios de emergencia y transmisión de datos por radio digital; tanto en el ámbito civil como militar.

2.2.7.2.2 *Medicina*

Las ondas de radio se aplican desde hace décadas en tratamientos médicos, tanto incisivos como no invasivos. Desde bisturíes que cauterizan según abren el cuerpo hasta la popular máquina de resonancia magnética, en la medicina hay muchos dispositivos y técnicas que se valen de estas emisiones.

2.2.7.2.3 *Tratamientos estéticos*

La radiofrecuencia, en niveles de energía que no producen ablación, se usa también como tratamiento cosmético para tensar la piel, reducir la grasa (lipólisis) o promover la cicatrización. Estas etiquetas emplean frecuencias eléctricas diversas, con las que se puede mandar un mensaje al receptor.

2.2.7.2.4 *Radiofrecuencia RFID*

Estas etiquetas emplean frecuencias eléctricas diversas, con las que se puede mandar un mensaje al receptor. Algunas de ellas necesitan alimentación, mientras que otras pueden prescindir de ella.

2.2.7.2.5 *Radar*

El radar es un sistema que usa ondas electromagnéticas para medir distancias, altitudes, direcciones y velocidades de objetos estáticos o móviles como aeronaves, barcos, vehículos motorizados, formaciones meteorológicas y el propio terreno.

2.2.8 **Antenas**

Es un dispositivo que contiene una estación transmisora (emisor) y un receptor que funciona por medio de una antena convirtiendo la energía eléctrica en radiación electromagnética y viceversa haciendo que el receptor reciba las ondas electromagnéticas con débiles corrientes eléctricas y se amplifique los circuitos eléctricos del receptor, este sistema es utilizado en radios, radares, televisores y otros sistemas de telecomunicación con la finalidad de que se emita una transmisión más veloz. (Definiciones-de.com, 2015)

2.2.8.1 Tipos de Antena

2.2.8.1.1 Antena isotrópica

Según el autor Huidobro (2013) de la revista comenta que “Es una antena hipotética sin pérdida (Referente a que el área física es cero y por aquello no existe pérdidas por disipación de calor) que posee una intensidad de radiación que se mantienen igual en todas direcciones. (IEEE Standard Dictionary of Electrical and Electronic Terms, 1979).

Esta antena se desempeña como base de referencia para estimar la directividad. La antena isotrópica no es una antena, de hecho, es un concepto que hace referencia para evaluar a las y a las pérdidas por propagación en el espacio libre en los enlaces de radiofrecuencia y antenas en su función de concentración de energía. El patrón de radiación es una esfera. Cada aplicación y cada banda de frecuencia presentan características particulares que dan origen a unos tipos de antenas consideradas diversa y especiales”.

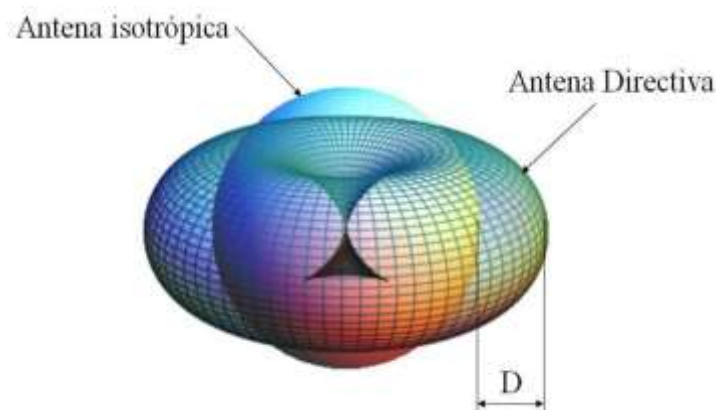


Figura 15.- Antena isotrópica, Información tomada de <https://sites.google.com>. Elaborado por el autor

2.2.8.1.2 Antenas de Hilo

Estas antenas están formadas por hilos conductores, eléctricamente delgados, cuyos diámetros $\ll \lambda$. Se forman como un conductor de sección infinitesimal. Pueden estar compuestos por hilos rectos (rombos, dipolos), espirales (cuadrada, circular o cualquier forma arbitraria) y hélices. (Huidobro, 2013)

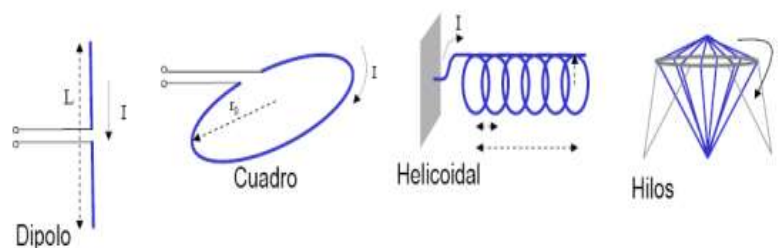


Figura 16.- Antenas de Hilo, Información tomada de <https://sites.google.com>. Elaborado por el autor

2.2.8.1.3 Yagi-uda

Esta antena es capaz de recopilar la mayor parte de la energía radiada de manera más situada, sumando de este modo, la potencia arrojada hacia el receptor o recibida desde la fuente realiza que evite interferencias introducidas por demás fuentes no deseadas. Además, es utilizada para la emisión de señales de televisión en la banda de UHF, puesto que implica una gran directivita, mayor número de elementos pasivos incorporados y también su ganancia es la más conveniente para recibir el nivel de señal idóneo y así pueda ser amplificado sin ningún tipo de inconveniente. (Huidobro, 2013)

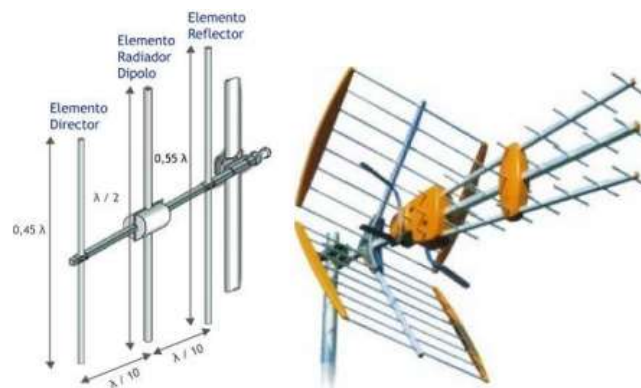


Figura 17.- Yagi-uda, Información tomada de <https://sites.google.com>. Elaborado por el autor

2.2.8.1.4 Antenas de Apertura

La antena de apertura se constituye por medio de la onda radiada que se obtiene a de una distribución de campo soportada por la antena y se suelen ser inducidas por guías de onda. Las bocinas cónicas o pirámides, ranuras y las aperturas sobre las guías de onda y planos conductores. Es decir que, una bocina es una antena que es empleada para formar frecuencias de microondas, por su particular ancho de banda y por su simplicidad al momento de su construcción y diseño. Además, puede ser usada como una antena individual, o como alimentador de reflectores, en forma de agrupaciones, o lentes, conforme sea la estructura de la apertura. (Huidobro, 2013)

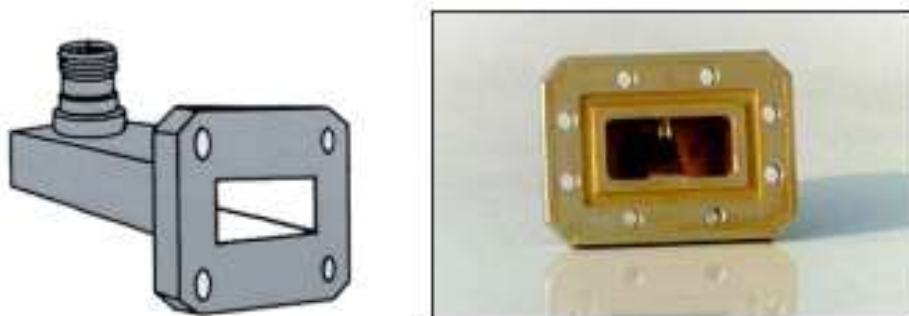


Figura 18.- Antenas de apertura, Información tomada de <https://sites.google.com>. Elaborado por el autor

2.2.8.1.5 Antenas planas

Esta antena está formada por un grupo plano de radiadores y también un circuito que está encargado de distribuir la señal entre ellos. Su diseño y forma se ajusta a la estructura para de esta manera disipar la potencia en forma de radiación.

Ambos, parches y circuito, se fabrican utilizando técnicas de fotograbado sobre un sustrato dieléctrico laminado en cobre por ambas superficies. Al ser una tecnología con superficies planas, favorece su integración con el resto del sistema, proporcionando la reducción del tamaño y limitación en el peso global. (Huidobro, 2013)



Figura 19.- Antenas planas, Información tomada de <https://sites.google.com>. Elaborado por el autor

2.2.8.1.6 Antenas con reflector (parabólicas)

La señal de esta antena no ingresa, ni sale directamente, sino que arroja un elemento pasivo para que de este modo la señal sea más concentrada. Al momento de realizar una comparación entre la antena emisora y la receptora, se dice que, la antena receptora, se basa más en la reflexión de las ondas electromagnéticas, por aquello las ondas que afectan paralelamente al eje principal se ve reflejado y van a parar a un punto llamado foco que se localiza en el centro del paraboloide. Sin embargo, si se trata de una antena emisora, las ondas se derivan del foco.

Estas antenas reflectoras parabólicas producen una ganancia y una directividad de rangos muy altos, además son muy populares para la conexión de comunicaciones por satélite y para las microondas. La antena está constituida por dos partes principales: un reflector parabólico y también un elemento activo llamado mecanismo de alimentación



Figura 20.- Antenas con reflector (parabólicas), Información tomada de <https://sites.google.com>. Elaborado por el autor

2.2.8.1.7 Foco primario

La antena contiene una superficie con un paraboloide de revolución, por lo que todas las ondas inciden en el foco que es el eje principal por consiguiente hace que tenga un máximo rendimiento del 60% pero también puede suceder que el resto de la energía no llegue al foco principal y se pierda, suelen ser visualizadas en tamaños grandes, más o menos cerca de 1,5 metros de diámetro.

2.2.8.1.8 Offset

Esta antena está estructurada por un reflector paraboloide de figura ovalada y se diferencia de las demás por su punto focal que se encuentra desplazada hacia un lado de tal manera que el foco queda en la parte de afuera de la antena. Esto causa una gran ventaja porque la superficie de la antena se mantendrá sombreada por el Low Noise Block, recibiendo de esta forma algo más de señal agilizando la comunicación.

2.2.8.2 Funcionalidad

La tecnología de antenas sirve para mejorar la recepción de la señal procedente del móvil, radio o tv, además, de las interferencias. Pero a su vez, se deben emplear algoritmos de conmutación entre haces y software de procesamiento de la señal de RF bastante complejos. Para cada llamada o transmisión, estos algoritmos determinan cuáles son los haces que tienen una mejor calidad de la señal eligiendo, en cada momento, el mejor de ellos.

Dicho de otra forma, el sistema asegura a los usuarios una óptima calidad mientras dura la comunicación por una llamada, mejorando la conmutación entre los diferentes haces o la variación del patrón de radiación se efectúa a medida que el móvil se desplaza.

2.2.8.3 *Parámetros de una Antena*

Impedancia de Entrada: Es la relación que se obtiene con la corriente y el voltaje en los terminales de la antena, y necesitara de las características de la antena y obstáculos en el espacio.

Directividad: Es la razón que se produce por la intensidad de radiación máxima y promedio de una antena, en otras palabras, se conecta con la potencia de radiación.

Ganancia: Es una unión que se encuentra entre la potencia total enviada a la antena, que está dividida por el área de una esfera de radio y la densidad de potencia radiada en la dirección del máximo a una distancia, dicho de otra manera, esto se relaciona con la potencia de alimentación.

Polarización: Es el modo en el que se encuentra orientado los campos eléctricos y magnéticos con respecto a la tierra, de forma que, si un campo eléctrico es perpendicular a la tierra se dice que la onda electromagnética esta polarizada de manera vertical un campo eléctrico es paralelo a la tierra se entiende que la onda electromagnética esta polarizada de manera horizontal.

Patrón de radiación: Es la muestra gráfica de alguna de las propiedades de radiación de la antena en el espacio. Entre las propiedades de radiación se encuentran: la fase, la intensidad de radiación, fuerza del campo y la polarización.

HPWB: Muestra el ángulo formado que se constituye entre los puntos a mitad de potencia del lóbulo principal, o como un intervalo angular por lo tanto la densidad de potencia radiada es equivalente a la mitad de la potencia máxima.

(BW): Es considerado como un rango de frecuencia en la que cuenta con características de la antena como, impedancia, ganancia, patrón de radiación, nivel del lóbulo lateral, ancho de haz y eficiencia y dirección de haz además la polarización puede ser considerada dentro de un valor aceptado de los otorgados de la frecuencia central.

Área efectiva: Es la forma de percatarse sobre la potencia que recibe la antena y es aprovechada como la densidad de potencia incidente o como la fuerza que recibe la antena. (Deiby Manuel Cornejo Gamarra, 2018)

2.2.9 *Evolución de los sistemas de radiofrecuencia*

Según Neri Vela (1999) los sistemas RF analógicos funcionan desde los principios de los años 1930, sus principales novedades se basan en la radio analógica la cual se describe como la conversación del sonido en señales eléctricas, estas señales son transmitidas por ondas portadoras hasta el receptor, en estos sistemas las señales se transmiten por el aire en una

banda estrecha denominada ondas de radio, las cuales viajan por diferentes obstáculos como montañas, torres, vegetación, equipos electrónicos entre otros, degradando la integridad de las comunicaciones.

2.2.10 Sistema VHF

El sistema VHF que significa frecuencia muy alta, es un sistema de transmisión y recepción que puede cambiar a banda de baja frecuencia (49-108 MHz) (169-216 MHz), su frecuencia es mayor y más ágil y extensa al momento de que la señal se encuentre al aire libre sin obstáculo alguno.

El VHF es utilizado con más regularidad en comunicaciones marinas siendo un accesorio muy útil e importante en el caso de que exista alguna emergencia o simplemente cuando se necesite comunicar con los demás, así mismo sucede con el cuerpo de bomberos siendo de esta forma de comunicación bidireccional de gran utilidad.

2.2.10.1 Características y frecuencias

Siglas del inglés Very High Frequency o frecuencia muy alta, se refiere a la banda del espectro electromagnético que se encuentra empleado por el número de un rango de frecuencias que son desde 30 MHz a 300 MHz. Se usa para evaluar las Ondas de radio, además también pueden tomar como medida los múltiplos de diez referentes a la longitud de onda. De este modo, las ondas de VHF mantienen una longitud de onda entre 1 Metro y 10 Metros.

2.2.10.2 Uso del VHF

La Televisión, radiodifusión en FM, Banda Aérea, satélites, comunicaciones entre buques y control de tráfico marítimo. A partir de los 50 MHz encontramos frecuencias asignadas, según los países, a la televisión comercial; son los canales llamados "bajos" del 2 al 13. También hay canales de televisión en UHF. Entre los 88 y los 108 MHz encontramos frecuencias asignadas a las radios comerciales en Frecuencia Modulada o FM. Se la llama "FM de banda ancha" porque para que el sonido tenga buena calidad, es preciso aumentar el ancho de banda. Entre los 108 y 136,975 MHz se encuentra la banda aérea usada en aviación.

Los radiofaros utilizan las frecuencias entre 108,7 MHz y 117,9 MHz. Las comunicaciones por voz se realizan por arriba de los 118 MHz, utilizando la amplitud modulada. En 137 MHz encontramos señales de satélites meteorológicos. Entre 144 y 146

MHz, incluso 148 MHz en la Región 2, encontramos las frecuencias de la banda de 2m de radioaficionados. Entre 156 MHz y 162 MHz, se encuentra la banda de frecuencias VHF internacional reservada al servicio radiomarítimo.¹ Por encima de esa frecuencia encontramos otros servicios como bomberos, ambulancias y radiotaxis etc.

2.2.11 Sistemas de radio de 2 vías

La evolución de los sistemas ha permitido el desarrollo de la radio digital, obteniendo mayor rentabilidad como bajos costos, mayor rendimiento, cobertura, eficiencia del espectro, mayor capacidad de llamadas, calidad de voz. Estos sistemas brindan una interacción con los usuarios de forma amigable.

En el Ecuador los sistemas de radio de dos vías funcionan en modo simplex o semidúplex las cuales son asignadas por el Plan Nacional de Frecuencias del Ecuador, trabajando en las bandas VHF y UHF.

2.2.12 Sistemas de Radio Digital

Según en la revista latinoamericana el autor (S., 2005) manifiesta que “La radio digital es un producto de la llamada convergencia digital. Desde la década de 1990, nuevos dispositivos electrónicos de recepción y reproducción digital, incluyendo ciertos teléfonos celulares, se comunican entre sí, en los entornos de redes, mediante sencillas interfaces.

Por esta razón, ofrecen ventajas antes inexistentes en los medios analógicos. A partir de sistemas de adquisición y producción digital, que comenzaron como simples cintas de audio digital (DAT), la evolución tecnológica ha conducido hasta completas infraestructuras de transmisión existentes hoy. Por ejemplo, el material de programación se puede usar y reempaquetar a través de diversas plataformas como radio, telefonía móvil e Internet, de manera que no solo surgen nuevas sinergias entre estas industrias antes separadas, sino que se multiplican las oportunidades de mercadeo transversal entre dichas plataformas”.

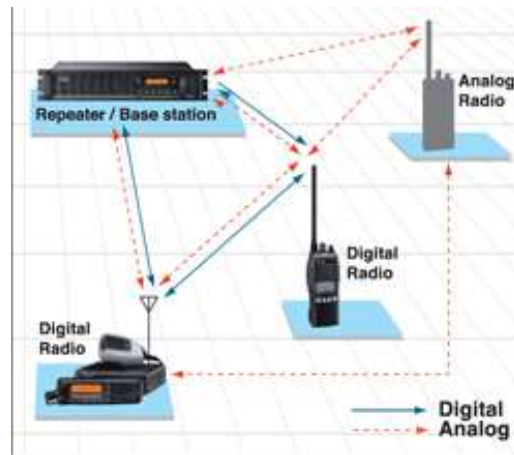


Figura 21.- *Sistemas de Radio Digital, Información tomada de <https://sites.google.com>. Elaborado por el autor*

2.2.13 Receptores de los sistemas de radio digital

En la actualidad la radio digital contiene un grado de dificultad al momento de querer obtener una sincronización con los equipos de la nueva generación, para ello es necesario que cuente con las siguientes características:

- Deberá ser capaz de hallar el modo de transmisión y cambiar al modo de recepción que corresponda.
- Es aconsejable que contenga un display de 8 caracteres alfanuméricos como mínimo, que pueda informar sobre el servicio prestado, trama, tipo de programa y segmento seleccionado.
- Debe ser capaz de decodificar un programa de audio estéreo con una tasa binaria de 256Kbit/seg. En caso de servicio cifrado (de pago) el receptor deberá informar al usuario-usuaria de este servicio.
- El receptor fijo son receptores HI-FI, con un display manejados con los datos asociados a la emisión.
- El receptor portátil que por el momento sólo transmiten audios, aunque en la actualidad ya están comenzando a aparecer algunos multimedia.
- Los receptores móviles, que incorporados en los coches. (Andalucia, 2010)

2.2.14 Usos de las radiocomunicaciones

2.2.14.1 Radio ayuda

La radio ayuda o también llamado radio navegación es el conjunto de señales radioeléctricas que son generadas desde faros o instalaciones terrestres que permiten guiar a las personas que se encuentran navegando cerca de las mismas; este mismo sistema es

utilizado por el aeropuerto con la finalidad de mantenerte en contacto con la base y comunicarse durante su vuelo.

El funcionamiento de este sistema electrónico se basa en la emisión de constantes ondas de radio, que envía un emisor hacia un receptor también existen varios tipos de radio como el VOR, ELTACAN, EL ILIS EL ADF, etc.

2.2.14.2 Radio aficionado

Es una técnica que se utiliza para establecer comunicación entre dos estaciones a través del espectro radioeléctrico, en otras palabras mediante ondas radioeléctricas con el objetivo de mantener interconectada a las personas por medio de la radio.



Figura 22.- Radio aficionado, Información tomada de <https://sites.google.com>. Elaborado por el autor

2.2.14.3 Radio comunitaria

La radio comunitaria consiste en un medio de comunicación sin fines lucrativos cuyo objetivo es brindar un servicio y promover el desarrollo de la comunidad, de esta forma dando a conocer las opiniones, desacuerdos o comentarios o a su vez impartir monólogos, comerciales que permitan mayor cercanía de la radio a las personas. Los medios para promover la comunicación más utilizados son: la televisión, la radio, periódicos o páginas web entre otros. (Mariano Fernández, 2016)



Figura 23.- Radio comunitaria, Información tomada de <https://sites.google.com>. Elaborado por el autor

2.2.14.4 Radio corporativa

Es una plataforma totalmente personalizable, adaptable, que contiene canales musicales, brinda contenidos informativos y mensajes propios que son proyectados hacia un público segmentado según cada necesidad. Los pilares sobre los que se puede construir una radio corporativa son In Store Radio, Brand Radio y Staff Radio. (Huephonic, 2018)

2.2.15 Sistema de Radiocomunicación Trunking

Es sistema móvil también conocido como sistema troncalizado, siendo el mismo un sistema bidireccional gestionado por una computadora industrial, es decir, un controlador. Este sistema es más usado por aplicaciones y entidades privadas capaces de administrar los canales que permiten a las personas compartir múltiples frecuencias.

2.2.15.1 Funcionamiento de un sistema de radio Trunking

En el sistema troncalizado, se crean grupos de usuarios independientes de los canales o frecuencias con que se cuente. De tal manera que cuando un usuario desea realizar un llamado, bien sea de voz o datos, el sistema automáticamente le asigna un canal libre. Si en ese momento no se encuentra ningún canal libre, queda en una cola de espera por un determinado tiempo. Este tiempo es programable al igual que otras muchas facilidades.

2.2.16 Modo de transmisión de datos

2.2.16.1 Simplex

El Simplex permite realizar una transmisión unidireccional, es decir, que este caso el emisor y el receptor están unidos. Siendo el que en la estación actúa como fuente y la otra

como receptor, por aquello es más sencillo de utilizar y menos costoso y el más utilizado en emisoras de radiodifusión. (Científicos.com, 2005)



Figura 24. Simplex, Información tomada de <https://sites.google.com>. Elaborado por el autor

2.2.16.2 Half-Duplex

En el half-duplex ambos extremos cumplen funciones de transmisor y receptor y la información o datos se traslada en ambos sentidos, pero no simultáneamente. Este tipo de comunicación es mayormente utilizada en la interacción a través de terminales y un computador central. (Científicos.com, 2005)



Figura 25. Half-Duplex, Información tomada de <https://sites.google.com>. Elaborado por el autor.

2.2.16.3 Dúplex completo

El sistema es parecido al dúplex, pero los datos se trasladan en ambos sentidos sincrónicamente. Por aquello ambos transmisores contienen distintas frecuencias de transmisión o dos caminos de comunicación separados, en cambio la comunicación semidúplex necesita solamente uno solo.

Para el intercambio de información o datos por medio de computadores, este tipo de comunicaciones son más eficientes y factibles que las transmisiones semidúplex. (Científicos.com, 2005)

2.2.17 Walkie Talkie

El Walkie Talkie es un dispositivo de comunicación que utiliza las ondas de radio para transmitir la voz. Para comunicar entre dos Walkie talkies sólo hace falta sincronizarlos en la "misma longitud de onda" o, lo que es lo mismo, sintonizarlos en el mismo canal.

2.2.17.1 Los Diferentes tipos de Walkie Talkie

2.2.17.1.1 Walkie talkies analógicos

Incluye los walkie talkies PMR446 para comunicaciones gratuitas y sin suscripción ni licencias. También incluye los walkie con licencia, asegurados y con una suscripción anual de pago.

2.2.17.1.2 Walkie Talkies digitales

Los walkie digitales ofrecen una calidad de audio mayor porque no hay pérdida de señal con la distancia. El alcance de sus dispositivos se aumenta sustancialmente.

2.2.17.1.3 Walkie talkies híbridos

Walkie Talkies con doble configuración, digitales y analógicos. Pueden ser walkie talkies sin licencia, con mejor calidad de audio al ser digital, o bien, pueden ser con licencia, con capacidad para comunicarse digitalmente.

2.2.17.1.4 VHF/UHF

Los Walkie Talkies VHF ocupan el rango de frecuencias de 30 MHz a 300 MHz, mientras los Walkie Talkies UHF ocupan el espectro de frecuencias de 300 MHz a 3 GHz.

2.2.18 Marco Conceptual

Propagación: Es la acción de expandir o multiplicarse llegando a sitios distintos del que la produce.

Banda ancha: Es la transferencia de datos de un amplio ancho de banda que se transmite a través de una conexión a Internet de alta velocidad.

Polarización: Es un fenómeno en donde un conjunto establece las características que determina la aparición en él, de dos o más zonas, los polos, que se consideran opuestos respecto a una cierta propiedad, quedando el conjunto en un estado llamado estado polarizado.

Display: Es una pantalla en la que permite visualizar imágenes o información desde un medio de comunicación ya sea de forma visual o táctil.

Estereofónica: Es un sonido registrado simultáneamente desde dos o más puntos distanciados en la cual brinda una sensación a relieve.

Heterodino: Es el receptor que produce ondas de frecuencia muy diferentes a las recibidas, para poder obtener por batimiento una frecuencia inferior fija, siendo utilizada para recibir las señales.

Demodular: Se debe a la extracción de la información de una señal modulada.

Paraboloide: Es una superficie generada por el desplazamiento de una parábola generatriz que se desliza paralelamente a sí misma a lo largo de otra parábola directriz de curvatura opuesta situada en su plano de simetría.

Frecuencia: Es la velocidad en las repeticiones de un número en una unidad de tiempo

Isotrópica: Se trata de una característica de la uniformidad direccional de un material, por la cual las propiedades físicas no varíen en las diferentes direcciones.

2.2.19 Marco Legal

Para llevar a cabo el presente trabajo de titulación se tuvo como base legal la Ley Orgánica de Telecomunicaciones, aprobada el 18 de febrero del 2015 con Registro Oficial N°439 y de la Ley de Seguridad Pública del Estado.

El Art. 5.- Definición de telecomunicaciones. – Define que la telecomunicación es toda transmisión recepción, emisión de textos, señales, videos, sonidos e información que se transmite por medio de sistemas ópticos o inalámbricos y alámbricos ya sea que este inventada o por inventarse, es decir, esta definición no tiene origen taxativo, por ende, podrá llevarse a cabo por cualquier medio de transmisión o modalidad que se encuentre derivada a la innovación tecnológica. (telecomunicaciones, 2019)

En el Art. 13.- llamada Redes privadas de Telecomunicaciones. – Establece que “Las redes privadas son aquellas utilizadas por personas naturales o jurídicas en su exclusivo beneficio, con el propósito de conectar distintas instalaciones de su propiedad o bajo su control.

Su operación requiere de un registro realizado ante la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones y en caso de requerir de uso de frecuencias del espectro radioeléctrico, del título habilitante respectivo. Las redes privadas están destinadas a satisfacer las necesidades propias de su titular, lo que excluye la prestación de estos servicios a terceros. La conexión de redes privadas se sujetará a la normativa que se emita para tal fin.

La Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones regulará el establecimiento y uso de redes privadas de telecomunicaciones”.

También está el Art. 16.- Telecomunicaciones Reservadas a la Seguridad Nacional. Que está enfocada en la realización de actividades de telecomunicaciones que son necesarias para la seguridad y defensa del Estado, reservando frecuencias del espectro radioeléctrico en función del Plan Nacional de Frecuencias, por lo que corresponde a la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones; cuya gestión y administración de esta frecuencia corresponderá a los órganos y entes competentes en materia de Seguridad y Defensa. Sin

embargo, en tales circunstancias, la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones realizara las potestades de regulación y control establecidas en la presente Ley.

El Art. 67.- Interconexión. - comprende que la interconexión es la conexión o unión de dos o más redes públicas de telecomunicaciones, que se conectan a través de medios radioeléctricos o físicos, mediante equipos o instalaciones que envían líneas o enlaces de telecomunicaciones para el intercambio de comunicación, entre dos prestadores de servicios, permitiendo que exista entre usuarios de distintos prestadores de forma discreta o continua.

En el Art. 78.- De Derecho a la intimidad. Expresa que “Para la plena vigencia del derecho a la intimidad, establecido en el artículo 66, numeral 20 de la Constitución de la República, las y los prestadores de servicios de telecomunicaciones deberán garantizar, en el ejercicio de su actividad, la protección de los datos de carácter personal. Para tal efecto, las y los prestadores de servicios de telecomunicaciones deberán adoptar las medidas técnicas y de gestión adecuadas para preservar la seguridad de su red con el fin de garantizar la protección de los datos de carácter personal de conformidad con la ley. Dichas medidas incluirán, como mínimo:

1. La garantía de que sólo el personal autorizado tenga acceso a los datos personales para fines autorizados por la ley.

2. La protección de los datos personales almacenados o transmitidos de la destrucción accidental o ilícita, la pérdida o alteración accidentales o el almacenamiento, tratamiento, acceso o revelación no autorizados o ilícitos.

3. La garantía de la aplicación efectiva de una política de seguridad con respecto al tratamiento de datos personales.

4. La garantía de que la información suministrada por los clientes, abonados o usuarios no será utilizada para fines comerciales ni de publicidad, ni para cualquier otro fin, salvo que se cuente con el consentimiento previo y autorización expresa de cada cliente, abonado o usuario. El consentimiento deberá constar registrado de forma clara, de tal manera que se prohíbe la utilización de cualquier estrategia que induzca al error para la emisión de dicho consentimiento”.

En el último artículo de la ley de comunicaciones planteada en estas investigaciones que es el Art. 84.- Entrega de información. - Comenta que las personas prestadoras de servicios deberán entregar a las autoridades competentes la información que les sea requerida dentro del debido proceso, con el objetivo de investigación de delitos. La Agencia

de Regulación y Control de las Telecomunicaciones instaurara los mecanismos y procedimientos que sean necesarios. (telecomunicaciones, 2019)

Por otra parte también está el Art. 1.- Del objeto de la ley.- La presente ley tiene por objeto regular la seguridad integral del Estado democrático de derechos y justicia y todos los habitantes del Ecuador, garantizando el orden público, la convivencia, la paz y el buen vivir, en el marco de sus derechos y deberes como personas naturales y jurídicas, comunidades, pueblos, nacionalidades y colectivos, asegurando la defensa nacional, previniendo los riesgos y amenazas de todo orden, a través del Sistema de Seguridad Pública y del Estado. El Estado protegerá a las ecuatorianas y a los ecuatorianos que residan o estén domiciliados en el exterior, conforme lo previsto en la Constitución de la República, los tratados internacionales y la ley.

Y en el Art. 23.- De la seguridad ciudadana. - Se dice que la seguridad ciudadana es una política de Estado, destinada a fortalecer y modernizar los mecanismos necesarios para garantizar los derechos humanos, en especial el derecho a una vida libre de violencia y criminalidad, la disminución de los niveles de delincuencia, la protección de víctimas y el mejoramiento de la calidad de vida de todos los habitantes del Ecuador. Con el fin de lograr la solidaridad y la reconstitución del tejido social, se orientará a la creación de adecuadas condiciones de prevención y control de la delincuencia; del crimen organizado; del secuestro, de la trata de personas; del contrabando; del coyoterismo; del narcotráfico, tráfico de armas, tráfico de órganos y de cualquier otro tipo de delito; de la violencia social; y, de la violación a los derechos humanos. Se privilegiarán medidas preventivas y de servicio a la ciudadanía, registro y acceso a información, la ejecución de programas ciudadanos de prevención del delito y de erradicación de violencia de cualquier tipo, mejora de la relación entre la policía y la comunidad, la provisión y medición de la calidad en cada uno de los servicios, mecanismos de vigilancia, auxilio y respuesta, equipamiento tecnológico que permita a las instituciones vigilar, controlar, auxiliar e investigar los eventos que se producen y que amenazan a la ciudadanía. (Nacional, 2014)

En conclusión estos artículos están derivados al tema a tratar de esta investigación ya que existe concordancia con la finalidad del mismo, por ello, se ha indagado y se han destacado los más importantes que contiene mucha influencia con el tema de la seguridad de los habitantes del sector, la garantía de que la información sea plenamente privada y solo para uso de las entidades como la policía nacional para que ellos puedan asistir rápidamente a auxiliar a la persona que está siendo afectada por los delincuentes, además en los artículos de telecomunicaciones también se basa en la comunicación de un receptor hacia un emisión en

donde se da a conocer la información brindada por ambas partes, de que sea íntima y segura, por el cual debe existir buena convivencia entre los vecinos del sector para que de esta forma pueda haber una unión y a su vez combatir la delincuencia.

Capítulo III

Propuesta

3.1 Metodologías de la investigación

La metodología de la investigación es una parte tanto fundamental como indispensable para el desarrollo de un estudio de cualquier área. Esta indica los métodos para tomar el camino que se seguirá en una definida investigación, estas son consideradas flexibles, también muestra las técnicas que indican cómo se recorrerá ese camino y son las consideradas rígidas. La modalidad de investigación se define como pasos a seguir para realizar una correcta búsqueda de todo tipo de conocimientos utilizando las técnicas y métodos de investigación. (Ramos Chagoya, 2018)

De acuerdo con los estándares anteriores, se logra inferir que, los métodos y técnicas de investigación aportan herramientas esenciales para llevar a cabo este trabajo, por el motivo que, brinda pasos para cumplir con procesos específicos según la problemática por resolver o analizar.

El desarrollo de esta investigación se basó en métodos teóricos, apoyándose en un enfoque cualitativo y cuantitativo, los cuales, se adaptan perfectamente para poder alcanzar los objetivos trazados siguiendo los procesos correctos.

La metodología es fundamental al momento de requerir información adecuada para realizar un proyecto, por lo que es necesario buscar una gran cantidad de información para luego conocer la herramienta que se aplicará y de esta manera brindar un óptimo trabajo al momento de poner en marcha un proyecto.

Para aquello es esencial utilizar diversas herramientas las cuales se aplicarán por medio de la investigación efectuándose una recolección de datos útiles para realizar las comparativas, el análisis y conclusiones de este proyecto dando como resultado una respuesta positiva o negativa al momento de querer aplicar el sistema RF en el sector.

3.2 Enfoque de la investigación

Es la manera es que el investigador se aproxima a los temas que requiere conocer como objeto de estudio. Siendo esta la perspectiva desde la cual aborda el tema, que dependerá del tipo de resultado que desea encontrar según su objetivo.

Su propósito se trata de explicar los diferentes enfoques que se utilizan en una investigación científica y que representa, la clave y guía, con la finalidad de determinar resultados significativos, objetivos, claros, y congruentes. Por ello se consideran dos metodologías más utilizadas que son: (Lifeder, Enfoque de la investigación: tipos y características, 2020)

3.2.1 Cualitativa

Este enfoque permite obtener un análisis sistemático de información subjetiva, ya que el enfoque se puede lograr mediante ideas y opiniones sobre un asunto determinado abriendo de esta forma un análisis no estadístico de los datos, que luego son interpretados de manera subjetiva, pero con fundamentos y lógica, favoreciendo la comparación de resultados y la interpretación del tema. (Lifeder, Enfoque de la investigación: tipos y características, 2020).

Por aquello este método es muy importante al momento de aplicarlo en este trabajo de investigación, ya que a través de este se logrará obtener un mejor enfoque en los procesos que se efectúen o bien en las técnicas que se requieran aplicar, de este modo, se recolectará la mayor información para que la investigación cuente con diversas fuentes de información que validen el tema para que así se puedan tener todos los parámetros y cuidados que se deberá aplicar al adaptar este sistema, teniendo en cuenta los materiales y costo de los mismos, que se utilicen en el sector.

3.2.2 Cuantitativa

Este enfoque se basa en elementos numéricos, es decir, el análisis de la información sobre cantidades y/o dimensiones.

Al momento de utilizar esta metodología el investigador se somete a usar mediciones numéricas y los resultados se analizan de forma estadística. El enfoque permite adquirir conocimientos particulares y comprobables del objeto de estudio o tema, por medio de este análisis las hipótesis suelen ser más rápidas. (Lifeder, Enfoque de la investigación: tipos y características, 2020).

Este método ayudará y demostrará con valores numéricos y estadísticos el nivel de peligrosidad del sector, cuantas personas estarán de acuerdo o no al momento de implementarlo en base a los resultados que arrojaría la investigación.

3.3 Tipos de la investigación

Es un conjunto de métodos utilizados para la búsqueda de información en general que se necesita conocer a profundidad, siendo esta una herramienta fiable e indispensable adoptada para objetivos claros. De esta manera se obtiene conocimientos del campo investigado en las que pueden ser comprobadas, analizadas, deducida, entre otros para impartir y agregar nuevos conocimientos al tema que se investiga con mayor amplitud.

3.3.1 Explicativa

Es aquella que ayuda a profundizar y entender un tema que tiene relación causal y que además permite describir, acercarse o familiarice con el tema investigado, intentando encontrar las causas de este ya sea examinando o diseñando teorías que permitan probarlos, por ende, el uso de esta metodología será muy importante ya que se entenderá los motivos o causas del porque sucede este tipo de problemas en ciertas zonas de Guayaquil, y a su vez se buscará una solución.

3.3.2 Descriptiva

Según el autor de la página Masters (2021) comenta que “Una investigación descriptiva es aquella que busca el “qué” del objeto de estudio, más que el “por qué”. Como su nombre lo indica, busca describir y explicar lo que se investiga, pero no dar las razones por las cuales eso tiene lugar”.

Se aplicó este tipo de metodología con el fin de detallar paso a paso el proceso de la aplicación del sistema RF, que tipo antenas se utilizarán, como se propagarán las ondas, el tipo de radio enlace utilizado, entre otros con factores que influyen en el proceso, con la finalidad de que los resultados de la investigación sean positivos y muestren un cambio en el sector.

3.3.3 Bibliográfica

La metodología bibliográfica consiste en la búsqueda de documentación sobre un tema específico. En donde se puede interpretar, reflexionar, analizar o conceptualizar según convenga, siendo esto una parte fundamental para el desarrollo de cualquier estudio, en el que además se incluye datos de la fuente para de esta manera se pueda validar la información. (Lifeder, 2020)

A través de este método se utilizarán las fuentes bibliográficas para obtener más información del tema a tratar, de los sectores, de cómo utilizar el sistema, las leyes en las cuales pueden regirse para poder aplicarlo o ya sea los permisos para que de esta manera se pueda acabar con la delincuencia.

3.4 Técnicas de la investigación

Según la universidad la concordia (2020) se expone que “Las técnicas de investigación son un conjunto de procedimientos metodológicos y sistemáticos cuyo objetivo es garantizar la operatividad del proceso investigativo. Es decir, obtener mucha información y conocimiento para resolver nuestras preguntas”.

3.4.1 Entrevista

La entrevista es una técnica en la cual se puede realizar preguntas de forma directa al objeto de estudio. La información que se obtiene puede ser procesada estadísticamente o utilizando otros métodos, esta técnica es preferente para obtener datos de varias personas cuyas opiniones pueden ser muy importantes e interesantes para el desarrollo de la propuesta. (Concordia, 2020)

Esta técnica es una de las primordiales porque ayudará a que el tema investigado tenga un excelente desarrollo ya que es necesario las opiniones de los moradores y las personas que viven en el sector y saber si están de acuerdo, si piensan que sería una molestia, si les gusta la idea y si son capaces de ayudarse mutuamente.

3.4.2 Estudio de campo

Es el que proporciona una observación directa de una investigación u objeto de estudio. Sus herramientas se adaptan para buscar y extraer la mayor cantidad de información del lugar, esto suele ser utilizado es la investigación estadística ya que se necesita ir al lugar para poder obtener o recoger toda la información requerida referente al tema de investigación.

Este estudio ayudará al proyecto a desenvolverse más en el territorio o en este caso el sector específico, mostrando la problemática y la solución que se plantea usando los datos necesarios e investigando más afondo para que de esta forma se obtenga mayor conocimiento del mismo.

3.4.3 Observación

La metodología de observación se utiliza con la finalidad de recopilar la mayor cantidad de información para registrarla y luego analizarla, siendo este un elemento fundamental para todo tipo de investigación.

3.5 Instrumento de investigación

3.5.1 Cuestionario

Se realiza una entrevista abierta, utilizando un cuestionario, y obteniendo las siguientes respuestas.

1. ¿Usted piensa que existe un alto nivel de inseguridad en su sector comunitario?

Si, en la actualidad existe mucha inseguridad en toda la ciudad.

2. ¿Estaría de acuerdo con la aplicación de un sistema de comunicación inalámbrico para disminuir los niveles de inseguridad en su sector?

Por supuesto, me gustaría mucho un sistema así ya que con eso no se eliminaría del todo los índices de inseguridad, pero se evitarían muchos casos de robos o asaltos y se sentirían un poco más seguras las personas del sector.

3. ¿Tiene algún conocimiento sobre que en el sector sea factible establecer una comunicación de radio frecuencia a larga distancia?

No tengo mucho conocimiento al respecto, pero me imagino que no habría inconveniente alguno ya que no es un sector muy extenso y no está cubierto o tapado por ningún cerro

4. ¿Estaría de acuerdo con la adaptación de dispositivos electrónicos en los domicilios de los moradores del sector?

Sí, me agrada mucho la idea ya que con eso se agilizaría la comunicación efectiva entre moradores no solo para auxiliar a otro en caso de ser necesario, ya que no solo las personas que conforman el comité del sector lo tendrían en sus casas.

5. ¿Cree que la propuesta de trabajo presentada tenga un nivel óptimo de aceptación en su sector?

Creería que, si ya que es un beneficio para todo el sector en general y más que todo no tendría costo alguno, así que si estuviéramos de acuerdo con el proyecto que me está presentando.

6. ¿Tiene conocimiento sobre cómo se compone un sistema de comunicación inalámbrica o una estación de radio frecuencia?

La verdad, no tengo tanto conocimiento, pero lo podría interpretar como torres constituidas por cables que se conectan entre sí en la que producen y transporta frecuencia

7. ¿Consideraría darle diferentes usos al sistema RF propuesto a más de la comunicación para la seguridad del sector?

Si, de hecho, lo utilizaría como un sistema de información noticiaría, al momento de que no nos podamos reunir, ya sea por el tema de restricciones por la crisis sanitaria o porque no se pueda realizar la reunión presencial optaríamos esta alternativa ya que sería un excelente medio de comunicación para transmitir todos los por menores que se susciten en el sector.

8. ¿En su sector, tiene cerca torres de transmisión?

Sí, hay una antena a unas cuadras, está un poco cerca.

9. ¿Tiene conocimiento sobre lo que son radios comunitarias?

Si, había escuchado algo por internet sobre eso, por la publicidad de las radios que comentan sobre su estación FM en el que lo sintonizas y puede llamar a un número para poder dar una opinión sobre el tema que traten y a su vez informarse.

10. ¿Cuáles son sus expectativas en base a esta propuesta de trabajo?

Me parece muy buena idea, esto de incentivar la unidad entre los vecinos del sector, y más aún que disminuya algo de la delincuencia, porque en estos tiempos existe un alto grado de robos por este sector y me gustaría poder ayudar a mis vecinos cuando tengan este tipo de problemas llamando a las autoridades y evitar que pueda suceder algo peor.

3.5.2 Análisis de la Entrevista

El entrevistado denota interés por la aplicación de este sistema, esto quiere decir que con la correcta información que se les brindaría a las personas, por medio de capacitaciones sobre la utilización del sistema y con las correspondientes técnicas e investigaciones utilizadas para llevarse a cabo en el sector sería muy probable que funcione ya que hay una antena cerca, en la que se podría trabajar con ella, demostrando de esta forma una alta factibilidad de la adaptación y un cambio en el sector.

3.6 Situación Actual

En la Ciudad de Guayaquil, en el sector del Guasmo se han presentado varios hechos delictivos como por ejemplo el asesinato que se suscitó en el mes anterior, este antecedente fue redactado en el diario el comercio en donde comenta que existieron tiroteos entre mafias de microtráfico y narcotráfico por la disputa de la zona, por esta razón ocurrió lastimosamente en primera instancia nueve heridos y cinco muertos entre ellos adolescentes y un menor de edad. (Comercio, 2022).

En otro claro ejemplo se encuentra la noticia del enfrentamiento que hubo entre policías y civiles. La razón fue porque la policía ha realizado varias vigilancias y operativos en este sector por motivo de los hechos antes acontecidos, pero de igual forma los policías se arriesgan a que haya más tiroteos por lo que los malhechores no desean que los uniformados se encuentren custodiando el sector. (Comercio, El Comercio, 2022).

Actualmente este sector no cuenta con ningún sistema de seguridad donde intervenga algún dispositivo electrónico o alguna clase de comunicación inalámbrica en la cual se inmiscuya la tecnología, de hecho, debido a los altos índices de criminalidad y delincuencia que se han venido suscitado en el sector existe mayor vigilancia por parte de la policía nacional, pero eso parece ser que no es suficiente ya que se lo podría complementar con algún sistema de comunicación comunitaria, pero no existe dicho método o uno similar que ayude a disminuir la alta tasa de inseguridad existente.

Estos casos han generado incertidumbre, molestia, enojo y muchas veces hasta temor por parte de los moradores del sector, es por ello que se analizó y se propuso una opción para poder mejorar la convivencia y seguridad del lugar mediante este proyecto, a través de un sector específico y la ayuda de una antena en sitio ubicada en un sector céntrico aledaño.

Por ende, se optaría por la aplicación de un método de comunicación inalámbrica que permita a los beneficiarios brindarse apoyo constante e inmediato cuando exista este tipo problemas delictivos, así las autoridades pertinentes del caso acudan al lugar de los hechos de manera oportuna y se eviten más hechos de esta índole.

Como se observa en la figura 29 el sector ubicado en las coordenadas Latitud -2.26152, Longitud -79.88323; consta de 7 cuadras a lo ancho y 3 cuadras a lo largo teniendo una extensión aproximada de 3 km² y una cantidad aproximada de 150 a 200 moradores del sector.

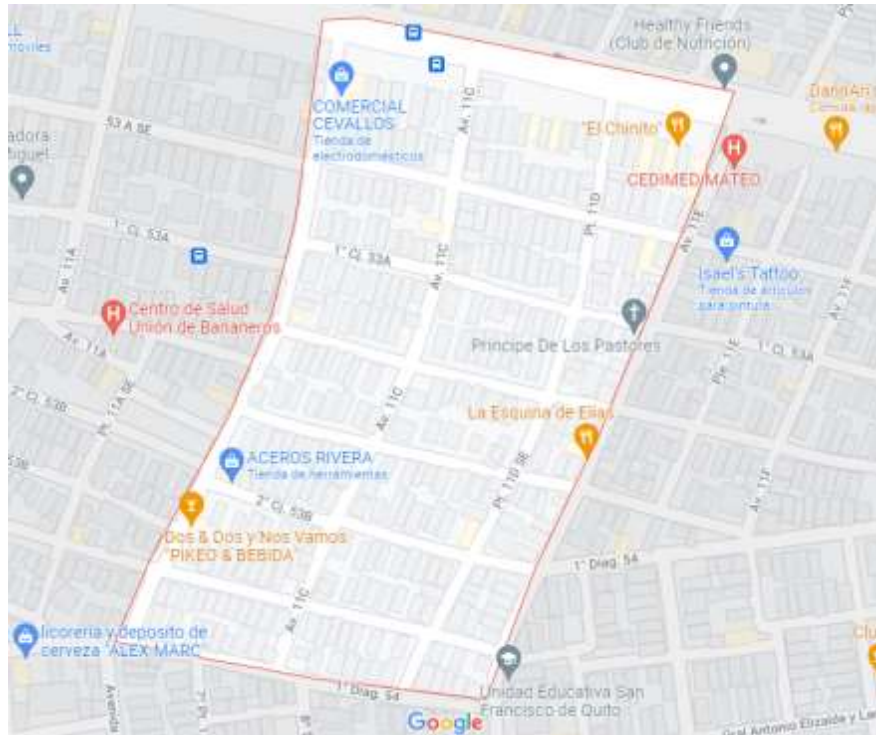


Figura 26. Ubicación del sector. Información tomada de <https://sites.google.com>. Elaborado por el autor

3.7 Desarrollo de la Propuesta

Para efectos de este trabajo de investigación se presentan dos tipos de propuestas diferentes tomando en cuenta las distintas necesidades del sector, ya que las soluciones van desde una implementación con infraestructura robusta a una propuesta con una solución básica, sencilla y de bajo costo, pero eficiente para los requerimientos expuestos inicialmente.

Para el planteamiento de las propuestas se tomó en consideración la parte legal en cuanto a la utilización de frecuencias y más que todo en la parte económica ya que se propone inicialmente un sistema de radio RF de bajo costo para el sector.

3.7.1 Propuesta Técnica N°1

Para el desarrollo de esta primera propuesta técnica un aspecto indispensable para que las características de los equipos y de sus componentes se puedan aplicar y sean las más óptimas, se realiza un previo estudio para que el radio enlace funcione y se ejecute apropiadamente, por ende, se debe regir en los siguientes procedimientos:

- Localización de los puntos del radioenlace
- Disponibilidad de espacio
- Establecer las alturas de los puntos del radioenlace y de los obstáculos

- Comprobar la trayectoria y la transmisión de la señal de la radio al momento de cubrir los parámetros establecidos por la ARCOTEL

Cabe mencionar que para ello se procederá a comparar dos soluciones a fin de establecer la más idónea a ser desplegada en el sector del Guasmo. Con base a estos indicadores se podrá planificar y gestionar de manera adecuada los diferentes requerimientos técnicos y de infraestructura que se deberá contemplar en la propuesta para la implementación del radioenlace.

3.7.1.1 Delimitación de cobertura

Con la finalidad de establecer una comunicación de radio frecuencia en el Guasmo Central, Cooperativa Carlos Castro 2 sector sur de la ciudad de Guayaquil donde se desarrolla la actual propuesta con una tecnología inalámbrica punto a multipunto, en la misma se propone trabajar con un rango de frecuencia que están dentro de la banda 80 MHz - 143 MHz para operar con velocidades estándar con menor cantidad posible de interferencia. El sector mencionado se encuentra geográficamente localizado como se muestra en la figura 30.

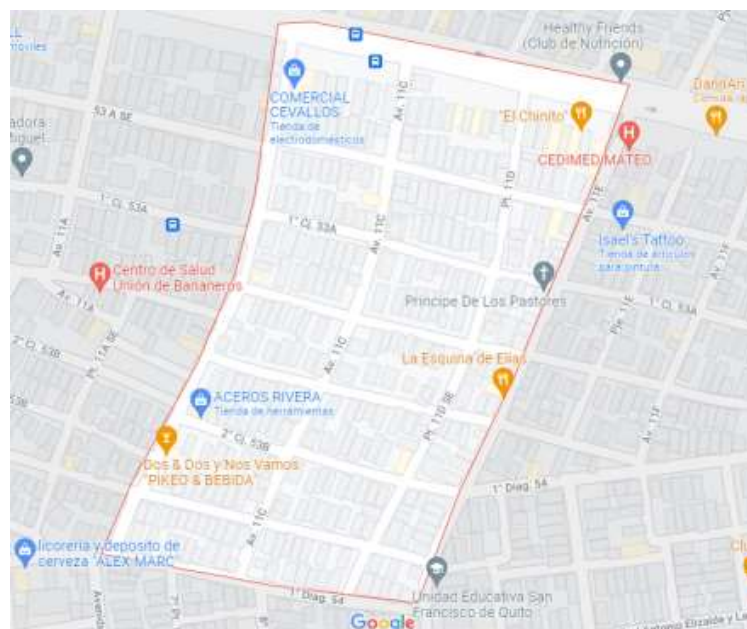


Figura 27. Delimitación de cobertura, Información tomada de <https://sites.google.com>. Elaborado por el autor

3.7.1.2 Selección de los equipos de enlace

Un radioenlace se compone de tres fases importantes para establecer la comunicación, transmisión, recepción y el medio de propagación o canal entre el transmisor y receptor, así mismo existen elementos de un enlace punto a punto donde intervienen puntos de acceso y antena. Para el proceso de selección de materiales se realizó un análisis de equipos con una valoración promedio de tecnología, capacidades de configuración ya sean estos a nivel de frecuencia, potencia, ancho de banda, etc. Interviniendo también lo que son los tipos de elementos radiantes y conectores que se encontraran expuestos a los efectos adversos del medioambiente. También se realizó un análisis técnico y de diseño de los equipos de comunicación, de los cuales se ha decantado por la mejor alternativa en cuanto a características funcionales para esta propuesta de trabajo se requiere.

Para los equipos de transmisión se realizó una comparativa de los siguientes equipos como se presenta en la tabla a continuación.

Tabla 2. Equipos de transmisión

	Transmisor de 300W FM	Transmisor FMT- 600W	Transmisor FMT- 150L
Frecuencia de Operación	87.5 MHz-108 MHz	87 MHz-108 MHz	87.5-108 MHz
	Transmisor de 300W FM	Transmisor FMT- 600W	Transmisor FMT- 150L
Impedancia	50Ω	50Ω	50Ω
Altitud de antena trabajo	3900m	4500m	2500m
Costo	\$1970	\$2500	\$1150

Información adaptada de <https://sites.google.com> Elaborado por Vilela Leyla

Después de la comparativa de la tabla 2, se inclinó por el transmisor de 300W ya que un rango de frecuencia de 87.5 MHz a 108 MHz permitiendo una programación de frecuencia de 100 KHz, cuenta con un control que nivela la potencia de salida variable, siendo capaz de cambiar la potencia de la salida de 10 W - 150 W con un porcentaje de eficiencia del 70%, la modulación es F.M. 220KF 8EHN con respecto a los requerimientos FCC y UIT y la relación con la señal ruido típica para 75 KHz de desviación suele ser superior a 75dB.

Además, el equipo tiene una protección a sobrecarga, la impedancia de salida es de 50 ohmios, un elevado índice de VSWR (Relación de Onda Estacionaria) de antena. El equipo a causa de su tecnología MOSFET minoría el consumo de energía eléctrica ya que gracias al módulo amplificador solamente necesitaría de 150W para producir 100W de potencia RF, es recomendable enfatizar que el equipo transmisor genera la frecuencia mediante de un PLL encontrada enteramente estable en el módulo integrado en el equipo.



Figura 28.-Transmisor 300 W. Información tomada de <https://sites.google.com>. Elaborado por el autor

En este apartado se escogió el transmisor de enlace marca RVR modelo PTRL-NV ya que cuenta con sistema de enfriamiento y de ventilación esta forzada con una frecuencia de operación de 40 Hz-100 kHz con potencia de salida de 0,2 a 10W del cual el conector de salida R.F. es de N y la separación estéreo es considerada superior a 45 dB, el nivel de entrada de audio de -10 dB nominal para ± 75 kHz.



Figura 29.- Transmisor de enlace. Información tomada de <https://sites.google.com>. Elaborado por el autor

Para los equipos de recepción se realizó la siguiente tabla comparativa

Tabla 3. Equipos de recepción

	RVR RXRL - LCD	DB DRS Series
Tipo de modulación	FM	FM
	RVR RXRL - LCD	DB DRS Series
Bandas	220/240 MHz	87.5-108 MHz
	420/440 MHz	210-270 MHz
	900/960 MHz	310-470 MHz
		900-970 MHz
Modo de Operación	Mono	Mono Multiplex
	Estéreo	
	Multiplex	
Rango de	190 - 510 MHz	
Frecuencia	780 - 980 MHz	

Información adaptada de <https://sites.google.com> Elaborado por Vilela Leyla

Para los equipos de recepción se escogió el Receptor STL RXRL-ya que tiene un receptor de 70 dB con ancho de banda $IF \pm kHz$, separación estéreo 50 dB en la banda de 50Hz a 15 kHz y con un sistema de enfriamiento de ventilación forzada y con una óptima temperatura de ventilación de: $-10^{\circ}C$ a $50^{\circ}C$

Para las antenas se establecieron parámetros de características con las siguientes antenas

Tabla 4. - Antenas

	Antena Dipolo	Antena Yagi
Ganancia	3.50 dB	20 dB
Banda de frecuencia	222 – 243 MHz	800 - 1800 MHz
Impedancia	50	50
Polarización	Vertical / Horizontal	Direccional

Información adaptada de <https://sites.google.com> Elaborado por Vilela Leyla

Para efectos de este propuesta de trabajo se inclinó por la antena dipolo y es más recomendable trabajar con la misma ya que adquiere una ganancia de 3.5 dB (5,65 dBi) y

mejor dirección posible, estando operativa para las bandas que van desde los 222 - 243 MHz por la cual se va usar solamente un canal para el radioenlace, que brindara propiedades y un enlace superior, tiene una impedancia de alimentación aproximada de 50 Ohm superior a 10 dB, una potencia máxima de 500W y con un conector tipo N para enlaces punto a punto.

Finalmente, para los equipos de radio inalámbrica se realiza la siguiente tabla comparativa

Tabla 5. - Radio portátil

	Radio VX-80	RVA-50	DEP-450
	UHF 400-470	UHF 450-470	UHF 403-470
	MHz	MHz	MHz
Frecuencia	VHF 136-174	VHF 150-161	VHF 136-174
	MHz	MHz	MHz
Transmisión	Análoga	Análoga	Digital
Marca	Motorola	Motorola	Motorola
Precio	\$170	\$190	\$390

Información adaptada de <https://sites.google.com> Elaborado por Vilela Leyla

En la tabla 6 se presentaron las diferentes opciones de radios portátil en la cual en este proyecto se decidió trabajar por radio UHF/VHF VX-80, con un precio en el mercado aproximadamente de \$170 y una distancia máxima soportada de 1.55 km.



Figura 30.- Radio Móvil. Información tomada de <https://sites.google.com>. Elaborado por el autor

3.7.1.3 Establecimiento de la frecuencia

La frecuencia que se plantea establecer con un sistema de comunicación inalámbrica con la altura de la antena establecida se requiere una frecuencia asignada por parte de la Arcotel dentro de la banda de 80 - 143 MHz y sin interferencias, cuyo lóbulo de radiación sea

estrecho para disminuir las influencias externas a la señal de radio a poner en funcionamiento puede ser optada por una frecuencia dentro de este rango ya sea licenciada o no.

En el diseño de esta primera propuesta técnica se planteó la posibilidad de entrar en la competencia para adquirir frecuencias asignadas por la ARCOTEL o transmitir mediante una frecuencia libre, pero al ser libre la hace susceptibles y vulnerables a las interceptaciones o intermitencias por ende se opta con la posibilidad de alquilar frecuencias de radio en base a la banda de operación y el rango de frecuencias donde operan los equipos TX o RX propuestos.

3.7.1.4 *Ubicación y trayectoria de los puntos de radioenlace*

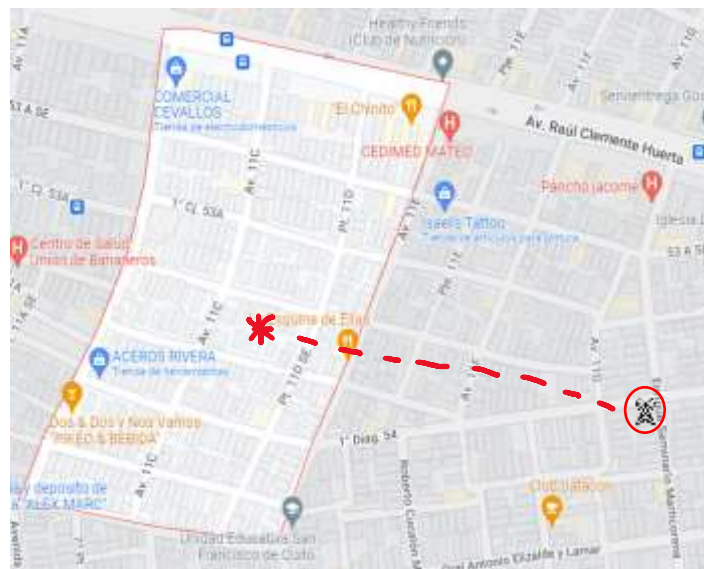


Figura 31. Ubicación y trayectoria de los puntos de radioenlace. Información tomada de Google Maps. Elaborado por Vilela Leyla

Por medio del uso de Google Earth se realizó una búsqueda de la coop. Guasmo sur donde se realizó una ubicación de los sitios, mediante los cuales se proyectará el sistema de radioenlace, por aquello se efectuó un análisis de la posible trayectoria de línea de vista para observar el recorrido y así establecer la ubicación de los puntos de obstrucción que pueda tener la señal como se observa en la figura 34.

En la figura 35 se observa la torre que es de aproximadamente 30 metros de altura (snm), ubicada en la precoop. 5 de octubre consta con las siguientes coordenadas con las siguientes coordenadas:

- LONGITUD: 2°15'44.7"Sur
- LATITUD: 79°52'49.2"Oeste



Figura 32.- Torre en sitio. Información tomada de Google Maps. Elaborado por Vilela Leyla

La misma que se utilizará para transmitir la señal mediante una comunicación punto a multipunto a los equipos TX y RX propuestos, los cuales se los ubica estratégicamente según su alcance.

En la figura 36 se presenta el modelo esquemático con los equipos estructurales TX y RX, los cuales previamente se realizó una preselección, los equipos fueron ubicados estratégicamente en puntos donde el radio de acción acapara todo el sector ya que la antena propuesta tiene un alcance de 3 km², alcanzando aproximadamente 3 cuadras a la redonda del sector. A su vez se puede apreciar que la trayectoria atraviesa por zonas pobladas del sector, sin embargo, no existen muchos obstáculos de consideración que afecten la transmisión de la señal, lo que garantiza una posible línea de vista favorable.

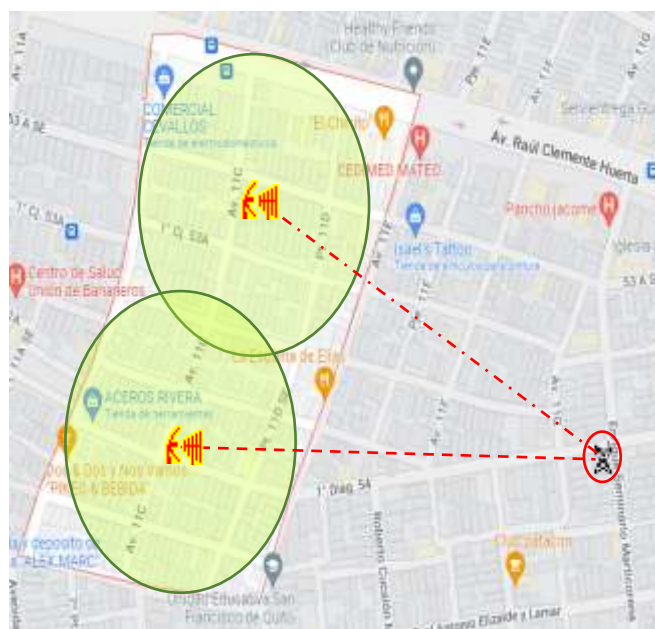


Figura 33. Modelo Esquemático. Información tomada de Google Maps. Elaborado por Vilela Leyla

En la misma figura 36 se observa que los equipos de transmisión se los ubica en los domicilios de uno de los integrantes asignado que conforman el comité barrial y el líder barrial respectivamente, los mismos que serán los encargados de la seguridad de los dispositivos para que solamente personal autorizado pueda acceder a ellos. De igual manera las personas que conforman el comité barrial serán las encargadas de formar cuadrillas, las cuales serán encabezadas por cada integrante del mismo y así mantener una comunicación efectiva y ordenada al momento de utilizar los Walkie Talkie.

3.7.1.5 Sistema de comunicación

El sistema de comunicación para la notificación o avisos estará basado en un sistema trunking, ya que es una radio troncalizada que permite agrupar varios usuarios en los canales de radio, es decir, permite conectar entre si las estaciones constitutivas de una red utilizando técnicas de acceso múltiple automático, los mismos que son utilizados en los sistema de comunicación de las cooperativas de taxis ya que es un método seguro para la comunicación interna y difícil de interceptar o que sea intervenido por agentes externos.

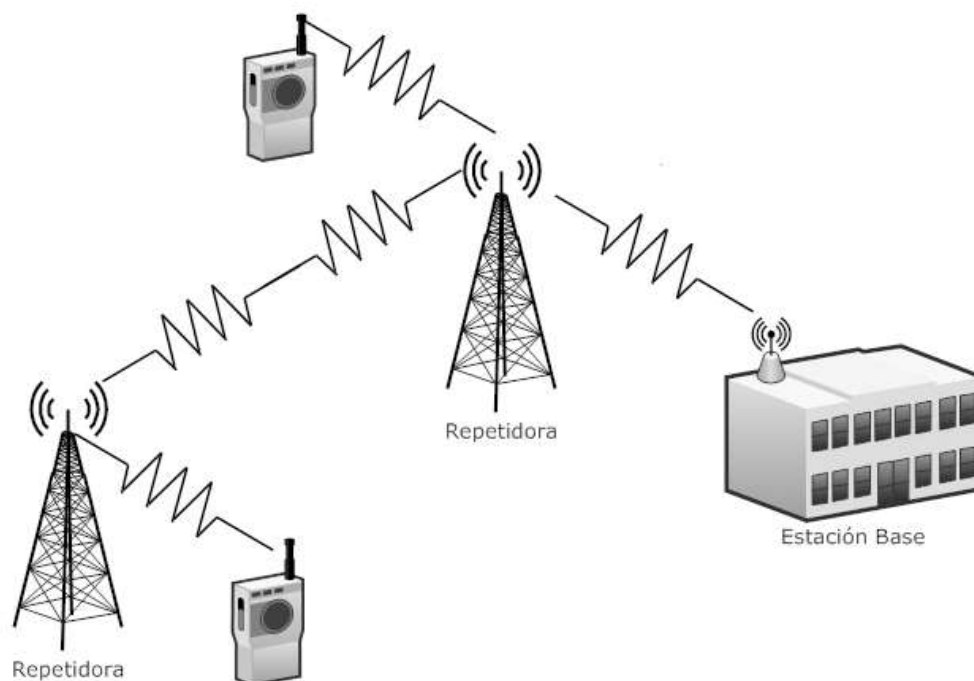


Figura 34. Sistema Trunking. Información tomada de <https://sites.google.com>. Elaborado por el autor.

Para la comunicación entre moradores se utilizaras Walkie Talkie, estos dispositivos serán repartidos 1 por grupos los cuales son liderados por un integrante del comité barrial es

decir los grupos estarán formados por los moradores o vecinos de cuadra como se observa en la figura 35.



Figura 35. División de cuadrillas. Información tomada de Google Maps. Elaborado por Vilela Leyla

Por ende cada cuadra tendría acceso al sistema de comunicación abarcando a todos los moradores del sector y cualquier notificación de alerta se comunicará inmediatamente a cada cuadrilla del sector para estar alerta.

3.7.1.6 Tipo de Modulación

Para efectos de este trabajo de investigación se decidió trabajar con el tipo de modulación FM, ya que las antenas FM tienen mayor ganancia, quiere decir que aumentan la potencia receptada por el transmisor.

Dependiendo del tipo de antena y de la cantidad de dipolos que contengan se tendrá la posibilidad de incrementar más su campo de acción, es decir a mayor ganancia mayor alcance. La altura de la antena también influye en el proceso por ende a mayor altura mejor cobertura de la señal ya que no tendrá muchos obstáculos que interfieran la comunicación y así se tendrá un mayor alcance.

3.7.1.7 Parámetros del enlace

Los parámetros del sistema de enlace son los que se detallan a continuación

Tabla 6. Parámetros del enlace

Detalle	Valor
Altura de la torre	30 metros
Detalle	Valor
Potencia de Salida	54.77 dB (300 W)
Ganancia de Antena	3,5 dB
Frecuencia de Operación	87,5 MHz
Distancia del Enlace	30 km

Información adaptada de <https://sites.google.com> Elaborado por Vilela Leyla

3.7.1.8 Cálculo de atenuaciones

Es factible tomar tener en consideración varios factores útiles para comprobar las particularidades técnicas que mantendrá cada nodo de comunicaciones del enlace diseñado, algunas de las fórmulas que se presentan a continuación se indicara la eficiencia que podría llegar a ser el enlace en el caso de una posible implementación en el sector.

Las ondas de radio al propagarse en el espacio experimentan pérdidas más conocidas como atenuación, conforme aumenta la trayectoria entre dos antenas, se producirá una dispersión de la señal según se aleja del transmisor. La ecuación que permite establecer dicho valor se la muestra a continuación:

$$\text{FSL (dB)} = 20 \log_{10} (d) + 20 \log_{10} (f) + 32,4$$

Donde:

- FSL= Pérdidas en el espacio libre
- d = distancia (Km)
- f = frecuencia (MHz)

$$\text{FSL (dB)} = 20 \log_{10} (d) + 20 \log_{10} (f) + 32,4$$

$$\text{FSL (dB)} = 20 \log_{10} (3) + 20 \log_{10} (87.5) + 32,45$$

$$\text{FSL (dB)} = 104,56 \text{ Db}$$

3.7.1.9 *Cálculo de propagación de enlace*

3.7.1.9.1 *Presupuesto del radio enlace*

En esta sección de la investigación se realizará por medio de un cálculo que mostrará la potencia de la señal a lo largo de su trayectoria de esta. En estos cálculos se afirma que el margen en el receptor es superior que un determinado umbral, el cual deberá estar dentro de las regulaciones impuestas por un ente regulador de las telecomunicaciones. Por lo cual se lo puede detallar de la siguiente manera

Margen= Potencia del transmisor [dBm] – Pérdida en el cable TX [dB]+ Ganancia de Antena TX [dBi] – Pérdidas en la trayectoria en el espacio abierto [dB] + Ganancia de Antena RX [dBi] – Pérdidas en el cable del RX [dB] – Sensibilidad del receptor [dBm].

Donde:

- Prx = Potencia en la entrada de los terminales del equipo receptor
- Ptx = Potencia entregada por el transmisor
- Abtx = Abrx = Atenuación por Branching
- Altx = Alrx = Atenuación en el cable de bajada
- Gtx = Grx = Ganancia de Antena
- LSF = Pérdidas por trayectoria en el espacio libre

3.7.1.9.2 *Potencia en el receptor (Prx)*

$$Prx = Ptx + Abtx - Altx + Gtx - LSF + Grx - Alrx - Abrx$$

$$Prx = 54,62 \text{ dBm} - 0 \text{ dB} - 0,5 \text{ dB} + 3,45 \text{ dB} - 104,56 \text{ dB} + 3,45 \text{ dB} - 0,5 \text{ dB} - 0 \text{ dB}$$

$$Prx = -44,04 \text{ dBm}$$

3.7.1.9.3 *Ganancia*

$$G = 10^{\frac{G(\text{dBi})}{10}}$$

Donde

- G(dBi) – ganancia de una antena isotrópica en decibelios

$$G = 10^{\frac{8,5 \text{ dB}}{10}}$$

$$G = 2,24$$

3.7.1.10 *Costo de Implementación*

A continuación, se presentan los valores económicos que se invertirán en el sistema de radiocomunicación propuesto para el sector.

Tabla 5.- Parámetros del enlace

Dispositivo	Cantidad	Valor
Transmisor de 300W FM	2	\$3.940
Transmisor de enlace RVR PTRL-LCD	2	\$3.470
Receptor RVR RXRL-LCD	2	\$2.596
Antena Dipolo	2	\$50
Radio Portátil Análogo VX-80	21	\$3.570
Derecho de concesión de frecuencia	1	\$7.811
Mensualidad por alquiler de frecuencia	1	\$795
Total		\$22.232

Información adaptada de <https://sites.google.com> Elaborado por Vilela Leyla

3.7.1.11 Funcionamiento

En la ciudad de Guayaquil, en el sector Guasmo Sur, se aplicará un sistema de radio difusión para minimizar el riesgo que corren los habitantes del lugar por parte de los delincuentes. Este proyecto se llevará a cabo a su vez por las personas que conforman el comité barrial; por aquello han tenido charlas sobre el funcionamiento y como ayudaría el sistema en el sector, para ello, existe una torre cerca que mantiene una conexión punto a multipunto con los equipos RX y TX en la cual existe antena que tiene un alcance de 30 km a la redonda. Para que se pueda tener un alcance en todo el sector se llegó a un acuerdo con el líder del barrial para que de esta forma cada cuadra pueda tener un radio lo que permitirá cubrir plenamente el área de cobertura delimitada del sector sin que exista interferencia alguna.

Esta iniciativa mejorara la relación entre vecinos ya que por medio de la comunicación podrán alertar de los problemas que sucedan y a su vez los lideres puedan auxiliar lo más pronto posible llamando a las autoridades pertinentes, además se utilizara también para que las personas puedan brindar su opinión, comunicar cuando exista un evento como: campeonato, cursos, bingos, informar si algún vecino o vecina venda algún tipo de producto entre otros. De modo que esto beneficiará no solamente en el sentido de la delincuencia sino también a la unión de la vecindad.

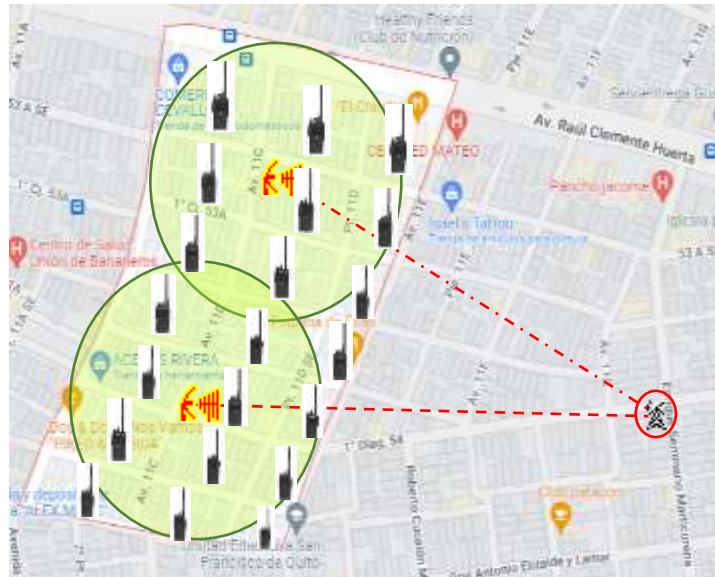


Figura 36. Diseño final primera propuesta. Información tomada de Google Maps. Elaborado por Vilela Leyla

3.7.2 Propuesta Técnica N°2

La solución para desplegar al ser efectiva en uso para el sector es relativamente cara debido a los componentes de intercomunicación para establecer el enlace entre sitios además debido a que el enlace debe utilizar una frecuencia que no afecte a las demás se debe previamente tener permisos de la ARCOTEL para hacer uso de enlaces e intercomunicar los sitios ya antes mencionados.

Otro punto por considerar es que los equipos utilizados para el enlace inalámbrico pueden llegar a sufrir afectaciones según la ubicación de donde se encuentren además de costos de mantenimiento por cada antena generando un costo total de propiedad relativamente alto. Debido a los problemas mencionados referente al sistema definido previamente se procede a indicar un segundo modelo de comunicación capaz de mejorar en cuanto a costo y despliegue.

3.7.2.1 Delimitación de cobertura

Para el desarrollo de esta segunda propuesta se delimita la misma área de cobertura del sector con la diferencia de que ya no se trabajará con la torre existente en sitio, sino que se diseña un sistema de radio Trunking a través de radios móviles para la comunicación de los beneficiarios.

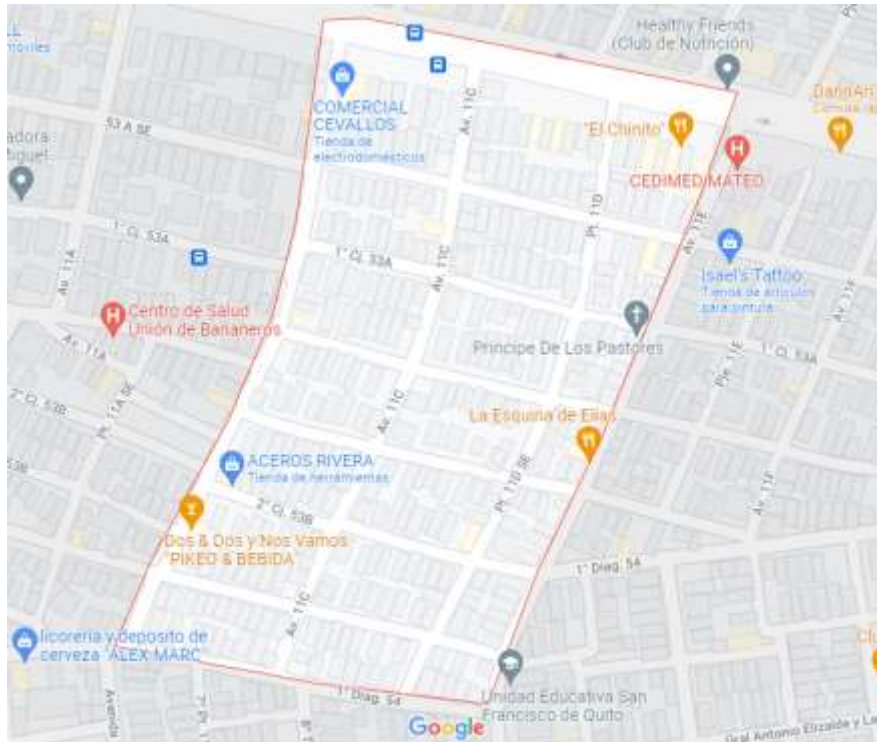


Figura 37. Delimitación de cobertura 2da propuesta, Información tomada de <https://sites.google.com>. Elaborado por el autor

3.7.2.2 Sistema de comunicación basado VHF

Como se mencionó previamente se establece un sistema basado en comunicación VHF capaz de permitir obtener mejores beneficios que la solución planteada debido a que se utilizan equipos que pueden trabajar en frecuencias no reguladas por la ARCOTEL siendo fundamental debido a el tiempo de proceso que puede demorar la aprobación de la ARCOTEL solo para hacer uso de estas.

El sistema número 2 propuesto consiste en una antena base capaz de procesar toda la información que se va a transmitir además de cubrir el área suficiente requerida para el presente trabajo y así intercomunicar a los moradores sin ningún problema. Por otra parte, la solución mencionada cuenta con bajos costos de operación a diferencia de la solución anterior presentada. Es necesario considerar la frecuencia a tomar para realizar un despliegue correcto de la solución en el que según el tipo de comunicación a emplearse los procesos pueden demorar debido a que se debe solicitar permisos a la ARCOTEL para funcionamiento.

Debido a que el sector es relativamente pequeño la solución puede trabajar sin problema alguno además de indicar que la frecuencia en la que operará es en base al tipo de comunicación a utilizar siendo para este caso simplex siendo factible a la hora de funcionar debido a los cambios de frecuencias que se pueden tener en el sistema de comunicaciones.

Por lo general la frecuencia utilizada en este tipo de comunicación no es regulada y puede ser cualquiera que este definida en el rango VHF explicado previamente en el presente trabajo de investigación así mismo la frecuencia a utilizar se recomienda que evite el solapamiento a otras señales y evitar que a futuro se vuelva a realizar estos cambios.

Como se mencionó el método simplex a emplear tiene sus ventajas frente a un sistema de comunicación moderno como half-duplex y full-dúplex debido a su bajo costo de operación es la solución más adecuada a ser considerada para usarse en el sector del Guasmo.

3.7.2.3 Propuesta basada en diseño de comunicaciones VHF

Se debe establecer el tipo de equipo a utilizarse en el sistema VHF a tal punto que se permita la comunicación de manera rápida mediante equipos que sean de buena calidad y económicamente accesibles por lo que se consideraron 3 posibles soluciones siendo estas últimas: Hytera, Motorola y Kenwood. De las tres soluciones Motorola es la que mejor se adapta debido a la facilidad que permite dos comunicaciones simultáneas dado al sistema TDMA (Time Division Multiple Access o Acceso múltiple por división de tiempo) que internamente poseen.

3.7.2.4 Características de equipos VHF

3.7.2.4.1 Canales:

Los equipos de VHF marinos utilizan una serie de canales para realizar las llamadas. Estos canales pueden ser:

Canales simplex, estos transmiten y reciben la información por la misma frecuencia, son los utilizados para la comunicación punto a, a punto b.

Canales duplex, canales que transmiten y reciben la información por distintas frecuencias. Son los utilizados por las estaciones de radio. Estas transmiten a través de un canal duplex y los receptores las reciben en semiduplex. De este modo cuando se escucha una conversación entre la base y otro punto, desde nuestro equipo, solamente podremos escuchar a la base.

Los principales canales para utilizar son:

13: Se trata del canal utilizado para transmitir información sobre la seguridad.

06: Es el canal de comunicación entre cuadradas, aunque también podemos usar algún otro canal simplex como por ejemplo el 68, 69, 71 o 72.

Tabla 7. Características de equipos VHF

Características	Hytera	Motorola	Kenwoo
Aplicación Voz y Datos	x	x	x
Compatibilidad analógicamente	x	x	x
Tecnología	TDMA	TDMA	FDMA
Software de despacho	x	x	x
Eliminación de ruido	x	x	x

Información adaptada de <https://sites.google.com> Elaborado por Vilela Leyla

3.7.2.5 Antena para utilizarse en el sistema VHF

Para el sistema VHF es siempre recomendable utilizar dos tipos de antenas, una antena que contiene 4 dipolos que por lo general son la estación base de repetición mientras que la segunda antena está vinculada al equipo de radio móvil a utilizarse tal como se detalla a continuación.

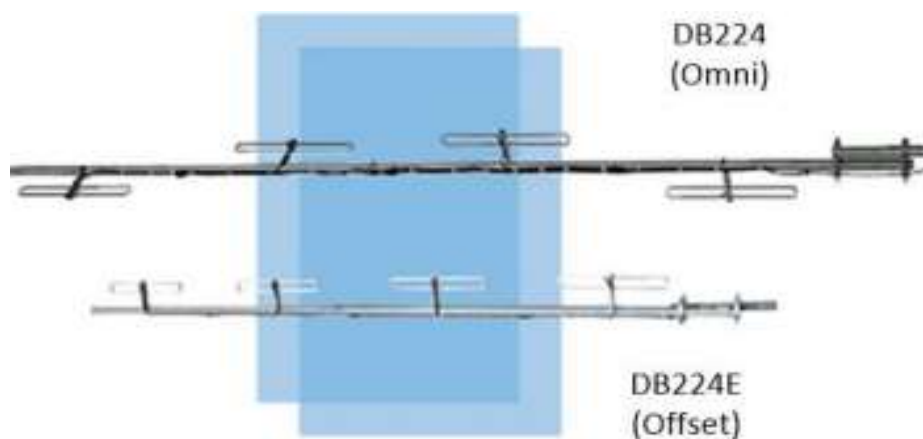


Figura 38. Antena de comunicación, Información tomada de <https://sites.google.com>. elaborada por el autor.

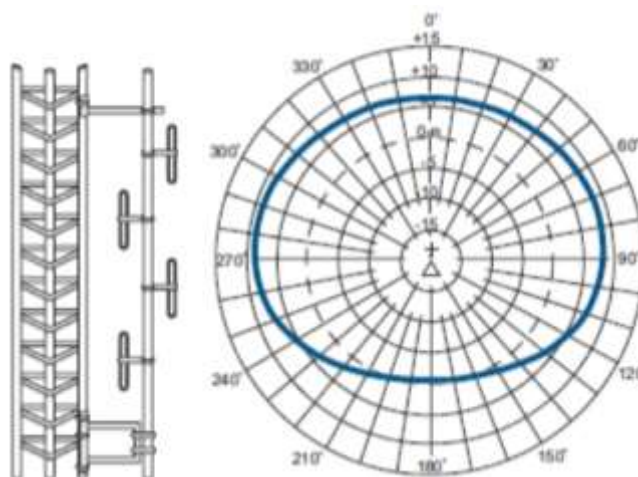
A continuación, se muestran unas tablas comparativas con las características de las posibles antenas a implementarse, de las cuales se hará la respectiva elección según las necesidades del sector.

Tabla 8. Antena Base

	Antena Dipolo	Antena Andrews 4 Dipolos DB-224
Ganancia	3.50 dB	6 dB
Banda de frecuencia	222 – 243 MHz	150 - 160 MHz
Impedancia	50	50
Polarización	Vertical / Horizontal	Omnidireccional

Información adaptada de <https://sites.google.com> Elaborado por Vilela Leyla

En la tabla 8 se selecciona la antena Andrews 4 Dipolos DB-224. La antena para desplegarse al ser de cuatro dipolos mejora la calidad, costo e incluso facilidad de transmisión de manera omnidireccional en ambos sentidos siendo fácil de administrar otro punto importante a mencionar es que existen diferentes modelos capaces de trabajar con 4 dipolos para el sistema VHF donde sea necesario en base a la frecuencia en la que pueda operar así mismo la distancia y ganancia que esta última posea. Para el escenario propuesto es necesario que cada uno de los dipolos a trabajar cuenten con una distancia de 90° de forma consecutiva con el fin de tener una ganancia generada en la antena y en base a eso saber el alcance que se puede tener.



*Figura 39.*Antena y dipolos. Información tomada de <https://sites.google.com>. elaborada por el autor

Es necesario mencionar que la antena propuesta para la Coop. Guasmo puede llegar a proporcionar hasta 10MHz de ancho de banda siendo favorable para el tipo de sistema de frecuencia empleado ya sea en modo simplex o modo half-duplex.

De igual manera es necesario tener la antena base que permitirá la comunicación con los equipos de radio Walkie Talkie que existan en el sector para ello se definió que la antena móvil VHF-BB-GT 150 es la correcta a ser usada ya que puede trabajar a bajos rangos de frecuencia de (136 hasta 174MHz).



Figura 40. Antena Base. Información tomada de <https://sites.google.com>. elaborada por el autor

Para el sistema base se debe mencionar que deberá estar conectado a la antena previamente definida, el cual permitirá receptar la señal que se esté propagando a la misma frecuencia por los dispositivos configurados el cual como se mencionó previamente deberá ser un sistema de tipo simplex debido a la facilidad del uso de frecuencia permitiendo pueda operar de forma inmediata y no esperar el tiempo de hasta 2 años como máximo para el uso de frecuencias en el espectro definido.

La cobertura que puede llegar a tener la Antena puede ser de hasta 4Km suficiente para abarcar la Coop. Guasmo. A la hora de colocar la antena es necesario establecer una altura a fin de tener línea de vista completa hacia el sector y que así haya propagación sin problema alguno donde en base a lo revisado en cuanto al sector se determina que las distancias a abarcar para la ubicación de la antena deberían ser las siguientes:

- Mínimo 6 metros como base
- 12 metros como altura total de la antena
- 9 metros desde la base hasta la antena

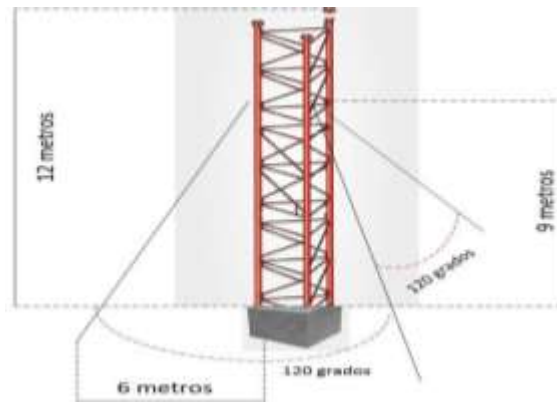


Figura 41. Requisitos para la antena. Información tomada de <https://sites.google.com>. elaborada por el autor

3.7.2.6 Duplexor VHF

Para que el sistema pueda funcionar de forma correcta es necesario dividir la transmisión como recepción a fin de evitar interferencias que puedan afectar el funcionamiento correcto del sistema por lo que es necesario usar un duplexor VHF, para lo cual se realizó la siguiente tabla comparativa con los diferentes equipos duplexor para ver cual se acopla más a las necesidades del proyecto.

Tabla 9. Comparativa Dúplexor

	Q2220E	FF4-3N2
Cavidades	4	4
	Q2220E	FF4-3N2
Banda de frecuencia	138 – 174 MHz	136 - 174 MHz
Potencia	350 W	50 W
Marca	Sinclair	Fumei

Información adaptada de <https://sites.google.com> Elaborado por Vilela Leyla

En la comparativa de la tabla 11 el cual se decanta por trabajar con el duplexor Q2220E ya que permite trabajar sin ningún problema en un rango de frecuencia que va desde los 138MHz y máximo hasta de 174MHz. Por lo general se recomienda que el duplexor a utilizar sea de marca Motorola debido a que cuentan con varias ventajas de funcionamiento además de suprimir el ruido que puede ser generado por otras frecuencias laterales o incluso verticales, también cuentan con otras ventajas como: garantizar la estabilidad de rendimiento a muy baja frecuencia y valores de pérdida por inserción.



Figura 42. Duplexor VHF. Información tomada de <https://sites.google.com>. elaborada por el autor

Por lo general el duplexor cuenta con 4 cavidades 2 para la transmisión y otras 2 para la recepción en el que en base a ello se puede definir o limpiar cualquier afectación de ruido que exista en el sistema generado por la antena tal como se mencionó con anterioridad.

Un punto para considerar es que la antena propuesta deberá tener protección contra rayos eléctricos que puedan dañar los equipos e incluso afectar a personas del sector por lo que dentro del sistema de antena propuesto se considera el uso de la punta de Franklin a fin de enviar cualquier descarga eléctrica a tierra que sea proveniente de rayos tal como se describe a continuación.

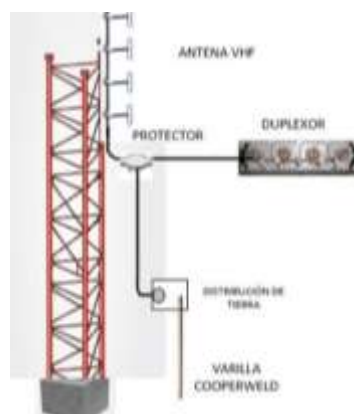


Figura 43. Protección de la antena. Información tomada de <https://sites.google.com>. elaborada por el autor

3.7.2.7 Repetidor

El repetidor no es más que aquel equipo encargado de tomar la señal regenerarla para posteriormente ser enviada a los equipos que están posterior a él. Este tipo de componente es crucial para el diseño propuesto debido a que de forma interna trabaja en base a cantidad de

canales por defecto vienen 2 y por cada canal se puede alojar hasta un total de 200 usuarios por canal o slot cabe mencionar que dentro de cada slot o canal se pueden hacer divisiones de grupos con cantidades más pequeñas de usuarios donde a la hora de comunicarlo de forma correcta deberá configurarse en los sistemas de radio, otro punto por mencionar es que para que un slot pueda marcar deberá esperar que todos los usuarios que marcaron en el slot uno finalicen para realizar la llamada caso contrario no funcionará.

Es decir, si existen 20 usuarios en el slot 1 dividido en dos grupos de 10 y 4 de ellos están hablando cuando los del slot 2 quieran hablar deberán esperar que los cuatro usuarios del slot unos cierren su comunicación para poder transmitir. Para esto se realiza la siguiente tabla comparativa con la finalidad de seleccionar el equipo idóneo para la implementación.

Tabla 10. Repetidor

	DGR-6175	SLR 5100
Número de slots	4	2
Banda de frecuencia	136 – 174 MHz	136 - 174 MHz
Potencia	25 W	10 W
Marca	MOTOTRBO	MOTOTRBO

Información adaptada de <https://sites.google.com> Elaborado por Vilela Leyla

Debido a sus características y exigencias del proyecto se inclinó por trabajar con el repetidor SLR-5100 debido a su rango de slots, ya que solo se utilizará un solo grupo. Cabe mencionar que el concentrador o repetidor se ubica posteriormente al duplexor esto a fin de indicarle al duplexor las señales que están transmitiendo, cabe mencionar que el alcance que el duplexor puede abarcar dependerá mucho el equipo y su ubicación, del mismo modo el duplexor realizará la comunicación hacia el concentrador en ambas vías para procesar más rápido la información que es generada entre los diferentes usuarios que comparten un slot.

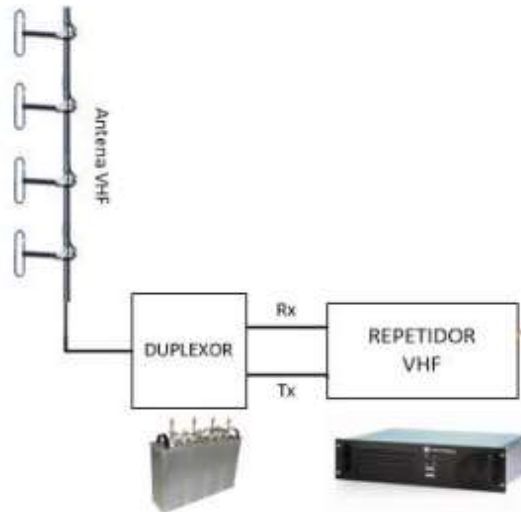


Figura 44. Repetidor. Información tomada de <https://sites.google.com>. elaborada por el autor

Todo el sistema presentado deberá tener su correcta alimentación, así como fuentes de respaldo ya sea UPS o baterías para evitar fallas de comunicación en caso de emergencias.

3.7.2.8 Equipos de comunicación Walkie Talkie

Por último, para que el sistema funcione se debe hacer uso de los equipos que se conectarán al sistema para el presente trabajo las radios móviles en el que al ser un grupo muy limitado estarán dentro de un mismo slot en el concentrador para su comunicación.

Por ende, se realizó la siguiente tabla comparativa con los siguientes dispositivos.

Tabla 11. Equipos de comunicación Walkie Talkie

	DGP-8550	RVA-50	DEP-250
Frecuencia	UHF 400-470 MHz	UHF 450-470 MHz	UHF 403-470 MHz
	VHF 136-174 MHz	VHF 150-161 MHz	VHF 136-174 MHz
GPS	SI	NO	SI
Canales	1000	70	110
Bluetooth	SI	NO	NO
Alcance	2 km	2 km	4 km

Información adaptada de <https://sites.google.com> Elaborado por Vilela Leyla

Para efectos de este trabajo de investigación se decantó por trabajar con el equipo de radio portátil DEP-250 debido a sus características y compatibilidad en cuanto a frecuencias con los demás equipos del sistema de radio Trunking y por su alcance el cual puede ser de hasta 7 km dependiendo de la zona o estructura urbana.



Figura 45. Equipos de comunicación Walkie Talkie. Información tomada de <https://sites.google.com>. elaborada por el autor

3.7.2.9 Tipo de comunicación y afectaciones en sistema de comunicaciones

Cuando se hace uso del método de comunicación half-duplex para los sistemas de comunicación sus precios son demasiado elevados además de realizar con el ente regulador la validación de frecuencia que se va a usar y no afecte a otra frecuencia que está operativa.

Debido a ello este proceso de comunicación incluso puede tardar semanas en realizarse de forma correcta y se pueda trabajar además del alto costo en la solución por lo que en muchas ocasiones se prefiere trabajar con frecuencias no reguladas con sistema de comunicación simplex o de una vía con ello se evita en muchas ocasiones establecer alguna frecuencia en específico para trabajar además se puede hacer pivoting entre frecuencias en caso de que está sea interferida o afecte a alguien más pero a diferencia de la half-duplex no es necesario que sea regulada.

Un punto en contra de este método de comunicación simplex en frecuencias no reguladas es que de perderse el equipo radio móvil es muy difícil bloquearlo e incluso rastrearlo por lo que siempre va a estar operativo y si está dentro de la banda de frecuencia va a poder ser usado como mejor crea la persona que lo halló. A diferencia del método half este último es mucho más seguro ya que se puede dar de baja, pero al ser más costoso se necesita es muy poco usado.

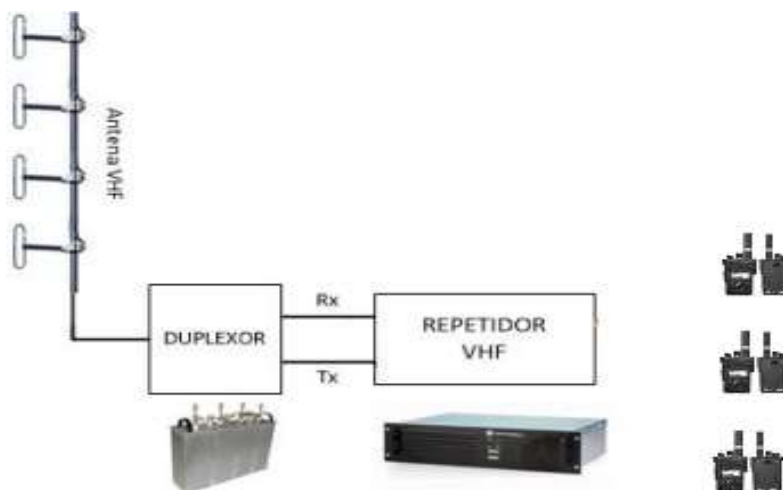


Figura 46. Tipos de comunicación. Información tomada de <https://sites.google.com>. elaborada por el autor

Tabla 12. Costos de implementación

Detalle	Cantidad	Costo por unidad	Costo total
Antenas	1	\$2200	\$2.200
Duplexor	1	\$1,450	\$1.450
Repetidor	1	\$2,600	\$2.600
Radio móvil	21	\$230	\$4.830
Gastos varios	1	\$425	\$425
Implementación	1	\$255	\$255
Gastos totales			\$11.760

Información adaptada de <https://sites.google.com> Elaborado por Vilela Leyla

Como se puede apreciar el costo operativo de la solución actual propuesta es mucho menor debido a que no existe restricción a la hora de operar con frecuencias ni costo operativo de uso siendo una ventaja para los moradores de la Coop. Guasmo a diferencia de la primera solución.

3.7.2.10 Funcionamiento 2da Propuesta

Como se observa en la imagen del esquema final con los equipos en sitio se utilizan 2 tipos de antena, una que actuará como antena base mientras que la siguiente antena es para los equipos de radio móvil, la antena de 4 dipolos la cual tiene 2 dipolos dirigidos hacia el norte y los otros 2 dipolos dirigidos hacia el sur que por logística y seguridad irá ubicada en la parte más alta del domicilio del presidente barrial y a su vez en la misma residencia irá una

pequeña estación base la cual es un pequeño armario que contiene los equipos Tx, Rx y la fuente de alimentación. A su vez el duplexor recibe la señal el cual está conectado al concentrador que es el que se encargará de transmitir la señal a los diferentes Walkie Talkie que tienen un alcance aproximado de 1 a 4 km dependiendo de los objetos que lo obstaculicen, los mismos se vincularán a la frecuencia emitida por el concentrador ya que este tiene 2 slots con una capacidad de 200 usuarios por cada slot y todo el sistema esta alimentado por una fuente principal que estará ubicada en la estación base.

El sector se dividirá en cuadrillas las cuales serán conformadas por los moradores de esa pequeña área limítrofe, donde se asignará un delegado para hacerle la entrega del equipo de radio móvil, por lo que esa persona será la encargada de informar cualquier novedad que suscite en su cuadra o sector aledaño y de esa manera como se propone distribuir los equipos de radio se podrá cubrir toda el área del sector que es de aproximadamente 30 km².



Figura 47. Diseño 2da propuesta. Información tomada de Google Maps. elaborada por Vilela Leyla

3.8 Análisis y elección de la mejor propuesta

Para la elección de la mejor propuesta se consideraron ciertas directrices y la conveniencia del sector en cuestión por lo cual la segunda propuesta fue la que mas convenia en cuanto a tecnología y la relación calidad precio influyó bastante en la elección de esta.

Debido a que la primera propuesta cumple con la misma función con la diferencia de que se requiere mas despliegue de infraestructura al realizar una conexión punto a multipunto con la torre en sitio varios factores pueden ver mermada dicha conexión ya que las condiciones climáticas de la ciudad de guayaquil en ocasiones afectan en gran medida ese tipo de comunicaciones, además de tener un elevado costo en su infraestructura los costos de mantenimiento y sobre todo de funcionamiento también son elevados ya que se tiene que

alquilar un espacio de frecuencia, sumado a eso los equipos propuestos no son muy comerciales por ende en ocasiones se los tiene que importar del exterior elevando aún más los costos de implementación, debido a todos esos factores quedó descartada la primera propuesta.

Es por eso que en la segunda propuesta se propone un sistema de comunicación mas sencillo sin necesidad de tanto despliegue de infraestructura ya que simplemente contará con los equipos TX y RX respectivos, los comunicación que en este caso son otros modelos de walkie Talkie diferentes a los de la primera propuesta pero que son muy útiles y tienen un rango de alcance necesario para cubrir toda la extensión del sector y al ser un sistema de comunicación radio Trunking y poder trabajar con una frecuencia libre autorizada los costos operativos y de implementación son considerablemente mas bajos que la primera propuesta.

3.9 Conclusión

Con base en el estudio realizado se selecciona como mejor opción de sistema, la segunda propuesta, que se trató de un sistema de radio basado en VHF. Este método se utilizará con la finalidad de simplificar la conexión y de esta manera se podrá cubrir toda el área de trabajo en el sector propuesto, debido a esto, la cobertura que se requerirá en el sector es de aproximadamente 3 km², por lo tanto, con los equipos seleccionados de la segunda propuesta se verifica que se puede aplicar un sistema de comunicación inalámbrico de bajo costo y sin mucho despliegue de infraestructura.

Además, se tuvo presente las necesidades que tiene actualmente varios sectores del sur de Guayaquil y con base a todas las noticias e índices de delincuencia se propuso la aplicación del sistema en donde por medio de emisores y receptores podrán ayudarse mutuamente y a su vez informar a las autoridades para que de esta forma puedan llegar a un control o equilibrio con el tema de la inseguridad.

3.10 Recomendaciones

- Ampliar el funcionamiento de la propuesta, optando por buscar más información que se acople al sistema de radio; para que el prototipo se mantenga en constante innovación.
- Agregar al prototipo un sistema de reconocimiento de voz que se active al momento de decir una palabra clave configurada por el usuario, la cual contenga la ubicación de la persona que está siendo atacada o perjudicada, junto con las grabaciones de esta

con la finalidad de enviárselas directamente a las autoridades competentes para que puedan auxiliar a la víctima lo más pronto posible.

- Realizar capacitaciones del uso del sistema y charlas sobre la aplicación del sistema en urbanizaciones, en donde cada casa contenga un sistema de comunicación inalámbrica portátil.

ANEXOS

Bibliografía

- A 605 sube la cifra de muertes violentas en la Zona 8 (Guayaquil, Durán y Samborondón) tras ataques a bala.* (21 de Noviembre de 2021). Obtenido de EL Universo: <https://www.eluniverso.com/noticias/seguridad/a-605-sube-la-cifra-de-muertes-violenta-en-la-zona-8-guayaquil-duran-y-samborondon-nota/>
- Agencia Nacional de Tránsito. (Abril de 2021). Estadísticas de sinistros de tránsito. *Agencia Nacional de Tránsito.*
- Andalucía, F. d. (Marzo de 2010). *Temas para la educación.* Obtenido de <https://www.feandalucia.ccoo.es/docu/p5sd6996.pdf>
- ARCOTEL. (2017). *ARCOTEL.* Obtenido de <https://www.arcotel.gob.ec/espectro-radioelectrico-2/#:~:text=El%20espectro%20radioel%C3%A9ctrico%20constituye%20un,necesidad%20de%20una%20gu%C3%ADa%20artificial.>
- Benavides, C. (2019). Contrucción de un dispositivo para la medición automática de la profundidad de la banda de rodadura de los buses de pasajeros. *Universidad Técnica del Norte.* Obtenido de Universidad Técnica del Norte: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/9008/1/04%20MAUT%20084%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- Camacho, D., & Narváez, P. (2016). Estudio de factibilidad de un diseño de radio enlaces, para interconectar localidades filiales de la iglesia cristiana “Plenitud De Dios”.
- Científicos.com, T. (25 de 07 de 2005). *Modos de Trasmisión de datos.* Obtenido de <https://www.textoscientificos.com/redes/comunicaciones/modos>
- Concordia, U. I. (28 de julio de 2020). *Técnicas de investigación.* Obtenido de <https://universidadlaconcordia.edu.mx/blog/index.php/tecnicas-de-investigacion/#:~:text=Las%20t%C3%A9cnicas%20de%20investigaci%C3%B3n%20son,conocimiento%20para%20resolver%20nuestras%20preguntas.>
- Cornejo, D., & Domínguez, J. (2018). Rediseño y Actualización de un radioenlace desde la oficina central Guayaquil hasta la sucursal Isla escalante para aumento de capacidad y aplicación de calidad de servicio. Guayaquil, Ecuador.
- Cruz, A., Ortiz, M., & Farfan, J. (2019). Neumática e hidráulica. *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.*
- Definiciones-de.com. (22 de Febrero de 2015). *definiciones de antena de telecomunicacion.* Obtenido de https://www.definiciones-de.com/Definicion/de/antena_de_telecomunicaciones.php

- Deiby Manuel Cornejo Gamarra, J. I. (2018). *Rediseño y actualización de un radio enlace desde la oficina central guayaquil hasta la sucursal isla escalante para aumento de capacidad y aplicación de calidad de servicio.*
- Duran, M. (29 de Marzp de 2018). *SYSCOM*. Obtenido de Componentes Básicos de un Sistema de Radiofrecuencia: <https://www.syscomblog.com/2018/03/componentes-basicos-de-un-sistema-de.html>
- El comercio. (Noviembre de 2015). Prisión por llantas lisas. *El comercio*.
- El Mundo. (26 de Julio de 2012). Los neumáticos en mal estado provocan el 55% de los accidentes con víctimas. *El mundo*.
- Flores, A., & Idrovo, H. (2016). ESTUDIO DE LA ADEHERENCIA SEGÚN EL TIPO DE DESGASTE DEL NEUMÁTICO. Quito, Ecuador.
- Frenzel, L. (2003). *RF Power for Industrial Applications*.
- García, C. (2016). Diseño e implementación de un sistema de monitoreo y registro de la presión de los neumáticos utilizando tecnología Zigbee. *Universidad de las Fuerzas Armadas*.
- García, V. (19 de Marzo de 2014). *Electrónica Práctica Aplicada*. Obtenido de <https://www.diarioelectronicohoy.com/blog/el-puente-h-h-bridge>
- Guadamuz, S. (2017). Uso del protoboard. Costa Rica.
- Huephonic. (2018). *Radiio corporativa, la radio a tu medida*. Obtenido de <https://huephonic.com/blog/radio-corporativa-la-radio-a-tu-medida/>
- Huidobro, J. M. (2013). Antenas de Telecomunicaciones. *Revista Digital de ACTA*, 8, 9,10.
- INTEC. (2020). *Neumática: Aplicaciones de la neumática en la industria*. Obtenido de <https://suministrointec.com/blog/aplicaciones-neumatica-industria/>
- Lifeder. (23 de octubre de 2020). *Definición, Tipos, Técnicas*. Obtenido de <https://www.lifeder.com/investigacion-bibliografica/>
- Lifeder. (19 de mayo de 2020). *Enfoque de la investigacion: tipos y características*. Obtenido de <https://www.lifeder.com/enfoque-investigacion/>.
- López. (2019, pág. 533). Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/libro/739219.pdf>
- López. (2019, pág. 54). Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/libro/739219.pdf>
- Malla, C. C. (10 de 2013). *Escuela Politécnica Nacional*. Obtenido de <file:///C:/Users/USER/Downloads/CD-5207.pdf>

- Mariano Fernández, I. L. (2016). *Conceptos Basicos sobre Medios Comunitarios*. Obtenido de <https://medioscomunitarios.net/wp-content/uploads/2019/01/concepto-medios-comunitarios-cuac-fm.pdf>
- Masters, T. y. (2021). *Tesis y masters*. Obtenido de <https://tesisymasters.com.ar/investigacion-descriptiva-ejemplos/>
- Mecafenix, I. (3 de Mayo de 2017). *Ingeniería Mecafenix - La enciclopedia de la ingeniería*. Obtenido de <https://www.ingmecafenix.com/electronica/puente-h-control-motores/>
- Michael Alberto Castillo Álvarez, D. A. (2018). *Universidad Catolica de Colombia*. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/22930/1/Trabajo%20de%20Grado%20FINAL%20TRANSMISOR%20RF%20SOBRE%20FIBRA.pdf>
- Miguel, O. F. (2009). *Estudio y diseño de una estacion de radio FM de baja potencia para la implementacion en el caton Rumiñahui*. Obtenido de [file:///C:/Users/USER/Downloads/T-ESPE-026633%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/USER/Downloads/T-ESPE-026633%20(3).pdf)
- Motor Giga. (2018). Banda de rodadura. *MotorGiga*.
- Motor Pasión. (31 de Octubre de 2018). *La rotación de llantas es importante: te decimos cómo, cuándo y por qué*.
- Nacional, A. (09 de junio de 2014). *Ley de Seguridad Publica del estado*. Obtenido de http://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic5_ecu_panel5_sercop_1.3._ley_seg_p%C3%BAblica.pdf
- Nivicela, J. C., & Pangol, E. (2015). Diseño y construcción de un sistema electrónico para medir automáticamente la profundidad de la banda de rodadura de los neumáticos en los vehículos pesados. Cuenca.
- Nivicela, J., & Pangol, E. (2015). Diseño y construcción de un sistema electrónico para la medición automática de la profundidad de la banda de rodadura de los neumáticos en los vehículos pesados de transporte de pasajeros. *Universidad Politécnica Salesiana*.
- Ochoa, J. R., Cabrera, L. A., & Ortega, M. E. (2012). diseño, construcción e implementación de un sistema electro neumático para el inflado de los neumáticos facilitando la conducción a personas con capacidades diferentes - parapléficas. Cuenca, Ecuador.
- Organización Mundial de la Salud. (Mayo de 2018). *Accidentes de Tránsito*. Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries>
- Orozco, P., Fabela, M. d., & Martínez, M. (2004). DISEÑO CONCEPTUAL DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA DETERMINAR RIGIDEZ EN LLANTAS NEUMÁTICAS. México.

- Paredes, J. (2016). Diseño de las redes de aire comprimido y transporte neumático en un astillero. *Universidad Politécnica de Cartagena*.
- Pazmiño, C. B. (2019). “CONSTRUCCIÓN DE UN DISPOSITIVO PARA LA MEDICIÓN AUTOMÁTICA DE LA PROFUNDIDAD DE LA BANDA DE RODADURA DE LOS BUSES DE PASAJEROS”. Ibarra, Ecuador.
- Pazmiño, C. R. (2019). CONSTRUCCIÓN DE UN DISPOSITIVO PARA LA MEDICIÓN AUTOMÁTICA DE LA PROFUNDIDAD DE LA BANDA DE RODADURA DE LOS BUSES DE PASAJEROS. Ibarra, Ecuador.
- profesionales, r. d. (2010). Emisión y Recepción de Radio. Andalucía.
- Ramos, F. (2011). Pérdidas en obstáculos.
- Ruiz, P. (2018). el mantenimiento preventivo para los neumáticos de la flota de tracto camiones para optimizar su disponibilidad de la empresa grupo “Transpesa Sac”. Trujillo, Perú.
- S., E. p. (2005). La Radio Digital. *Chasqui*, 3.
- Schujer. (2020, págs. 168, 169). Obtenido de <https://radioformateca.wordpress.com/2019/07/04/aprender-con-la-radio-herramientas-para-una-comunicacion-participativa/>
- Seguridad* . (31 de agosto de 2021). Obtenido de El Universo: <https://www.eluniverso.com/noticias/seguridad/cada-13-horas-hay-un-asesinato-en-guayaquil-en-el-2021-van-406-en-este-ano-172-mas-que-en-2020-nota/>
- Servicio Ecuatoriano de Normalización INEN. (2014). INEN 011. *INEN 011*.
- Significados. (13 de Enero de 2022). *Marco Teorico*. Obtenido de <https://www.significados.com/marco-teorico/>
- Tecnología para la industria. (2 de Julio de 2018). *Sistema de control de aire comprimido para mejorar la eficiencia en la planta*.
- telecomunicaciones, L. O. (12 de diciembre de 2019). *Ley Organica de Telecomunicaciones*. Obtenido de <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/2020/07/LEY-ORGANICA-DE-TELECOMUNICACIONES.pdf>
- Tomasi, W. (2003). *Sistemas de Comunicaciones Electrónicas*. México: Pearson Education, Inc. .
- Torres, L. A. (Julio de 2016). *Universidad Internacional Sek*. Obtenido de <https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/3844/1/Tesis.pdf>

- Valenzuela, E. (2005). Modelo general de análisis causa raíz de fallas y desgastes irregulares de llantas en la flota de transporte de mercancías de coordinadora mercantil S.A. *Universidad tecnológica de Bolívar*.
- Villagrán, L. F. (2018). *Universidad Técnica Federico Santa María Sede Concepción Rey Balduino de Belgica*. Obtenido de <https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/42349/3560901544261UTFSM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Vox, T. (23 de noviembre de 2020). *Team Vox*. Obtenido de <https://teamvox.com/que-es-la-radiocomunicacion/>