



UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
VICERRECTORADO ACADÉMICO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESTUDIOS DE POSTGRADO
POSTGRADO EN TELECOMUNICACIONES

PROYECTO DE TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**PROPUESTA PARA EL RESPALDO DEL TRANSPORTE DE LAS
SEÑALES DE AUDIO DE RADIO NACIONAL DE VENEZUELA ENTRE
LAS SEDES DE RNV- VOLCÁN – VTV**

Elaborado por:

RODRÍGUEZ DÍAZ, MAYAURIMA

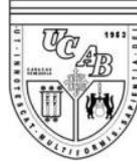
Para optar al título de:

Especialista Técnico en Telecomunicaciones

Asesor (a)

Guillén Guédez, Ana Julia

Caracas, Febrero de 2.018



UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
VICERRECTORADO ACADÉMICO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESTUDIOS DE POSTGRADO
POSTGRADO EN TELECOMUNICACIONES

PROYECTO DE TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**PROPUESTA PARA EL RESPALDO DEL TRANSPORTE DE LAS
SEÑALES DE AUDIO DE RADIO NACIONAL DE VENEZUELA ENTRE
LAS SEDES DE RNV- VOLCÁN – VTV**

Elaborado por:

RODRÍGUEZ DÍAZ, MAYAURIMA

Para optar al título de:

Especialista Técnico en Telecomunicaciones

Asesor (a)

Guillén Guédez, Ana Julia

Caracas, Febrero de 2.018

Universidad Católica Andrés Bello
Vicerrectorado Académico
Facultad de Ingeniería
Estudios de Postgrado
Postgrado en Telecomunicaciones

CARTA DE ACEPTACIÓN DEL ASESOR

Atención: **Aprobación de Asesoría de Trabajo Especial De Grado**

Tengo a bien dirigirme a Usted, en la oportunidad de informarle que he leído y revisado el proyecto de Trabajo Especial de Grado, cuyo título tentativo es: **“PROPUESTA PARA EL RESPALDO DEL TRANSPORTE DE LAS SEÑALES DE AUDIO DE RADIO NACIONAL DE VENEZUELA ENTRE LAS SEDES DE RNV- VOLCÁN – VTV”**, presentado por Mayaurima Rodríguez Díaz, titular de la cédula de identidad N° **6.204.249**, como parte de los requisitos para optar al Título de **Especialista Técnico en Telecomunicaciones**.

A partir de dicha revisión, considero que el mencionado Trabajo Especial de Grado reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a evaluación por el distinguido Jurado que tenga(n) a bien designar.

En la ciudad de Caracas a los 4 días del mes de Febrero de 2018.

Atentamente,

GUILLÉN GUÉDEZ, ANA JULIA

C.I.: 7.599.767

Sres.

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

Postgrado en Especialización Técnica de Telecomunicaciones

Caracas.-

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LA EMPRESA

Me es grato dirigirme a ustedes en la oportunidad de informarle, que se ha autorizado a la “Ingeniero Mayaurima Rodríguez Díaz; portadora de la cédula de identidad Nro. 6.204.249”, quien labora en esta organización, para hacer uso de la información interna de la misma, a fin de documentar y soportar los distintos análisis estrictamente académicos que conllevarán a la realización del Trabajo Especial de Grado “**PROPUESTA PARA EL RESPALDO DEL TRANSPORTE DE LAS SEÑALES DE AUDIO DE RADIO NACIONAL DE VENEZUELA ENTRE LAS SEDES DE RNV - VOLCÁN - VTV**”; como requisito para optar al título de Especialista Técnico en Telecomunicaciones, exigidos por la Dirección General de los Estudios de Postgrado de la Universidad Católica Andrés Bello.

A los diez (10) días del mes de Agosto del 2017

Sin otro particular al cual hacer referencia,

Atentamente,

ISBEMAR JIMÉNEZ CORREA

PRESIDENTA

RADIO NACIONAL DE VENEZUELA, C.A.

Decreto Presidencial Nº 2.190, de fecha 20/01/2016,0

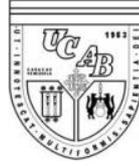
Gaceta Oficial Nº 40.832 de fecha 20/01/2016.

EZ/mr

Radio Nacional de Venezuela

Final Calle Las Marías. El Pedregal de Chapellín, La Florida, Zona Postal 1050,
Caracas. Distrito Capital - Venezuela. Telf.: (0212) 630.12.00 - 630.12.20- 630.15.21

www.rnv.gob.ve



UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
VICERRECTORADO ACADÉMICO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESTUDIOS DE POSTGRADO
POSTGRADO EN TELECOMUNICACIONES

**PROPUESTA PARA EL RESPALDO DEL TRANSPORTE DE LAS SEÑALES DE
AUDIO DE RADIO NACIONAL DE VENEZUELA A TRAVÉS DE UN
RADIOENLACE DE MICROONDAS DIGITAL ENTRE LAS SEDES DE RNV-
VOLCÁN – VTV**

Autor: Rodríguez Díaz, Mayaurima

Asesor: Guillén Guédez, Ana Julia

Año: 2018

RESUMEN

Se presenta propuesta para el diseño de un sistema de transporte de señales de respaldo al principal en banda microondas para la Empresa Radio Nacional de Venezuela, C.A. El mismo está conformado por dos (2) vanos radioeléctricos, proyectados entre la sede principal de la empresa, ubicada en Chapellin, Distrito Capital y un punto de repetición en la Estación Cerro El Volcán, Municipio El Hatillo, Edo. Miranda, y un segundo vano desde la referida estación hasta el Telepuerto de Venezolana de Televisión, C.A. (VTV, C.A.), en Los Ruices, Municipio Sucre, Edo. Miranda. El Sistema aportará cinco (5) señales de audio: RNV- Informativa, RNV-Clásica, RNV-Juvenil, RNV-Musical y RNV-Informativa Táchira, siendo el objetivo final el transporte de las mismas desde el terminal de VTV hasta la estación Mecedores ubicada en el Parque Nacional Waraira Repano para su inserción en la Red Metropolitana de Transporte de la Empresa Red de Transmisiones de Venezuela, C.A. (REDTV, C.A.) y posterior traslado a la Estación Terrena Base Manuel Ríos (BAMARI) para su subida al Satélite de Comunicaciones Simón Bolívar (VENESAT1) y difusión a todo el territorio Nacional, en ese sentido, se diseñó una propuesta de un sistema de transporte de señales de respaldo para los audios de RNV, C.A, a fin de llevarlos a la Red Metropolitana de transporte para su difusión Nacional. La propuesta se conceptualizó en una investigación aplicada y de desarrollo, dado que, se verificó y presentó la factibilidad técnica de un proyecto en la forma del radioenlace descrito.

Palabras Clave: Enlace Digital, Telecomunicaciones, Transporte, Microondas, Difusión y Radio Nacional de Venezuela, C.A. (RNV, C.A.).

Línea de Trabajo: Radioenlace y Telecomunicaciones

DEDICATORIA

En primer lugar dedico este libro a Dios infinito que me ilumina todos los días, y me permite hacer todo lo que quiero, ser perseverante y constante en mis metas.

Honro a mi clan con este proyecto, en especial a mi madre Violeta y a mi abuela Martina, por su infinito amor.

Con todo mi amor, dedico este libro a mis hijos, José Antonio, Julie Adriana y María Esmeralda, quienes han sido mi fuerza e inspiración para salir adelante.

También le dedico este libro a Melquiades Socorro, quien con su apoyo fue más llevadero su desarrollo y culminación.

AGRADECIMIENTOS

A mis amigos Sorge Rodríguez y Freddy Martínez, quienes han sido el mejor apoyo para la realización de ésta investigación.

A Radio Nacional de Venezuela, C.A., empresa en la que laboro desde hace 12 años y que me dio la oportunidad de desarrollar esta investigación para seguir fortaleciendo mi avance profesional.

A mi Tutora Ing. Ana Julia Guillén, quien con su paciencia y destreza supo orientar mi investigación.

Al personal docente y administrativo de los Estudios de Postgrado de la Universidad Católica Andrés Bello, por su mística y ética profesional para la formación y ayuda a los estudiantes.

A mis familiares y amigos quienes me ayudaron de alguna u otra manera a culminar ésta meta.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	Páginas
CARTA DE ACEPTACIÓN DEL ASESOR	iii
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LA EMPRESA	iv
RESUMEN	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTOS	vii
INDICE GENERAL	viii
INDICE DE FIGURAS	xii
INDICE DE TABLAS	xv
LISTA DE ACRONIMOS Y SIGLAS	xvii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	4
Contexto y Delimitación de la Investigación	4
Síntomas	4
Causas	5
Pronóstico	6
Control de Pronóstico	7
Interrogante de la Investigación	7
Sistematización de la investigación.....	7
Objetivos de la Investigación	8
Objetivo General	8
Objetivos específicos.....	8
Justificación e Importancia de la investigación	8
Alcance y delimitación de la investigación	9
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	10

Consideraciones generales	10
Antecedentes	10
Bases Teóricas	15
Radio y sonido	15
Sistemas de Comunicaciones Electrónicas	16
Espectro Electromagnético.....	18
Elementos de la señal.....	20
Vano	22
Modos de transmisión.....	23
Modulación.....	24
Multiplexado.....	26
Antena	26
Cuadro de atribución de frecuencias.....	28
Propagación electromagnética	30
Propiedades ópticas e las ondas de radio	31
Radioenlace	33
Estructura General de un Radioenlace	35
Comprobación de objetivos de calidad y disponibilidad	39
Microondas.....	41
Pérdidas en trayectoria por el espacio libre	44
Parámetros básicos de un radioenlace	48
Radio Mobile	54
BASES LEGALES	56
Tipos de Habilitaciones Administrativas.....	60
Canalización microondas CUNABAF-2016.....	61
CAPÍTULO III.MARCO METODOLÓGICO.....	64
Tipo de investigación	64
Diseño de la investigación	65
Tipo de diseño.....	65
Unidad de análisis.....	66

Técnicas de recolección e interpretación de datos	67
Observación	67
Bibliografía	68
Variables	69
Juicio de expertos.....	69
Fases de la investigación.....	70
Procedimiento por objetivos	72
La operacionalización de las variables	73
Estructura desagregada de trabajo	76
Código de ética.....	76
Factibilidad.....	78
Presupuesto y recursos	78
Cronograma	80
CAPÍTULO IV: MARCO ORGANIZACIONAL	82
Reseña histórica de Radio Nacional de Venezuela C.A.....	82
Visión de Radio Nacional de Venezuela C.A.	83
Misión de Radio Nacional de Venezuela C.A.	83
Principios de Radio Nacional de Venezuela C.A	84
Valores de Radio Nacional de Venezuela C.A.....	85
Objeto	91
Ubicación de Radio Nacional de Venezuela C.A.	91
Función de la empresa y sus señales	91
Frecuencias Operativas a nivel nacional.....	92
CAPITULO V. DESARROLLO DE LOS OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	94
OBJETIVO1.	94
Requerimientos Técnicos	95
Inspecciones	101
Coordenadas geográficas de cada estación.....	102
Líneas de vista de los sitios del sistema	102

Barrido espectral	105
Calculo Isotrópico	107
Levantamiento Planimétrico	112
Levantamiento eléctrico de las estaciones.....	116
Torre de Comunicaciones.....	119
Materiales e Insumos.....	122
OBJETIVO 2	126
Evaluación de factibilidad	126
Elaboración de simulación presupuesto del enlace.....	126
Recaudos Técnicos para la obtención de una Habilitación General con el Atributo de Transporte	143
OBJETIVO 3.	170
Detalles de Instalación.....	170
Ubicación del equipamiento en las casetas y torres de comunicaciones .	176
Pasos de Instalación.....	178
CAPITULO VI. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	184
INFORME DE PRUEBA DE CONCEPTO DEL EQUIPAMIENTO RADIOENLACE DIGITAL DE MICROONDAS SISTEMA DE RESPALDO DE LOS AUDIOS DE RNV	184
CAPITULO VII. LECCIONES APRENDIDAS	195
Antecedentes del proyecto	195
Tres lecciones aprendidas con recomendaciones para proyectos futuros	196
Contribuciones de las lecciones aprendidas	197
Lecciones aprendidas del proyecto.....	198
CAPITULO VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	201
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	207

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>FIGURAS</i>	Páginas
<i>Figura 1</i> Esquema de generación y transporte de señales de audio RNV.	5
<i>Figura 2.</i> Diagrama de bloques del sistema	17
<i>Figura 3.</i> Espectro Radioeléctrico Venezolano	19
<i>Figura 4:</i> Cuadro de Atribución de Bandas de Frecuencias (CUNABAF)	29
<i>Figura 5:</i> Estructura Desagregada de Trabajo.....	77
<i>Figura 6:</i> Estructura Organizativa de RNV.....	87
<i>Figura 7:</i> Estructura Organizativa de la GGIT de RNV, C.A.	88
<i>Figura 8:</i> Diagrama de flujo de la propuesta por departamentos	90
<i>Figura 9.</i> Mapa de Estaciones de RNV a Nivel Nacional.....	93
<i>Figura 10:</i> Objetivos específicos del TEG.....	94
<i>Figura 11:</i> Línea de vista desde la sede de RNV, hacia el Volcán	103
<i>Figura 12</i> Línea de vista desde Volcán hacia RNV.....	103
<i>Figura 13:</i> Línea de vista desde Volcán - VTV	104
<i>Figura 14:</i> Línea de vista desde sede de VTV, hacia el Volcán.....	104
<i>Figura 15:</i> Mapa del barridos entre Chapellin- Volcán.....	106
<i>Figura 16:</i> Mapa de los barridos entre VTV-Volcán	106
<i>Figura 17:</i> Cálculo Isotrópico. Chapellin – Volcán	107
<i>Figura 18</i> Cálculo Isotrópico. Volcán- Chapellin	108
<i>Figura 19:</i> Cálculo isotrópico. VTV- Volcán	109
<i>Figura 20:</i> Cálculo isotrópico. Volcán-VTV	110

<i>Figura 21:</i> Levantamiento Planimétrico Master Azotea en Chapellin	112
<i>Figura 22:</i> Plano del Máster azotea y la ubicación del mástil en RNV-Chapellin.....	113
<i>Figura 23:</i> Plano de la ubicación de la caseta del Volcán.....	114
<i>Figura 24:</i> Plano de la ubicación de la caseta y la torre (Volcán)	114
<i>Figura 25:</i> Recorrido de la línea patio de antenas de VTV	115
<i>Figura 26:</i> Foto de inspección telepuerto de VTV.....	116
<i>Figura 27:</i> Diagrama unifilar de la Estación el Volcán	118
<i>Figura 28:</i> Estudio de cargas de la torre de comunicaciones de CANTV, ..	120
<i>Figura 29:</i> Proyección de la ubicación y la estructura para la fijación del mástil	121
<i>Figura 30:</i> Gráfico de los objetivos específicos del sistema de respaldo....	126
<i>Figura 31:</i> Gráfica para la estimación de la atenuación zona boscosa.....	134
<i>Figura 32:</i> Estudio del perfil del enlace Chapellin – Volcán	136
<i>Figura 33:</i> Estudio del perfil del enlace Volcán VTV	142
<i>Figura 34:</i> Diagrama de la Red del Sistema de Respaldo	146
<i>Figura 35:</i> Línea de vista y zona de Fresnel del enlace Chapellin – Volcán	165
<i>Figura 36:</i> Simulación del radioenlace Chapellin-Volcán.....	166
<i>Figura 37:</i> Simulación del radioenlace Volcán - VTV.....	167
<i>Figura 38:</i> Vista satelital de radioenlace RNV – VTV – Con punto de repetición en Volcán	168
<i>Figura 39:</i> Objetivos específicos del sistema de respaldo	170
<i>Figura 40:</i> Disposición del equipamiento en los Rack de la estación de Chapellin.....	173

<i>Figura 41:</i> Disposición del equipamiento en los Rack de la estación El Volcán	174
<i>Figura 42:</i> Disposición del equipamiento en los Rack de la estación de VTV	175
<i>Figura 43:</i> Plano de la ubicación de equipamiento y del mástil en RNV	177
<i>Figura 44:</i> Ubicación del interruptor y se muestra la barra de tierra en el tablero principal	180
<i>Figura 45:</i> Plano Caseta VIVETV en el Volcán.....	181
<i>Figura 46:</i> Diagrama de la Red de transporte de los audios de RNV hacia la Red Metropolitana	188
<i>Figura 47:</i> Instalación equipamiento interno/externo en Chapellin	191
<i>Figura 48:</i> Instalación equipamiento de microondas en el Volcán.....	192
<i>Figura 49:</i> .Datos de alineación del enlace Chapellin-Volcán.....	193

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
Tabla 1: Bandas de Clasificación de las Microondas.....	42
Tabla 2: Atenuación Unitaria de Cables Coaxiales.....	43
Tabla 3: Atenuación Unitaria de Guía ondas	43
Tabla 4: Marco Legal regulatorio del proyecto.....	57
Tabla 5: Entidades Administrativas Involucradas en el Proyecto	58
Tabla 6: Tipos de habilitación y permisos administrativos	60
Tabla 7: Recomendación UIT-R-385-10	62
Tabla 8: Recomendación IUT-R F.497-7	63
Tabla 9: Operacionalización de las Variables	75
Tabla 10: Recursos a Utilizar.....	79
Tabla 11: Cronograma de Ejecución de la Propuesta	81
Tabla 12: Requerimientos técnicos para el sistema de respaldo.....	97
Tabla 13: Coordenadas Geográficas de cada estación.....	102
Tabla 14: Listado de materiales e insumos para las tres (3) estaciones	123
Tabla 15: Coeficientes de regresión para estimación de atenuación específica por lluvia	132
Tabla 16: Estaciones involucradas en la red	144
Tabla 17: Equipos ubicados en las estaciones: Chapellin –Volcán	149
Tabla 18: Equipos requeridos en cada estación: Volcán – VTV.....	150
Tabla 19: Las porciones del espectro radioeléctrico susceptibles de asignación en concesión de uso y explotación.....	152

Tabla 20: Porción de las frecuencias inherentes al radioenlace del sistema	153
Tabla 21: Canal y ancho de banda de las frecuencias de 13 GHz	154
Tabla 22: Canal y ancho de banda de las frecuencias de 7 GHz	154
Tabla 23: Descripción de las bandas de frecuencia	154
Tabla 24: Cotas versus distancias y perfiles topográficos.	155
Tabla 25: Equipos transceptores del sistema	157
Tabla 26: Antenas.....	159
Tabla 27: Línea de Transmisión	161
Tabla 28: Datos generales de los radioenlaces Chapellin – Volcán- VTV..	162
Tabla 29: Datos del enlace Chapellin – Volcán	163
Tabla 30: Datos del enlace Volcán - VTV	164
Tabla 31: Equipamiento de los Sistemas de 13 GHz, para el enlace Chapellin-Volcán.....	171
Tabla 32: Equipamiento de los Sistemas de 7Ghz para la estaciones Volcán-VTV.....	172

LISTA DE ACRÓNIMOS Y SIGLAS

ADC: Conversor Analógico/Digital

AM: Amplitud Modulada.

BAMARI: Base Aeroespacial Capitán Manuel Ríos

CANTV: Compañía Anónima Nacional Teléfonos de Venezuela

CD: Disco Compacto

CIV: Colegio de Ingenieros de Venezuela

CONATEL: Comisión Nacional de Telecomunicaciones de Venezuela

CRT: Centro Regional Táchira

CUNABAF: Cuadro Nacional de Atribución de Bandas de Frecuencias

DAT: Digital Audio Tape

Db: Decibelio

Dbm: Decibelio Milivatio

DCT: Transformada Discreta de Coseno

Downlink: Enlace de bajada

EDT: Estructura Desagregada de Trabajo

FM: Frecuencia Modulada.

GGIT: Gerencia General de Ingeniería y Tecnología

Hz: Hercio o hertz

HF: Frecuencia Alta

HPA: Amplificador de Alta Potencia

IDU: Unidad de Radio Interna

IP: Protocolo de Internet

ISDN: Red Digital de Servicios Integrados

Kbps: Kilobits por segundo

KHz: Kilo Hertz

KW: Kilowatt

LAN: Red de Área Local

LF: Onda Larga o Frecuencia Larga

LNA: Amplificador de bajo ruido

Mbit/s: Mega Bit por Segundos
Mbps: Megabit per Second
MC: Muestreo Compresivo
MF: Onda Media o frecuencia media
Mhz: Mega Hertz
MIPPCI: Ministerio del Poder Popular para la Comunicación e Información
MQAM: Modulación Multinivel Mixtas de Amplitud y Fase
OFFset: Impresión
ODU: Unidad de Radio Externa
PDH: Jerarquía Digital Plesiócrona
PMI: Project Management Institute.
PSK: Phase-Shift Keying
RDSI: Red Digital de Servicios Integrados
REDTV: Red de Transmisiones de Venezuela
RNV: Radio Nacional de Venezuela
Uplink: Enlace o Conexión de Subida
VENESAT1: Satélite Venezolano N.1 o Simón Bolívar
VTV: Venezolana de Televisión

INTRODUCCIÓN

Radio Nacional de Venezuela, C.A. (RNV, C.A.) es la radiodifusora oficial del Estado Venezolano. Cuenta con cuatro (4) estudios que generan contenido programático propio. Estos son: RNV-Informativa, RNV-Clásica, RNV-Juvenil y RNV-Musical, ubicados en la sede de RNV, C.A. en la Ciudad Capital. Adicionalmente, RNV, C.A., posee seis (06) Centros Regionales, que están ubicados en los estados Anzoátegui, Apure, Carabobo, Portuguesa, Táchira y Zulia, que generan contenido programático local y sirven a la población de usuarios y usuarias en dichas regiones. Asimismo, el Sistema RNV cuenta con 98 estaciones retransmisoras a nivel Nacional, plataforma ésta administrada por la Empresa Red de Transmisiones de Venezuela, C.A. (REDTV, C.A.).

Los centros regionales y las estaciones retransmisoras a nivel nacional, obtienen los audios de RNV a través de los sistemas de recepción satelital, ubicados en cada una de las estaciones, mediante los cuales se captan las señales generadas en el Satélite Simón Bolívar (VENESAT1), en modo bajada (Downlink). Esta actividad es posible gracias al transporte de cinco (5) señales de audios (RNV-Informativa, RNV-Juvenil, RNV-Musical, RNV, Clásica y el Centro Regional Táchira (CRT)) mediante un radioenlace en banda microondas digital terrestre establecido entre la sede principal de la empresa, ubicada en Chapellin, y la estación Mecedores, ubicada en el Parque Nacional Waraira Repano, donde la empresa REDTV, C.A. incorpora dichas señales a la denominada “Red Metropolitana de Transporte” que lleva las mismas a la Estación de Control Terrenal “Manuel Ríos”, (BAMARI), ubicada en el Sombrero, Edo. Guárico, desde la que se realiza la subida (Uplink) hacia el Satélite.

El presente proyecto muestra un sistema de transporte de respaldo de las señales de la empresa antes mencionada, alterno al principal actualmente operativo, que constará de una plataforma similar al ya existente.

Es preciso señalar que, dicho respaldo es necesario para proporcionar y garantizar el transporte de los audios de RNV hacia el satélite VENESAT1, dado que el sistema principal ha presentado fallas aleatorias que han dejado fuera del aire las señales del sistema a nivel Nacional. El presente proyecto plantea la conmutación de las señales por las de respaldo mientras se atiende y solventa alguna falla presentada en el sistema principal.

El desarrollo del presente trabajo consta de los siguientes capítulos:

Capítulo I: Se expuso la memoria descriptiva del planteamiento de la investigación, los objetivos generales, específicos, el alcance y la justificación del presente proyecto.

Capítulo II: Se presentaron los antecedentes consultados, el marco teórico y bases legales, concerniente al cuadro de la “Operacionalización de las Variables” realizado en el Capítulo 3, donde muestra la relación de sus objetivos con los indicadores y variables.

Capítulo III: Marco Metodológico: en este capítulo se hace mención al tipo y diseño de investigación planteada en este trabajo, las técnicas de recolección de información empleadas para el desarrollo del proyecto, la operacionalización de las variables de cada objetivos, la estructura desagregada de trabajo (EDT), los recursos y el cronograma que se utilizó para la realización del proyecto.

Capítulo IV: Hace una descripción en el marco referencial o reseña histórica de la empresa. Aparte, se presentan la bibliografía consultada para la realización del presente proyecto.

Capítulo V: Se expuso el diseño de los tres (3) objetivos específicos del Sistema de Respaldo propuesto, donde en el objetivo uno (1), especifica los requerimientos técnicos de la red y las inspecciones que involucran, la verificación de la línea de vista, el estudio planimétrico de las estaciones, el estudio espectral para las frecuencias solicitadas, entre otros. En el objetivo dos (2), se realiza una evaluación de la factibilidad técnica del sistema, y se desarrolla el proyecto técnico para una Habilidad General con el atributo

de Transporte, requerido por el ente regulador CONATEL para el uso de el espectro radioeléctrico, utilizando la herramienta de simulación RadioMobile. Y el objetivo tres (3) indica el diseño del respaldo con base a los informes de instalación de cada vano y el listado de materiales e insumos requerido para su futura instalación.

Capítulo VI: En el presente capítulo se presentó el análisis de los resultados obtenidos de la instalación del equipamiento en cada estación y su resultado.

Capítulo VII: Se mostraron las lecciones aprendidas con el objeto de informar el manejo y desenvolvimiento técnico del personal.

Capítulo VIII: Se realizaron las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

Contexto y Delimitación de la Investigación

Síntomas

Radio Nacional de Venezuela, C.A. (RNV, C.A.) genera sus cuatro (4) señales de audio matrices desde los estudios ubicados en la sede principal de la empresa, en Chapellin, Distrito Capital, (RNV- Informativa, RNV- Clásica, RNV-Activa y RNV-Musical). Adicionalmente, se cuenta con una plataforma de seis (6) centros de difusión regionales en los estados: Anzoátegui, Apure, Carabobo, Portuguesa, Táchira y Zulia, con programación propia local. Se cuenta con un sistema nacional de difusión conformado por 98 estaciones retransmisoras.

La plataforma actualmente utilizada para transportar las señales, desde la sede de RNV, C.A. hacia la red de difusión nacional, está conformada por un radioenlace digital terrestre en banda microondas entre dicha sede (RNV, Caracas) y la estación repetidora Mecedores (Parque Nacional Waraira Repano). En consecuencia, durante los últimos años y de forma aleatoria, la difusión abierta ha presentado fallas generadas a su vez por indisponibilidad transitoria del mismo ocasionando con ello la interrupción del servicio en todo el territorio nacional.

Desde finales, en el 2016, se cuenta con un sistema de Respaldo vía fibra óptica, utilizando equipos eficientes para la transmisión y recepción de audios vía internet. Sin embargo, dado los problemas de inseguridad que ha presentado el país, se han suscitado hurtos importantes de cables de fibras de las estaciones de CANTV, que han dejado sin servicio la plataforma.

En tal sentido, el presente trabajo propone una solución técnica que solvete dichas fallas a fin de dar continuidad de las señales y proporcionar calidad del servicio a los usuarios de RNV.

El proceso actual de generación y transporte de las señales de audio de RNV, C.A., se visualizan en la Figura 1:



Figura 1 Esquema de generación y transporte de señales de audio RNV.
Fuente: RNV (2016)

La Figura 1 muestra esquemáticamente el proceso antes descrito, desde el origen de los audios en cada uno de los estudios ubicados en la sede principal de la empresa, hasta su transporte final a la plataforma Simón Bolívar (VENESAT1), desde donde se difunden a todas las estaciones repetidoras en el territorio nacional.

Causas

Desde el año 2007, el sistema de transporte microondas digital en el vano radioeléctrico Chapellin – Mecedores, no presentó fallas hasta el año 2012, en el que se mostró la primera de varias fallas operativas aleatorias y recurrentes, que han ocasionado la salida de las distintas señales al aire de la empresa, a nivel nacional. A pesar de los múltiples esfuerzos técnicos

realizados en función de corregir dichas fallas, han seguido sucediéndose. Se estima que la causa de las mismas son no conformidades en el mantenimiento predictivo y preventivo continuos, debido básicamente, a que es el único sistema de transporte operativo, para cuya realización, debe ser apagado con la consecuente salida del servicio por las horas que dure el mismo.

Pronóstico

Según el Estándar ISO/DIS 14224 (1999), define confiabilidad como: “Capacidad de un activo o componente para realizar una función requerida bajo condiciones dadas para un intervalo de tiempo dado” y como disponibilidad: “Capacidad que tiene un aparato de desempeñar una función requerida bajo determinadas condiciones, en un momento determinado o durante un intervalo de tiempo específico, asumiendo que existan los recursos externos requeridos” (p. 5)

En tal sentido, según la norma UIT-R F.557-5 (02/2014) se recomienda: “Que el objetivo de disponibilidad adecuado para un trayecto digital ficticio de referencia de 2.500 km aplicable a sistemas de relevadores radioeléctricos digitales sea del 99,7% del tiempo, considerándose este porcentaje para que resulte estadísticamente válido sobre un periodo de tiempo suficientemente largo, probablemente superior a un año” (p. 3).

En el año 2013, el sistema de transporte principal de RNV (Chapellin-Mecedores), presentó cinco (5) salidas del aire por fallas aleatorias, de aproximadamente 10,50 horas acumuladas total, de interrupción del servicio. Esta contabilización representó el 0,12% de la indisponibilidad teórica anual del sistema.

En general, el factor confiabilidad de un sistema ideal de transporte de microondas, debe ser de al menos un 99 % anual de tiempo funcional, para el 1% restante teóricamente inevitable, es que se amerita un sistema de respaldo determinante, mientras se solventa la falla en el sistema principal.

Es preciso indicar que dicha eventualidad está absolutamente revestida de un carácter aleatorio e impreciso en el tiempo.

La norma IUT-T-R F.557-5 (2014), define la indisponibilidad como sigue:

Al estimar la indisponibilidad, deben incluirse todas las causas estadísticamente predecibles e inintencionadas, y que tengan su origen en el equipo radioeléctrico (Incluye todo el equipo comprendido en una sección radioeléctrica digital para los sistemas digitales), fuentes de alimentación, propagación, interferencia, equipo auxiliar y actividades humanas. La estimación de la indisponibilidad incluye la consideración del tiempo medio de restablecimiento del servicio” (p. 4).

Control de Pronóstico

Al no existir un sistema de transporte de los audios de RNV, para el respaldo similar al principal, la operatividad de la empresa tiene un alto porcentaje de vulnerabilidad, dado que, de presentarse una falla en el único sistema operativo, todas las señales a nivel nacional salen del aire hasta tanto sea solventada la misma.

Interrogante de la Investigación

¿Cómo debe conformarse la propuesta de un Sistema de Respaldo para el Transporte de los audios matrices de RNV, C.A. hacia la Red Metropolitana al Satélite Simón Bolívar (VENESAT1) para su difusión Nacional?

Sistematización de la investigación

¿Cuáles son los requerimientos de equipo y topología de red para formular el sistema de respaldo de transporte de las señales en banda de microondas para RNV, C.A.?

¿Cuál es la alternativa de solución idónea que debe cumplir el sistema de respaldo de transporte de señales en banda de microondas para RNV, C.A.?

¿Cómo debe estar estructurada la implementación del sistema de respaldo de transporte de señales en banda de microondas para RNV, C.A.?

Objetivos de la Investigación

Objetivo General

Diseñar una propuesta de un sistema de transporte de señales de respaldo para los audios de RNV, C.A, a fin de llevarlos a la Red Metropolitana de transporte para su difusión nacional.

Objetivos específicos

1. Identificar los requerimientos técnicos de red de un sistema de respaldo de transporte de señales en banda microondas.
2. Evaluar la factibilidad técnica del sistema de respaldo para el transporte de señales de RNV, C.A.
3. Diseñar el sistema de respaldo de transporte de señales y su configuración.

Justificación e Importancia de la investigación

El sistema que se desea diseñar se enmarca conceptualmente en el objeto de este trabajo, dado que, permitirá enlazar varios terminales para el transporte de señales, en este caso específico dicho transporte es de audio.

Con el desarrollo de la presente investigación se estima abonar el acervo de conocimientos técnicos y teóricos de esta casa de estudio mediante su producto final traducido en una obra impresa, que plasme el desarrollo de un sistema de telecomunicaciones proyectado para dar respuesta a un requerimiento operativo planteado. De igual forma, contribuye con la diversificación de conocimientos del autor en paralelo al desarrollo del mismo.

En tal sentido, el producto de esta investigación será el diseño de una propuesta de un sistema que opere como respaldo para el transporte de señales matrices en caso de una falla del sistema principal que opera actualmente. De esta manera, darle al sistema una calidad de servicio, dado

que, al presentar cualquier eventualidad el sistema principal sea conmutado al respaldo, mientras sea solventada la falla garantizando la continuidad del servicio.

Alcance y delimitación de la investigación

El alcance inicial de la investigación se planteó hasta el diseño de la solución, dado el tiempo finito con el que cuenta la tesista para su presentación ante la academia, y vistas las limitantes logísticas encontradas durante el desarrollo de la misma, tales como la adquisición de materiales e insumos consumibles de considerable costo, que debe seguir un procedimiento administrativo por canales regulares, además de presentarse variables ajenas a la Gerencia General de Ingeniería y Tecnología (GGIT), tales como las autorizaciones de instalación en los terminales externos a la sede de RNV Chapellin, y los distintos estudios de factibilidad llevados a cabo por instituciones distintas a la empresa (CANTV, REDTV, VTV y CONATEL), que se encuentran involucradas en el proyecto.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

Consideraciones generales

Con respecto al Marco Teórico, para Santalla (2015), “Se debe presentar la argumentación de por qué se realizó el estudio, de forma que el lector pueda evaluar la importancia potencial de la investigación que se presenta” (p.49)

Por otra parte, según Arias (2006), “El marco teórico es el producto de la revisión documental bibliográfica, y consiste en una recopilación de ideas, posturas de autores, conceptos y definiciones, que sirven de base a la investigación” (p. 106).

Antecedentes

Según Arias (2006), “Los antecedentes reflejan los avances y el estado actual del conocimiento en un área determinada y sirven de modelo o ejemplo para futuras investigaciones” (p. 106).

Mosquera (2010) en su Trabajo Especial de Grado: **“Diseño de una Solución para la Vía de Transporte de la Señal de Audio del Canal Informativo de Radio Nacional de Venezuela en las Estaciones Retransmisoras de Auyarito, Soledad, Vidoño, La Lago y Terepaima desde la Sala de Equipos de VTV hasta la Sala de Equipos de RNV”**, para optar al título de Ingeniero en Telecomunicaciones. Se realizó un estudio de las diferentes soluciones para el transporte del audio del Canal Informativo de Radio Nacional de Venezuela (RNV), que es transportado a través de la red de microondas digital de la empresa Venezolana de Televisión (VTV), de las cuales en dichas estaciones los transmisores de RNV se encuentran en la misma estación pero en diferentes casetas, es decir, los enlaces van desde las estaciones de VTV, hasta las de RNV en las estaciones de comunicaciones de: Auyarito, Vidoño, Soledad, Terepaima y La Lago. Fueron evaluados algunos de transmisión alámbrico e inalámbricos,

tomando en cuenta los factores físicos de cada lugar de acuerdo a su estructura.

Su aporte al presente estudio, aparte de que fue realizado para la empresa RNV, radica en observar el enfoque del diseño de los diferentes tipos y características de transporte entre los cuales se encuentran los radioenlaces terrestres de microondas, información indispensable para el presente proyecto.

Palabras Clave: Radio Nacional de Venezuela, Transporte, Audio, Radioenlaces, Señales, FM, Software.

Moreno, et al (2013) en su artículo denominado: “**Desarrollo de Algoritmos para Muestreo Compresivo Aplicado a Señales de Audio**” los autores proponen el uso de la Transformada Discreta de Coseno (DCT) y el Muestreo Compresivo (MC) para obtener una representación eficiente de las señales de audio donde la DCT opera como un módulo de pre-procesamiento que permite obtener una representación dispersa de la señal en el dominio de la frecuencia, permitiendo la posterior aplicación del MC a las señales de audio. Con esto es posible obtener una representación de las señales de audio con menos muestras que las requeridas por el conocido teorema de muestreo. Es preciso señalar que lo anteriormente expuesto comprende uno de los procedimientos involucrados en la transformación de las señales analógicas a digitales.

Su aporte al presente estudio consiste en el proceso teórico involucrado en la transformación de señales de audio analógica en digitales y su compresión para posterior transporte en banda microondas, proceso éste que se lleva a cabo en una de las etapas estipuladas en el presente proyecto, específicamente en el equipo codificador-decodificador marca APT Sound Connetions.

Palabras clave: muestreo compresivo, señales de audio, transformada discreta de coseno, dispersión en frecuencia, compresión

Cely, et al (2014) en su artículo denominado “**Generación de Señales para Sistemas de Radio Sobre Fibra Basados en la Combinación Eléctrica de Componentes de Banda Base y Radiofrecuencia**”, los autores describen la generación de señales para sistemas de radio sobre fibra usando combinación eléctrica de señales de banda base y radiofrecuencia. En estos sistemas las portadoras de radiofrecuencia se transportan como subportadoras de canal óptico sobre un enlace de fibra óptica en conexiones punto-punto o punto-multipunto. Los sistemas de radio sobre fibra se consideran como la piedra angular, bajo la cual se sustentarán las redes de nueva generación, al permitir que una única plataforma física soporte la transmisión de información proveniente de usuarios fijos y móviles. El artículo describe analíticamente el proceso de generación de señales mediante la definición del campo eléctrico en función de los índices de modulación de las señales de banda base y radiofrecuencia.

Su aporte al presente estudio es la verificación de una plataforma adicional de transporte que sirva como extensión para llevar las señales deseadas a un terminal, bajo otro formato distinto al radioeléctrico, previo proceso de conversión de las mismas.

Palabras clave: Fotónica de microondas, índice de modulación, modulador interferométrico modulación óptica, radio sobre fibra.

Flores (2014) en su Trabajo Especial de Grado: “**Plan de Ejecución del Proyecto de Mejoras para los Procesos Logísticos y de Procura para Radio Nacional de Venezuela**”, para optar al título de Especialista en Gerencia de Proyectos, Universidad Católica Andrés Bello, realizó un diseño de un plan de ejecución de mejoras de los procesos logísticos y de procura, lo cual brindo las herramientas necesarias para el desarrollo de perfeccionar los procesos de la Oficina de Administración y Servicios departamento de adquisiciones de RNV. Se propuso como alternativa a la solución la utilización de un software especializado que permita el monitoreo y control en línea del proceso y el cumplimiento de los tiempos establecidos en cada etapa y la supervisión de los usuarios involucrados.

Su aporte al presente estudio radica en la obtención de mecanismos administrativos que contribuyan a realizar gestiones de manera más eficiente y expedita en cuanto a la adquisición de equipamientos y consumibles necesarios para la implementación del presente proyecto.

Palabras Clave: Diseño, gestión, proyecto, procesos, análisis, herramientas, estrategias, evaluar.

De Freitas (2017), en su Trabajo Especial de Grado **“Análisis de Factibilidad del Proyecto Instalación del Transporte de Audio de la Señal Abierta de los Centros de Difusión Regional de Radio Nacional de Venezuela”** Para optar al título de Especialista en Gerencia de Proyectos, Universidad Católica Andrés Bello, realizó un estudio basado en la optimización de las señales matrices de Radio Nacional de Venezuela especialmente en sus cinco (5) Centros de Difusión Regional (CDR) que llevan información regionalizada a los usuarios por cada estado (Anzoátegui, Acarigua, Apure, Táchira y Zulia). En la actualidad, existen diversos tipos de transporte de audio entre las cuales están radioenlace o microondas terrestre, enlace Satelital y streaming; es por ello que su investigación tiene como objetivo principal analizar la factibilidad de instalación del transporte de audio señal abierta en la unidad de estudio, a través de las siguientes actividades: identificar los requerimientos técnicos y evaluando los estudios técnico, ambiental, económica – financiera e institucional.

Su aporte al presente estudio constituye un antecedente inmediato por haber sido ejecutado en la misma empresa de comunicaciones (RNV) y además por tener temas en común como la plataforma del transporte de las señales matrices para su difusión y el análisis de uno de los medio de transporte propuestos en el presente proyecto: Microondas digital terrestre.

Palabras Clave: Gerencia de Proyecto, Análisis de factibilidad, Streaming, Enlace satelital, Enlace Microonda, Centro Difusión Regional, Radio Nacional de Venezuela.

Terán, D. (2015), en su Trabajo Especial de Grado **“Diseño de una red como respaldo, para el transporte de los cuatro audios de Radio Nacional de Venezuela (RNV), utilizando la tecnología Fibra Óptica desde la sede de Radio Nacional de Venezuela (RNV), en Chapellín, hasta el Centro Nacional de Telecomunicaciones (CNT) de la Compañía Anónima Nacional Teléfonos de Venezuela (CANTV), para la interconexión a la Red Metropolitana por la Empresa Red de Transmisiones de Venezuela, C.A. (REDTV, C.A.) y al Satélite Simón Bolívar para su difusión a nivel Nacional”**. Para optar al título de Ingeniería en Telecomunicaciones, Universidad Nacional Experimental Politécnica de La Fuerza Armada Nacional (UNEFA), realizó un diseño de respaldo de las señales de Radio Nacional de Venezuela utilizando la tecnología de Fibra óptica y sistemas de transmisión-recepción de Protocolo de Internet (IP), a fin de darle continuidad al servicio con la finalidad de incrementar la tolerancia de fallas provenientes del sistema principal y para mayor confiabilidad en los envíos de audios a la Plataforma de Microondas Digital (Red Metropolitana) de la empresa Red de Transmisiones de Venezuela, C.A. (REDTV, C.A.).

Su aporte al presente estudio constituye un antecedente inmediato por haber sido ejecutado en la misma empresa RNV y además por tener temas en común como el respaldo de las señales y el transporte de las mismas vía fibra óptica y sistemas de transmisión-recepción, vía IP.

Palabras Clave: Respaldo, Fibra óptica, Protocolo de Internet (IP), Radio Nacional de Venezuela.

Bases Teóricas

Santalla (2015), hace la acotación de las bases teóricas como: “Debe estar redactado de lo general a lo específico, comenzando con la revisión del conocimiento actual sobre el tema o tópico sobre el que versa la investigación y centrándose gradualmente en las cuestiones específicas que se abordaron en el estudio” (p.47); por tal motivo, se comenzará las bases teóricas tomando en consideración que, esta tesis está enmarcada en una empresa de comunicaciones de radio, en la difusión de contenidos, se puede empezar definiendo que es la radio y el sonido.

Radio y sonido

Según Huidobro (2001), la radio consiste en:

La emisión, utilizando ondas electromagnéticas, del sonido (voz y/o música), que se recibe en un receptor, situado a distancia, que reproduce los sonidos de manera audible para los seres humanos.

Previamente a la emisión, los sonidos que son recogidos en un micrófono o generados en un dispositivo electrónico, sirven una vez transformados en una señal eléctrica para modular a la onda portadora de radio que es capaz de alcanzar grandes distancias, dependiendo de su frecuencia y de la potencia con la cual se emita la señal en la antena emisora. Esta señal viaja por el aire hasta llegar a los receptores, que realizan el proceso inverso (demodulación), obteniendo la señal de baja frecuencia que alimenta al amplificador de sonido que ataca al altavoz. Mediante un circuito de sintonización, se permite seleccionar la emisora que vamos a escuchar (p. 39).

Según Huidobro (2001), el sonido es:

La sensación que percibimos cuando una onda acústica, dentro de la banda de frecuencias audible, aproximadamente entre 20 Hz y 20 kHz, llega a nuestro oído e impacta en el tímpano; una cadena de huesecillos transmite esta sensación de presión a nuestro cerebro.

De esta manera similar a lo que sucede con las ondas electromagnéticas, las ondas acústicas viajan por el aire a consecuencia de las variaciones cíclicas de presión

(compresión – expansión de aire) que se produce en ese medio; no viaja el aire, al igual que no viajaba el agua en el ejemplo del agua en un estanque, en este caso podemos utilizar como ejemplo una superficie plana, de un tambor, que entra en vibración cuando se golpea produce un sonido que se propaga a su alrededor. A este tipo de ondas le son aplicables todos los conceptos que se acaban de exponer: ciclo, frecuencia, longitud de onda, amplitud y fase.

El sonido se puede grabar para ser reproducido después, existiendo dos maneras distintas de hacerlo: analógica y digital.

Analógica. Las variaciones de presión del sonido en el aire se reproducen de manera análoga, en forma de oscilaciones de tensión eléctrica. Es decir, si aumenta la tensión, crece la amplitud de la oscilación. Así se graban los discos y las cassetes.

Digital. El sonido se representa mediante ceros y unos (muestreo de la señal y posterior codificación), que son la medida de la onda en instantes sucesivos. La conversión de estas señales en sonido se realiza mediante un conversor analógico/digital (ADC). Así se graban los CD (Compact Disk) y los DAT (Digital Audio Tape), obteniéndose una mejor calidad que en analógico (p.37).

Sistemas de Comunicaciones Electrónicas

Se puede definir un sistema de comunicaciones, como los procedimientos electrónicos de comunicaciones que realizan el envío y recepción de datos, por otra parte, según Tomasi (2003), en la Figura 2, se muestra el diagrama simplificado de las comunicaciones electrónicas y hace referencia a éste como:

La *transmisión, recepción y procesamiento* de información entre dos o más lugares, mediante circuitos electrónicos. La fuente original de información puede estar en forma *analógica* (continua), como por ejemplo la voz humana o la música, o en forma *digital* (discreta), como por ejemplo los *números codificados binariamente* o los *códigos alfanuméricos*. Sin embargo, todas las formas de información se deben convertir a *energía electromagnética* antes de ser propagadas a través de un sistema electrónico de comunicaciones (p. 1).

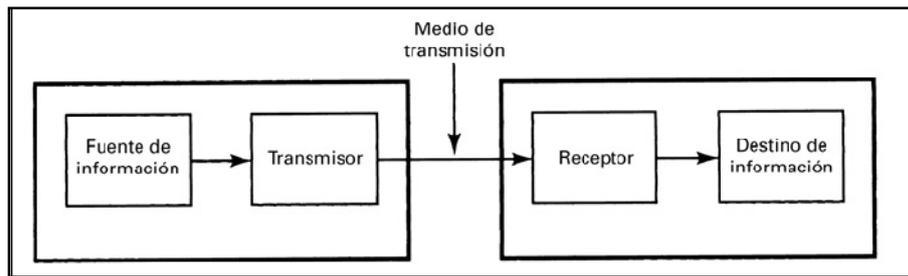


Figura 2. Diagrama de bloques del sistema
Fuente: Tomasi (2003) p.2

Frenzel (2008), define las etapas de los sistemas electrónicos de comunicaciones, como lo siguiente:

Transmisor por sí mismo es una colección de componentes y circuitos diseñados para convertir la señal eléctrica en una forma adecuada para transmitirse a través de un medio de comunicación determinado. Los transmisores se componen de osciladores, amplificadores, circuitos sintonizados y filtros moduladores, mezcladores de frecuencia, sintetizadores de frecuencia y otros circuitos.

Espacio Libre. Cuando éste es el medio, el sistema resultante se conoce como radio. Radio es el término general aplicado a cualquier forma de comunicación inalámbrica de un punto a otro. El radio hace uso del espectro electromagnético. Las señales de inteligencia (mensaje) se convierten en campos eléctricos y magnéticos que se propagan libremente en el espacio a través de grandes distancias.

Un receptor es una colección de componentes electrónicos y circuitos que acepta el mensaje transmitido del canal y lo convierte en una forma inteligible para los humanos. Los receptores contienen amplificadores, osciladores, mezcladores, circuitos sintonizados y filtros, y un demodulador o detector que recupera la señal de inteligencia original, de la portadora modulada.

La atenuación o degradación de la señal es inevitable, no importa el medio de transmisión empleado. Los medios son selectivos a la frecuencia en la que un medio dado actuará como un filtro pasabajo para una señal transmitida, el cual distorsiona los pulsos digitales y reduce considerablemente la amplitud de la señal en transmisiones a distancias grandes.

Ruido. Todos los sistemas de comunicaciones están sujetos al ruido tanto en el canal de comunicaciones como

en el receptor. El ruido es una energía aleatoria indeseable que entra en los sistemas de comunicaciones vía el medio de comunicación e interfiere con el mensaje transmitido. Algunos ruidos también se producen en el receptor (p. 5).

Espectro Electromagnético

CONATEL (2017) hace referencia al espectro radioeléctrico como:

El espectro radioeléctrico, de conformidad con lo establecido en el artículo 4 de la Ley Orgánica de Telecomunicaciones, es el conjunto de ondas electromagnéticas cuya frecuencia se fija convencionalmente por debajo de los 3000 Gigahercios (GHz) y que se propagan por el espacio sin guía artificial. El espectro se divide en bandas de frecuencias que se designan por números enteros, en orden creciente. Las bandas de frecuencias constituyen el agrupamiento o conjunto de ondas radioeléctricas con límite superior e inferior definidos convencionalmente. Estas a su vez podrán estar divididas en subbandas.

El espectro radioeléctrico venezolano es un bien del dominio público de la Nación, para cuyo uso y explotación se debe contar con la respectiva concesión de uso asociada a una habilitación administrativa, la cual es otorgada por CONATEL.

La Figura 3, muestra la imagen que ilustra los diversos servicios de radiocomunicaciones, disponibles en cada subbanda- Fuente: <http://www.conatel.gob.ve/espectro-radioelectrico>.

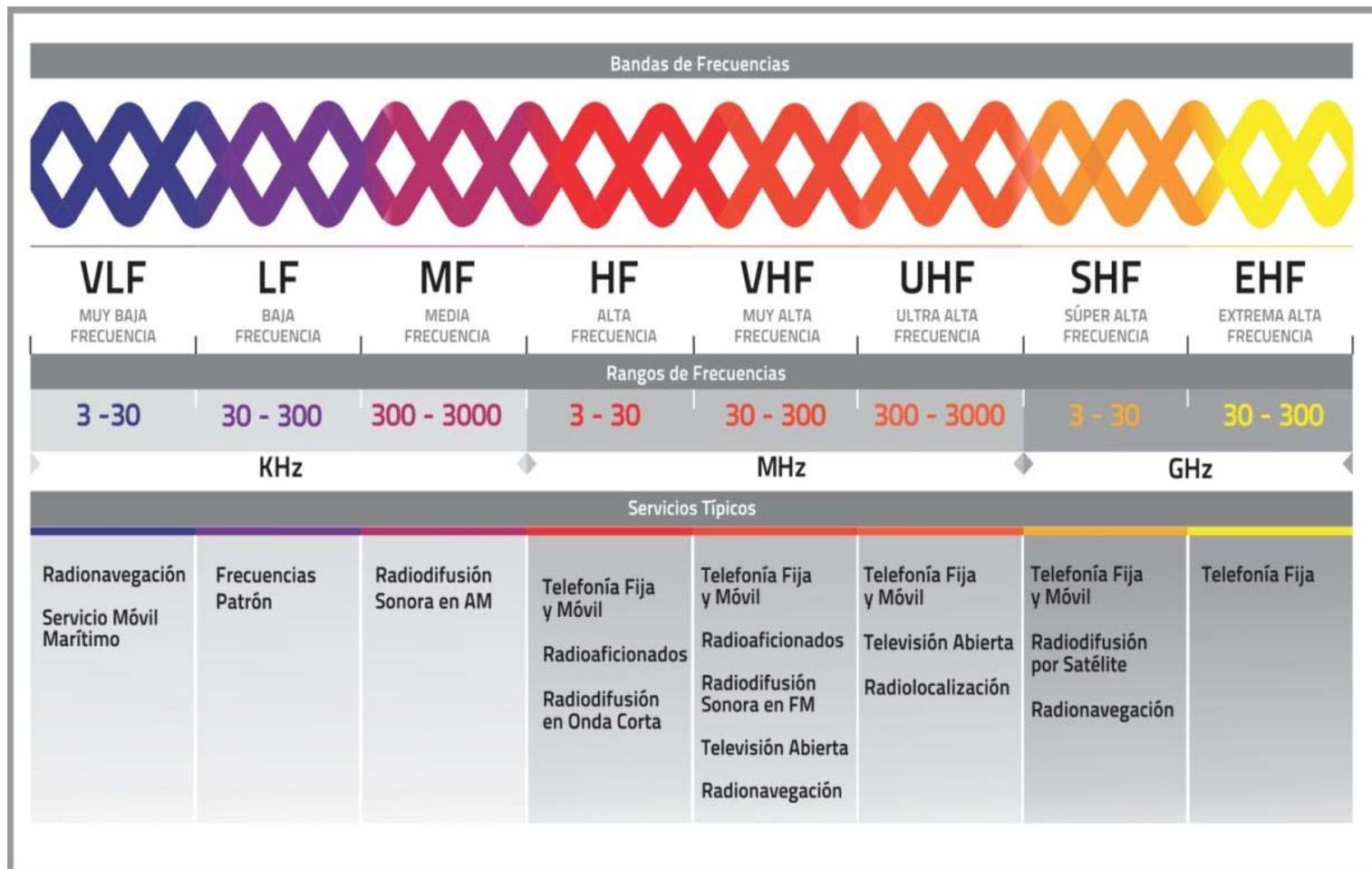


Figura 3. Espectro Radioeléctrico Venezolano
Fuente: CONATEL (2017)

Elementos de la señal

Es importante resaltar las características y elementos de la señal como sigue a continuación:

Frecuencia

Huidobro (2001), se refiere a la frecuencia como:

El número de ciclos de una onda sinusoidal que se completan en un segundo. Su unidad es el ciclo/segundo (e/s), que también se denomina Hercio o Hertzio (Hz) en honor al científico alemán Hertz que realizó varios estudios sobre las ondas de radio y comprobó su existencia.

1 Hz = ciclo/segundo

Las frecuencias comprendidas entre los 30 kHz y los 300 GHz se denominan radiofrecuencias (RF) y microondas, porque normalmente se utilizan para emisiones de radio.

Cualquier frecuencia que sea un número entero múltiplo de una frecuencia base se conoce como armónica de esa frecuencia y a esa frecuencia base se la denomina frecuencia fundamental (armónico 0). Una frecuencia que supere en dos veces a la frecuencia fundamental, se denomina segundo armónico, si la supera tres veces tercer armónico, y así sucesivamente. Cualquier señal periódica según el teorema de Fourier, puede descomponerse en una o más componentes de frecuencia, en donde cada componente es una señal sinusoidal de frecuencia múltiplo de la señal fundamental (armónicos), cuya amplitud va disminuyendo conforme aumenta el orden de los armónicos, hasta llegar a ser nula (p. 34).

Amplitud

Huidobro (2001) se refiere a la amplitud como:

La onda estudiada – periódica- presenta a lo largo del tiempo unos valores que van variando, llegan a un máximo y después alcanzan un mínimo, iguales en cada ciclo. Pues bien, es a este valor instantáneo a lo que se le llama amplitud de la onda, que puede venir expresado en valor de voltaje (voltios) o de intensidad de corriente (amperios).

Normalmente, se entiende por amplitud de la onda los valores máximos (p. 37).

Fase

Huidobro (2001) se refiere a la fase como:

La posición relativa temporal, en un período de tiempo, de la señal y se expresa en grados o radianes.

Realmente, las señales electromagnéticas no son señales puras, de una única frecuencia, sino que son señales complejas, compuestas por muchas frecuencias (teorema de Fourier), por lo que para tener una reproducción fiel del mensaje, el medio de transmisión debe dejar pasar todas ellas; es decir, su ancho de banda debe ser el adecuado para el tipo de transmisión de que se trate (p. 37).

Longitud de onda

Huidobro (2001) se refiere a la longitud de onda, como:

La longitud de onda, representada por la letra griega Lambda λ , es el espacio ocupado por un ciclo completo de una onda de radio en un momento dado..., es decir es equivalente a la duración de un ciclo completo de la señal.

Las longitudes de onda varían desde unas pocas décimas de milímetros a frecuencias extremadamente elevadas hasta muchos kilómetros a frecuencias muy bajas. En la práctica, las longitudes de onda se expresan en metros, existiendo una relación directa entre la longitud de onda y la frecuencia, que viene dada por la fórmula:

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

λ : Longitud de onda en metros

C: Velocidad de la luz en metros por segundos

f: Frecuencia (Hertzios) (p.36).

Ancho de banda

Según Huidobro (2001) se entiende por ancho de banda a:

El rango de frecuencias que un canal de comunicaciones permite, y se encuentra comprendido entre los puntos en que la amplitud señal cae a la mitad de su valor (3 dB).

Cuanto más rápido varía una señal, mayores frecuencias se requieren para representarla y, por tanto, mayor ancho de banda. En un canal telefónico se emplean 4 kHz, en radio de alta fidelidad son 15 kHz y en TV se necesitan 5 MHz.

Para el sonido, el oído humano es capaz de percibir entre 16Hz y 16 kHz, o incluso algo más, pudiendo llegar hasta los 20 kHz en casos excepcionales. En la radio se llega a utilizar hasta los 15 kHz, con lo que la reproducción de la música alcanza una gran calidad. En los servicios de telecomunicaciones en los que la señal es digital, como por ejemplo la transmisión de datos a través de una red de paquetes, el ancho de banda no se indica en Hertzios sino que se mide en bit/s. Así, los proveedores de telecomunicaciones ofrecen servicios en los accesos a sus redes se contratan en función del ancho de banda que necesita el usuario: 2400 bit/s, 9600 bit/s, y así hasta los Megabit/s

La velocidad de transmisión que se puede alcanzar sobre un determinado circuito se define como el número máximo de bits que se transmiten por segundo (bit/s) y su límite viene dado por el ancho de banda del mismo y por la relación señal/ruido que presente, según la siguiente fórmula:

$$V = 2W \log_2 n \text{ (Para una línea ideal sin ruido)}$$

En donde V representa la capacidad de transferencia máxima del canal expresado en bit/s; W es el ancho del canal en Hz y n el número de estados posibles de señalización en línea.

Si se considera una línea no ideal, en la existe ruido, la fórmula es según el teorema de Shannon:

$$V = W \log_2(1 + S/N) \text{ Para una línea no ideal con ruido}$$

Siendo S/N la relación señal/ruido. Para un ancho de banda de 3.100 Hz y un nivel de señal 1000 veces superior al ruido, resulta una capacidad teórica de 31000 bit/s.

Vano

Para el autor es pertinente hacer referencia al término de Vano, tomado como referencia de Hernando, et al (2013), como lo siguiente:

Se denomina vano a la sección de enlace radioeléctrico entre un terminal y un repetidor o entre dos repetidores. Como el trayecto del rayo debe estar despejado al menos en el 60% de la primera zona de Fresnel para el obstáculo peor y en condiciones normales de refractividad

atmosférica, la longitud de los vanos tiene un límite superior, que es el orden de los 80 Km. Para frecuencias inferiores a unos 10 GHz. Por encima de estas frecuencias, la atenuación por lluvia suele ser el factor que limita la longitud de los vanos. Por razones económicas, es conveniente que el número de vanos de un radioenlace sea mínimo, lo que implica que éstos tengan la mayor longitud posible. Sin embargo, además de la limitación anterior, para los vanos de gran longitud es mayor la probabilidad de desvanecimiento. Uno de los aspectos más importantes de la ingeniería de radioenlaces es la determinación de la longitud óptima de los vanos (p. 301).

Modos de transmisión

Según Tomasi (2003), Los modos de Transmisión son los siguientes:

Los sistemas electrónicos de comunicaciones se pueden diseñar para manejar la transmisión sólo en una dirección, en ambas direcciones, sólo en una a la vez, o en ambas direcciones al mismo tiempo. A éstos se les llama *modos de transmisión*. Hay cuatro modos de transmisión posibles: *símplex*, *semidúplex*, *dúplex* y *dúplex/dúplex*.

Símplex (SX)

Con el funcionamiento símplex, las transmisiones sólo se hacen en una dirección. A veces, a los sistemas símplex se les llama *sólo en un sentido*, *sólo recibir* o *sólo transmitir*. Una estación puede ser un transmisor o un receptor, pero no ambos a la vez. Como ejemplo de transmisión símplex está la emisión comercial de radio o televisión: la estación de radio sólo transmite a uno, y uno siempre recibe.

Semidúplex (HDX, de half duplex)

En el funcionamiento semidúplex, las transmisiones se pueden hacer en ambas direcciones, pero no al mismo tiempo. A veces, a los sistemas semidúplex se les llama *de alternar en ambos sentidos*, *en uno de los sentidos*, o *de cambio y fuera*. Una estación puede ser transmisora y receptora, pero no al mismo tiempo. Los sistemas de radio en dos sentidos que usan botones para hablar (PTT, de *push-to-talk*) para conectar sus transmisores, como son los radios de banda civil y de policía, son ejemplos de transmisión en semidúplex.

Dúplex total (FDX, de full duplex)

Con el funcionamiento dúplex total, o simplemente dúplex, puede haber transmisiones en ambas direcciones al mismo tiempo. A veces, a los sistemas dúplex se les llama *simultáneos de dos direcciones, dúplex completos o líneas bilaterales o en ambos sentidos*. Una estación puede transmitir y recibir en forma simultánea; sin embargo, la estación a la que se transmite también debe ser de la que se recibe. Un sistema telefónico normal es un ejemplo de funcionamiento dúplex.

Dúplex total/general (F/FDX, de full/full duplex)

Con la operación en dúplex total/general es posible transmitir y recibir en forma simultánea, pero no necesariamente entre las mismas dos estaciones (es decir, una estación puede transmitir a una segunda estación, y recibir al mismo tiempo de una tercera estación). Las transmisiones dúplex total/general se usan casi exclusivamente en circuitos de comunicaciones de datos (p. 10).

Transmisión en Banda Base

Frenzel (2008), “Cuando se ponen las señales originales de voz, video o señales digitales, directamente dentro del medio, se dice que es una transmisión en banda base” (p.12)

Modulación

Son el conjunto de técnicas que se usan para transportar información sobre una onda portadora, típicamente una onda sinusoidal, se cita con detalle del siguiente autor:

Miranda, et al (2002), se refiere a la modulación como lo siguiente:

Una onda monocromática pura no permite transmitir información. Si se quiere enviar datos, es necesario utilizar técnicas de modulación, en las cuales se modifica una onda de forma controlada en base al mensaje que se desea transmitir. Tradicionalmente, la transmisión de información

se ha realizado mediante sistemas analógicos, en los que se emplean las conocidas técnicas AM, FM y PM... La modulación puede ser binaria o m-aria. En la primera se utilizan sólo dos formas de ondas distintas: una para representar al 1 y otra para el 0. En la segunda se agrupan los mensajes en bloques de n bits cada uno, los cuales reciben el nombre de símbolos. En un sistema m-ario el número total de símbolos es $m=2^n$, y cada uno emplea una única forma de onda. De éste modo se pueden alcanzar elevadas velocidades de transmisión.

La modulación también se clasifica en los tipos ASK, FSK o PSK, dependiendo de que se utilice la amplitud, la frecuencia o la fase para diferenciar las formas de ondas representativas de los bits o símbolos. Por ejemplo en QPSK se utilizan 4 símbolos. También son muy comunes las técnicas de modulación en las que se diferencian los símbolos utilizando tanto las amplitudes como las fases, como en la técnica de QAM (p. 22).

Detección y Corrección de Errores

Cuando se transmiten datos binarios sobre un enlace de comunicaciones, cable o radio, ocurrirán errores. Éstos son cambios en la configuración de bits causados por interferencia, ruido o fallas de equipos. Tales errores causarán datos incorrectos al recibirse. Para asegurar comunicaciones confiables, se han desarrollado esquemas para detectar y corregir errores de bits.

El número de errores de bits que ocurren para un número dado de bits transmitidos se llama razón de errores de bits (BER, bit error rate). Dicha proporción de errores en los bits es similar a una probabilidad porque es la relación del número de errores de bits con el número total de bits transmitido. Si hay un bit de error en la transmisión de 100.000 bits, la BER es $1:100.000 = 10^{-5}$. La proporción de errores en los bits depende del equipo, el medio y otras consideraciones. La BER es un promedio dentro de un número muy grande de bits, y para una transmisión dada depende de condiciones específicas. Cuando se usan velocidades de transmisión altas en un ambiente ruidoso, los errores de bits son inevitables. Sin embargo, si la relación S/N es favorable, el número de errores será bastante pequeño. El objetivo principal en la detección y corrección de errores es llevar al máximo la probabilidad de precisión 100% (p. 497).

Multiplexado

La multiplexación es la combinación de dos o más canales de información en un solo medio de transmisión de forma simultánea, se cita con detalle del siguiente autor:

Según Frenzel (2008), habla del multiplexado como:

Proceso mediante el cual dos o más señales pueden compartir el mismo medio o canal... Un multiplexor convierte las señales individuales de banda base en una señal compuesta que se utiliza para modular a una portadora en el transmisor. En el receptor, la señal compuesta se recupera en el demodulador y luego se envía a un demultiplexor en donde se regeneran las señales originales de banda base.

Hay dos tipos de multiplexores: por división de frecuencia y por división de tiempo. En el multiplexado por división de frecuencia, las señales de inteligencia modulan subportadoras que luego se suman, y la señal compuesta se usa para modular la portadora. En el multiplexado por división de tiempo, las señales múltiples de inteligencia se muestran consecutivamente y una pequeña parte de cada una se usa para modular la portadora. Si las señales de información se muestrean muy rápido, se transmite una cantidad suficiente de detalle, de tal forma que en la terminal receptora puede reconstruirse la señal con mucha precisión (p. 14).

Antena

En su concepción más sencilla, una antena es un transductor de energía eléctrica a electromagnética en su modo de transmisión, y viceversa, en su modo de recepción. Se puede visualizar como el acople del sistema de transmisión/recepción con el canal de transporte o difusión, que en el caso de las radiocomunicaciones, es el espacio libre. Se cita con detalle del siguiente autor:

Según Cardama, et al, (2002), hace referencia a la antena como:

La misión de la antena es radiar la potencia que se le suministra con las características de direccionalidad adecuadas a la aplicación. Por ejemplo, en radiodifusión o

comunicaciones móviles se querrá radiar sobre la zona de cobertura de forma omnidireccional, mientras que en radiocomunicaciones fijas interesará que las antenas sean direccionales. En general cada aplicación impondrá unos requisitos sobre la zona del espacio en la que se desee concentrar la energía. Asimismo, para poder extraer información se ha de ser capaz de captar en algún punto del espacio la onda radiada, absorber la energía de esa onda y entregarla al receptor. Existen, pues, dos misiones básicas de una antena: Transmitir y recibir, imponiendo cada aplicación condiciones particulares sobre la direccionalidad de la antena, niveles de potencia que debe soportar, frecuencia de trabajo y otros parámetros que definiremos posteriormente. Esta diversidad de situaciones da origen a un gran número de tipos de antenas.

Las antenas tienen unas características de impedancia y de radiación que dependen de la frecuencia. El análisis de dichas características se realiza a partir de las ecuaciones de Maxwell en el dominio de la frecuencia, utilizando las expresiones de los campos en forma compleja o fasorial. Cada aplicación y cada banda de frecuencias presentan características peculiares que dan origen a unas tipologías de antenas muy diversas. En una forma amplia y no exhaustiva, los tipos más comunes se pueden agrupar en los grandes bloques siguientes:

- **Antenas alámbricas.** Se distinguen por estar construidas con hilos conductores que soportan las corrientes que dan origen a los campos radiados. Pueden estar formadas por hilos rectos (dipolo, V, rómbica), espiras (circular, cuadrada o de cualquier forma arbitraria) y hélices. Este tipo de antenas se caracterizan por corrientes y cargas que varían de forma armónica con el tiempo y con amplitudes que también varían a lo largo de los hilos.
- **Antenas de apertura y reflectores.** En ellas la generación de la onda radiada se consigue a partir de una distribución de campos soportada por la antena y se suelen excitar con guías de ondas. Son antenas de apertura las bocinas (piramidales y cónicas), las aperturas y las ranuras sobre planos conductores, y las bocas de guía. Este tipo de antenas se caracterizan por los campos eléctricos y magnéticos de la apertura, variables armónicamente con el tiempo. El empleo de reflectores, asociados a un alimentador primario, permite disponer de antenas con las prestaciones necesarias

para servicios de comunicaciones a grandes distancias, tanto terrestres como espaciales. El reflector más común es el parabólico.

- **Agrupaciones de antenas.** En ciertas aplicaciones se requieren características de radiación que no pueden lograrse con un solo elemento; sin embargo, con la combinación de varios de ellos se consigue una gran flexibilidad que permite obtenerlas. Estas agrupaciones pueden realizarse combinando, en principio, cualquier tipo de antena (p.16).

Cuadro de atribución de frecuencias

Según Hernando, et al. (2013), el cuadro de Atribución de Frecuencias a los servicios de Radiocomunicación es:

El instrumento del Reglamento de Radiocomunicaciones (RR) en el que se inspira la regulación de la utilización de las frecuencias. Para tal atribución se ha dividido el mundo en tres Regiones. A grandes rasgos, la Región 1 comprende Europa, África, Siberia y algunos países de Oriente Medio; la Región 2 comprende las Américas y la Región 3 Australia, Sur-sureste Asiático y parte del Pacífico Sur. Dentro de estas Regiones existen Zonas de Adjudicación espaciales, como la Zona Europea de Radiodifusión, la Zona Africana de Radiodifusión, la Zona Tropical, etc.

Para regular posibles situaciones conflictivas, se distingue en el cuadro, entre servicios primarios y secundarios.

Los servicios secundarios pueden utilizar las frecuencias del cuadro, pero sin producir interferencia perjudicial a las estaciones de un servicio primario permitido, ni reclamar protección frente a interferencias perjudiciales causadas por estos servicios (p.30).

Se muestra a en la Figura 4, la información dada por el ente regulador, Comisión Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL) de Venezuela, según la información de la página web: "<http://www.conatel.gob.ve/espectro-radioelectrico/>", que muestra el Cuadro Nacional de Atribución de Bandas de Frecuencias (CUNABAF), como una descripción Gráfica de lo contenido en la Providencia Administrativa n° 1880, de fecha 8 de septiembre de 2011 publicado en Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 39.862 de fecha 10 de febrero de 2012.

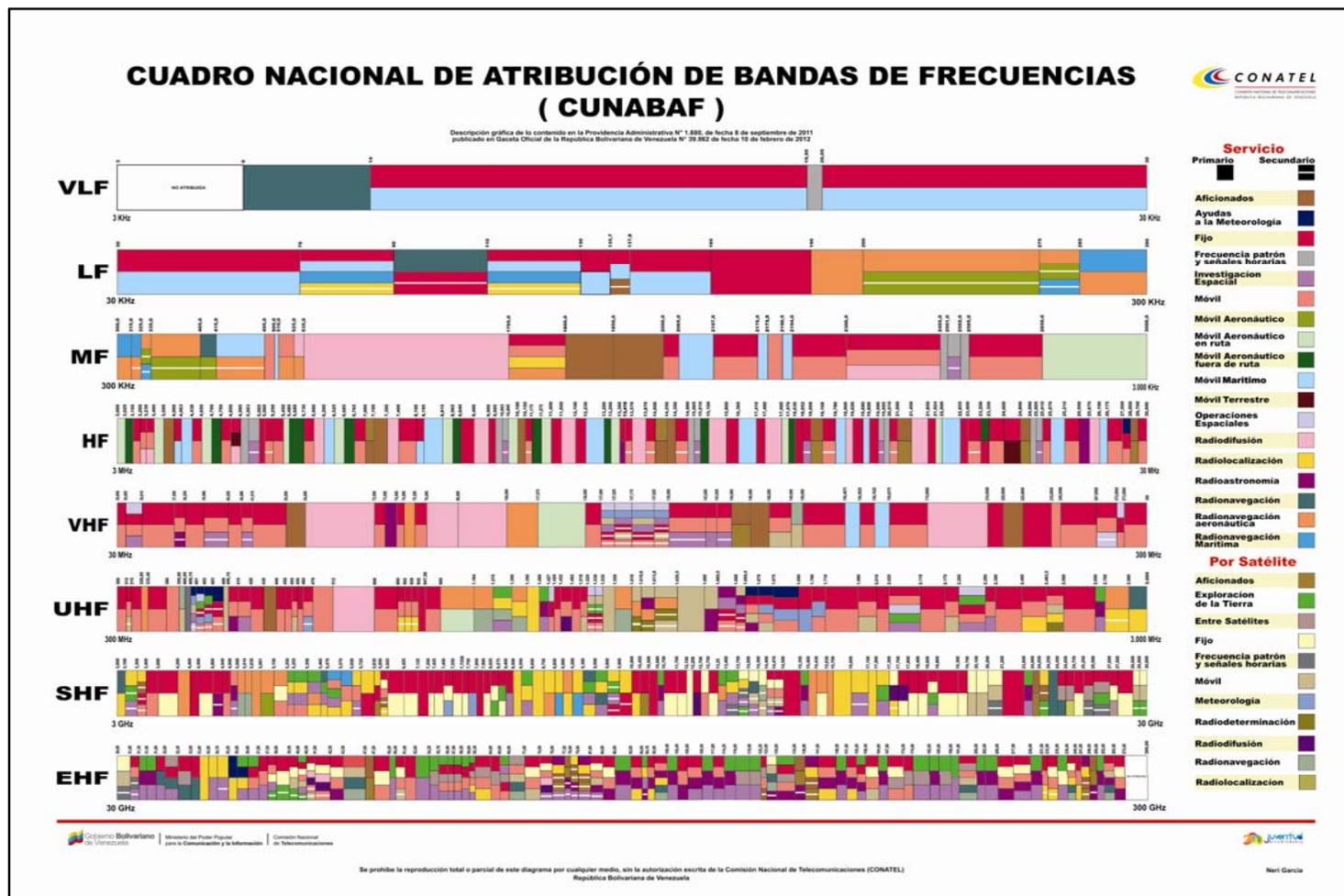


Figura 4: Cuadro de Atribución de Bandas de Frecuencias (CUNABAF)
Fuente: CONATEL (2017)

Propagación electromagnética

Tomasi (2003), hace referencia a la propagación terrestre de las ondas electromagnéticas como:

Las ondas electromagnéticas de radio que viajan dentro de la atmósfera terrestre se llaman ondas terrestres, y las comunicaciones entre dos o más puntos de la Tierra se llaman radiocomunicaciones terrestres. Las ondas terrestres se ven influidas por la atmósfera y por la Tierra misma. En las radiocomunicaciones terrestres, las ondas se pueden propagar de varias formas, que dependen de la clase del sistema y del ambiente. Como se dijo antes, las ondas electromagnéticas también viajan en línea recta, excepto cuando la Tierra y su atmósfera alteran sus trayectorias. En esencia, hay tres formas de propagación de ondas electromagnéticas dentro de la atmósfera terrestre: onda terrestre, onda espacial (que comprende ondas directas y reflejadas en el suelo) y ondas celestes o ionosféricas.

Propagación de ondas terrestres

Una *onda terrestre* es una onda electromagnética que viaja por la superficie de la Tierra. Por eso a las ondas terrestres también se les llama *ondas superficiales*. Las ondas terrestres deben estar polarizadas verticalmente. Esto se debe a que el campo eléctrico, en una onda polarizada horizontalmente, sería paralelo a la superficie de la tierra, y esas ondas se pondrían en corto por la conductividad del suelo. Con las ondas terrestres, el campo eléctrico variable induce voltajes en la superficie terrestre, que hacen circular corrientes muy parecidas a las de una línea de transmisión. La superficie terrestre también tiene pérdidas por resistencia y por dieléctrico. Por consiguiente, las ondas terrestres se atenúan a medida que se propagan. Se propagan mejor sobre una superficie buena conductora, como por ejemplo, agua salada, y se propagan mal sobre superficies desérticas.

Propagación de las ondas espaciales

La curvatura de la Tierra presenta un horizonte en la propagación de las ondas espaciales, que se suele llamar el *horizonte de radio*. A causa de la refracción atmosférica, el horizonte de radio está más allá del *horizonte óptico* para la

atmósfera estándar común. El horizonte de radio está, más o menos, a cuatro tercios del horizonte óptico. La refracción se debe a la troposfera, a cambios en su densidad, temperatura, contenido de vapor de agua y conductividad relativa. El horizonte de radio se puede alargar sólo con elevar las antenas de transmisión o recepción, o ambas, respecto a la superficie terrestre, con torres, o colocándolas sobre montañas o edificios altos.

Propagación por ondas celestes

Las ondas electromagnéticas que se dirigen sobre el nivel del horizonte se llaman *ondas celestes*. En el caso normal, las ondas celestes se irradian en una dirección que forma un ángulo relativamente grande con la Tierra. Se irradian hacia el cielo, donde son reflejadas o refractadas hacia la superficie terrestre por la ionosfera. Debido a lo anterior, a la propagación de las ondas celestes se le llama a veces propagación ionosférica. La ionosfera es la región del espacio que está entre 50 y 400 km (30 a 250 mi) sobre la superficie terrestre. Es la parte superior de la atmósfera terrestre. Por su situación, absorbe grandes cantidades de la energía solar radiante, que ioniza las moléculas de aire y forma electrones libres. Cuando una onda de radio atraviesa la ionosfera, el campo eléctrico de la onda ejerce una fuerza sobre los electrones libres y los pone a vibrar. Los electrones en vibración disminuyen la corriente, lo que equivale a reducir la constante dieléctrica. Al reducir la constante dieléctrica aumenta la velocidad de propagación y las ondas electromagnéticas se desvían y se alejan de las regiones de alta densidad de electrones hacia regiones de baja densidad de electrones; es decir, aumenta la refracción. Al alejarse la onda de la Tierra aumenta la ionización; sin embargo, hay menos moléculas de aire que se ionizan (p. 359).

Propiedades ópticas e las ondas de radio

Tomasi (2003), hace referencia a las propiedades ópticas de las ondas de radio como:

En la atmósfera terrestre, la propagación de frentes de ondas y rayos puede diferir del comportamiento en el espacio libre, debido a efectos ópticos, como refracción, reflexión, difracción e interferencia. En una terminología

muy coloquial, se puede imaginar la refracción como la flexión, la reflexión como rebote, la difracción como dispersión y la interferencia como choques. Se dice que la refracción, la reflexión, la difracción y la interferencia son propiedades ópticas porque se observaron primero en la ciencia de la óptica, que estudia el comportamiento de las ondas luminosas. Como las ondas luminosas son ondas electromagnéticas de alta frecuencia, parece razonable que las propiedades ópticas también se apliquen a la propagación de las ondas de radio. Aunque se pueden analizar por completo los principios ópticos aplicando las ecuaciones de Maxwell, lo cual es complicado por necesidad. Para la mayoría de las aplicaciones, se pueden sustituir las ecuaciones de Maxwell por el trazo geométrico de rayos.

Refracción

La refracción electromagnética es el cambio de dirección de un rayo al pasar en dirección oblicua de un medio a otro con distinta velocidad de propagación. La velocidad a la que se propaga una onda electromagnética es inversamente proporcional a la densidad del medio en el que lo hace. Por consiguiente, hay refracción siempre que una onda de radio pasa de un medio a otro de distinta densidad.

Reflexión

Reflejar quiere decir regresar, y la reflexión es el acto de reflejar. La reflexión electromagnética se presenta cuando una onda incidente choca con una frontera entre dos medios, y algo o toda la potencia incidente no entra al segundo material. Las ondas que no penetran al segundo medio se reflejan.

Difracción

Se define a la difracción como la modulación o redistribución de la energía dentro de un frente de onda, al pasar cerca de la orilla de un objeto opaco. La difracción es el fenómeno que permite que las ondas luminosas o de radio se propaguen en torno a esquinas. En la descripción anterior de la refracción y la reflexión se supuso que las dimensiones de las superficies refractora y reflectora eran grandes con respecto a una longitud de onda de la señal.

Sin embargo, cuando un frente de onda pasa cerca de un obstáculo o discontinuidad cuyas dimensiones sean de tamaño comparable a una longitud de onda, no se puede usar el análisis geométrico simple para explicar los resultados, y es necesario recurrir al principio de Huygens, que se puede deducir de las ecuaciones de Maxwell.

Interferencia

Interferir quiere decir estar en oposición, y la interferencia es el acto de interferir. La interferencia de ondas de radio se produce siempre que se combinan dos o más ondas electromagnéticas de tal manera que se degrada el funcionamiento del sistema. La refracción, la reflexión y la difracción pertenecen a la óptica geométrica, y eso quiere decir que su comportamiento se analiza principalmente en función de rayos y de frentes de onda. Por otro lado, la interferencia está sujeta al principio de la superposición lineal de las ondas electromagnéticas, y se presenta siempre que dos o más ondas ocupan el mismo punto del espacio en forma simultánea. El principio de la superposición lineal establece que la intensidad total de voltaje en un punto dado en el espacio es la suma de los vectores de onda individuales (p. 353).

Radioenlace

Es la interconexión entre dos terminales para el transporte de información en forma de señal radioeléctrica utilizando como medio el espacio libre.

Hernando, et al. (2013), hace referencias acerca de radioenlace, con lo siguiente:

Se denomina, en general, radioenlace a cualquier interconexión de terminales de telecomunicación efectuada por ondas radioeléctricas. Cuando los terminales son fijos, se habla de radioenlaces del Servicio fijo. Si algún terminal es móvil, se engloba al radioenlace dentro del amplio concepto de sistemas o Servicios Móviles. Si todos los terminales están en la Tierra, se califican los radioenlaces como radioenlaces terrenales, reservándose el término radioenlace espacial o por satélite cuando en el enlace intervienen uno o más repetidores situados a bordo de un satélite...

De acuerdo con esta nomenclatura, podemos definir los radioenlaces terrenales del servicio fijo como sistemas de radiocomunicaciones entre puntos fijos situados sobre la superficie terrestre, que proporcionan una capacidad de transmisión de información con unas características de disponibilidad y calidad determinadas.

Generalmente, los sistemas de radioenlaces se explotan entre unos 2 GHz y 50 GHz, dependiendo de su capacidad. Como la mayoría de los sistemas de radioenlaces del servicio fijo utilizan frecuencias en la región de las microondas, se les llama también radioenlaces de microondas.

Aunque existen radioenlaces monocanales, lo usual es que transporten señales multiplexadas, constituyendo importantes arterias de transmisión. Por lo tanto, los radioenlaces guardan cierta similitud con los sistemas de transmisión por línea, aunque el portador es radioeléctrico, en vez de metálico u óptico. Ello implica que no sean posible, en radioenlaces, los sistemas de transmisión en banda base, sino que, necesariamente, deben ser sistemas con modulación de portadora.

Los radioenlaces establecen circuitos de telecomunicaciones de tipo dúplex, a 4 hilos equivalentes, por lo que deben transmitirse dos portadoras moduladas, una para cada sentido. Se denomina radiocanal a la pareja de portadoras de ida y de retorno. Puede caracterizarse un radioenlace por el número de radiocanales principales y de reserva habilitados para cursar el tráfico previsto.

Según el tipo de modulación, pueden clasificarse los radioenlaces en dos amplias categorías, cada una de las cuales utiliza una tecnología específica:

Radioenlaces analógicos

En estos Radioenlaces la portadora se modula en frecuencia (FM). Hoy día están en desuso, salvo en algunas aplicación relacionada con la radiodifusión sonora.

Radioenlaces digitales

La modulación en la portadora es digital, de tipo binario o multinivel. Se utilizan mucho variantes de la modulación de fase coherente: PSK binaria, PSK cuaternaria, PSK diferencial, PSK desplazada (Offset-PSK), así como

modulaciones multinivel mixtas de amplitud y fase de tipo MQAM ($M= 16, 64, 128, 256, 512$ y 1024).

La señal moduladora puede ser muy variable: señales telefónicas y de música digitalizadas, señales de datos y de red digital de servicios integrados (ISDN), vídeo digitalizado, múltiplex digital de canales de 64 kbit/s, múltiplex de orden superior de las jerarquías digitales plesiócrona (PDH) o síncrona (SDH) normalizadas por el UIT-T y tráfico de paquetes IP.

Asociada a la clasificación anterior, existe otra en función de la capacidad del radioenlace, que se mide por el número de canales telefónicos para los radioenlaces analógicos o por la velocidad de bits para los radioenlaces digitales. Con arreglo a la capacidad, pueden establecerse tres tipos de radioenlaces:

Baja capacidad, hasta 2 Mbit/s.

Capacidad media, hasta 34 Mbit/s.

Alta capacidad, velocidad mayor que 34 Mbit/s.

Los radioenlaces del servicio fijo hacen uso de la propagación troposférica en condiciones de visibilidad directa. En consecuencia, para salvar las limitaciones de alcance impuestas por la curvatura de la tierra y los obstáculos geográficos del terreno, se requiere la utilización de estaciones repetidoras, de manera que un radioenlace está constituido por dos estaciones terminales y un conjunto intermedias o, simplemente, repetidores, a través de las cuales la señal transmitida efectúa un tránsito (p. 299).

Estructura General de un Radioenlace

Hernando, et al. (2013), hace referencia acerca de la estructura general de un radioenlace, con lo siguiente:

Equipos

Un radioenlace está constituido por estaciones terminales y estaciones repetidoras intermedias con sus equipos transceptores (transmisores-receptores), antenas y elementos de supervisión y control.

En los radioenlaces, además de las estaciones repetidoras típicas donde la señal efectúa un tránsito, suelen existir otras estaciones intermedias denominadas nodales, donde se demodula la señal, bajando a banda de base y, en ocasiones, procediéndose a la extracción-inserción de canales (drop-in). Al tramo estación terminal-estación nodal se le denomina sección de conmutación, y constituye una entidad de control, protección y supervisión.

Los repetidores pueden ser de dos tipos:

a) Activos, en los cuales se realiza un tratamiento sobre la señal recibida, la cual se traslada a frecuencia intermedia (FI), se filtra y amplifica. Si el repetidor es *no regenerativo*, a continuación se convierte a la frecuencia del siguiente vano para su emisión. Si el repetidor es regenerativo, la señal se demodula en FI, se extrae la información y se genera una nueva señal modulada que se transmitirá en la frecuencia del siguiente vano. De esta forma se eliminan las perturbaciones (ruido, interferencias) del vano anterior, aunque no los errores que se hayan producido en la detección.

b) Pasivos, que son simples reflectores (espejos) que cambian la dirección del haz radioeléctrico. Se utilizan, en ciertos casos, para salvar obstáculos aislados (p.302).

Elementos de reserva

En general, un radioenlace que disponga de M radiocanales activos y N de reserva se designa por "M + N". Son muy utilizadas las disposiciones 2 + 1 y 3 + 1. La conmutación del radiocanal de trabajo al de reserva puede efectuarse de forma automática, mediante la actuación de una lógica de conmutación activada por las señales de supervisión, o de forma manual.

Se efectúa la conmutación cuando una señal de referencia se degrada por debajo de un "umbral de conmutación" establecido, manteniéndose esta degradación durante un determinado tiempo (histéresis).

El tipo de señal de referencia es variable según la naturaleza del radioenlace. En radioenlaces digitales el criterio de conmutación lo establece un aumento de la tasa de error, lo cual implica la medida de la proporción de

errores en condiciones de tráfico (técnica de medida de “pseudoerrores”) (p.303).

Sistema de supervisión

El sistema de supervisión comprende señales que proporcionan información sobre el estado de los equipos. Las informaciones que se transmitan deberán permitir localizar con exactitud el equipo que ha sufrido avería.

Estas señales tienen su origen en las estaciones no atendidas y son transmitidas automáticamente al centro de supervisión. El sistema en cuestión puede también tener posibilidad de establecer la transmisión de señales en sentido inverso, es decir, del centro de supervisión a la estación no atendida; se trata entonces de señales de telemando. Además de estos canales de servicio, telecontrol y telemando, es necesario transmitir las señales de control del sistema de conmutación (p. 304).

Planes de frecuencias bandas y asignación de frecuencias

En una estación terminal se requieren dos frecuencias (emisión y recepción) por radiocanal.

La asignación de frecuencias a las estaciones se realiza según planes de frecuencias, empleándose dos frecuencias para cada radiocanal, siendo iguales entre sí las frecuencias de transmisión y las de recepción en cada estación.

Bandas de Frecuencia

En el Reglamento de Radiocomunicaciones figuran atribuciones de varias bandas de frecuencias a los radioenlaces del Servicio Fijo, en 2, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 18, 23, 27, 31,38 y 55 GHz. De forma periódica el UIT-R ha ido desarrollando Recomendaciones relativas a la canalización de esas bandas para radioenlaces analógicos y digitales que figuran en la serie F de Recomendaciones.

La mayoría de las Administraciones de Telecomunicaciones se basan en ellas para elaborar sus propios planes de frecuencias para el servicio fijo y proporcionan detalles adicionales sobre la utilización de las frecuencias.

Planes de disposición de radiocanales

Un plan de disposición de radiocanales, o plan de canalización, establece para una banda y capacidad determinadas, valores para los siguientes parámetros:

- Número de radiocanales que pueden utilizarse en la banda
- Separaciones entre frecuencias adyacentes y entre las frecuencias extremas y los bordes de la banda.
- Banda de guarda
- Valores de frecuencias portadoras
- Polarización
- Frecuencia central de la banda
- Anchura de la banda
- Anchura de RF de las diferentes portadoras
- Tipo y capacidad del radioenlace

El objetivo primordial de todo plan es el de optimizar la utilización del espectro radioeléctrico y minimizar las interferencias. Son también objetivos importantes:

- Facilitar la interconexión de RF de radioenlaces, en circuitos internacionales.
- Facilitar el intercalado de radiocanales adicionales (p. 304).

Diagrama de bloques de los equipos

Los equipos que se utilizan en los radioenlaces son en la actualidad muy compactos, gracias al gran desarrollo de la microelectrónica y de los circuitos monolíticos de microondas. En algunos casos los equipos se agrupan en una sola unidad (mochila) que se instala junto a la antena o incluso está integrada con ella en un único soporte mecánico. Esta unidad tiene las conexiones necesarias de alimentación, datos en banda base y telecontrol, y se constituye con las características de estanqueidad necesarias para su instalación en la intemperie.

Otros fabricantes dividen los equipos en dos unidades, una exterior ODU (Outdoor Unit), con los subsistemas de radiofrecuencia (RF) y parte de los de frecuencia intermedia (FI), y una interior IDU (Indoor Unit) que integra los subsistemas de banda base y modulación/demodulación. Ambas unidades se conectan en FI, generalmente mediante un único cable coaxial (p. 308).

Comprobación de objetivos de calidad y disponibilidad

Según Hernando, et al. (2013),

En este apartado se presentan los fundamentos del cálculo de radioenlaces digitales en lo que se refiere a la verificación de los objetivos de calidad y disponibilidad. Los cálculos se refieren inicialmente a un único vano, en el que no se utilizan técnicas especiales de protección frente a averías o desvanecimientos... Los efectos de propagación se modelan utilizando la Rec. UIT-R P.530. Se asume que en fases anteriores del proyecto se han seleccionado los emplazamientos teniendo en cuenta la necesidad de asegurar un despejamiento suficiente, con lo que las pérdidas de difracción en condiciones normales de propagación son generalmente malas. Si no fuera así, habría que calcularlas e incorporarlas en el balance de enlace para calcular la potencia recibida en condiciones normales de propagación P_{r0} . Se calcula también el margen del enlace M, como la diferencia entre P_{r0} . Y la potencia umbral P_{th} ...

En frecuencias superiores a 7 GHz se comprobará también la probabilidad de que un desvanecimiento por lluvia supere el margen del enlace, lo que producirá de nuevo SES (Segundo con muchos errores), en este caso generalmente en grupo de diez o más segundos consecutivos, al ser la lluvia un fenómeno mucho más lento. Por esta razón se considera que la lluvia afecta a la disponibilidad del enlace, pero no a la calidad (p. 358).

Disponibilidad de los radioenlaces

Los radioenlaces son sistemas de comunicaciones “en serie”, por lo que cualquier interrupción causada por avería o desvanecimiento en un vano corta todo el radioenlace, dejando fuera de servicios muchas comunicaciones. Por ello se exige a los radioenlaces una elevada disponibilidad, lo cual requiere:

- a) La utilización de redundancia de equipos para mantener la continuidad frente a eventuales avería y el uso de técnicas de diversidad, como medida de mitigación de los desvanecimientos
- b) El establecimiento de sistemas de supervisión y control para la aplicación automática de las técnicas anteriores (p.302).

Con el objeto de lograr la fiabilidad necesaria en un sistema de radioenlace y permitir las operaciones de conservación es necesario disponer de equipos de "protección o reserva" (stand-by) que entren en servicio en caso de fallo del enlace operativo.

En general, un radioenlace que disponga de M radioenlaces activos y N de reserva se designa por "M + N" (p.303).

Parámetros de calidad de errores y disponibilidad

La calidad de un radioenlace representa el grado en que este sistema de transmisión estará en condiciones de proporcionar el servicio para el que se ha diseñado. Por ello se distingue entre dos aspectos de calidad complementarios y relacionados entre sí:

1. Disponibilidad
2. Calidad de fidelidad.

Se entiende por disponibilidad de un equipo o sistema su aptitud para desempeñar la función para la que ha sido proyectado. Se cuantifica por la probabilidad de que el sistema se encuentre en condiciones de funcionamiento en un momento dado.

Por consiguiente, el tiempo total de observación del sistema T puede descomponerse en dos partes: T_{disp} , tiempo en que el sistema está disponible, y T_{ind} , tiempo en que está indisponible. Para la determinación de estos tiempos, se establece un criterio o umbral de indisponibilidad, que corresponde a una condición de interrupción o funcionamiento degradado. Si tal condición se mantiene durante un tiempo mayor que un cierto valor de referencia T_0 , se dice que el sistema está indisponible durante ese tiempo, que se computa como tiempo de indisponibilidad.

La indisponibilidad total es la suma de los intervalos de tiempo de indisponibilidad, dividida por el tiempo de observación. Suele expresarse en forma porcentual (p. 360).

$$U = \frac{\sum T_{ind}}{T} * 100\%$$

Microondas

No existe un consenso teórico entre los autores para determinar el rango inferior de la banda de microondas, no obstante, en general, se asume el de 900 MHz y para su banda superior, si se coincide en la frontera de los 300 GHz. Las microondas son ondas electromagnéticas igual que las de radioenlaces, pero de longitud de onda mucho más pequeña. Dichas ondas de radio son de alta frecuencia y por consiguiente de longitud de onda muy corta

Según Frenzel (2008) el concepto de microondas es:

Microondas comprende las frecuencias ultra altas, súper altas y mucho muy altas, directamente arriba de los intervalos de frecuencia más bajas donde se dan ahora la mayor parte de las comunicaciones por radio y abajo de las frecuencias ópticas que cubren las frecuencias infrarrojas, visibles y ultravioleta. Los beneficios sobresalientes para radiocomunicaciones de estas frecuencias muy altas y sus cortas longitudes de ondas que las acompañan, compensan con creces los problemas relacionados con su uso (p. 688).

Frenzel (2008) también explica que las frecuencias de microondas y sus bandas con lo siguiente:

La región principal de microondas por lo general se considera entre 1 y 30 GHz, no obstante, que algunas definiciones incluyen frecuencias hasta de 300 GHz. Las señales de microondas en el intervalo entre 1 y 30 GHz tienen longitudes de ondas de 30 cm (más o menos 1 pie) a 1 cm (casi 0,4 pulg).

El espectro de frecuencias de microondas se divide en grupos de frecuencias, o bandas... Las frecuencias arriba de 40 GHz se denominan ondas milimétricas (mm) porque su longitud de ondas es sólo milímetros. Cabe destacar que la banda de ondas submilimétricas se rebasa en parte con la banda de UHF. La cual es de 300 a 3000 MHz. Las frecuencias arriba de 300 GHz están en la banda de ondas submilimétricas. En la actualidad las únicas comunicaciones, en las bandas milimétricas o submilimétricas, se usan para investigación y actividades experimentales (p. 688).

Se muestra a continuación en la Tabla 1, la clasificación de las bandas de microondas:

Tabla 1: *Bandas de Clasificación de las Microondas*

IDENTIFICACIÓN DE LA BANDA	FRECUENCIA (GHz)
L	1-2
S	2-4
C	4-8
X	8-12
Ku	12-18
K	18-27
Ka	27-40
mm	40-300
Submilimétricas	>300

Fuente: Frenzel, (2008). Sistemas Electrónicos de Comunicaciones. P.689

Dispositivos de microondas y antenas

Hernando, et al. (2013), hace referencias acerca de los dispositivos de microondas y antenas con las referencias siguientes:

Circuitos de acoplo y alimentadores

Los dispositivos pasivos de microondas permiten la transmisión/recepción de varios radiocanales por una misma antena. Se les denomina circuitos de acoplo y están constituido por:

- Circuladores
- Filtros
- Polarizadores
- Duplexores

Las configuraciones de los circuitos varían en función del número de radiocanales y las polarizaciones.

Estos dispositivos son pasivos y añaden unas pérdidas de inserción. Los alimentadores son líneas de transmisión que

transportan las señales hasta la antena. Los hay de dos tipos:

Líneas coaxiales

Se utilizan hasta unos 3 GHz. Son flexibles y relativamente fáciles de instalar. Están constituidas por un conductor interior macizo, un dieléctrico de espuma o aire con separadores de polietileno y un conductor exterior corrugado. Su impedancia es de 50 ohmios.

En la Tabla 2, se dan las características de atenuación unitaria de los tipos de cables más utilizados.

Tabla 2: *Atenuación Unitaria de Cables Coaxiales*

Tipo	Atenuación (dB/m)	
	1 GHz	3 GHz
7/8"	0,039	0,072
15/8"	0,021	0,039

Fuente: Hernando, et al (2013)

Guías de onda

Se emplean en el modo fundamental, a cuyas frecuencias de corte le corresponde una longitud de onda λ_c , que para guías rectangulares es $\lambda_c = 2a$, siendo a la anchura de la guía. Se utilizan las guías para frecuencias superiores a 3 GHz, ya que en este caso la atenuación de una línea coaxial es excesiva.

En instalaciones con grandes tramos de guías de onda, éstas se rellenan con aire seco o nitrógeno a presión para evitar la entrada de humedad.

Se presenta a continuación, la tabla 3, que indica la atenuación unitaria por guía de onda

Tabla 3: *Atenuación Unitaria de Guía ondas*

Tipo	Banda de frecuencias (GHz)	Atenuación (dB/m)
R 40	3,2 - 5,0	0,024
R 58	4,6 - 7,15	0,041
R 70	5,4 - 8,5	0,055

Fuente: Hernando, et al (2013)

Antenas

Las antenas utilizadas habitualmente en los radioenlaces son paraboloides de revolución alimentados en el foco. Para frecuencias superiores a 2 GHz, el diámetro máximo de los paraboloides suele ser de unos 3 m.

Desde el punto de vista de la ingeniería de sistemas de radioenlaces, revisten interés tres características de antena:

- Ganancia isótropa.
- Anchura del haz
- Diagrama de radiación

La ganancia viene dada por:

$$g = k \frac{4 \pi s_g}{\lambda^2} = \frac{4 \pi}{\lambda^2} \cdot S_e$$

Donde:

s_g = Superficie geométrica de la apertura. Si el diámetro de la antena es D, resulta:

$$s_g = \frac{\pi D^2}{4}$$

Luego,

$$g = k \cdot \frac{\pi^2 D^2}{\lambda^2}$$

k: Rendimiento de iluminación del paraboloide, comprendido generalmente entre 0,55 y 0,6.

s_e : Superficie equivalente de recepción (p. 312).

Pérdidas en trayectoria por el espacio libre

Según Tomasi (2003), las pérdidas en trayectoria por el espacio libre se define como:

La pérdida en trayectoria por el espacio libre es una cantidad técnica artificial que se originó debido a la manipulación de las ecuaciones de presupuesto de un enlace de comunicaciones, que deben tener determinado formato en el que se incluye la ganancia de la antena transmisora, la pérdida en trayectoria por el espacio libre y el área efectiva de la antena receptora. En realidad no se pierde energía alguna; tan sólo se reparte al propagarse alejándose de la fuente, y se produce una menor densidad de potencia en determinado punto

a determinada distancia de la fuente. En consecuencia, un término más adecuado para definir el fenómeno es *pérdida por dispersión*. La pérdida por dispersión se debe simplemente a la ley del cuadrado inverso. La ecuación que define a la pérdida en trayectoria por el espacio libre es

$$L_p = \left(\frac{4\pi D}{\lambda} \right)^2 = \left(\frac{4\pi D f}{c} \right)^2$$

Siendo L_p = pérdida en trayectoria por el espacio libre (adimensional)

D = distancia (kilómetros)

f = frecuencia (hertz)

λ = longitud de onda (metros)

c = velocidad de la luz en el espacio libre (3×10^8 metros por segundo)

Expresada en decibeles, esta ecuación es

$$L_{p(dB)} = 20 \log \frac{4\pi f D}{c} = 20 \log \frac{4\pi}{c} + 20 \log f + 20 \log D$$

Cuando la frecuencia se expresa en MHz y la distancia en km

$$\begin{aligned} L_{p(dB)} &= 20 \log \frac{4\pi(10)^6(10)^3}{3 \times 10^8} \\ &+ 20 \log f_{(MHz)} + 20 \log D_{(km)} = 32.4 + 20 \log f_{(MHz)} + 20 \log D_{(km)} \end{aligned}$$

Margen de desvanecimiento

Según Tomasi (2003), explica el margen de desvanecimiento como:

Las radiocomunicaciones entre lugares remotos, sean de tierra a tierra o de tierra a satélite, requieren la propagación de señales electromagnéticas por el espacio libre. Al propagarse una onda electromagnética por la atmósfera terrestre, la señal puede tener pérdidas intermitentes de intensidad, además de la pérdida normal en la trayectoria. Esas pérdidas se pueden atribuir a diversos fenómenos, que incluyen efectos de corto y de largo plazo. Esta variación en la pérdida de la señal se llama *desvanecimiento* y se puede atribuir a perturbaciones meteorológicas como lluvia, nieve, granizo, etc.; a trayectorias múltiples de transmisión y a una superficie

terrestre irregular. Para tener en cuenta el desvanecimiento temporal, se agrega una pérdida adicional de transmisión a la pérdida en trayectoria normal. A esta pérdida se le llama *margen de desvanecimiento*. En esencia, el margen de desvanecimiento es un “factor espurio” que se incluye en la ecuación de ganancia del sistema para considerar las características no ideales y menos predecibles de la propagación de las ondas de radio, como por ejemplo la *propagación por trayectorias múltiples (pérdida por trayectorias múltiples)* y la *sensibilidad del terreno*. Estas características causan condiciones atmosféricas temporales y anormales que alteran la pérdida por trayectoria en el espacio libre, y suelen ser perjudiciales para la eficiencia general del sistema. El margen de desvanecimiento también tiene en cuenta los objetivos de confiabilidad del sistema. Así, el margen de desvanecimiento se incluye en la ecuación de ganancia de un sistema como una pérdida. Al resolver las ecuaciones de confiabilidad de Barnett-Vignant para una disponibilidad anual especificada en un sistema no protegido sin diversidad se obtiene la siguiente ecuación

$$F_m = \frac{30 \log D + 10 \log (6 ABf) - 10 \log (1-R) - 70}{}$$

↑
↑
↑
↑

Efecto de
Sensibilidad
Objetivos de
constante de

trayectoria
del terreno
confiabilidad
múltiple

F_m = margen de desvanecimiento (decibeles)

D = distancia (km)

f = frecuencia (GHz)

R= Confiabilidad en tanto por uno (es decir, 99.99% = 0,9999 de confiabilidad)

-R= objetivo de confiabilidad para una ruta de 400 km en un sentido

A = factor de rugosidad / 4 sobre agua o sobre un terreno liso/ 1 sobre un terreno promedio / 0.25 sobre un terreno muy áspero y montañoso.

B= factor para convertir la peor probabilidad mensual en una probabilidad anual / 1 para pasar una disponibilidad anual a la peor base mensual / 0.5 para áreas calientes y húmedas / 0.25 para áreas continentales promedio / 0.125 para áreas muy secas o montañosas (p. 366).

Propagación por difracción

Hernando, et al. (2013), define las Zonas de Fresnel de la siguiente forma:

Son elipsoides concéntricos formados por la revolución alrededor del eje del trayecto radioeléctrico en espacio libre (TR)... los radios de los anillos, en unidades prácticas resulta:

$$R_n = 548 \sqrt{\frac{n d_1 d_2}{fd}}$$

R_n : radio de la n-sima zona de Fresnel (m).

f : Frecuencia (MHz)

d_1 : Distancia del transmisor al plano considerado (km)

d_2 : Distancia del plano considerado al receptor (km)

d : Distancia del transmisor.- receptor (km)

Consideremos el trayecto radioeléctrico (TR) (de un punto a otro) en espacio libre (e_0). El campo R es e_0 . Puede demostrarse que e_0 es la resultante de contribuciones de campo producidas por anillos de radios $R_{n-1}, R_n \dots$. Cada anillo define y delimita una zona de Fresnel.

El análisis de la influencia de los obstáculos se realiza mediante los elipsoides de Fresnel, considerándose que la propagación se efectúa en condiciones de visibilidad directa si no existe ningún obstáculo dentro del primer elipsoide. Debido al carácter oscilatorio del campo, es innecesario que el trayecto pase muy por encima de los obstáculos. Basta trabajar en el entorno de la primera zona de Fresnel, que lo que utilizaremos como parámetro de referencia el radio R_1 , haciendo $n = 1 \dots$

Cuando el rayo pasa cerca de un obstáculo o es interceptado por éste, experimenta una pérdida debida a la difracción. Se llama "despejamiento" a la distancia h entre el rayo y el obstáculo.

En la Recomendación UIT-R P.526, se considera, por convenio, $h > 0$ cuando hay interceptación del rayo y $h < 0$ cuando el rayo pasa por encima del obstáculo. Se utiliza en la práctica el "despejamiento normalizador" h/R_1 . La zona correspondiente a la propagación por difracción es la comprendida entre $-1 \leq h/R_1 \leq \infty$. En radioenlaces suele trabajarse en la gama:

$$-0,6 \leq h/R_1 \leq 0,5. (p. 150)$$

Representación de perfiles

Según Hernando, et al. (2013), hacer referencia a la representación de los perfiles del terreno, cómo:

Se efectúa llevando las cotas de los puntos sobre una línea de base o “curva de altura cero” parabólica, que representa la curvatura de la Tierra ficticia con radio kR_0 .

Se denomina protuberancia de la Tierra o flecha f a la elevación de la superficie terrestre sobre la línea horizontal que une los pies de las antenas T y R.

La protuberancia terrestre es igual a:

$$f(x) = \frac{x \cdot (d - x)}{2kR_0}$$

A la Tierra con radio $k \cdot R_0$, se le llama “Tierra ficticia” y el parámetro k se denomina factor de modificación del radio terrestre.

Según los valores de k , se clasifica la troposfera en:

1. Conductiva, $k < 0$
2. Sub-refractiva, $0 \leq k < 1$
3. Normal, $1 \leq k \leq 4/3$
4. Súper-refractiva, $k > 4/3$ (p. 149)

Parámetros básicos de un radioenlace

Según Hernando, et al. (2013), los parámetros básicos de un radioenlace son:

Los parámetros de mayor relieve por su influencia en los cálculos de calidad del enlace son los siguientes:

P_t : (dBm) Potencia entregada por el amplificador del transmisor a los circuitos de acoplamiento a la antena, que se suele denominar potencia de transmisión.

L_{tt} , L_{tr} : (dB) Pérdidas en los circuitos de acoplamiento a la antena del transmisor y receptor, respectivamente, que suelen llamarse pérdidas en terminales.

G_t , G_r : (dB) Ganancias de las antenas de transmisión y recepción, respectivamente, con relación a la antena isotrópica.

L_b : (dB) Pérdida básica de propagación

P_r : (dBm) Potencia recibida, que se define a la entrada del amplificador RF del receptor

F_r : (dB) Factor de ruido del receptor

P_{th} : (dBm) Umbral del receptor para una tasa de error determinada en un punto de referencia

P_r/P_n : C/N (dB) Relación potencia recibida /ruido antes de la demodulación

b_t : (Hz) Anchura de banda RF del radiocanal.

P_n : (dBm) Potencia de ruido en la anchura b_t en el punto de referencia

E_b/N_0 : (dB) Relación energía por bit/densidad espectral de ruido, para radioenlaces digitales

P_{eb} : Probabilidad de error en los bits

La potencia recibida se calcula mediante la ecuación de balance del enlace:

P_r (dBm) = P_t (dBm) - L_{tt} (dB) + G_t (dB) - L_b (dB) + G_r (dB) -

L_{tr} (dB) (p.315)

Relación portadora/Ruido

En los cálculos de calidad de los radioenlaces interviene la relación entre las potencias de portadora y ruido a la entrada del demodulador, denominada abreviadamente “relación portadora/ruido” o, simbólicamente, C/N. Esta relación puede evaluarse en el punto de referencia R que se desee, tomando la precaución de referir al mismo punto todas las contribuciones de ruido...

El cálculo de la potencia de ruido se simplifica bastante si se tiene en cuenta que el ruido que capta la antena es exclusivamente ruido térmico a la temperatura de referencia, es decir $T_a = T_0$, lo que cumple con buena aproximación en los radioenlaces terrenales de microondas. Si los elementos pasivos de conexión, cuyas pérdidas en conjunto denominamos L_{tr} , están también T_0 , puede comprobarse que la combinación de ruido de antena y ruido de elemento pasivo equivalente a una única fuente de ruido a la temperatura T_0 conectada a la entrada del receptor. A ella habrá que sumar la contribución del factor de ruido del receptor:

La relación portadora ruido, en unidades logarítmicas, resulta:

$$C/N = 10 \log \frac{P_r}{K T_0 f_r b_t}$$

(p.320).

Anchura de banda de una transmisión por radioenlace digital

La anchura de banda ocupada por cada radiocanal de un radioenlace digital depende de la tasa binaria, que es proporcional a la capacidad de canales del radioenlace y del tipo de modulación.

La anchura de banda de transmisión se calcula mediante la siguiente expresión:

$$b_1 = F \cdot v_b \cdot R$$

F : Factor de especificación, que depende del filtrado aplicado. En métodos de modulación eficaces, F se encuentra generalmente entre 1 y 2. Son posibles valores de F inferiores a 1, pero a expensas de aumentar la interferencia entre símbolos.

v_b : Velocidad de la señal binaria antes del proceso de modulación (bits/s) incluidas la codificación de canal e información de servicio.

R : Factor de anchura de banda. Expresa el cociente entre velocidad de símbolos y la velocidad de bits. Su valor es $R = 1/\log_2 M$, siendo M el número de niveles en una modulación multinivel (p. 321).

Datos de propagación necesarios para el cálculo de radioenlaces

Según Hernando, et al. (2013),

Los radioenlaces terrenales se diseñan de forma que en cada uno de sus vanos se den condiciones de visibilidad directa, habida cuenta de la curvatura equivalente de la Tierra. Esta condición debe cumplirse en condiciones normales del índice de refracción atmosférico. En casos de refractividad desfavorable, debe preverse el despejamiento necesario en función de la atenuación por difracción admisible para el valor del factor k de modificación del radio terrestre correspondiente, cuando el realce de los posibles obstáculos produzca esa pérdida adicional por difracción. Estas previsiones corresponderán a un determinado porcentaje de tiempo, es decir, son de tipo estadístico, dado el carácter aleatorio de la variación de la refractividad atmosférica. La consecución de un cierto despejamiento implica la situación de las antenas a unas alturas determinadas, cuestión de gran importancia técnica y económica...

Para un vano de radioenlace terrenal, la pérdida básica de propagación, en general es:

$$L_b = L_{bf} + L_{di} + L_d + L_p + L_g$$

Donde:

L_{bf} : Pérdida en condiciones de espacio libre

L_{di} : Pérdida por difracción, debida a un despejamiento insuficiente en condiciones adversas de propagación

L_d : Pérdida por desvanecimiento, desenfoque y centelleo

L_p : Pérdida ocasionada por las precipitaciones.

L_g : Pérdida debida a la absorción por gases atmosféricos

El proceso de diseño de un radioenlace, vano por vano, en lo que atañe a la propagación, deberá seguir, en consecuencia, las siguientes líneas básicas.

1. Análisis de la geometría del perfil: elección de las alturas de las antenas.
2. Evaluación de las pérdidas por desvanecimiento de factor k y por gases atmosféricos.
3. Cálculo de la atenuación por lluvia
4. Estudio de la despolarización
5. Estudio del desvanecimiento multitrayecto: plano y selectivo
6. Protección contra desvanecimiento multitrayecto: técnicas de diversidad.

Cálculo de las alturas de las antenas

Las alturas de las antenas sobre el suelo deben ser las mínimas necesarias para cumplir los siguientes objetivos:

- a. Probabilidad muy pequeña de pérdida de visibilidad del rayo (obstrucción) en condiciones de propagación anómala.
- b. Pérdida por difracción tolerables en situaciones de propagación cuasi normales

En el pasado se colocaban las antenas a una altura suficientemente elevada para que en condiciones atmosféricas desfavorables (valores pequeños del factor k) no hubiese atenuación por difracción. Actualmente, se determinan las alturas aceptando la posibilidad de que se produzcan interrupciones cuya duración sea un pequeño porcentaje conocido del tiempo, utilizando estadísticas del factor k .

En la Rec. UIT-R P.530 se recomienda, para las instalaciones de antenas sin diversidad el espacio, el siguiente procedimiento de cálculo:

- Se determinan las alturas, a fin de que, par aun valor mediano de k en el trayecto (si no se conoce esa cifra,

puede utilizarse el valor por defecto ($k=4/3$), se obtenga un despejamiento igual al radio de la primera zona de Fresnel, R_1 en el obstáculo más desfavorable (climas tropical y templado).

- Se obtiene el valor de k efectivo, rebasado el 99,9% del tiempo para el mes más desfavorable, $k_e = k(0,1)$, a partir de las estadísticas de refractividad, si se dispone de ellas... Si carece de esta información... se puede utilizar $k(0,1)$ en función de la longitud del trayecto para climas templados.
- Se realiza un nuevo cálculo de las alturas de antenas necesarias para que con el valor k_e anterior se logren los siguientes valores de despejamiento en el punto crítico:

... Para clima tropical

$0,6 R_1$ para longitudes de trayecto superiores a unos 30 Km.

- Las alturas de las antenas serán los valores máximos de los obtenidos en las etapas a y c para frecuencias superiores a 13 GHz debe añadirse al despejamiento calculado la exactitud de la estimación de la altura del obstáculo (p. 324).

Pérdidas adicionales

Se evaluarán las pérdidas debidas a difracción por factor k , gases atmosféricos y precipitaciones.

Difracción por factor k

Cuando haya algún obstáculo en el vano, de forma que con $k < 4/3$ exista despejamiento insuficiente, se obtendrán el parámetro de difracción " v " para ese obstáculo y el valor k_e y se evaluará la atenuación por difracción (p. 326) ...utilizan métodos que dependen del tipo de terreno entre el transmisor y el receptor, el cual se analiza a partir del perfil. Una primera característica del terreno es su rugosidad Δh , que se define como el recorrido interdecílico, esto es la diferencia entre las cotas superadas en el 90% y el 10% del terreno. Este parámetro permite definir la irregularidad o grado de ondulación del suelo.

En la Recomendación UIT-R P.526, se explican los métodos prácticos de cálculo de la difracción en obstáculos. En este texto, se clasifican los terrenos en tres categorías, como sigue:

Terreno poco ondulado (Smooth terrain)

Se caracteriza por que su grado de irregularidad es del orden de 0.1 R o menor, siendo R el valor máximo del radio de la primera zona de Fresnel en el trayecto de propagación. En este caso, el modelo de predicción de propagación que se utiliza es el de la tierra esférica.

Obstáculos aislados

El perfil del terreno consta de uno o más obstáculos aislados. Se idealiza la forma de los obstáculos asimilándolos a una arista aguda o cuña de espesor despreciable o a una arista gruesa y redondeada, con un determinado radio de curvatura en su cima.

Terreno Ondulado (Rolling terrain)

El perfil está constituido por pequeñas colinas, ninguna de las cuales es un obstáculo dominante. En este caso, para la predicción, resulta adecuado el uso de métodos empíricos como el de la Recomendación UIT-R P: 1546 (p. 158).

Atenuación por gases atmosféricos

Se evalúa, de ordinario, para frecuencias superiores a unos 10 GHz (p. 326).

En trayectos troposféricos las moléculas de O_2 y H_2O absorben energía electromagnética, produciendo una atenuación que puede ser muy elevada en ciertas frecuencias. Esta atenuación adicional sólo tiene importancia en frecuencias superiores a 10 GHz.

En los trayectos poco inclinados, próximos al suelo, la atenuación debida a estos efectos se calcula mediante la expresión:

$$A_a = \gamma_a \cdot d$$

Donde γ_a es la atenuación específica (dB/km) y d, la distancia. El parámetro γ_a se desglosa en dos:

$$\gamma_a = \gamma_o + \gamma_w$$

Donde γ_o y γ_w son las atenuaciones específicas para el oxígeno y el vapor de agua... La Recomendación UIT-R P.676 proporciona expresiones para el cálculo de γ_o y γ_w (p. 175).

Atenuación por lluvia

Se calculará, en general, para frecuencias por encima de unos 7 GHz, para un porcentaje de tiempo p% que depende de objetivo de indisponibilidad. (p. 326).

Radioenlaces terrenales

Para radioenlaces terrenales, la Recomendación UIT-R P.530 establece el siguiente procedimiento para evaluar la atenuación por lluvia rebasada durante un porcentaje de tiempo igual al p %.

Tal atenuación es:

$$A(R,p) = \gamma(R,p) \cdot L_{ef}$$

Donde $\gamma(R,p)$ es la atenuación específica (dB/km) para la intensidad de lluvia R_p (mm/h) y el porcentaje de tiempo p (%) y L_{ef} (km) es la longitud efectiva del trayecto.

La atenuación específica se calcula, según la Recomendación UIT-R P.838, en función de la intensidad de lluvia mediante la ley de potencial:

$$y = k \cdot R_p^\alpha$$

Las constantes k y α dependen de la frecuencia y la polarización. En la citada Recomendación, se describe un método para el cálculo de los parámetros k y α y se ofrece un cuadro de valores para frecuencias entre 1 y 100 GHz (p. 177).

Radio Mobile

Es un programa desarrollado por Roger Coudé, que modela la propagación radioeléctrica a partir de un modelo matemático predictivo de Longley-Rice o modelo de propagación ITM (Irregular Terrain Model), que funciona en las bandas de frecuencias desde 20 MHz a 20 GHz.

El modelo matemático predice las prestaciones de la transmisión de radio basado en los siguientes parámetros:

- Potencia de transmisión.
- Pérdida de línea del transmisor.
- Ganancia de la antena del transmisor.

- Tipo de la antena del transmisor (únicamente para el análisis de cobertura).
- Azimut de la antena del transmisor (únicamente para el análisis de cobertura).
- Inclinação de la antena del transmisor (únicamente para el análisis de cobertura).
- Altura de la antena del transmisor.
- Latitud y longitud del transmisor.
- Elevación del terreno del transmisor.
- Registro de datos de la elevación y características del terreno entre el transmisor y el receptor (hasta 2000 registros).
- Latitud y longitud del receptor (únicamente para el análisis del radioenlace).
- Elevación del terreno del receptor (únicamente para el análisis del radioenlace).
- Ganancia y altura de la antena del receptor.
- Pérdida de la línea del receptor.
- Sensibilidad del receptor (corresponde con el umbral del receptor).
- Fiabilidad requerida (porcentaje del tiempo durante el que la señal debe estar sobre el umbral para considerar un enlace fiable).
- Color para indicación de una recepción correcta (únicamente para el análisis de cobertura).
- Margen de señal fuerte (únicamente para el análisis de cobertura).
- Color para indicación de una recepción con señal fuerte (únicamente para el análisis de cobertura).
- Transparencia de superposición sobre el terreno (únicamente para el análisis de cobertura).

Según Hernando (2013), Radio Mobile es:

Una herramienta para analizar y planificar el funcionamiento de un sistema de radiocomunicaciones fijo o móvil. Este software utiliza mapas con datos digitales de elevación del terreno, junto con los datos de las estaciones de

radiocomunicación y algunos algoritmos, que desarrollan modelos de propagación radio, para obtener los niveles de señal en distintos puntos bien de un trayecto (junto con el perfil del trayecto entre emisor y receptor), utilizable para el cálculo y diseño de Radioenlaces o bien la cobertura sobre una zona determinada para el análisis y la planificación de comunicaciones móviles en entornos rurales.

Los datos de elevación también se usan para producir mapas virtuales en relieve (en escala de grises, de colores, rayos X...). El programa también proporciona vistas en 3D, estereoscópicas y animación. Se puede superponer una imagen en relieve con otro mapa escaneado, foto de satélite, etc.

Existen datos de elevación disponibles de casi todo el mundo en distintos formatos. En los siguientes enlaces se pueden obtener el programa y los mapas necesarios

Página web de Radio Mobile

<http://www.cplus.org/rmw/english1.html>

BASES LEGALES

Según Sapag y Sapag (2008), “Un proyecto puede ser viable tanto por tener un mercado asegurado como por ser técnicamente factible. Sin embargo, podrían existir algunas restricciones de carácter legal que impedirían su funcionamiento en los términos que se pudiera haber previsto, haciendo no recomendable su ejecución” (p. 20). Se refiere a la necesidad de determinar tanto la inexistencia de obstáculos legales para la instalación u operación normal del proyecto, como la inexistencia de normas internas de la empresa que pudieran contraponerse con alguno de los aspectos de la puesta en marcha o posterior operación del proyecto.

Para la realización de esta investigación se tomaron en cuenta las siguientes normativas legales vigentes inherentes a la organización, mostrada en la Tabla 4 y las actividades administrativas involucradas en el mismo, en la Tabla 5.

Tabla 4: Marco Legal regulatorio del proyecto

LEYES	VIGENCIA	ARTICULO	INHERENCIA CON LA INVESTIGACIÓN
Constitución de la República Bolivariana de Venezuela.	Caracas, viernes 19 de febrero de 2009 N° 5.908.	Artículo 156	El marco legal de la nación se enmarca en primer lugar en la observación y cumplimiento del articulado expuesto en la Constitución de la República, ninguna ley o reglamento se encuentra por encima de ésta y todo proyecto legalmente encausado debe en primera instancia cumplir con los preceptos establecidos en dicho documento.
Ley de Ejercicio de la Ingeniería, Arquitectura y Profesionales Afines.	Decreto N° 444 del 24 de noviembre de 1958.	1 al 3 y 9 al 11	El proyecto se enmarca en la Ley del Ejercicio de la Ingeniería, Arquitectura y Profesionales Afines, que a pesar de haber sido elaborado en 1958, y no estar acorde a la realidad social actual en muchos aspectos, es la que actualmente rige y por la que se guía el ejercicio profesional en todas las áreas de la ingeniería.
Ley Orgánica de Telecomunicaciones.	Gaceta Oficial N° 36.070 del 12 de junio de 2000.	Numeral 8 del artículo 39 y artículos 5, 16, 29, 37 y 79 en su numeral 9 Numeral 1, Artículo 107	El proyecto consiste en el diseño de un radioenlace para transportar información entre distintos terminales, en consecuencia, se rige legalmente por las pautas establecidas en la Ley Orgánica de Telecomunicaciones vigentes.
Reglamento de la Ley Orgánica de Telecomunicaciones sobre Habilitaciones Administrativas y Concesiones de uso y Explotación del Espectro Radioeléctrico	Gaceta Oficial N° 39.610 Extraordinaria del 07 de febrero de 2011.	Art.6 y Art. 14	El sistema propuesto transporta información haciendo uso de una banda de frecuencia específica en el espectro radioeléctrico, siendo éste un bien de utilidad pública, en ese sentido, el proyecto se enmarca y apega a la normativa legal vigente para la explotación y uso del mismo establecido en el referido reglamento, en la forma de una Habilitación General con el Atributo de Transporte concedida por la Comisión Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL)

LEYES	VIGENCIA	ARTICULO	INHERENCIA CON LA INVESTIGACIÓN
Providencia Administrativa Contentiva de las Condiciones Generales de las Habilitaciones Administrativas Generales	Publicada en la Gaceta Oficial N° 38.390 de fecha 03 de Marzo de 2006	Art. 3, 4, 5, 6, 9, 11, 26-29, 31, entre otros	Se establece el cuadro general de atribución de bandas de frecuencias operativas por parte de CONATEL que segmenta y regula por bandas el uso y explotación de espectro radioeléctrico dentro del territorio de la República Bolivariana de Venezuela, y al ser el presente proyecto una plataforma que hace uso y explotación del mismo, debe dar estricto cumplimiento a dicha asignación espectral para el servicio específico que se desea establecer.

Tabla 5: *Entidades Administrativas Involucradas en el Proyecto*

INSTITUTO	DESCRIPCIÓN	PROVIDENCIA	RECTORIA
Ministerio del Poder Popular para la Comunicación y la Información (MIPPCI)	Institución de la cual depende Radio Nacional de Venezuela	Ministro Ernesto Villegas Designado Mediante Gaceta Oficial Extraordinaria N° 6.258 Publicada El 1 De Octubre De 2016, Y Mediante Decreto Presidencial 2.467.	Ministerio del Poder Popular para la Comunicación y la Información (MIPPCI)
Comisión Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL)	Institución que otorga permiso de la frecuencia a utilizar	Director Enrique Quintana, designado mediante decreto presidencial número 2.922, publicado en la gaceta oficial 41.177, en fecha de 21 De Junio de 2017.	Ministerio del Poder Popular para la Comunicación y la Información (MIPPCI)
Contraloría de la República Bolivariana de Venezuela	Órgano constitucionalmente autónomo, para velar por la buena gestión y el correcto uso del patrimonio público.	Manuel Enrique Galindo Ballesteros designado mediante Gaceta Oficial, N° 40.806 en fecha 09 de diciembre De 2016.	Contraloría de la República Bolivariana de Venezuela

A continuación, se analizarán los siguientes artículos del Reglamento y de la Ley Orgánica de Telecomunicaciones, sobre habilitaciones administrativas y concesiones de uso y explotación del espectro radioeléctrico, inherentes a la presente investigación:

Del Artículo 16, de la Ley Orgánica de Telecomunicaciones (2011), dice lo siguiente relacionado a lo que es una habilitación administrativa:

La habilitación administrativa es el título que otorga la Comisión Nacional de Telecomunicaciones para el establecimiento y explotación de redes y para la prestación de servicios de telecomunicaciones, a quienes hayan cumplido con los requisitos y condiciones que a tales fines establezca dicho ente, de conformidad con esta Ley. Las actividades y servicios concretos que podrán prestarse bajo el amparo de una habilitación administrativa se denominarán atributos de la habilitación administrativa, los cuales otorgan los derechos y deberes inherentes a la actividad para la cual ha sido habilitado el operador, de conformidad con lo establecido en los Artículos 14 y 15 de esta Ley.

En los casos en que se requiera el uso del espectro radioeléctrico, los interesados deberán obtener además la correspondiente concesión.

En el Artículo 2, del Reglamento de la ley orgánica de telecomunicaciones sobre habilitaciones administrativas y concesiones de uso y explotación del espectro radioeléctrico (2000), se harán mención las siguientes definiciones:

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

que podrán explotarse o prestarse bajo el amparo de una habilitación administrativa.

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

Tipos de Habilitaciones Administrativas

En el Artículo 3, del Reglamento de la ley orgánica de telecomunicaciones sobre habilitaciones administrativas y concesiones de uso y explotación del espectro radioeléctrico (2000), muestra los tipos de habilitaciones administrativas que existen en materia de telecomunicaciones:

1. De radiodifusión sonora y televisión abierta.
2. De radiodifusión sonora y televisión abierta comunitarias de servicio público, sin fines de lucro.
3. De radioaficionados.
4. Especiales.
5. Generales.

En la Tabla 6, se muestra los atributos que corresponden a las habilitaciones generales:

Tabla 6: *Tipos de habilitación y permisos administrativos*

Habilitaciones Generales
Telefonía fija local
Telefonía de larga distancia nacional
Telefonía de larga distancia internacional
Telefonía móvil
Servicios de Internet
Radiocomunicación móvil terrestre
Radiomensajes
Transporte
Acceso a redes de datos
Difusión por suscripción
Radiodeterminación
Radiocomunicaciones marítimas
Radiocomunicaciones aeronáuticas
Ayuda a la meteorología
Establecimiento y explotación de red de telecomunicaciones

Fuente: <http://www.conatel.gob.ve/telecomunicaciones-2/>

En lo que concierne ésta investigación la habilitación que se va a solicitar ante CONATEL, es una Habilitación General, dado que, el sistema propuesto es de prestación del servicio de transmisión y recepción de los audios de RNV, de una estación a otra, a través de un sistema de transmisión inalámbrico punto a punto, el atributo que corresponde es el de transporte.

En tal sentido, se define el atributo de transporte de una habilitación general, como:

El servicio de telecomunicaciones que permite la transmisión de información de cualquier naturaleza, sin que ésta se modifique, entre puntos de acceso previamente acordados. Permite la transmisión de información de cualquier naturaleza con un ancho de banda y/o durante un tiempo determinado, a través de circuitos exclusivos o no, conservando en todo momento la operación directa de la red de telecomunicaciones.

Fuente: <http://www.conatel.gob.ve/telecomunicaciones-2/>

Adicionalmente, hay que solicitar ante el ente regulador, CONATEL, una concesión por el uso del espectro radioeléctrico, de las cuales, se debe cumplir con los requisitos establecido en estas leyes.

En el artículo 76 de la Ley Orgánica de Telecomunicaciones (2011), se expone lo apropiado para obtener un título de una Concesión:

Para realizar actividades de telecomunicaciones que impliquen el uso del espectro radioeléctrico los operadores deberán obtener previamente la concesión de uso correspondiente, otorgada por el órgano rector o la Comisión Nacional de Telecomunicaciones, según sea el caso, a través del procedimiento de oferta pública o por adjudicación directa, en la forma y condiciones reguladas por esta Ley y su Reglamento.

Canalización microondas CUNABAF-2016

La canalización es la segmentación de la banda de microondas del espectro en el que va a operar el sistema.

Se muestra a continuación la disposición de radiocanales de microondas para sistemas inalámbricos fijos que funcionan en la banda de 7GHz (7170-7331) y 13 GHz (12.81-13.03), en la Tabla 7 y 8.

Tabla 7: Recomendación UIT-R-385-10

UIT-R Rec. F.385-10

AB = 7 MHz		
CANAL	F1	F2
1	7128	7289
2	7135	7296
3	7142	7303
4	7149	7310
5	7156	7317
6	7163	7324
7	7170	7331
8	7177	7338
9	7184	7345
10	7191	7352
11	7198	7359
12	7205	7366
13	7212	7373
14	7219	7380
15	7226	7387
16	7233	7394
17	7240	7401
18	7247	7408
19	7254	7415
20	7261	7422

Fuente: CONATEL, Canalización de Microondas (2016)

Tabla 8: Recomendación IUT-R F.497-7

UIT-R Rec. F.497-7

AB= 28 MHz		AB= 28 MHz		AB= 14 MHz		AB= 7 MHz	
F1	F2	F1	F2	F1	F2	F1	F2
12765	13031			12758	13024	12754,5	13020,5
						12761,5	13027,5
				12772	13038	12768,5	13034,5
						12775,5	13041,5
12793	13059	12779	13045	12786	13052	12782,5	13048,5
						12789,5	13055,5
				12800	13066	12796,5	13062,5
						12803,5	13069,5
12821	13087	12807	13073	12814	13080	12810,5	13076,5
						12817,5	13083,5
				12828	13094	12824,5	13090,5

Fuente: CONATEL, Canalización de Microondas (2016)

CAPÍTULO III.MARCO METODOLÓGICO

En el presente capítulo, se van a definir los conceptos y consideraciones del tipo, diseño y fases de la investigación, de la unidad de análisis, la operacionalización de las variables y el código de ética, que se va a utilizar para el proyecto del respaldo de los audios de Radio Nacional de Venezuela, para así lograr el marco metodológico de la investigación.

Tipo de investigación

En efecto, este proyecto se enmarca en el tipo de investigación aplicada y desarrollo, dado que se acomete investigar la factibilidad de un proyecto de tecnología como lo que es un radioenlace digital terrestre entre los sitios Chapellin – Volcán – VTV, con la finalidad de realizar un respaldo de los audios de RNV.

Según Carvajal (1999), la investigación es lo siguiente:

“Es una actividad científico-técnico orientada a la creación o generación de un nuevo conocimiento social. Con ello estamos diciendo, que sólo hay investigación en la medida en que dicha actividad se proponga el descubrimiento científico o la innovación tecnológica” (p.40).

“La investigación aplicada, también llamada tecnológica, se emprende con el ánimo de obtener un conocimiento técnico de aplicación inmediata en un problema determinado” (p. 41).

Según Arias (2006), el propósito de la investigación aplicada es:

“Está encaminada a la solución de problemas prácticos y está dirigida a una invención o mejora de productos existentes (Investigación tecnológica)” (p. 142).

Según Salinas (1991), la definición clásica de la investigación aplicada es: “Resuelve un problema de inmediato”. Se basa sobre los descubrimientos,

hallazgos y soluciones de la investigación orientada. Se le llama aplicada porque sus resultados se pueden aplicar para la solución directa e inmediata de los problemas que les atañe. Tiene objetivos utilitarios.

Diseño de la investigación

Balestrini (2006), hace mención al diseño de la investigación como “El plan global de investigación que integra de un modo coherente y adecuadamente correctas técnicas de recogida de datos a utilizar, análisis previstos y objetivo” (p. 131).

Según Sabino (1992), acerca del diseño de la investigación, dice lo siguiente:

“Su objeto es proporcionar un modelo de verificación que permita contrastar hechos con teorías, y su forma es la de una estrategia o plan general que determina las operaciones necesarias para hacerlo... analizar los datos. El diseño es, pues, una estrategia general de trabajo que el investigador determina una vez que ya ha alcanzado suficiente claridad respecto a su problema y que orienta y esclarece las etapas que habrán de acometerse posteriormente” (p. 68).

Tipo de diseño

Se puede mencionar, que según Balestrini (2006), los tipos de diseño se clasifican en:

“Existen muchas propuestas de clasificación de los tipos de diseños de investigación, pero de manera primaria, en relación al tipo de datos que se deben recolectar, estos se pueden clasificar en diseño de campo y bibliográficos. Sin embargo, es posible situar dentro de los diseños de campo, otra clasificación, los no experimentales en el cual se ubican los estudios exploratorios, descriptivos, diagnósticos, evaluativos, los causales e incluimos a los proyectos factibles, donde se observan los hechos estudiados tal como se manifiestan en su ambiente natural (p. 131).

Este proyecto se apoya en un diseño de investigación de campo, dado que, según Arias (2006), ésta consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variables alguna, es decir, el investigador obtiene la información pero no altera las condiciones existentes. De allí su carácter de investigación no experimental (p. 31). Por consiguiente, se obtendrán los datos primarios a través de inspecciones técnicas, para verificar viabilidad y factibilidad para la ejecución del proyecto de respaldo para el transporte de los audios de RNV, C.A.

Unidad de análisis

Según Sabino (1992), define la Unidad de análisis como la Unidad o Patrón de medida, como lo siguiente:

Todo problema de investigación científica, aún el más abstracto, implica de algún modo una tarea de medición. Porque si tratamos con objetos como una especie vegetal o un comportamiento humano nos veremos obligados ya sea a describir sus características o a relacionar éstas con otras con las que pueden estar conectadas: en todo caso tendremos que utilizar determinadas variables tamaño, tipo de flor, semilla, o las variables que definan ciertos comportamientos de las personas y encontrar el valor que éstas asumen en el caso estudiado. En eso consiste, desde el punto de vista lógico más general, la tarea de medir.

La idea de medición es intrínsecamente comparativa. Medir algo, en el caso más sencillo, es determinar cuántas veces una cierta unidad o patrón de medida, cabe en el objeto a medir. Para medir la longitud de un objeto físico nosotros desplazamos una regla o cinta graduada sobre el mismo, observando cuantas unidades (en este caso centímetros o metros) abarca el objeto en cuestión. Es decir que comparamos el objeto con nuestro patrón de medición para determinar cuántas unidades y fracciones del mismo incluye (p. 98).

Según Monjes (2011), hace referencia a la unidad de análisis de la siguiente manera:

Después de tener definido el tipo de estudio se debe contestar un interrogante: ¿quiénes van a ser medidos? Se define si va a ser una población completa o una muestra de ella. Para contestar estos interrogantes se dice que puede estar conformada por personas, organizaciones, objetos y estará muy de acuerdo con los objetivos y el problema a investigar (p.122).

La Unidad de Análisis, para este proyecto de respaldo, es el transporte de los cinco (5) audios de RNV desde Chapellin- Volcán- VTV, dado que en año 2007, se instaló un sistema de transporte vía microondas para las señales de audio de Radio Nacional de Venezuela, C.A., entre la sede principal, ubicada en Chapellin y la Estación de Mecedores, utilizando la plataforma del Satélite Simón Bolívar (VENESAT1), desde entonces se encuentra este sistema principal funcionando transportando las señales a nivel Nacional, sin un respaldo alternativo para sus mantenimientos correspondientes y/o fallas aleatorias que han ocurrido eventualmente.

Técnicas de recolección e interpretación de datos

Según Sabino (1992), las técnicas de recolección de datos “cualquier recurso de que se vale el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos información (p.110).

Observación

Según Muñoz (2011):

Observación es la inspección que se hace directamente en el ambiente donde se presenta el hecho o fenómeno estudiado, para contemplar todos los aspectos inherentes a su comportamiento, conductas y características dentro de ese ambiente. El investigador entra en contacto directo con el fenómeno, analizando su comportamiento de dos

maneras: permanece aislado y sólo estudia el comportamiento del hecho o fenómeno, o bien, al observar el fenómeno en estudio, también participa dentro de éste o manipula sus variables para analizar su comportamiento (p.241).

Según Canales, et al (1994), observación, es: “El registro visual de lo que ocurre en una situación real, clasificando y consignando los acontecimientos pertinentes de acuerdo con algún esquema previsto y según el problema que se estudia (p. 160).

Observación directa

Según Muñoz (2011), la observación es como sigue a continuación:

Observación es la inspección que se hace directamente en el ambiente donde se presenta el hecho o fenómeno estudiado, para contemplar todos los aspectos inherentes a su comportamiento, conductas y características dentro de ese ambiente. El investigador entra en contacto directo con el fenómeno, analizando su comportamiento de dos maneras: permanece aislado y sólo estudia el comportamiento del hecho o fenómeno, o bien, al observar el fenómeno en estudio, también participa dentro de éste o manipula sus variables para analizar su comportamiento (p.241).

Según Cerda (1991), hace referencia a la observación directa con lo siguiente:

“La observación directa se refiere al método que describe la situación en la que el observador es físicamente presentado y personalmente éste maneja lo que sucede “(p. 241).

Bibliografía

Maita (2014), define esta técnica como una revisión completa y detallada de todas las fuentes de información escrita o electrónicas arbitradas que cubren las áreas de conocimiento relacionadas con el trabajo de investigación,

permitiendo que se desarrollen los objetivos específicos planteados. Este método permite construir el marco referencial de la investigación (p. 25).

Canales, et al (1994), hace referencia acerca de la revisión de la bibliografía como:

La revisión de literatura incluye una recopilación de lo escrito o investigado sobre el problema e implica la selección, lectura y crítica del material. Sin embargo, la tarea no finaliza allí; es preciso extraer de toda la información revisada lo más relevante en relación al problema. Una buena síntesis de las teorías, antecedentes e investigaciones previas constituye una excelente plataforma para la elaboración del marco teórico (p. 159).

Variables

Canales, et al (1994), dice acerca de las variables como:

Las variables que se investigan en un estudio quedan identificadas desde el momento en que se define el problema. Este proceso de identificación continúa cuando se trabaja en el marco teórico, momento en el que se identifican las variables secundarias y se conceptualizan las mismas. Sin embargo, este nivel de definición es abstracto y complejo; usualmente no permite la observación o medición, por lo que se hace necesaria la derivación de variables más concretas que permitan una medición real de los hechos (p. 94).

Juicio de expertos

En el artículo de Utkin (2005), plantea que el juicio de expertos en muchas áreas es una parte importante de la información cuando son posibles las observaciones experimentales limitadas. Esta aseveración es particularmente cierta en el caso de la psicología, donde dicho juicio se ha convertido en la estrategia principal para la estimación de la validez de contenido (para. 1).

En concordancia con esto, el otro artículo de Escobar y Cuervo (2008), define juicio de experto como: “El juicio de expertos se define como una opinión informada de personas con trayectoria en el tema, que son reconocidas por otros como expertos cualificados en éste, y que pueden dar información, evidencia, juicios y valoraciones” (para. 5).

Project Management Institute (PMI) (2013) define Juicio de Experto, como: “Un juicio que se brinda sobre la base de la experiencia en un área de aplicación, área de conocimiento, disciplina, industria, etc., según resulte apropiado para la actividad que se está ejecutando. Dicha experiencia puede ser proporcionada por cualquier grupo o persona con una educación, conocimiento, habilidad, experiencia o capacitación especializada” (p. 551).

Fases de la investigación

De acuerdo a PMI (2013): “Un ciclo de vida de un proyecto es una serie de fases por las que el proyecto transcurre desde el inicio hasta su cierre” (p. 39).

La investigación consiste en el procedimiento llevado a efecto a fin de establecer las etapas metodológicas para plantear el problema, y en función de ello, establecer una planificación en la que se analizan las distintas alternativas que se presentan. A partir de ello, se establece nuevamente la planificación, obteniendo como resultado un procedimiento conformado por investigación, visualización, suposición y acción o diseño.

- Investigación: fase de descripción de la situación actual, especificando y analizando el problema. Se aplica la observación y análisis de diferentes aspectos del problema de forma preliminar.
- Visualización: se visualiza la condición que se desea obtener, los niveles y tipos de cambio que se desean alcanzar. Finaliza con la descripción de la condición futura deseada.

- Análisis: son las diferentes alternativas de cambio donde se realizan las evaluaciones para llegar a la decisión más efectiva y así poder acercarse a la situación más deseada.
- Acción o diseño: se diseña la solución representada por la plataforma adecuada al requerimiento y se evalúan los cambios para medir la eficacia en la obtención del beneficio deseado.

Para el presente trabajo de investigación, el ciclo del proyecto se plantea de la siguiente manera:

Fase I. Inicio

- Planteamiento seminario.
- Planteamiento del Problema
- Objetivos
- Alcance y Limitaciones
- Antecedentes de la investigación
- Fundamentos teóricos
- Bases Legales
- Reseña Histórica de la Organización
- Matriz Estratégica
- Organigrama General

Fase II. Planificación

- Características Metodológicas
- Unidad de Análisis
- Recolección de Datos
- Operacionalización de los objetivos
- Fases de la Investigación
- Aspectos Éticos
- Seminario
- Entrega del Proyecto a Postgrado

Fase III. Ejecución

- Redacción Capítulo V. Desarrollo
- Redacción Capítulo VI. Análisis de los Resultados.
- Redacción Capítulo VII. Lecciones Aprendidas.
- Redacción Capítulo VIII. Conclusiones y Recomendaciones.

Fase IV. Cierre

- Inscripción TEG
- Entrega del TEG Borrados
- Entrega del TEG Definitivo

Procedimiento por objetivos

Objetivo 1

Identificar los requerimientos de equipo y topología de red de un sistema de respaldo de transporte de señales en banda microondas.

Paso 1: Identificar los requerimientos técnicos de red del sistema de transporte de señales en banda microondas.

Paso 2: Realizar inspecciones y solicitudes de autorización para la instalación en los vanos establecidos.

Entregable: Informe de visitas de inspección con recomendaciones

Objetivo 2

Evaluar la factibilidad técnica del sistema de respaldo para el transporte de señales de RNV, C.A.

Paso 1: Evaluar factibilidad técnica del sistema de respaldo

Paso 2: Elaborar la simulación del presupuesto del enlace

Entregable: Proyecto de factibilidad técnica para ser consignado como parte de los recaudos exigidos por el ente regulador, Comisión Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL).

Objetivo 3

Diseñar el sistema de respaldo de transporte de señales y su configuración.

Paso 1: Comprobar y verificar los planes de instalación en cada uno de las estaciones, para seleccionar los materiales y equipos correspondientes

Entregable: Proyectos de instalación, listado de materiales e insumos a utilizar en la futura implementación del sistema

La operacionalización de las variables

Canales, et al (1994), dice acerca de la operacionalización de las variables como:

El proceso de llevar una variable de un nivel abstracto a un plano operacional se denomina operacionalización, y la función básica de dicho proceso es precisar o concretar al máximo el significado o alcance que se otorga a una variable en un determinado estudio (p.121).

Según Áreas (2006), dice acerca de la operacionalización de las variables lo siguiente:

Aún cuando la palabra “operacionalización” no aparece formalmente en el diccionario de la Real Academia de la lengua española, este tecnicismo se emplea en investigación científica para designar al proceso mediante el cual se transforma la variable de conceptos abstractos a términos concretos, observables y medibles, es decir, dimensiones e indicadores. Por ejemplo, la variable actitud no es directamente observable, de allí que sea necesario operacionalizarla o traducirla en elementos tangibles y cuantificables (p.63).

Se muestra a continuación la Tabla 9, referida a la Operacionalización de las variables del sistema de Respaldo de los Audios matrices de RNV vía Microondas digital en los vanos Chapellin – Volcán – VTV.

Tabla 9: Operacionalización de las Variables

Operacionalización de las Variables						
Evento	Sinergia	Variables	Dimensiones	Indicadores	Técnicas e Instrumentos	Fuentes
Diseñar una propuesta de un sistema de transporte de señales de respaldo para los audios de RNV, C.A, a fin de llevarlos a la Red Metropolitana de transporte para su difusión nacional	1. Identificar los requerimientos técnicos de red de un sistema de respaldo de transporte de señales en banda microondas	.Radioenlace .Equipos de microondas .Topología de Red . Audio Profesional	Tipos de Radioenlaces Selección de equipamiento	- Información del radioenlace en la banda de microondas - Características de los equipos - Realizar inspecciones a estaciones	-Investigación documental - Juicio experto. - Observación directa. - Estudio de políticas de la empresa	Bases Académicas, RNV
	2. Evaluar la factibilidad técnica del sistema de respaldo para el transporte de señales de RNV, C.A.	.Calculos del Radioenlace	Todos los parámetros teóricos del presupuesto del enlace	Proyecto técnico de factibilidad para ser consignado ante el ente regulador CONATEL para la explotación y uso de la sección del espectro radioeléctrico necesario para la operación del sistema como parte de los recaudos exigidos	-Observación directa Juicio de Experto - Revisión Documental / Hernando (2013) entre otros	Bases Académicas, RNV, CUNABAF, Leyes de Telecomunicaciones
	3. Diseñar el sistema de respaldo de transporte de señales y su configuración.	.Requisición de materiales . Plan de Instalación en las locaciones		- Requisición de materiales al Dpto de Compras - Informe de Instalación en las locaciones	- Observación Directa -Juicio de Experto Análisis	Bases académicas, RNV

Fuente: RNV 2017

Estructura desagregada de trabajo

Según PMI (2013), hace referencia a la Estructura Desagregada de Trabajo como: “La Estructura de Desglose del Trabajo (EDT) es una descomposición jerárquica, orientada al producto entregable del trabajo que será ejecutado por el equipo del proyecto, para lograr los objetivos del proyecto y crear los productos entregables requeridos”. En este sentido, la investigadora planteó la estructura desagregada de trabajo en la Figura 5.

Código de ética

El proyecto objeto del presente trabajo especial de grado, básicamente es propuesto y administrado por la GGIT de RNV, C.A., bajo la anuencia de la Presidencia de la empresa y el apoyo mediante el aporte de los recursos financieros necesarios por parte de la Oficina de Administración y Servicios.

El espíritu del trabajo realizado por GGIT, en términos generales, y específicos para el proyecto presentado está motivado y orientado hacia la optimización de las plataformas de transporte y difusión del mensaje generado por la empresa a fin de que el mismo llegue a los usuarios con la mejor calidad posible, además de blindar la seguridad en las comunicaciones de la empresa, mediante el diseño propuesto de plataformas de respaldo similares a la propuesta en este trabajo.

De igual forma, la propuesta presentada se apega a la normativa ética plasmada en el código respectivo del Colegio de Ingenieros de Venezuela (CIV), en el que definen los principios y normas fundamentales que guían el deber y la normalidad que deben cumplir los profesionales en el ejercicio de su profesión y en actos conexos con la misma.

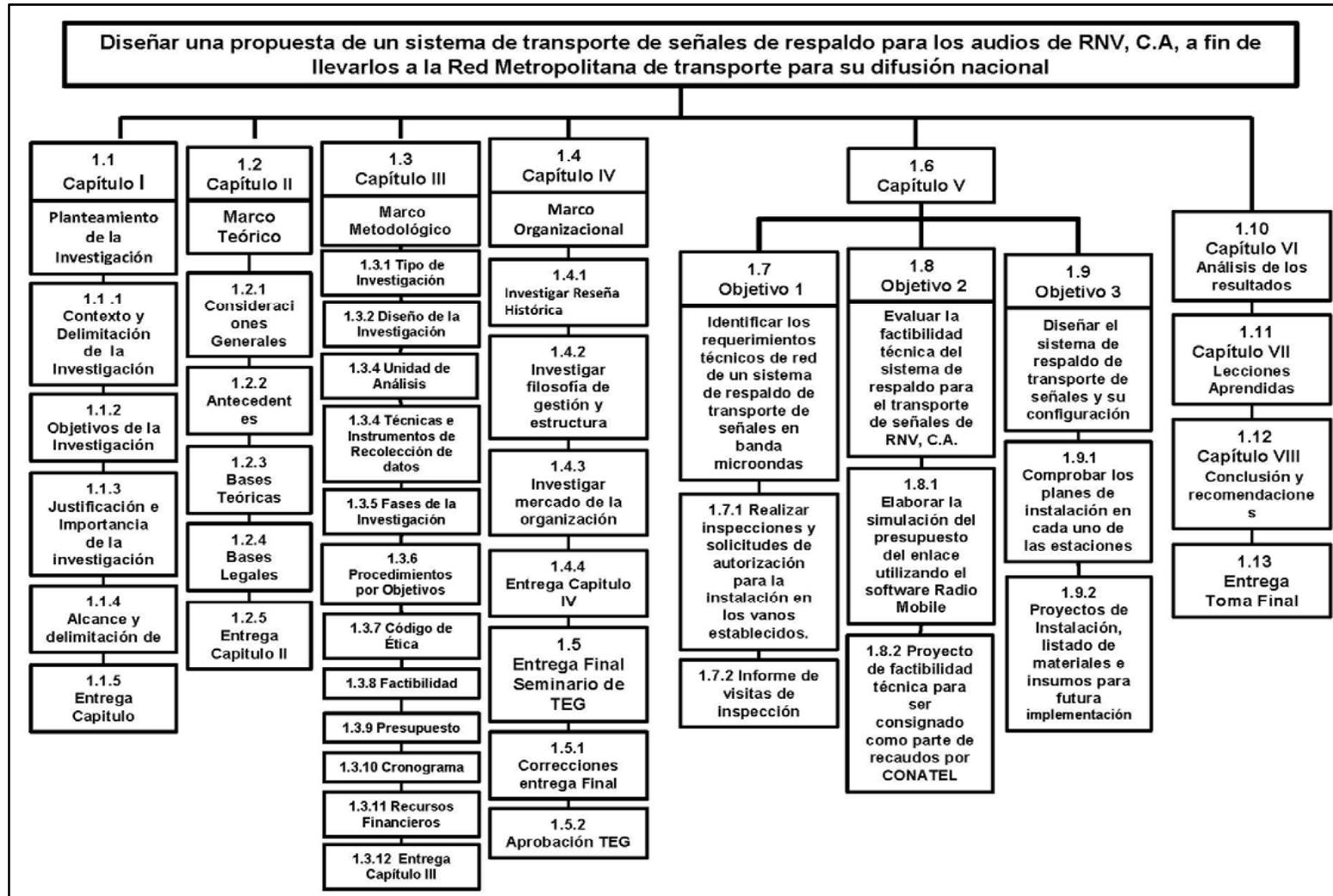


Figura 5: Estructura Desagregada de Trabajo
Fuente: Adaptado del PMI (2013)

Factibilidad

En el desarrollo de la etapa de planificación del presente proyecto, se han tomado en consideración aspectos técnicos básicos en garantizar el diseño de dicha propuesta del sistema respaldo. En principio, en un radioenlace del tipo propuesto, debe garantizarse la línea de vista entre las antenas emisoras y receptoras, a fin de que, el mismo sea procedente.

Deben ser inspeccionados los sitios escogidos para los terminales del radio enlace, realizándose simulaciones a partir de las coordenadas geográficas de las mismas, a fin de verificar las referidas líneas de vistas y la no interferencia por causas geográficas o artificiales en estas.

De igual forma, mediante trabajo coordinado con la Comisión Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL), se evaluará la disponibilidad de las frecuencias operativas adecuadas a los sistemas con los que cuenta la empresa, y dicha información será suministrada y sujeta a consideración del referido ente rector, a efectos de lograr la permisología respectiva y la asignación de estas frecuencias a RNV, C.A. para su uso.

Presupuesto y recursos

Monjes (2011), hace referencia al presupuesto como: “En definitiva se trata de determinar hasta qué punto se cuenta con los recursos necesarios para realizar el estudio, lo cual exige tener previsto un presupuesto de gastos y las vías de financiación”.

Para el desarrollo del presente trabajo de investigación se requerirán los siguientes recursos mostrados en la Tabla 10:

Tabla 10: *Recursos a Utilizar*

Recursos	Unidad	Cantidad	Costo p/ Unidad (Bs)	Costo por Total (Bs)
Recurso Humano (Horas Hombre)				
Asesor	HH	40	1.416,00	56.640,00
Estudiante de Postgrado	HH	500	830,00	415.000,00
Recursos Suministros y servicios				
Internet	p/6 meses	10	1.500,00	15.000,00
Memorias almacenamiento	C/U	5	2.000,00	10000,00
Papelería (Impresión y encuadernación)	C/U	250	350,00	87.500,00
TOTAL Bs				584.140,00

Fuente: Autor (2017)

El costo de las horas hombre (HH) de la Tabla 10, fueron tomados del Tabulador de sueldos y salarios mínimos publicado por el Colegio de Ingenieros de Venezuela (2017), así mismo, hay que mencionar que dichos costos son de referencia para indicar su valor actual. Por su parte los costos por impresión, encuadernación, bibliografía y computador son también referenciales debido a la variación constante de los precios.

De acuerdo con las estimaciones de costos de los recursos involucrados, el proyecto de investigación tiene un costo de Bs. F 584.140,00 los cuales serán causados en un lapso de dieciséis (16) semanas.

Es conveniente puntualizar que los montos pueden variar inesperadamente, dada la volatilidad de la economía venezolana y que solo son valores referenciales cortados a una fecha determinada.

Cronograma

La elaboración de la presente propuesta obedece al período académico que está delimitada por un período finito de dieciséis (16) semanas, en atención al principio teórico de que todo proyecto tiene un tiempo de inicio, desarrollo y ejecución.

En la tabla N° 11, se muestra el cronograma de ejecución en forma de diagrama de Gantt de la elaboración de la presente propuesta.

Tabla 11: Cronograma de Ejecución de la Propuesta

OBJETIVOS		ACTIVIDADES	SEMANAS																
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Diseñar una propuesta de un sistema de transporte de señales de respaldo para los audios de RNV, C.A, a fin de llevarlos a la Red Metropolitana de transporte para su difusión nacional	1 Identificar los requerimientos de equipo y topología de red de un sistema de respaldo de transporte de señales en banda microondas	Identificar los requerimientos técnicos de red del sistema	■	■	■	■	■												
		Realizar inspecciones y solicitudes de autorización para la instalación en los vanos establecidos					■	■	■										
	2. Evaluar la factibilidad técnica del sistema de respaldo para el transporte de señales de RNV, C.A.	Elaborar el proyecto técnico del sistema de transporte de microondas proyectado								■	■	■	■						
		3. Diseñar el sistema de respaldo de transporte de señales y su configuración	Comprobar los planes de instalación en cada uno de las estaciones, para seleccionar los materiales y equipos correspondientes												■	■	■	■	■

Fuente: Autor (2017)

CAPÍTULO IV: MARCO ORGANIZACIONAL

El presente capítulo se muestra los valores y principios fundamentales, así como la estructura organizacional de la empresa de Radio Nacional de Venezuela en la que el proceso de investigación se está llevando a cabo, los datos presentados en esta sección de la investigación se puede tener acceso en el portal: <http://www.rnv.gov.ve>.

Reseña histórica de Radio Nacional de Venezuela C.A.

Los antecedentes más remotos de Radio Nacional de Venezuela, se remontan al 29 de julio de 1936, fecha en la que, el entonces Presidente de los Estados Unidos de Venezuela, General Eleazar López Contreras, decreta la creación de la Radio Difusora Nacional de Venezuela, que en diciembre de ese mismo año, donde realiza su primera transmisión remota desde el Palacio de Miraflores, difundiendo la alocución presidencial de año nuevo.

En diciembre de 1941, siendo Presidente de la República el General Isaías Medina Angarita, la Radio Difusora Nacional de Venezuela ya poseía una unidad móvil propia, y para ese entonces, modernos equipos de transmisión. En el año 1943, la emisora contaba con un transmisor de dos (2) Kilovatios de potencia para la difusión abierta de su señal.

Después de los sucesos del 23 de enero de 1958, los estudios son trasladados a la zona El Pedregal de Chapellín, al final de la calle Las Marías con Vaamonde, donde hoy en día funciona su sede principal, y es en noviembre de ese mismo año, cuando se edita el primer Boletín de Programas de la emisora.

Radio Nacional de Venezuela, fue creada, formalmente, como Servicio Autónomo, el 8 de julio de 1987, mediante el Decreto Presidencial N° 1643, publicado en Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 33.755.

El 17 de octubre de 2008, por disposición del Presidente de la República Bolivariana de Venezuela, Hugo Rafael Chávez Frías, mediante los Decretos 6.473 y 6.474, publicados en Gaceta Oficial bajo el número 39.040, se ordena la supresión y liquidación del Servicio Autónomo Radio Nacional de Venezuela (RNV), y se autoriza la creación de la Compañía Anónima Radio Nacional de Venezuela (RNV C.A), dependiente del Ministerio de Comunicación e Información, la nueva figura jurídica de la empresa comenzó oficialmente su existencia el día 01 de enero de 2010.

Visión de Radio Nacional de Venezuela C.A.

Ser el primer prestador de servicios de radio en cobertura, calidad, veracidad, oportunidad, profesionalismo y ética en la producción y difusión de mensajes. Ser uno de los más importantes medios de comunicación del continente americano y tribuna fundamental del pueblo venezolano. Referencia ética, profesional y responsable del periodismo como espacio para la libre expresión, información y recreación, al que todo profesional o trabajador de la comunicación social desearía pertenecer. Como ente de la Administración Pública, ser ejemplo de eficiencia, transparencia, honestidad, eficacia y de excelencia en su gestión y en las relaciones con sus trabajadores, usuarios y usuarias.

Misión de Radio Nacional de Venezuela C.A.

Ser tribuna del pueblo venezolano en la construcción del Estado democrático social de Derecho y de Justicia y del nuevo modelo comunicacional. Ejecutar la política comunicacional del Gobierno Nacional y del Estado y ser tribuna de los ciudadanos y ciudadanas en el ejercicio de sus derechos comunicacionales, de participación, protagonismo y de control social responsable de la gestión pública. Promover la libre difusión de las opiniones, propuestas, reclamos, solicitudes, reivindicaciones y demás

mensajes del pueblo, destinados impulsar su formación, conocimiento y organización como base fundamental de la democracia participativa.

Principios de Radio Nacional de Venezuela C.A

Está al servicio de los ciudadanos y ciudadanas y el cumplimiento de sus funciones se fundamenta en los principios constitucionales de honestidad, participación, celeridad, eficacia, eficiencia, transparencia, rendición de cuentas y responsabilidad en el ejercicio de la función pública, con sometimiento pleno a la ley y al derecho, así como en los principios que regulan la actividad de los órganos de la Administración Pública, previstos en la constitución de la República Bolivariana de Venezuela y en la legislación, tales como:

- Simplificación de los trámites administrativos.
- Responsabilidad fiscal y patrimonial.
- Eficacia en el cumplimiento de los objetivos y metas fijados y eficiencia en la asignación y utilización de los recursos públicos.
- Suficiencia, racionalidad y adecuación de los medios a los fines institucionales.
- Simplicidad, transparencia y cercanía organizativa a los particulares.
- Lealtad institucional.
- Competencia.
- Descentralización funcional.
- Responsabilidad social.
- Democratización del espectro radioeléctrico.
- Veracidad, oportunidad, imparcialidad y de no censura.

Valores de Radio Nacional de Venezuela C.A

Como prestador de servicios de radiodifusión, debe cumplir los mandatos constitucionales y legales que rigen en el ordenamiento jurídico venezolano, por lo que está obligado de manera especial a ser garante e instrumento fundamental de la libertad de expresión, de pensamientos, ideas y opiniones de los ciudadanos y ciudadanas; permitir y difundir la información libre y plural, oportuna, veraz e imparcial, sin censura, respetando a la persona humana, el derecho al honor, a la vida privada, a la propia imagen, reputación y confidencialidad; a no promover la intolerancia religiosa, ni ningún tipo o forma de discriminación; garantías en la emisión, recepción y circulación de la información cultural, coadyuvando a la difusión de los valores de la tradición popular y la obra de los o las artistas, escritores, escritoras, compositores, compositoras, cineastas, científicos, científicas y demás creadores y creadoras culturales del país y contribuyendo con el estado en el proceso de la formación ciudadana, bajo la orientación de la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela y las demás normas vigentes sobre la materia.

Radio Nacional de Venezuela coloca especial énfasis en los siguientes valores:

- Respeto a la constitución y a las leyes de la República Bolivariana de Venezuela, que implica asumir las responsabilidades que derivan del incumplimiento o de la actuación contraria al Estado democrático social de Derecho y de Justicia.
- Libertad de expresión y derecho a la información, como derechos humanos constitucionales e irrenunciables del pueblo, para que éste se exprese amplia y libremente y reciba la información a que tiene derecho, en forma oportuna, veraz y sin censura.

- Defensa de la soberanía, tanto desde el punto de vista territorial como cultural. En consecuencia, sus mensajes contribuirán con el desarrollo, la formación, la ciencia, la educación, la cultura y, en general, con el ejercicio libre y soberano de nuestra idiosincrasia.
- Responsabilidad y Solidaridad social: conducta que deriva del deber de asumir responsabilidades sociales y participar solidariamente en la vida política, civil y comunitaria del país, promoviendo y defendiendo derechos del pueblo como fundamento de la democracia participativa y de la paz social.
- Responsabilidad Profesional: constituye un valor fundamental en el desempeño de la relación laboral que garantiza, no sólo el ejercicio ético de la profesión, oficio o cargo que se desempeña, sino también de la responsabilidad, disciplina y competencia observadas en el ejercicio de las funciones o atribuciones propias del cargo.

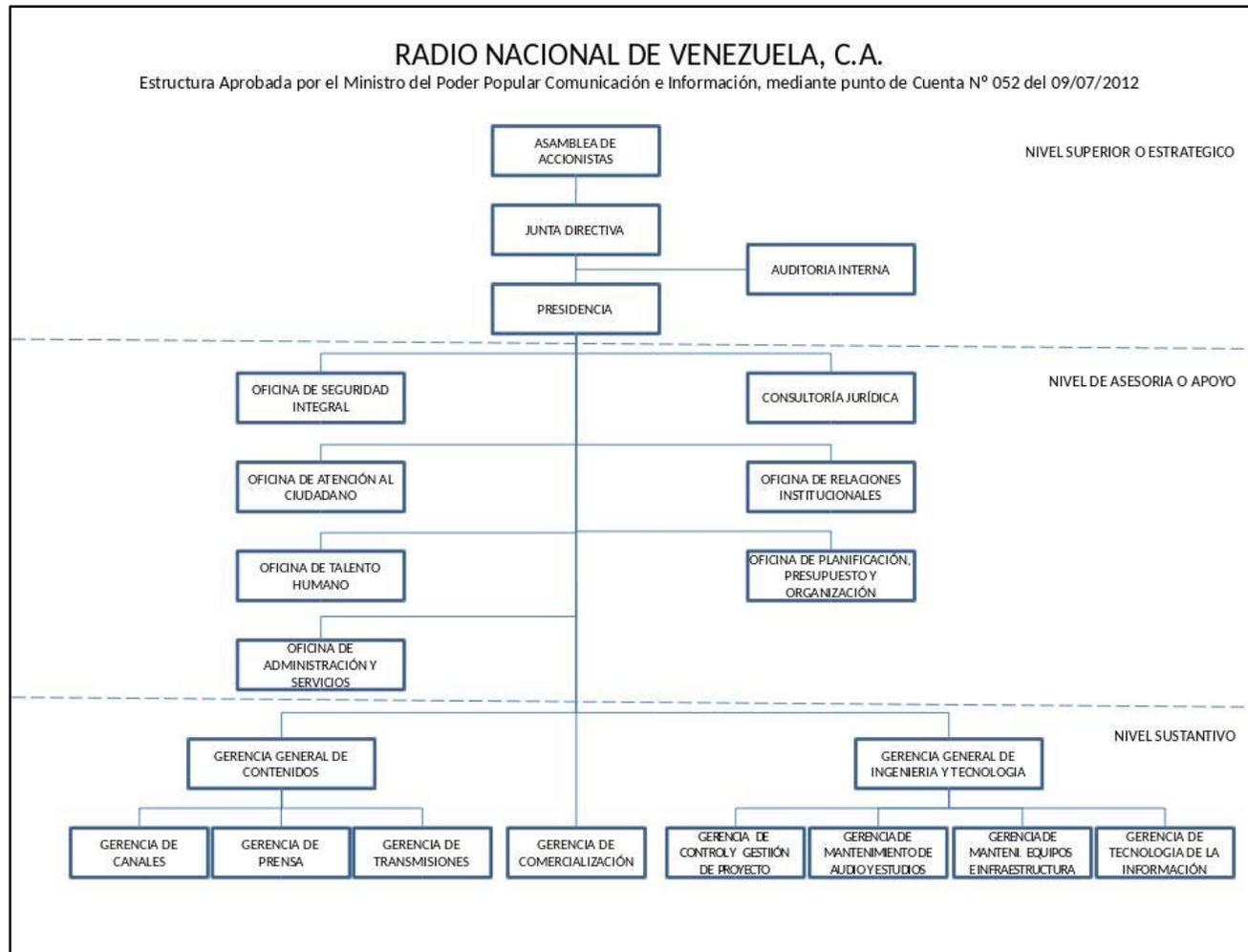


Figura 6: Estructura Organizativa de RNV
Fuente: Intranet RNV (2012)

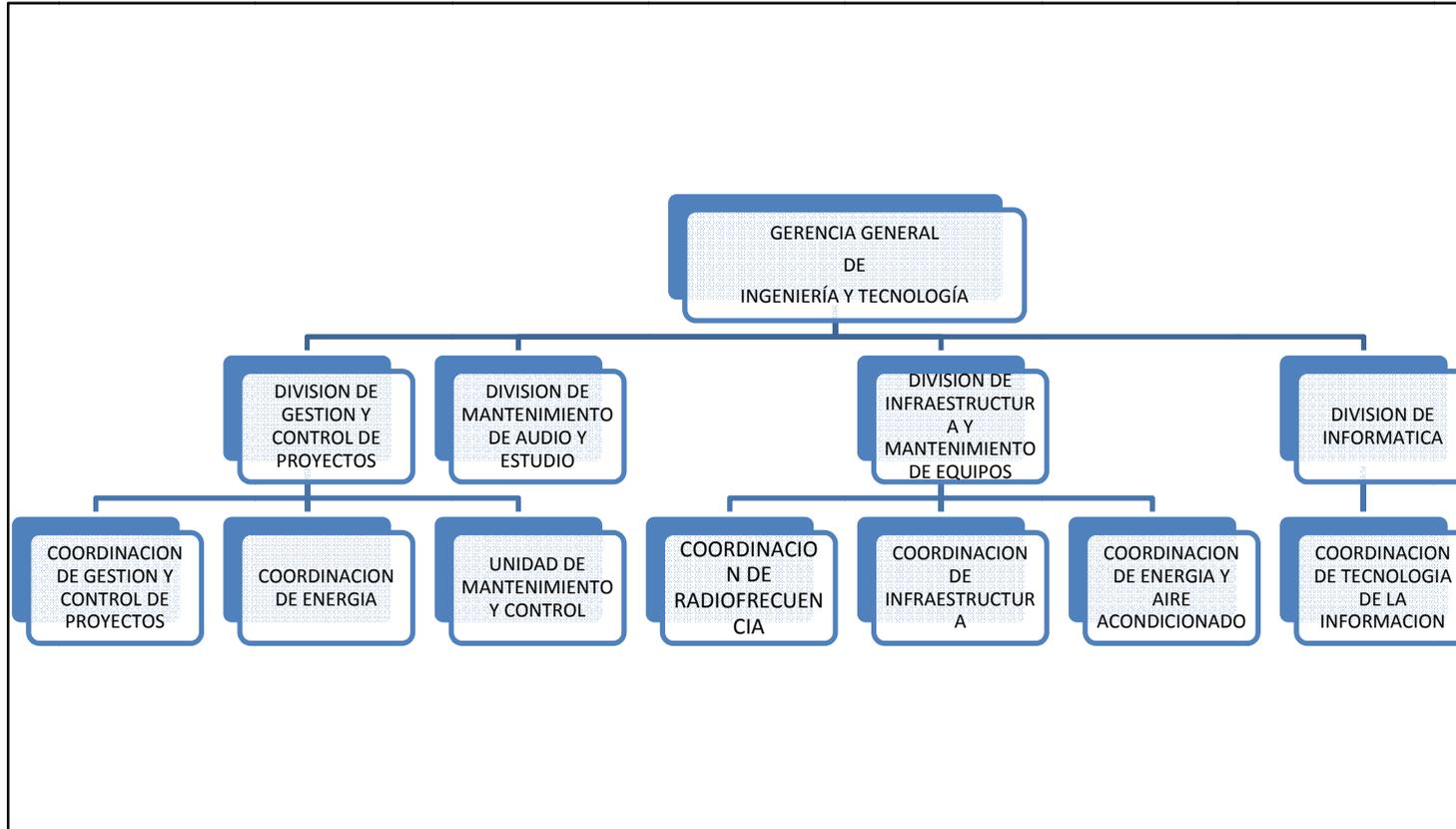


Figura 7: Estructura Organizativa de la GGIT de RNV, C.A.
Fuente: Intranet RNV (2012)

La Figura 6, muestra el organigrama de la organización y la Figura 7, el organigrama de la GGIT de RNV, a continuación se describen las Gerencias involucradas en este TEG:

Gerencia de Ingeniería: Este proyecto esta mancomunado entre la Gerencia de Proyectos y la Gerencia de Mantenimiento y Equipo e Infraestructura, en la Unidad de Radio Frecuencia.

Gerencia de Administración: Tiene como propósito gestionar los aspectos de adquisición de materiales y concesiones ante el ente regulador Comisión Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL), requeridos para la elaboración de éste proyecto.

Gerencia Consultoría Jurídica: gerencia encargada de preparación de la concesiones en los aspectos legales ante el ente regulador Comisión Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL), requeridos para la elaboración de éste proyecto.

Presidencia: departamento encargado de la aprobación de cada una de las etapas de los procesos logísticos y de procura y Radio Nacional de Venezuela.

En la Figura 8, muestra un diagrama de flujo del proceso de la elaboración de la propuesta y los departamentos de la empresa RNV, involucrados en el mismo.

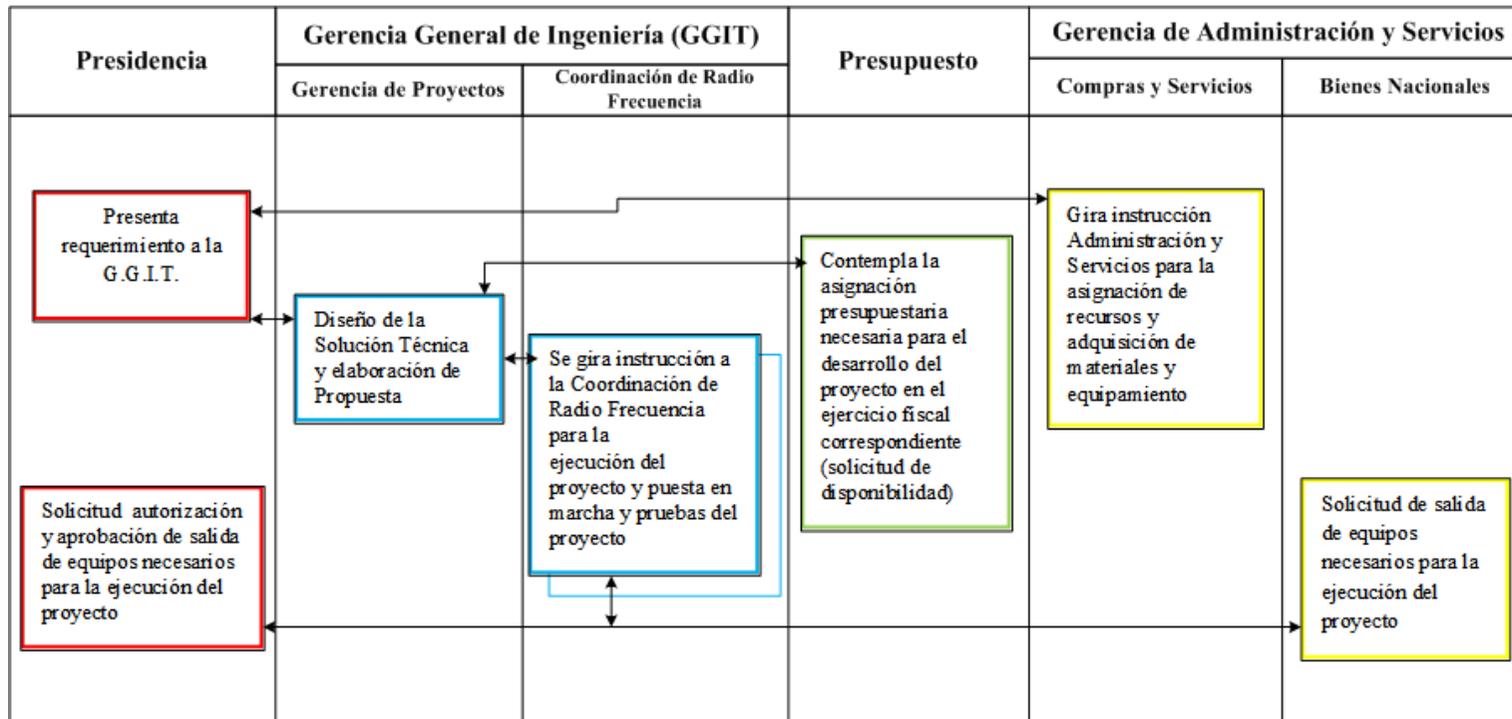


Figura 8: Diagrama de flujo de la propuesta por departamentos
Fuente: RNV (2016)

Objeto

Tendrá por objeto social la prestación de servicios de radiodifusión sonora en amplitud modulada (AM) y frecuencia modulada (FM), radiodifusión sonora por internet, así como por cualquier otra modalidad derivada del desarrollo de las telecomunicaciones. Asimismo podrá llevar a cabo todas aquellas actividades relacionadas con las radiocomunicaciones que contribuyan al desarrollo del modelo comunicacional del Estado y que permita garantizar de forma eficiente los derechos de libre expresión e información.

GACETA OFICIAL N° 39.276 DE FECHA 01/10/2009.

Ubicación de Radio Nacional de Venezuela C.A.

Quinta Radio Nacional de Venezuela, Final Calle Las Marías, entre Chapellín y Country Club, La Florida, Caracas, Distrito Capital, Venezuela, Zona Postal 1050.

Función de la empresa y sus señales

Radio Nacional de Venezuela (RNV), es una Empresa de comunicaciones, prestador oficial del Estado Venezolano de servicios de radiodifusión sonora en señal abierta en Amplitud y Frecuencia Modulada, para todo el territorio de la República Bolivariana de Venezuela. Las señales de RNV, difunden contenido verás de política, educación, cultura, deporte, música, entre otros, Nacional e Internacional, a través de una programación variada las 24 horas los 365 días del año, por los canales: RNV-Informativa, RNV- Juvenil, RNV-Clásica, RNV- Musical y RNV- Regionales (Anzoátegui, Zulia, Táchira, Carabobo, Apure y Portuguesa), para la crítica, la autocrítica y la construcción colectiva.

Frecuencias Operativas a nivel nacional

En la Figura 9, se muestra en el mapa de las estaciones a nivel nacional, las ciudades donde se encuentran ubicados los transmisores de difusión local en Amplitud Modulada (AM) y Frecuencia Modulada (FM) de los Centros Regionales y estaciones retransmisoras de RNV, en todo el territorio nacional.

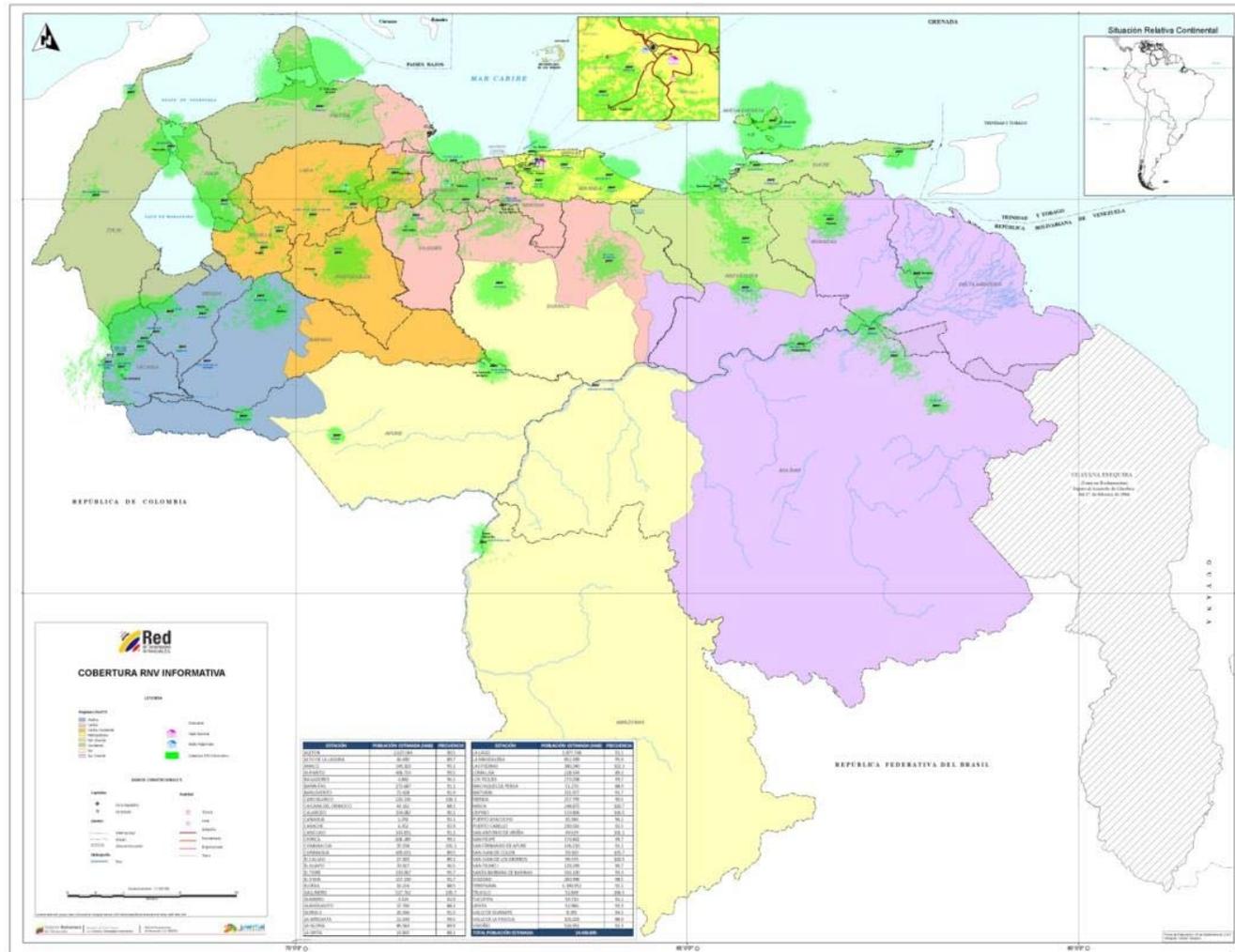


Figura 9. Mapa de Estaciones de RNV a Nivel Nacional
Fuente: REDTV (2011)

CAPITULO V. DESARROLLO DE LOS OBJETIVOS ESPECIFICOS

En el presente capítulo se documenta el desarrollo de cada uno de los objetivos específicos del presente Trabajo Especial de Grado.

A continuación se muestra en la Figura 10, el gráfico de los tres (3) objetivos específicos del TEG.

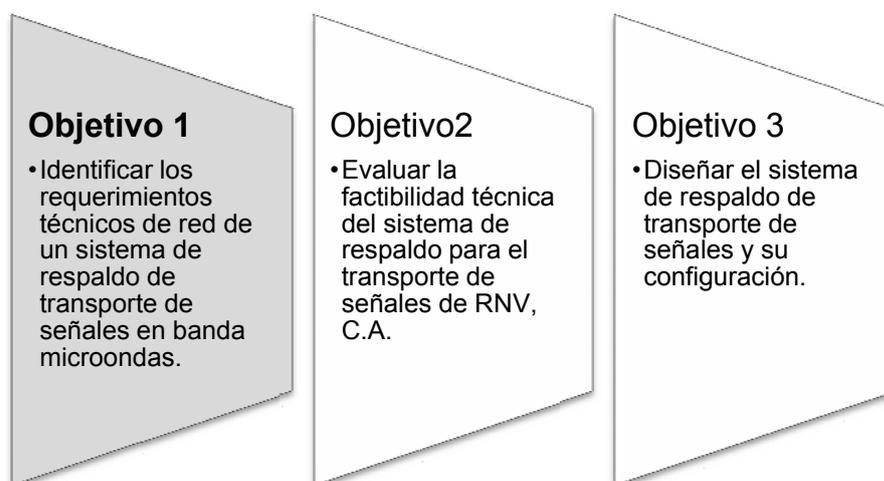


Figura 10: Objetivos específicos del TEG
Fuente: RNV (2017)

OBJETIVO1.

Identificar los requerimientos técnicos de red de un sistema de respaldo de transporte de señales en banda microondas

- Paso 1: Identificar los requerimientos técnicos de red del sistema de transporte de señales en banda microondas.
- Paso 2: Realizar inspecciones y solicitudes de autorización para la instalación en los vanos establecidos.

Requerimientos Técnicos

Con el objeto de dar respuesta al requerimiento operativo planteado por la Gerencia General de Ingeniería y Tecnología de Radio Nacional de Venezuela, C.A, en cuanto al diseño de una vía de transporte de señales de respaldo para los cinco audios matrices de la empresa, se presenta la siguiente propuesta técnica, producto de varias evaluaciones técnicas previas, que han llevado a la consideración positiva y más adecuada de la misma:

En el 2010, con el propósito de realizar un enlace de microondas que no se concretó, fue adquirido el equipamiento de 13 GHz. Adicionalmente, en el 2012, RNV comienza a utilizar el servicio satelital VENESAT1, desincorporando, un enlace de 7 GHz, que estaba establecido entre la estación de Mecedores hasta la Empresa LEVEL3, en La Urbina, Municipio Sucre, Edo. Miranda, quien prestaba el servicio de uplink al satélite 806, de los 5 audios de RNV, a fin de ser difundidos a nivel nacional.

En tal sentido, se planea, dada la disponibilidad actual de un sistema de enlace microondas digital que opera en la banda de 7 y 13 GHz, del fabricante francés Alcatel-Lucent, el diseño de un enlace microondas digital fijo terrestre entre las sedes de RNV, ubicada en Chapellín, Distrito Capital, y la sede de VTV, ubicada en Los Ruices, municipio Sucre del Edo. Miranda, con un punto de repetición con línea de vista común a ambas locaciones terminales, en la estación Cerro El Volcán, ubicada en el municipio El Hatillo del estado Miranda con el objetivo de transportar las cinco señales de audio del sistema RNV (RNV-Informativa, RNV-Musical, RNV-Clásica, RNV-Activa y RNV-Informativa Táchira), desde la planta matriz de RNV, hasta el terminal de la Red Metropolitana Digital ubicado en el telepuerto de VTV, y así obtener una vía alterna de transporte para dichas señales de audio. El enlace proyectado está conformado por dos (02) vanos radioeléctricos que son, el

vano RNV-Volcán que operará en la banda de 13 GHz, y el vano Volcán – VTV, que operará en la banda de los 7 GHz.

Hay que destacar que, ambos sistemas están conformados por un equipamiento con tres requerimientos esenciales que son: radiofrecuencia, procesamiento de la información y energía eléctrica.

Se muestra a continuación, la tabla 12, con las fotos del equipamiento y la información técnica necesaria para que se cumplan los requerimientos de radiofrecuencia, eléctricos y de procesamiento de la información del sistema de respaldo.

Tabla 12: *Requerimientos técnicos para el sistema de respaldo*

REQUERIMIENTO DE RADIOFRECUENCIA	
UNIDADES DE RADIO INTERNA (IDU)	DESCRIPCIÓN
 	<p>El sistema de respaldo consta en cada estación de los siguientes equipos digitales:</p> <p>Dos (2) unidades de radios, de configuración (1+1), que significa que un radio funciona como unidad principal y la otra como respaldo.</p> <p>La capacidad de transmitir es modo Full duplex, es decir, que transmite y recibe simultáneamente.</p> <p>Adicionalmente, estos equipos utilizan la tecnología PDH, que significa que, funciona casi, pero no completamente sincronizada y permiten enviar varios canales sobre un mismo medio (Multiplexación por división de tiempo), definida por la Recomendación G.732 de la UIT-T, que se basa en 32 canales de 64 Kbps (8 bits muestreado a 8000) cada uno, donde dos de ellos (0 y 16) son reservados para la administración y señalización. Por ello, permite la transmisión de flujos de datos que están funcionando a la misma velocidad (bit rate) de 2048 Kbps, que equivale a E1, y dicho equipo posee cuatro tramas de E1.</p>
<p>Marca: Alcatel Lucent Modelo: AWY 9400 Fuente: Manual AWY9400 (2010)</p>	

UNIDAD DE RADIO EXTERNO (ODU)	DESCRIPCIÓN
	<p>Este sistema está constituido por dos (2) unidades de radios externas (ODU), que de igual manera como las internas, posee una principal y otra de extensión, es decir, de configuración (1+1), de la misma casa fabricante.</p> <p>Estos radios están unidos a la antena y uno de los sistemas, el de 7 GHz, posee una guía de onda rectangular, flexible, de 1 m de longitud, cada uno a una antena de microondas de 0.6 y 1.2 m de diámetro.</p> <p>Mientras que el otro sistema, el de 13 GHz, es full integrada, dado que, realiza la conexión de los dos radios externos (ODU's), a través de un divisor de potencia denominado acoplador, utilizando antenas de microondas entamboradas de 0.6m.</p>

COMPUTADOR PARA INTERFAZ PARA SUPERVISIÓN DEL SISTEMA	DESCRIPCIÓN
<p>Requerimientos básicos del equipo de computación requerido para realizar la interfaz y monitoreo son:</p> <p>CPU: Pentium III, 850 MHz</p> <p>Disco duro: 4 Gb</p> <p>Memoria RAM: 512 Mb</p> <p>Display: 1024 x 768 pixeles</p> <p>Primary Interface: Puerto serial RS-232</p> <p>Opcional Interface: Ethernet card (10/100 Mb/seg). Versión de Windows: Windows XP (WINDOWS hasta SP2), 2000, (WINDOWS hasta SP4).</p>	<p>Estos sistemas se configuran a través de una interfaz, un programa llamado 1320CT AWY Alcatel, que se debe instalar a una computadora conectada del puerto serie al radio interno principal, conector específico llamado ECT (DB9).</p>
REQUERIMIENTO DE PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN	
CODIFICADOR-DECODIFICADOR	DESCRIPCIÓN
	<p>Este equipo es un procesador de información, es decir, un codificador multicanal de audio, el cual procesa audio de alta fidelidad, datos, voz de carga útil en paquetes de información E1, mediante redes basadas en Protocolo de Internet (IP).</p> <p>Se posee dos equipos de codificación, de los cuales se colocará uno en Chapellin, y el otro en VTV, a fin de entregar los audios a la cabecera de la Red Metropolitana que administra REDTV.</p>
<p>Marca: APT Sound Connetions Modelo: WorldNet Oslo Fuente: Manual APT (2008)</p>	

REQUERIMIENTO ELECTRICO	
RECTIFICADOR	DESCRIPCIÓN
	<p>Los equipos digitales de microondas en cada estación, utilizan una alimentación eléctrica de -48 Voltios, y por ende, requiere equipos rectificadores de voltaje. Ambos sistemas, son para 13 y 7 GHz, RNV, Dichos equipos tienen una configuración de cuatro (04) módulos rectificadores de 48 V/ 800 W cada uno de ellos.</p> <p>Este sistema está respaldado por un banco de cuatro (04) baterías de 12 V a 38 Amperios/ hora cada una.</p> <p>Para la toma de 110 Voltios, se puede utilizar una regleta multitoma de seis (06) puertos de conexión, que tiene una conexión directa por línea con el tablero eléctrico principal.</p>
<p>Marca Eltek- Valere, Modelo Minipack</p>	
	
<p>Marca Eltek- Valere Modelo Smartpack,</p>	

Fuente: RNV (2017)

Inspecciones

Se realizaron gestiones con las empresas, directamente con los entes responsables e involucrados con la propuesta (REDTV, C.A., VTV, C.A. y CANTV), a fin de solicitar permisos de accesos a las diferentes instalaciones de telecomunicaciones.

La finalidad de las visita de inspección fue la de visualizar las condiciones de infraestructura existente en cada estación, en función de realizar una estimación inicial sobre los requerimientos de materiales de instalación, y proyección in situ del posicionamiento de equipamiento, dado que, se cuenta con el mismo, para la puesta en marcha del Sistema de Respaldo de microondas digital desde la sede de Radio Nacional de Venezuela, en Chapellin, hasta la sede de Venezolana de Televisión, en Los Ruices, con un punto de repetición en la estación cerro El Volcán, para el transporte de los cinco (05) audios matrices (RNV-Informativa, RNV-Clásica, RNV-Actival, RNV-Musical y RNV-Informativa Táchira) de RNV, a nivel local y Nacional.

Actividades Realizadas

Generales

Se verificaron las coordenadas geográficas de cada estación con equipo GPS en el lugar

Para la caseta:

- Se constató la línea de vista del sistema y se realizó un estudio de barrido en cada una de las estaciones del espectro radioeléctrico con las frecuencias solicitadas, verificando que se encuentren libres para su funcionamiento y solicitud de una concesión administrativa contentiva en el uso de espectro radioeléctrico al ente regulador.

- Se hizo un levantamiento planimétrico de la caseta y la torre para las estaciones de Chapellin y Volcán, para la estación de VTV, se realizó una memoria fotográfica.
- Se realizó levantamiento eléctrico de la caseta, verificación, respaldo energético y climatización.

Para la torre:

- Se verificó el espacio en torre para instalación del plato reflector.

Coordenadas geográficas de cada estación

Tabla 13: *Coordenadas Geográficas* de cada estación

COORDENADAS DE CADA ESTACIÓN		
Chapellin	Volcán	VTV
Lat 1° 3' 8" N	Lat 1° 2' 4" N	Lat 1° 9' 7"N
Lon 6° 2' 6"	Lon 6° 1' 5" W	Lon 06° 9' 4" O

Fuente: RNV (2012)

CASETA

Líneas de vista de los sitios del sistema

Se muestra a continuación dos ilustraciones con las Figuras de la 11 a la 14, donde se verifican que existe línea de vista, desde Chapellin – Volcán, Volcán-Chapellin y desde Volcán – VTV y VTV- Volcán.



Figura 11: Línea de vista desde la sede de RNV,
hacia el Volcán
Fuente: Autor (2017)



Figura 12 Línea de vista desde Volcán hacia RNV
Fuente: RNV 2015



Figura 13: Línea de vista desde Volcán - VTV
Fuente: RNV 2015



Figura 14: Línea de vista desde sede de VTV, hacia el Volcán
Fuente: Autor (2016)

Barrido espectral en cada una de las estaciones involucradas (Espectrometría)

Se muestra a continuación, los análisis de los barridos de frecuencias, realizado por el personal de REDTV y RNV, efectuados en las bandas de 7 y 13 GHz en cada una de las estaciones. En tal sentido, se realizó el barrido desde la sede RNV (La Florida) en dirección a la estación El Volcán (El Hatillo), desde la estación el Volcán hacia las sedes de RNV y VTV (Los Ruices) y desde la sede de VTV hacia la sede del Volcán.

Los equipos que se utilizaron para las mediciones de frecuencia en la banda de 13 GHz y de 7 GHz fueron los siguientes:

Analizador de espectro R&S FSH6 10 Mhz a 18 GHz.

Analizador de espectro Anritsu.

Antena tipo Horn R&S®HF907 y Cable Coaxial RG-214 HIFLEX.

Se muestra a continuación la Figura 15 y 16, la gráfica del mapa de los barridos realizados en los vanos Chapellin-Volcán / Volcán VTV y un resumen de los criterios usados en la espectrometría, tales como: centro de frecuencias, la polarización, las bandas, entre otros.

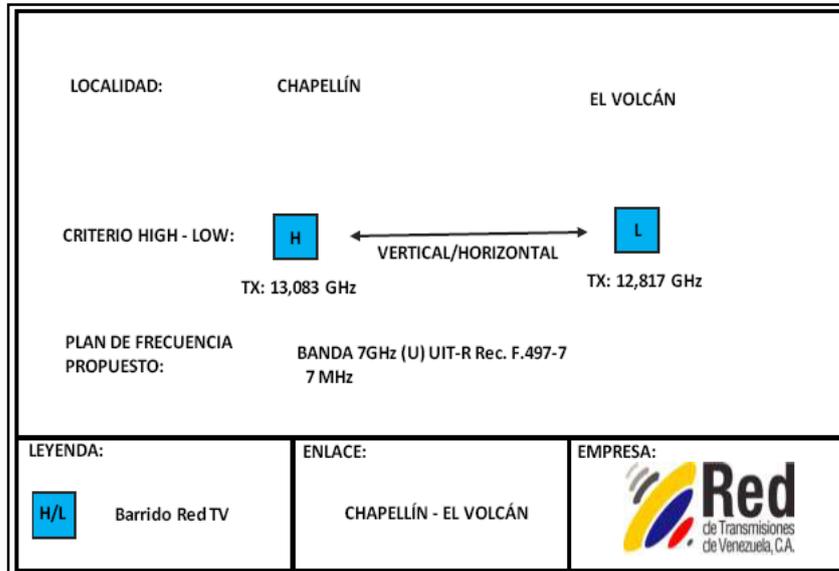


Figura 15: Mapa del barridos entre Chapellin- Volcán
Fuente: Redtv (2016)

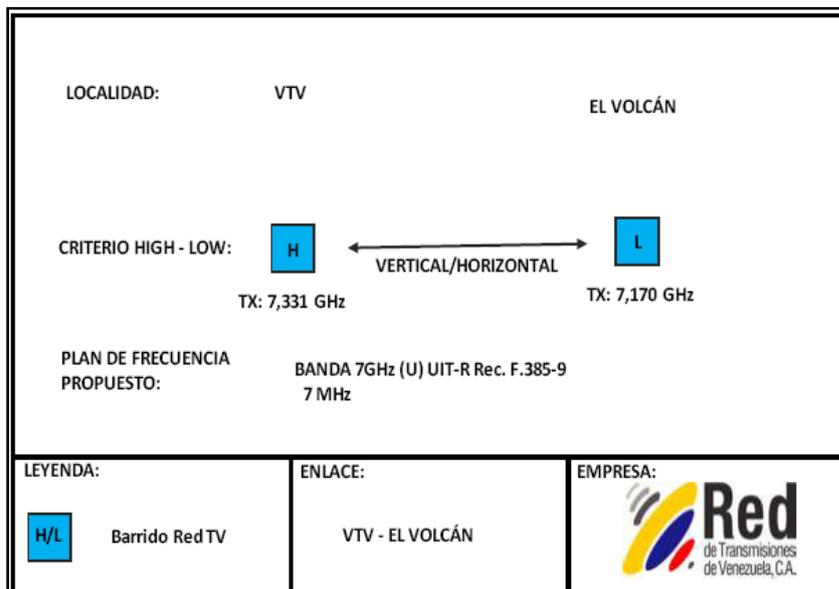


Figura 16: Mapa de los barridos entre VTV-Volcán
Fuente: Redtv (2016)

Calculo Isotrópico

En este apartado se presenta por cada una de las bandas estudiadas en cada estaciones, mostrando las Figuras de las 17 a la 20, las tablas de las señales detectadas al momento de la visita, producto del barrido realizado en cada estación.

Chapellín- Volcán 13 ghz.

Estación: Chapellin
 Banda: 13GHz
 Rec.ITU: UIT-RRRec.F.497-7
 Antena: HornR&SHF907
 Ganancia: 14dBi
 Cables: RG-214HIFLEX
 Pérdida: 1.9dB
 Analizador de espectro: R&S fsh610MHz a 18GHz
 Nivel de piso de ruido: -100dBm

			Nivel de señal medido (dBm)		BW de la señal (MHz)		Nivel de señal isotrópico (dBm)	
N°	Frec.(MHz)	Canal ITU	Pol. V	Pol. H	Pol. V	Pol. H	Pol. V	Pol. H
1	12817,5	10	-100,72	-100,50	0	0	-112,82	-112,60
2	13083,5	10'	-100,81	-101,15	0	0	-112,91	-113,25

Canalización UIT-RRRec.F.497-7AB =7	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'
	11'	12'	13'	14'	15'	16'	17'	18'	19'	20'

	Canal disponible
V, H ó V/H	Canal Ocupado
V*, H* ó V/H*	Ocupado parcial

Figura 17: Cálculo Isotrópico. Chapellin – Volcán
 Fuente: REDTV (2016)

VOLCÁN- CHAPELLÍN 13 GHz

Estación: ELVOLCÁN

Banda: 13GHz

Rec.ITU: UIT-RRec.F.497-7

Antena: HornR&SHF907

Ganancia: 14dBi

Cables: RG-214HIFLEX

Pérdida: 1.9dB

Analizador de espectro: R&S fsh610MHz a 18GHz

Nivel de pérdida de ruido: -96dBm

N°	Frec. (MHz)	Canal ITU	Nivel de señal medido (dBm)		BW de la señal (MHz)		Nivel de señal isotrópico (dBm)	
			Pol. V	Pol. H	Pol. V	Pol. H	Pol. V	Pol. H
1	12802	8+1,5 MHz	-95,38	-95,67	6	0	-83,28	-83,57
2	12872	15 a 22	-95,05	-95,16	27	36	-82,95	-83,06
3	12876	16 a 22	-95,05	-95,31	28	0	-82,95	-83,21
4	12969	28 a 35	-94,78	-95,66	60	0	-82,68	-83,56
5	13119	10' a 21'	-95,51	-95,31	66	69	-83,41	-83,21
6	13122	10' a 22'	-95,50	-95,27	72	71	-83,40	-83,17

Canalización UIT-R Rec. F. 497-7 AB = 7	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
									V		
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
					H*	H/V	H/V	H/V	H/V	H/V	
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
	H/V	V						V	V	V	
	31	32	33	34	35						
	V	V	V	V	V						
	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	
										H/V*	
	11'	12'	13'	14'	15'	16'	17'	18'	19'	20'	
	H/V										
	21'	22'	23'	24'	25'	26'	27'	28'	29'	30'	
	H/V										
31'	32'	33'	34'	35'							

	Canal disponible
V, H ó V/H	Canal Ocupado
V*, H* ó V/H*	Ocupado parcial

Figura 18 Cálculo Isotrópico. Volcán- Chapellin
Fuente: REDTV (2016)

VTV-EL VOLCÁN 7 GHz.

Estación: VTV
 Banda: 7L
 Rec.ITU: UIT-RRec.F.385-9
 Antena: HornR&SHF907
 Ganancia: 14dBi
 Cables: RG-214HIFLEX
 Pérdida: 3dB
 Analizador de espectro:R&Sfsh610MHz a 18GHz
 Nivel de piso de ruido: -103dBm

N°	Frec. (MHz)	Canal ITU	Nivel de señal medido (dBm)		BW de la señal (MHz)		Nivel de señal isotrópico (dBm)	
			Pol. V	Pol. H	Pol. V	Pol. H	Pol. V	Pol. H
1	7171	7	-94,99	-92,82	2	3	-107,09	-104,92
2	7182	9-2 MHz	-97,07	-93,49	0	5	-109,17	-105,59
3	7187	9+3 MHz	-92,28	-87,82	2	2	-104,38	-99,92
4	7220	14+1 MHz	96,63	92,45	3	1	108,73	104,55
5	7262	20+1 MHz	-95,37	-90,42	3	3	-107,47	-102,52
6	7286	1', 2' MHz	-77,56	-73,58	9	10	-89,66	-85,68
7	7297	2'-1MHz	-95,82	-94,08	0	3	-107,92	-106,18
8	7312	4'+2MHz	-95,2	-98,98	3	0	-107,3	-111,08
9	7316	5'-1 MHz	-97,99	-96	0	6	-110,09	-108,1
10	7355	10'+3 MHz	-95,32	-96,17	1	0	-107,46	-108,27
11	7356	11'-3 MHz	-95,36	95,4	0	4	-107,46	83,3
12	7398	15,16,17 MHz	-95,95	95,4	22	23	-108,05	83,3

UIT-R Rec. F. 385-9

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Canalización	[Green]						V/H	[Green]	H	V/H*	
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
UIT-R Rec. F. 385-9 AB=7	[Green]			V/H	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	V/H	
	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	
	V/H	V/H	[Green]	V	V	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	V/H	
	11'	12'	13'	14'	15'	16'	17'	18'	19'	20'	
	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	V/H	V/H	V/H	V/H	[Green]	V/H	

[Green]	Canal disponible
V, H ó V/H	Canal Ocupado
V*, H* ó V/H*	Ocupado parcial

Figura 19: Cálculo isotrópico. VTV- Volcán
Fuente: REDTV (2016)

VOLCÁN- VTV 7 GHz

Estación: ELVOLCAN
 Banda: 7L
 Rec.ITU: UIT-RRec.F.385-9
 Antena: HornR&SHF907
 Ganancia: 14dBi
 Cables: RG-214HIFLEX
 Pérdida: 3dB
 Analizadordeespectro:R&Sfsh610MHz a 18GHz
 Nivendepisoderuido: -93dBm

N°	Frec.(MHz)	Canal ITU	Niveldeseñalmedido(dBm)		BWdelaseñal(MHz)		Niveldeseñalisotrópico(dBm)	
			Pol. V	Pol. H	Po l. V	Pol. H	Pol. V	Pol. H
1	7129	1+1 MHz	-92,41	-92,41	6	6	-104,51	-104,51
2	7134	2+1MHz	91,08	-91,08	6	6	78,98	-103,18
3	7140	3+2 MHz	-89,93	-89,93	7	7	-102,03	-102,03
4	7182	9 +2 MHz	-91,97	-91,97	6	6	-104,07	-104,07
5	7188	10-3MHz	-91,53	-91,53	6	6	-103,63	-103,63
6	7198	11	-91,36	-91,36	6	6	-103,46	-103,46
7	7204	12 +1 MHz	-90,19	-92,19	6	6	-102,29	-104,29
8	7237	17-3,18,19MHz	-88,78	-84,96	27	27	-100,88	-97,06
9	7263	20+2MHz	-86,7	-87,57	11	11	-98,8	-99,67
10	7292	1'+3 MHz	-90,19	-93,2	8	0	-102,29	-105,3
11	7298	2'+2 MHz	-92,33	-92,33	0	3	-104,43	-104,43
12	7301	3'-2MHz	-91,96	-92,26	6	4	-104,06	-104,36
13	7313	4'+3 MHz	-90,04	-91,44	7	0	-102,14	-103,54
14	7318	5'+1 MHz	-92,66	-92,03	0	6	-104,76	-104,13
15	7340	8'+2MHz	-89,85	-89,85	0	9	-101,95	-101,95
16	7389	18,19 MHz	-91,63	-91,63	0	32	-103,73	-103,73
17	7422	20	-90,75	-90,44	6	32	-102,85	-102,54

CanalizaciónUIT-RRe c.F.385-9AB=7	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	V/H	V/H	V/H						V/H	V/H
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	V/H	V/H					V/H	V/H	V/H	V/H
	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'
V	V	V/H	V					H*		
11'	12'	13'	14'	15'	16'	17'	18'	19'	20'	

	Canal disponible
V, H ó V/H	Canal Ocupado
V*, H* ó V/H*	Ocupado parcial

Figura 20: Cálculo isotrópico. Volcán-VTV
Fuente: REDTV (2016)

Resultado del estudio barrido de las estaciones

Una vez finalizado el estudio de barridos, a través del cual se pudo determinar la cantidad de portadoras presentes en las bandas 13 GHz, en las localidades de Chapellín - Volcán, se obtuvo las siguientes conclusiones:

En la sede El Volcán, el canal 10 propuesto para el enlace El Volcán-Chapellín existe una portadora interferente en la frecuencia de recepción 12817,5 MHz en ambas polarizaciones (Vertical y Horizontal). Por consiguiente no se recomienda utilizar el canal 10.

Banda 13 GHz UIT-R Rec. F.497-7, AB= 7 MHz Canal 10 (Ocupado)

De acuerdo a lo anterior, se puede concluir que para el enlace El Volcán - Chapellín se pueden utilizar los siguientes canales: Banda 13 GHz Rec. F.497-7, AB= 7 MHz Canal 9.

En la sede VTV, el canal 7 propuesto para el enlace El Volcán-VTV existe una portadora interferente en la frecuencia de recepción 7.170 MHz en ambas polarizaciones (Vertical y Horizontal), mientras que en la estación El Volcán la frecuencia de recepción 7.331 MHz se observa una portadora adyacente que abarca la frecuencia central en la polarización horizontal. Por consiguiente no se recomienda utilizar el canal 7.

Banda 7 GHz (L) Rec. F.385-9, AB= 7 MHz Canal 7 (Ocupado) (No disponible la frecuencia 7.170 MHz en VTV).

De acuerdo a lo anterior, se puede concluir que para el enlace El Volcán - VTV se pueden utilizar los siguientes canales:

Banda 7 GHz (L) Rec. F.385-9, AB= 7 MHz Canal 6.

Banda 7 GHz (L) Rec. F.385-9, AB= 7 MHz Canal 13.

Levantamiento Planimétrico

Luego de realizar una inspección en cada estación, se elaboró el levantamiento planimétrico del área donde van a ser instalados los equipos internos y el lugar para instalar en torre los componentes del sistema radiante, con apoyo de personal especializado en dibujo técnico de RNV, se presenta a continuación la Figura 21, con los planos del Master Azotea, para la ubicación propuesta para la instalación de los equipos del respaldo, en el rack de microondas APT donde se encuentra el sistema principal, y para colocar el mástil para el sistema radiante, el cual se encuentra identificado en el plano de la Figura 22, que se puede ubicar con el número 24, en la sede de RNV, Chapellin.

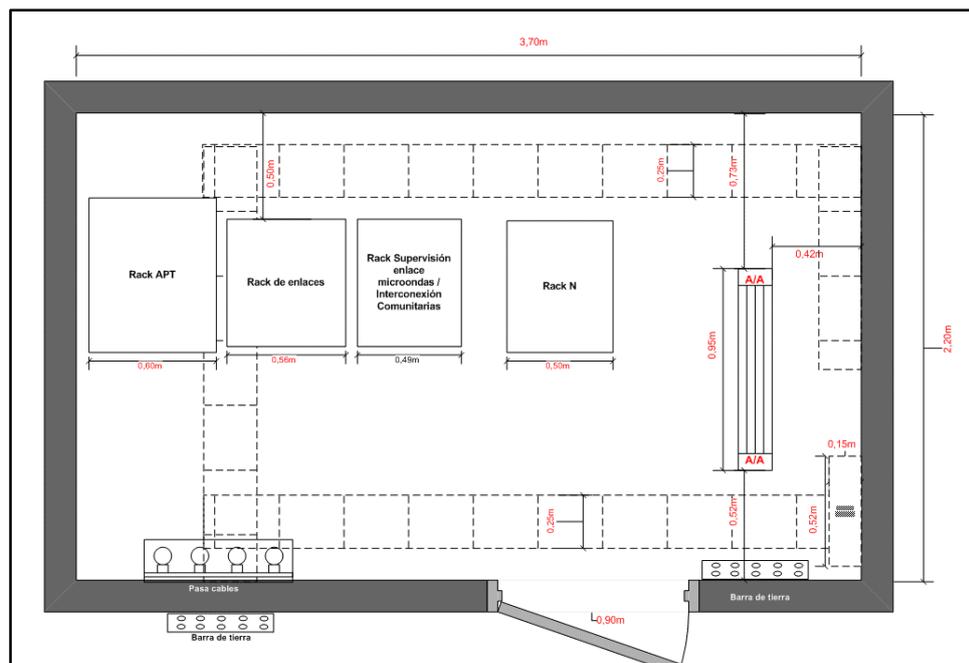


Figura 21: Levantamiento Planimétrico Master Azotea en Chapellin
Fuente: RNV 2015

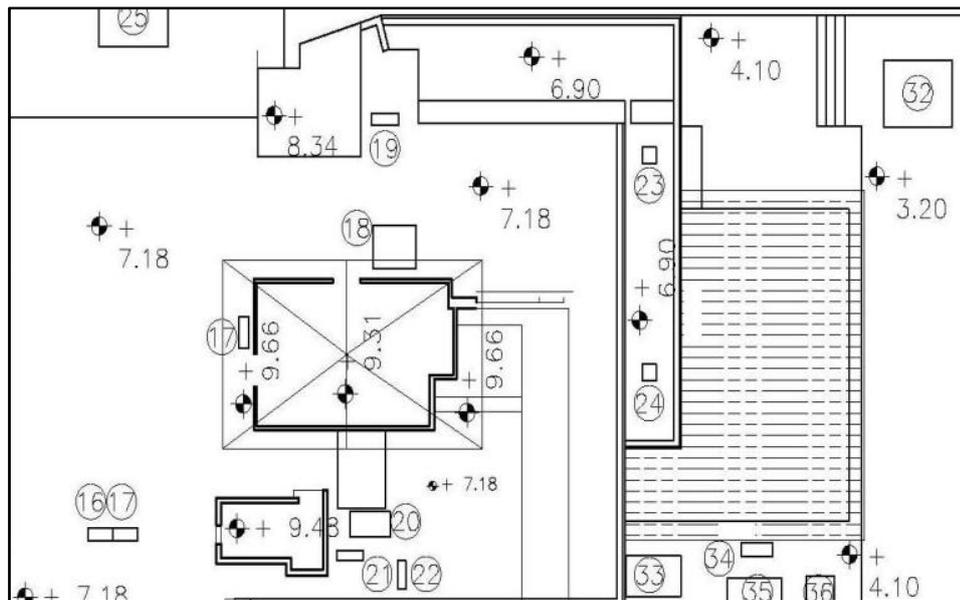


Figura 22: Plano del Máster azotea y la ubicación del mástil en RNV-Chapellin

Fuente: RNV (2015)

Levantamiento planimétrico del Volcán

En la Figura 23, se presenta el plano de la caseta de VIVE, administrada por REDTV y la Figura 24, muestra el plano de la caseta y de la torre de comunicaciones de CANTV.

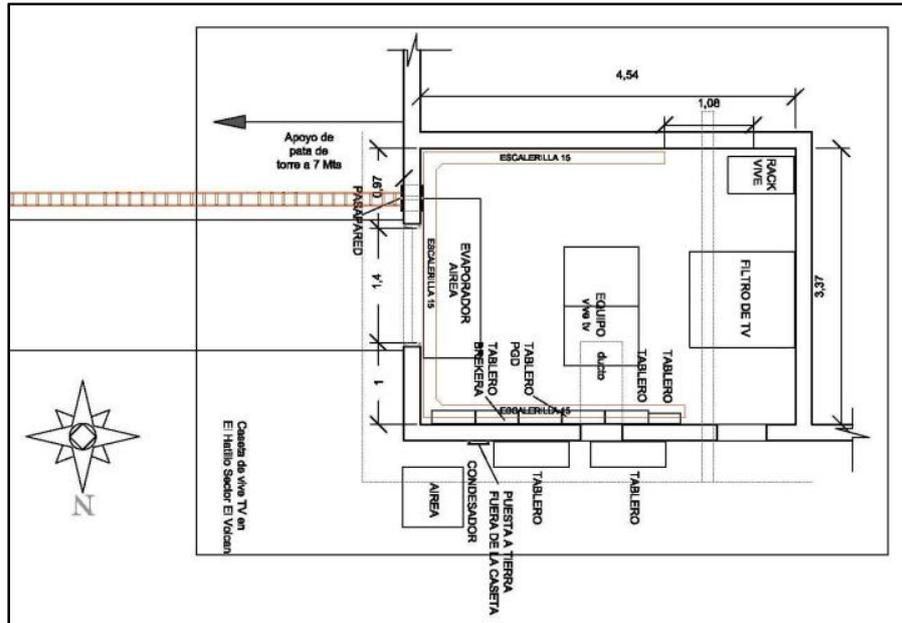


Figura 23: Plano de la ubicación de la caseta del Volcán
Fuente: RNV (2016)

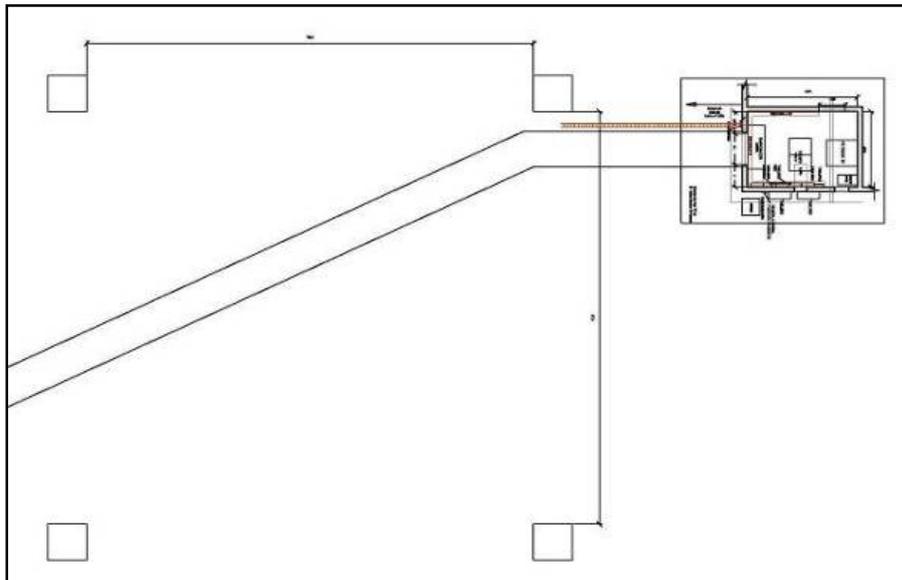


Figura 24: Plano de la ubicación de la caseta y la torre (Volcán)
Fuente: RNV (2016)

A continuación se muestra la memoria fotográfica de los espacios en VTV para la ubicación del equipamiento del sistema de respaldo, en dicha estación; en la Figura 25, muestra el recorrido de la línea en el patio de antenas de VTV.

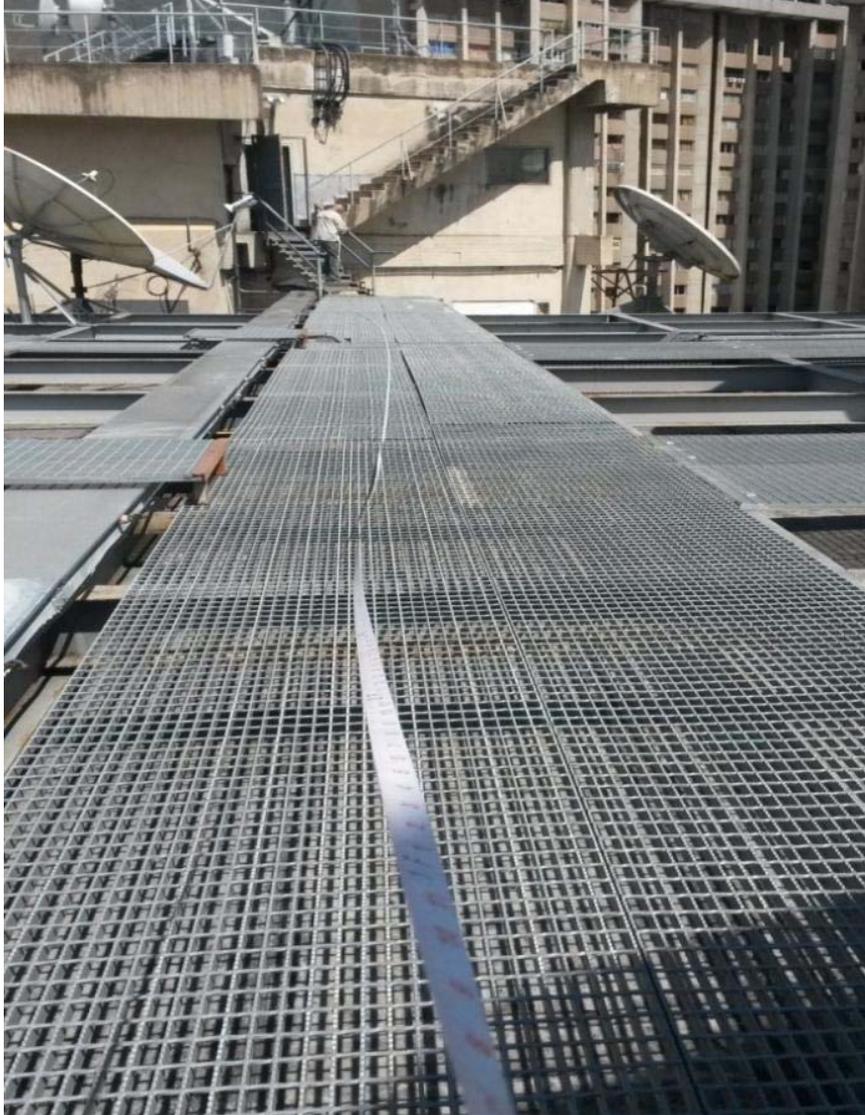


Figura 25: Recorrido de la línea patio de antenas de VTV

Fuente: RNV (2016)

En la Figura 26, muestra el espacio del rack que fue asignado para la instalación de los radios internos, en el telepuerto de VTV



Figura 26: Foto de inspección telepuerto de VTV

Fuente: RNV (2016)

Levantamiento eléctrico de las estaciones

Se realizó inspección en las estaciones, para levantamiento eléctrico con personal especializado en el área. Se presenta a continuación el detalle de dicha inspección

Chapellin

- Hay disponibilidad en tablero principal para la instalación de otros Breakers, en las posiciones 2, 3 y 34 solo con fase para 110 Voltios. Para éste sistema se requiere instalar dos (2) breakers 1x20.
- La instalación del equipamiento del sistema de Respaldo va a ser ubicado físicamente el rack de Microondas del sistema principal de

transporte de los audios hacia la estación de Mecedores, y por ende va a compartir el equipo rectificador que da la corriente continua de - 48V, mas el sistema de respaldo de las baterías.

- En la sede de RNV, C.A., y que incluye para el Master Azotea, se cuenta una Planta eléctrica de respaldo, marca Smatic de 450 KVA
- La caseta cuenta con escalerillas para la canalización de los cables eléctricos y/o líneas de transmisión, de las cuales tiene espacio justo que puede ser utilizado.
- La caseta cuenta con una barra de tierra interna y externa.
- Se cuenta con un aire acondicionado de 2 toneladas, de 24000 btu que funciona adecuadamente para toda la sala.

Volcán

- La sala de la caseta VIVE TV, posee un tablero principal, comprendido por un interruptor Principal de 250 A de 3 polos, los cuales distribuyen las cargas en iluminación caseta, iluminación emergencia, iluminación obstrucción, tomas, A/A de la sala, supresor y tomacorrientes.
- La caseta cuenta con una planta eléctrica marca STAMFORD, en caso de cortes del suministro a través de un panel de transferencia (*transfer*) automático. Dicha planta se encuentra trabajando satisfactoriamente.
- La caseta cuenta con escalerillas para la canalización de los cables eléctricos y/o líneas de transmisión, las cuales tienen espacio de reserva que puede ser utilizado.
- La caseta cuenta con dos barras de tierra, una interna y otra externa.
- Se cuenta con un aire acondicionado de 5 toneladas que funciona adecuadamente para toda la sala.

- Se muestra a continuación la Figura 27, del diagrama unifilar de la estación el Volcán

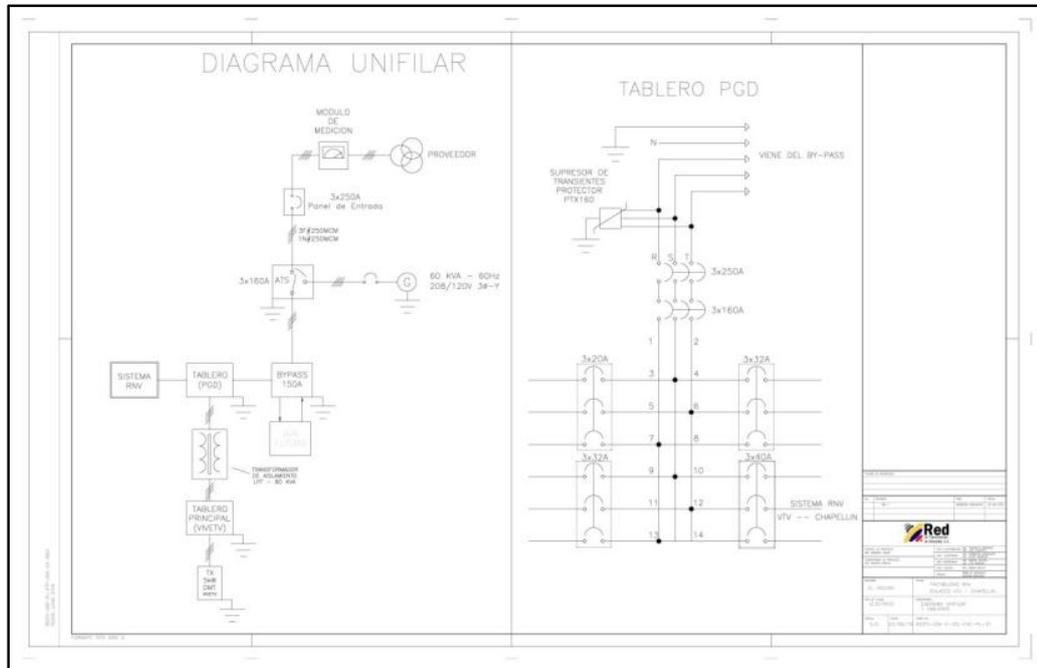


Figura 27: Diagrama unifilar de la Estación el Volcán
Fuente: REDTV (2016)

VTV

- Existe un tablero secundario que se puede tener acceso para la instalación del equipamiento
- En ese tablero no existe suministro de respaldo energético, por lo que se va a evaluar esta colocación.
- La caseta cuenta con dos barras de tierra, una interna y otra externa.
- Se cuenta con aire acondicionado de 18 toneladas, que funciona adecuadamente en la sala.

Torre de Comunicaciones

Para Chapellin, se proyecta construir una base de cemento de 40x40, con piezas para la fijación de 3 vientos, para el arriostramiento vertical de un mástil ubicado en el N° 24 del plano de la azotea. Esta actividad se puede realizar sin novedad, dado que, hay disponibilidad de todos los materiales y del mástil.

En la estación el Volcán, se realizó una inspección, donde se constató espacio disponible en la torre de comunicaciones de CANTV, para los dos enlaces Volcán-Chapellin/ Volcán- VTV, dado que, la empresa REDTV, C.A., motivado a la instalación del sistema TDA, incluyó el sistema de respaldo de RNV, en el estudio de cargas de la torre, en el año 2013. En la Figura 28, se muestran los enlaces de Volcán – RNV – Estudios y Volcán – RNV- VTV, en los números 6 y 7, a 15 y 28m respectivamente. En consecuencia, dadas las conversaciones con CANTV, fue autorizada la instalación del Sistema Radiante en la torre de comunicaciones de la referida empresa, en dicha estación.

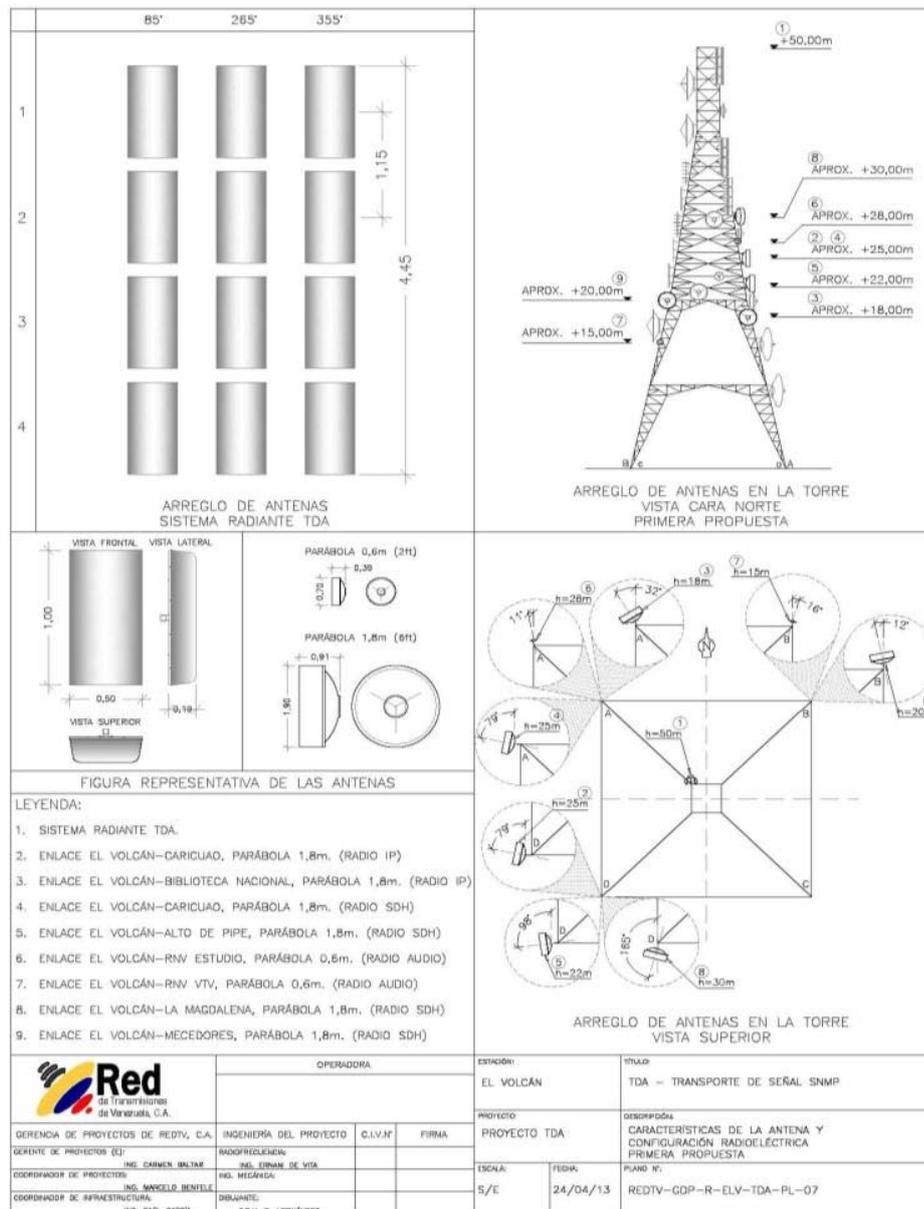


Figura 28: Estudio de cargas de la torre de comunicaciones de CANTV, Fuente: REDTV (2013)

- Para la estación de VTV, se estableció y autorizó la disposición del enlace VTV-Volcán, en el extremo sur del patio de antenas, proyectando la instalación del enlace en un mástil y la estructura de

fijación del mismo, se muestra a continuación, en la Figura 29, con dicha información.

■

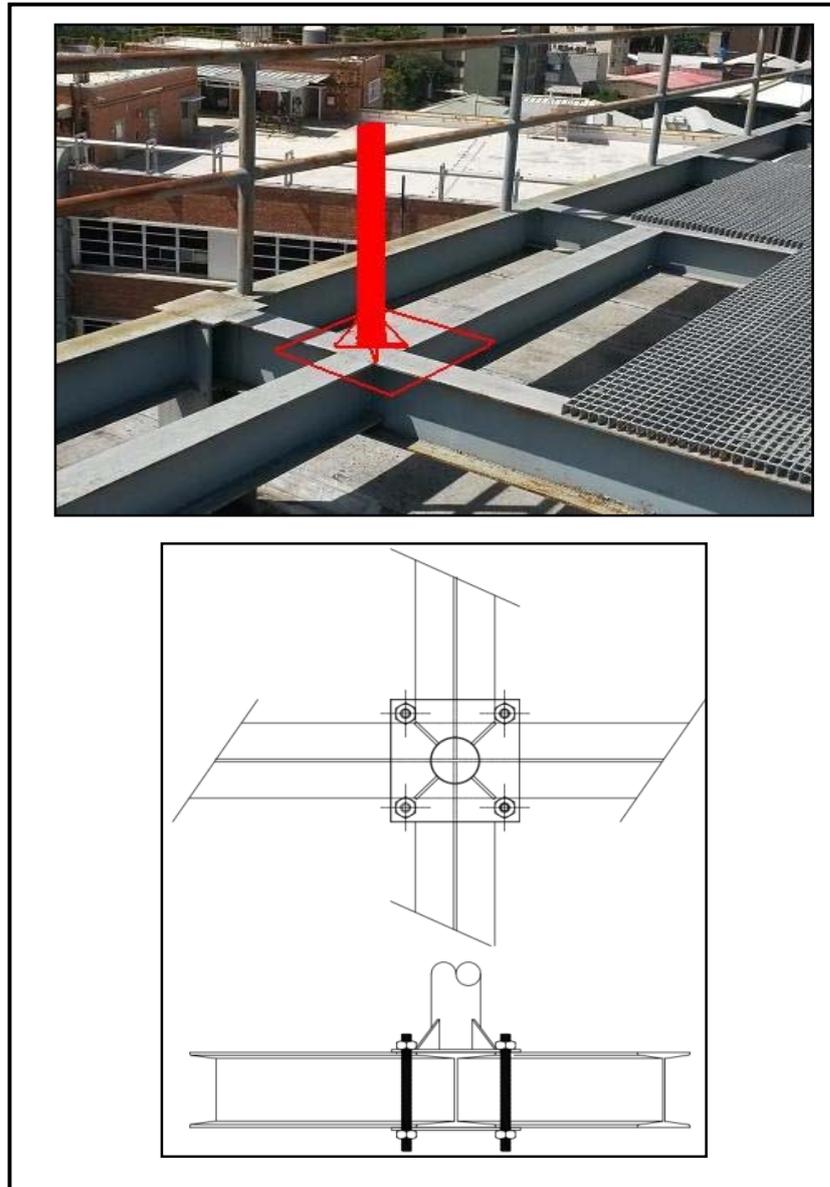


Figura 29: Proyección de la ubicación y la estructura para la fijación del mástil
Fuente: RNV (2016)

Materiales e Insumos

Se presenta a continuación la Tabla 14, con la lista de materiales y consumibles, requeridos para la instalación en cada estación, a fin de proceder a la solicitud de requisición correspondiente para la adquisición de dichos materiales

Tabla 14: Listado de materiales e insumos para las tres (3) estaciones

ELEMENTOS	ACTIVIDADES	MATERIALES	DESCRIPCION	CANTIDAD CHAPELLIN	CANTIDAD VOLCAN	CANTIDAD VTV	TOTAL	UNIDAD	
RACK	FIJACION DEL RACK	RAMPLUG	#10		30		30	UNIDAD	
	TORNILLOS	TOR 20 c/u	3/16 5/16 7/16			60	60	UNIDAD	
	Barra de tierra	TGB	TGB del rack		1		1	UNIDAD	
	FIJAR REGLETA DE 110 V con una línea de alimentación directa hacia el tablero principal de la caseta.	REGLETA	MULTITOMA		1	1	1	2	UNIDAD
		CABLE ST-4X12		4 CABLES #12		15		15	METROS
		CABLE ST-3X14		3 CABLES #14			20	20	METROS
		CORDON AC					1	1	METROS
		CONECTOR Y				4	4	8	UNIDAD
	BORNERA				1	1	2	UNIDAD	
Instalación de Equipos	Para instalar distribuidor E1	Conector BNC		4	4	4	8	UNIDAD	
	Cable RG59			1	1	1	3	METROS	
		BALUM		1	1	1	3	UNIDAD	
INSTALACION DE PUESTA A TIERRA ELECTRONICA EN LA CASETA	INSTALAR LA MGB	MGB			1		1	UNIDAD	
		ARANDELAS PLANAS 3/8"			10	60	70	UNIDAD	
		ARANDELAS PRESION 3/8"			10	60	70	UNIDAD	
		TORNILLOS	#10		10		10	UNIDAD	
		CONECTOR DE ARO			36	18	54	UNIDAD	
		TUERCAS 3/8"				10	120	130	UNIDAD

ELEMENTOS	ACTIVIDADES	MATERIALES	DESCRIPCION	CANTIDAD CHAPELLIN	CANTIDAD VOLCAN	CANTIDAD VTV	TOTAL	UNIDAD	
INSTALACION DE PUESTA A TIERRA ELECTRONICA EN LA CASETA	FIJACION CANALIZACIÓN	CABLE 2/0 ó 1/0			6		6	METROS	
		EMT 3/4	TUBOS 3/4		5		5	UNIDAD	
			ANILLOS		4		4	UNIDAD	
			CONECTORES		6		6	UNIDAD	
			CAJAS 4X2		2		2	UNIDAD	
		PVC 3/4	TUBOS 3/4		2		2	UNIDAD	
CURVAS 3/4			4		4	UNIDAD			
LINEA DE TX	LINEA VOLCÁN CHAPELLIN	RG213		35			335	METROS	
	LINEA VOLCÁN VTV	RG213			100				
	TENDIDO LINEA VTV	RG213				200			
INSUMOS VARIOS	CABLE PUESTA A TIERRA DE LA LINEA	#6		30	150	25	205	METROS	
		#12		5	5	8	18	METROS	
	CONECTOR N			4	4	4	12	UNIDAD	
	CANALIZACION DE LA LINEA DE TX EN EL PATIO DE ANTENAS HASTA LA CANALIZACION VTV	TUBOS EMT 2"					4	4	UNIDAD
		ANILLOS EMT 2"					8	8	UNIDAD
		CONECTOR					1	1	UNIDAD
		HEAD IN THRU					2	2	UNIDAD
		CABEZOTES					1	1	UNIDAD
FIJACION DE RADIOS Y ANTENAS	ANTENA	SOPORTE DE 4" CON 2 ATAQUES		2	4	2	6	UNIDAD	
		TUBOS GALVANIZ.		1		1	1	UNIDAD	
		ABRAZADERAS	#3/4	10	20	10	30	UNIDAD	
		MASTIL 2M	4"			1	1	UNIDAD	

ELEMENTOS	ACTIVIDADES	MATERIALES	DESCRIPCION	CANTIDAD CHAPELLIN	CANTIDAD VOLCAN	CANTIDAD VTV	TOTAL	UNIDAD
VARIOS	VARIOS	RAWPLUG	1/2"	20	100	100	200	UNIDAD
		SOPORTE D CELDA		2	2	2	4	UNIDAD
		TIE WRAP'S	10"	50	100	100	200	UNIDAD
		TORNILLOS 3/16"	3/16"			4	4	UNIDAD
		ABRAZADERAS	#3/4"		20		20	UNIDAD
		ABRAZADERAS	2"			14	14	UNIDAD
		ABRAZADERAS	4"			4	4	UNIDAD
		TORNILL.Y TUERC	2"	14		14	14	UNIDAD
		BARRA ROSCADA	3/8	4		6	6	UNIDAD
		VULCANIZANTE		2	2	2	4	UNIDAD
		TAPE ELECTRICO		2	2	2	4	UNIDAD
		SUJECION				30	30	UNIDAD
		ELECTRODOS		5			0	KILOS
		TENSORES		10			0	UNIDAD
		GUARDACABOS		10			0	UNIDAD
		PERNOS		10			0	UNIDAD
		GRILLETE		10			0	UNIDAD
		BREAK BIFAS.2 P	HQC 10 AMP	1			1	1
BREAKER BIFAS 2 P	TERMOMAG.10AMP			1		1	UNIDAD	

Fuente: RNV (2016)

OBJETIVO 2

Evaluar la factibilidad técnica del sistema de respaldo para el transporte de señales de RNV, C.A.

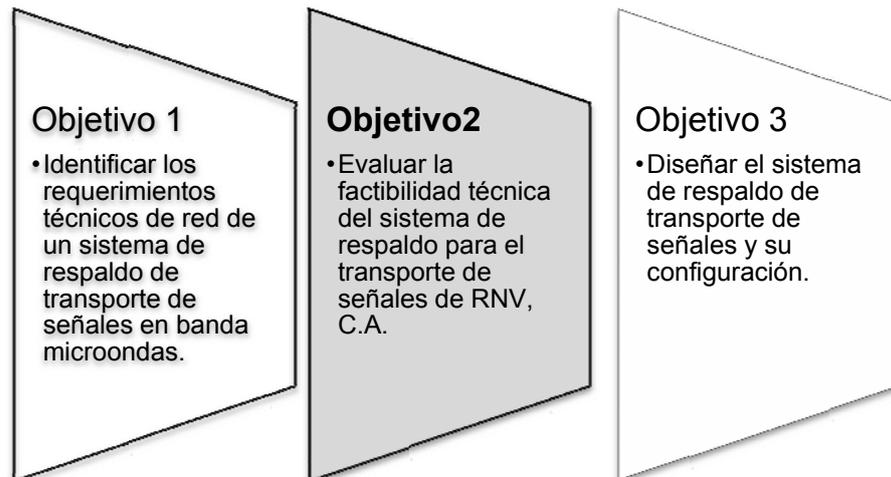


Figura 30: Gráfico de los objetivos específicos del sistema de respaldo
Fuente: Autor 2017

El objetivo específicos 2 se subdivide en dos pasos, que son los siguientes:

Paso 1: Evaluación de factibilidad

Paso 2: Elaborar la simulación del presupuesto del enlace utilizando el software RadioMobile a fin de presentar proyecto técnico de CONATEL

Evaluación de factibilidad

Elaboración de simulación presupuesto del enlace

De la misma manera, para que el proyecto propuesto sea viable, se debe realizar una estimación teórica y simulada, utilizando el software Radio

Mobile, de los parámetros básicos funcionales de los sitios del radioenlace microondas Chapellin – Volcán y Volcán – VTV.

La finalidad dicha estimación es la de presentarle al ente regulador CONATEL, el proyecto técnico viable del sistema, como parte de los recaudos que se deben consignar, como por ejemplo el proyecto legal y económico, para la obtención de una Habilitación General con el atributo de Transporte y un título de Concesión, para la explotación y uso de la sección del espectro radioeléctrico necesario para la operación del sistema. En la página web de CONATEL, se encuentran dichos recaudos de transporte. Fuente: <http://www.conatel.gob.ve/telecomunicaciones-2/>.

La presente investigación, solo se va a limitar a proveer el proyecto técnico de CONATEL, debido a que, es lo que concierne a la Gerencia General de Ingeniería para llevar a cabo la factibilidad técnica del Sistema de Respaldo de los Audios de RNV, C.A.

Estimación Teórica de los Parámetros Básicos Funcionales de los Vanos del Radioenlace Microondas RNV-VTV

Todos los cálculos se realizaron tomando como referencia la frecuencia central del radioenlace en cuestión, siguiendo la normativa vigente dictada por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), para las bandas de frecuencia que se trabajan en este caso, que son la de 7 GHz y la de 13 GHz. Los cálculos de los parámetros operativos de cada uno de los dos vanos del radioenlace microondas RNV- VTV, son los expuestos a continuación

VANO CHAPELLÍN-VOLCÁN

Longitud del vano = 9,69 Km

Coordenadas de las locaciones terminales

Chapellín (RNV)

Latitud = 1° 2' 4" N

Longitud = 01° 2' ,50"

Altitud = 998,66 MSN

El Volcán

Latitud = 1° 2' 4"

Longitud = 6° 1' 5" O

Altitud = 1.466 MSN

Plan de Frecuencias

Chapellin → Volcán = 13.083,50 MHz

Volcán → Chapellin = 12.817, 50 MHz

Frecuencia central (Fc) (tomando en consideración la recomendación ITU-R F. 497-7)

Fc = 12.950, 50 MHz

Características principales de los equipos a utilizarse

Equipo de Radio (Transmisor-Receptor)

Fabricante: Alcatel- Lucent (Francia).

Modelo: AWY9413 (Indoor- Outdoor)

Potencia de transmisión: 24 dBm (0,25 W).

Umbral de recepción: - 93 dBm.

Modulación: 4 QAM.

Antena

Fabricante: *Radio Frequency System* (RFS), (Alemania).

Modelo: SP2 127B (Full Integrada), (Utiliza Acoplador de RF, en lugar de Guía de Onda).

Diámetro: 0,60 metros

Ganancia: 35,70 dBi

Pérdida de línea de transmisión= 0,33

Pérdidas características de transmisión y recepción (LTx y LRx)

L Filtro = 2 dB

L Circulador = 0,25dB

L Conectores = 0,60 dB

L Antena = 0,70 dB

L Alimentación = 1 dB

L Línea de transmisión (L LT)= 0,33 dB

L Alimentadores = 1,60 dB

L adicionales en transmisión = 0,70 dB

L adicionales en recepción = 0,20 dB

Lo = Otras pérdidas

Lo Tx = 2, 30 dB

Lo Rx = 1, 80 dB

Lb = Pérdidas del circuito Branching

$L_b = L_{\text{Filtro}} + L_{\text{Circulador}} = 2 + 0,25 = \mathbf{2,25 \text{ dB}}$

Pérdida en el sistema de transmisión (LTx)

$LT_x = L_b + L_{\text{Antena}} + L_{\text{Conectores}} + L_{\text{LT}}$

$LT_x = 2,25 + 0,70 + 0,60 + 0,33 = 3,88 \text{ dB}$

Pérdida en el sistema de recepción (LRx)

$LR_x = L_b + L_{\text{Antena}} + L_{\text{Conectores}} + L_{\text{LT}}$

$L_{R_x} = 2,25 + 0,70 + 0,60 + 0,33 = 3,88 \text{ dB}$

Pérdidas en el espacio libre (Lfs)

$$Lfs = 20 \log \left(\frac{4\pi d}{\lambda} \right) =$$

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 * 10^8 m/s}{12950 * 10^6 1/s} = 0,02316 \text{ metros}$$

Cuando la frecuencia se expresa en MHz y la distancia en km

$$Lfs_{(dB)} = 20 \log \frac{4\pi(10)^6(10)^3}{3 * 10^8} + 20 \log f_{(MHz)} + 20 \log D_{(km)} =$$

$$Lfs_{(dB)} = 32.4 + 20 \log f_{(MHz)} + 20 \log D_{(km)}$$

$$Lfs \text{ (dB)} = 32.4 + 20 \log(12950,50) + 20 \log(9,70) = 134,38 \text{ dB}$$

Pérdidas totales del vano Chapellin- Volcán (LT)

$$LT = LT_x + LR_x + LFs = 3,88 + 3,88 + 134,38 = 142,14 \text{ dB}$$

Potencia Radiada (PR)

$$PR = PT_x - LT_x + GT_x$$

$$PR = 24 - 3,88 + 35,70 = 55,82 \text{ dBm}$$

$$55,82 \text{ dBm} = 25,82 \text{ dBw}$$

Potencia de recepción (PRx)

$$PR_x = PT_x + GT_x + GR_x - LT$$

$$PR_x = 24 + 35,70 + 35,70 - 142,14 = -46,74 \text{ dBm}$$

$$-46,74 \text{ dBm} = -76,74 \text{ dBw}$$

Margen Bruto de Desvanecimiento (MB)

$$\text{Umbral de recepción (Th)} = -93 \text{ dBm}$$

$$MB = PR_x - Th = -46,74 \text{ dBm} - (-93 \text{ dBm}) = 46,26 \text{ dB}$$

Indisponibilidad por propagación según Barnet - Vigants (Up %)

$$Up \% = a \times b \times 6 \times 10^{-5} \times F \times d^3 \times 10^{\frac{MB}{10}}$$

Nota: Al igual que para el vano Volcán-VTV, se asumen valores para

$$a = 1 \text{ y } b = \frac{1}{4}.$$

$$U_p\% = 1 * 0,25 * 6 * 10^{-5} * 12,95 * (9,69^3) * 10$$

$$U_p \% = 1,77 \%$$

Disponibilidad del enlace según la ecuación de Barnett – Vigants (δ)

$$\delta = [1 - 10^{30 \log(d) + 10 \log(6abf) - MB - \frac{70}{10}}] \times 100$$

$$\delta = 99,999 \%$$

Estimación del radio de la primera zona de Fresnel

$$r = 17,32 \times \left(\sqrt{\frac{d}{4f}} \right) = 7,50 \text{ m}$$

$$r (60 \%) = 10,40 \times \left(\frac{d}{4f} \right) = 1,95 \text{ m}$$

El valor relativamente bajo del radio de la primera zona de Fresnel que concentra el 60 % de la densidad de potencia del radioenlace Chapellin . Volcán, sugiere que éste enlace es completamente directivo.

Nota: Para frecuencias operativas superiores a los 10 GHz, es necesario estimar atenuaciones adicionales por lluvia, vegetación y vapores y gases atmosféricos. Tal es el caso del vano radioeléctrico Chapellin – Volcán, dado que su frecuencia central es 12,95 GHz, en consecuencia, se debe calcular estas atenuaciones adicionales para este vano. A continuación se exponen los resultados.

Atenuación por lluvia (A_a), (tomando en consideración la recomendación ITU- R P530-15)

Se asume polaridad horizontal para este vano, es decir, la configuración física de la antena al momento de su instalación, quedará de tal forma, que el frente de onda del campo eléctrico de la señal radiada por la misma, se propagará en sentido horizontal. La antena que posee el sistema permite

este tipo de arreglo de la polarización deseada para el frente de ondas electromagnético radiado. Para la estimación teórica de la atenuación específica por lluvia en un vano radioeléctrico con frecuencia operativa superior a los 10 GHz, se utiliza una herramienta estadística, dada por las constantes α y k , que se denominan coeficientes de regresión para estimación de atenuación específica por lluvia en las que se asume para el vano una polarización horizontal o vertical a discreción del diseño del mismo. Estos coeficientes se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 15: Coeficientes de regresión para estimación de atenuación específica por lluvia

Frecuencia (GHz)	Polarización horizontal		Polarización vertical	
	k	α	k	α
6	0,00175	1,308	0,00155	1,265
8	0,00454	1,327	0,00395	1,310
10	0,0101	1,276	0,00887	1,264
20	0,0751	1,099	0,0691	1,065
30	0,187	1,021	0,167	1,000
40	0,350	0,939	0,310	0,929
60	0,707	0,826	0,642	0,824
100	1,12	0,743	1,06	0,744

Fuente: www.radioenlaces.es

Dado que la frecuencia central es 12,95 GHz, es preciso obtener el valor de KH por interpolación, en cuyo caso su valor es aproximadamente de 0,0239. De esta forma se obtiene un valor para α de 1,1944. Es preciso recordar que estos valores son aproximados, dado que, este tipo de atenuaciones representan estimaciones estadísticas. Por otra parte, es necesario contar con información estadística referente a la pluviosidad del sitio donde se establecerá el radioenlace, en un periodo, basado en la observación. Por lo general esa data es obtenida de información de algún organismo con

competencia en la materia, que para el caso de Venezuela es el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMEH), adscrito al Ministerio del Poder Popular para el Ambiente. La estimación se realiza sobre el valor pico de pluviosidad en el periodo de un año para la zona en la que será establecido el radioenlace, en éste caso, la ciudad de Caracas. Luego de la recolección de la data de interés y de la realización de los cálculos correspondientes, los resultados para la atenuación específica por lluvia para el vano Chapellin- Volcán, son los expuestos a continuación:

$$A_a = \gamma \times l_{ef}$$

$$\gamma = (0,0239) \times (31,38)^{1,1944} = 1,4655 \frac{dB}{Km}$$

$$d_o = 35e^{-0,015R} = 21,859 \approx 21,86 \text{ Km}$$

$$l_{ef} = \frac{d}{1 + \frac{d}{d_o}} = 6,319 \approx 6,32 \text{ Km}$$

$$A_a = \gamma \times l_{ef} = 9,258 \approx \mathbf{9,26 \text{ dB}}$$

Atenuación por gases y vapores atmosféricos (Aav)

Para la estimación de la atenuación específica por gases y vapores atmosféricos, se toma en consideración lo expuesto en la recomendación ITU R P.676-7. Dicha recomendación establece lo siguiente:

$$A_{av} = \gamma_a \times d$$

$$\gamma_a = \gamma_o + \gamma_w$$

Para la banda de 13 GHz, la recomendación ITU R P.676-7, establece lo siguiente:

$$\gamma_o = 0,02 \frac{dB}{km} \text{ y } \gamma_w = 0,08 \frac{dB}{Km}; \text{ con lo que se obtiene:}$$

$$\gamma_a = 0,02 + 0,08 = 0,1 \frac{dB}{Km}; \text{ en consecuencia, se tiene:}$$

$$A_{av} = 0,889 \approx \mathbf{0,90 \text{ dB}}$$

Atenuación por vegetación (Aev)

La estimación de la atenuación específica por vegetación, se realiza tomando en consideración lo establecido en la recomendación ITU-RP.833-4. Dicha recomendación establece la siguiente ecuación para la estimación de la atenuación específica por vegetación en radioenlaces con frecuencias operativas superiores a 10 GHz:

$$A_{ev} = A_m \times \left[1 - e^{-\frac{d}{A_m}} \right], \text{ en donde:}$$

d = longitud del trayecto dentro de la zona boscosa del radioenlace, se expresa en metros. En el vano radioeléctrico RNV- Volcán, el trayecto boscoso, en el que se encuentra ubicada la estación repetidora de El Volcán, tiene una longitud estimada de 1.750 metros.

γ = atenuación específica para trayectos en vegetación muy cortos, se mide en dB/m y su valor se obtiene de la siguiente gráfica, en la Figura 31:

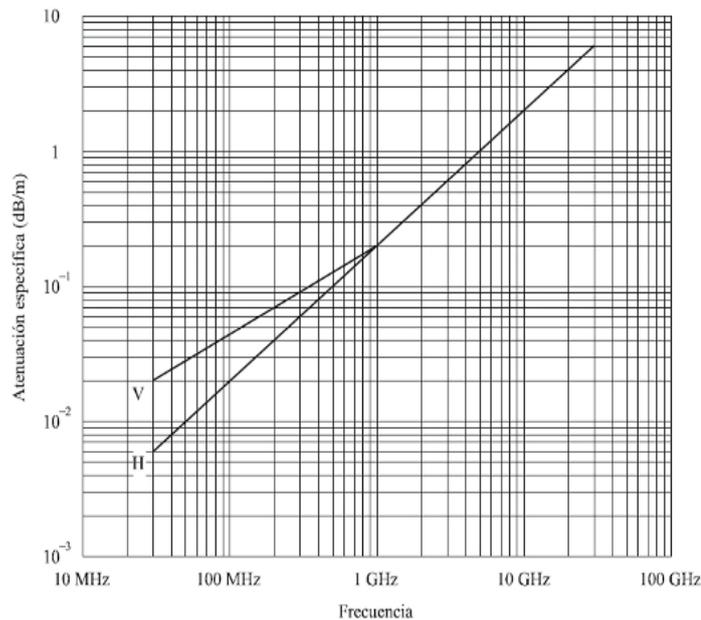


Figura 31: Gráfica para la estimación de la atenuación zona boscosa
Fuente: www.radioenlaces.es.

Al realizarse una aproximación gráfica del valor de γ para la banda de 13 GHz,

Se obtiene un valor de $\gamma = 2,50$ dB/m.

A_m = Atenuación máxima cuando un terminal está dentro de una zona de vegetación de un tipo y profundidad específicos, se mide en dB.

La misma recomendación establece que A_m se calcula mediante la ecuación:

$$A_m = 0,18 \times f^{0,752}$$

Para el vano Chapellin - Volcán, A_m tiene un valor de **1, 235 dB**.

Luego al sustituir los valores en la ecuación general de estimación de la atenuación específica por vegetación, se obtiene el valor:

$$A_{ev} = \mathbf{1, 235 \text{ dB}}$$

Se muestra a continuación la Figura 32, en donde se detalla el estudio del perfil del radioenlace Chapellin-Volcán, utilizando la aplicación de Excel, y datos del programa de simulación de *Radiomobile*.

Frecuencia: 12817,5 - 13083,5		ESTUDIO DE PERFIL ENLACE CHAPELLIN - VOLCÁN									
DATOS:											
Frecuencia (Mhz)=	12950.50	Dist. (Km)	Altura (m)	d1 (m)	d2 (m)	Altura (K=4/3)	ho (m)	Línea de Vista (m)	Zona de Fresnel (m)	Establecimiento del 60% de la Zona de Fresnel	
Dist. entreTx y Rx (Km)=	9,7100	0	909,5	0	9711	909,50	0,00	919,50	919,50	919,50	Cumple con la Zona de Fresnel
Longitud de Onda (m)=	0,02	0,4222	903	422,2	9288,8	903,23	3,06	945,93	942,87	944,71	Cumple con la Zona de Fresnel
Pot. Tx (W)=	0,32	0,8443	887,3	844,3	8866,7	887,74	4,23	972,36	968,13	970,67	Cumple con la Zona de Fresnel
Pot. Tx (dBm)=	25,00	1,2665	873,2	1266,5	8444,5	873,83	5,05	998,79	993,74	996,77	Cumple con la Zona de Fresnel
Ganancia.Tx (dBi)=	31,50	1,6887	856,1	1688,7	8022,3	856,90	5,68	1025,22	1019,54	1022,95	Cumple con la Zona de Fresnel
Ganancia.Rx (dBi)=	31,50	2,1108	855,9	2110,8	7600,2	856,84	6,19	1051,65	1045,46	1049,17	Cumple con la Zona de Fresnel
Perdida Línea de Tx. (dB)=	0,70	2,533	868,8	2533	7178	869,87	6,59	1078,08	1071,49	1075,45	Cumple con la Zona de Fresnel
Perdida.línea de Rx. (dB)=	0,70	2,9552	872,5	2955,2	6755,8	873,68	6,90	1104,51	1097,61	1101,75	Cumple con la Zona de Fresnel
Perdida.conect Tx. (dB)=	0,60	3,3774	882,2	3377,4	6333,6	883,46	7,14	1130,94	1123,80	1128,09	Cumple con la Zona de Fresnel
Perdida.conect Rx. (dB)=	0,60	3,7995	877,5	3799,5	5911,5	878,82	7,32	1157,37	1150,05	1154,44	Cumple con la Zona de Fresnel
Perdida.circ y filt. Tx. (dB)=	2,25	4,2217	929,8	4221,7	5489,3	931,16	7,44	1183,80	1176,37	1180,83	Cumple con la Zona de Fresnel
Perdida.circ y filt. Rx. (dB)=	2,25	4,6439	927,6	4643,9	5067,1	928,99	7,49	1210,23	1202,74	1207,24	Cumple con la Zona de Fresnel
Perdidas Totales Fijas (dB)=	7,10	5,066	946,4	5066	4645	947,79	7,49	1236,66	1229,17	1233,66	Cumple con la Zona de Fresnel
Perdidas Esp. Libre (PEL) =	134,49	5,4882	1039,5	5488,2	4222,8	1040,86	7,44	1263,09	1255,66	1260,12	Cumple con la Zona de Fresnel
		5,9104	1066,5	5910,4	3800,6	1067,82	7,32	1289,52	1282,20	1286,60	Cumple con la Zona de Fresnel
Altura antena Pto.1 Grafico (m) =	10,00	6,3325	1029,1	6332,5	3378,5	1030,36	7,14	1315,95	1308,81	1313,09	Cumple con la Zona de Fresnel
		6,7547	999,7	6754,7	2956,3	1000,88	6,90	1342,38	1335,48	1339,62	Cumple con la Zona de Fresnel
Altura antena Pto.2 Grafico (m) =	34,00	7,1769	1009,8	7176,9	2534,1	1010,87	6,59	1368,81	1362,23	1366,18	Cumple con la Zona de Fresnel
		7,599	1043,4	7599	2112	1044,34	6,19	1395,24	1389,05	1392,76	Cumple con la Zona de Fresnel
Potencia Media Recibida =	-53,59	8,0212	1023,2	8021,2	1689,8	1024,00	5,69	1421,67	1415,99	1419,40	Cumple con la Zona de Fresnel
Pot.Umbral (dBm)=	-93,00	8,4434	1051,6	8443,4	1267,6	1052,23	5,05	1448,10	1443,05	1446,08	Cumple con la Zona de Fresnel
Chequeo Potencia Umbral - Potencia Recibida	OK	8,8656	1166,6	8865,6	845,4	1167,04	4,23	1474,54	1470,31	1472,84	Cumple con la Zona de Fresnel
		9,2877	1328,6	9287,7	423,3	1328,83	3,06	1500,96	1497,90	1499,74	Cumple con la Zona de Fresnel
Último punto (altura)=	1493,40										
Nombre Pto 1	Chapellin										
Latitud	103008,70000										
Longitud	665206,50000										
Azimut	169,00										
Elevación	998,66000										
Altura de la Antena	10										
Nombre Pto 2	Volcan										
Latitud	102500,40000										
Longitud	665105,70000										
Azimut	349,00										
Elevación	1466,00000										
Altura de la Antena	34										

Figura 32: Estudio del perfil del enlace Chapellin – Volcán
Fuente: RNV 2015

VANO VOLCÁN – VTV

Longitud del vano = 8, 89 Km

Coordenadas de las locaciones terminales

Volcán

Latitud = 1° 2' 4" N

Longitud = 6° 1' 5" O

Altitud = 1.466 MSN

VTV

Latitud = 1° 9' 7" N

Longitud = 6° 9' 4" O

Altitud = 873, 80 MSN

Plan de frecuencias

Volcán → VTV = 7.331 MHz

VTV → Volcán = 7.170 MHz

Frecuencia Central (Fc) (tomando en consideración la recomendación ITU-R F.385-10)

Fc = 7.250, 50 MHz

Características principales de los equipos a utilizarse

Equipo de Radio (Transmisor- Receptor)

Fabricante: Alcatel – Lucent (Francia)

Modelo: AWY9470 (Indoor-Outdoor).

Potencia de transmisión: 24 dBm (0,25 W)

Umbral de recepción: - 93 dBm

Modulación: 4 QAM

Antena

Fabricante: *Radio Frequency System* (RFS), (Alemania)

Modelo: SP2-W71 BD

Diámetro: 0, 60 metros.

Ganancia: 31, 50 dBi

Pérdida en línea de transmisión: 0,70

Guía de onda

Fabricante: Alcatel-Lucent (Francia).

Modelo: WR112

Rango de frecuencias: 7,05 GHz ~ 10 GHz

Atenuación: 0,30 dB/m

Pérdidas características de transmisión y recepción (Ltx y LRx)

L Filtro = 2 dB

L Circulador = 0,25 dB

L Conectores = 0,60 dB

L Antena = 0,70 dB (estándar)

L Alineamiento = 1 dB

L Línea de transmisión (L LT) = 0,70 dB

L adicionales en transmisión = 0,70 dB

L adicionales en recepción = 0,20 dB

L Alimentadores = 1,60 dB (estándar)

Lo = Otras pérdidas

Lo Tx = Otras pérdidas en transmisión

Lo Rx = Otras pérdidas en recepción

Lb= Pérdidas en el circuito Branching

Pérdidas características de transmisión y recepción (LTx y LRx)

L Filtro = 2 dB

L Circulador = 0,25 dB

L Conectores = 0,60 dB

L Antena = 0,70 dB (estándar)

L Alimentación = 1 dB

L Línea de transmisión (L LT) = 0,70 dB

L adicionales en transmisión = 0,70 dB

L adicionales en recepción = 0,20 dB

L Alimentadores = 1,60 dB (estándar)

Lo = Otras pérdidas

Lo Tx = Otras pérdidas en transmisión

Lo Rx = Otras pérdidas en recepción

Lb= Pérdidas en el circuito Branching

Se tiene:

$$\text{Lo Tx} = 0,60 + 1 + 0,70 = \mathbf{2,30 \text{ dB}}$$

$$\text{Lo Rx} = 0,60 + 1 + 0,20 = \mathbf{1,80 \text{ dB}}$$

$$\text{Lb} = \text{L Filtro} + \text{L Circulador}$$

$$\text{Lb} = 2 + 0,25 = \mathbf{2,25 \text{ dB}}$$

Pérdida en el sistema de transmisión (LTx)

$$L_{Tx} = L_b + L_{\text{Antena}} + L_{\text{Conectores}} + L_{LT}$$

$$L_{Tx} = 2,25 + 0,70 + 0,60 + 0,70 = \mathbf{4,25 \text{ dB}}$$

Pérdida en el sistema de recepción (L Rx)

$$L_{Rx} = L_b + L_{\text{Antena}} + L_{\text{Conectores}} + L_{LT}$$

$$L_{Rx} = 2,25 + 0,70 + 0,60 + 0,70 = \mathbf{4,25 \text{ dB}}$$

Pérdidas en el espacio libre (Lfs)

$$L_{fs(dB)} = 20 \log \frac{4\pi(10)^6(10)^3}{3 \times 10^8} + 20 \log f_{(MHz)} + 20 \log D_{(km)} =$$

$$L_{fs(dB)} = 32,4 + 20 \log f_{(MHz)} + 20 \log D_{(km)}$$

$$L_{fs} (dB) = 32,4 + 20 \log(7250,50) + 20 \log(8,89) = \mathbf{128,58 \text{ dB}}$$

Pérdidas totales del vano Chapellín- Volcán (LT)

$$LT = L_{Tx} + L_{Rx} + L_{fs} = 4,25 + 4,25 + 128,58 = \mathbf{137,08 \text{ dB}}$$

Potencia radiada (PR)

$$PR = P_{Tx} - L_{Tx} + G_{Tx} = 25 \text{ dBm} - 4,25 \text{ dB} + 31,50 \text{ dBi} = 52,25 \text{ dBm}$$

$$52,25 \text{ dBm} = \mathbf{22,25 \text{ dBw}}$$

Potencia de recepción (PRx)

$$P_{Rx} = P_{Tx} + G_{Tx} + G_{Rx} - LT =$$

$$25 + 31,50 + 31,50 - 137,08 = \mathbf{-49,08 \text{ dBm}}$$

$$-49,08 \text{ dBm} = \mathbf{-79,08 \text{ dBw}}$$

Margen Bruto de Desvanecimiento (MB)

Umbral de recepción del equipo (Th) = - 93 dBm

$$MB = PRx - Th$$

$$-49,08 \text{ dBm} - (- 93 \text{ dBm}) = \mathbf{43,92 \text{ dB}}$$

Indisponibilidad por propagación según Barnett - Vigants (Up %)

$$Up \% = a \times b \times 6 \times 10^{-5} \times f \times d^3 \times 10^{\frac{-MB}{10}}$$

Nota: Se asume un factor de rugosidad (a) igual a uno (1), que corresponde a terreno promedio con alguna irregularidad.

Se asume un factor climático (b) igual a ¼, ó 0,25, que corresponde a un área interior promedio.

$$Up \% = \mathbf{4,90 \times 10^{-6} \%}$$

Disponibilidad del enlace según ecuación de Barnett – Vigants (δ)

$$\delta = [1 - 10^{30 \log(d) + 10 \log(6abf) - MB - \frac{70}{10}}] \times 100$$

$$\delta = \mathbf{99,999 \%}$$

Estimación del radio de la primera zona de Fresnel

$$r = 17,32 \times \left(\sqrt{\frac{d}{4f}} \right) = \mathbf{9,6 \text{ m}}$$

$$r (60 \%) = 10,40 \times \left(\frac{d}{4f} \right) = \mathbf{3,2m}$$

Nota: Para esta banda de frecuencias operativas de 7 GHz, no se estiman pérdidas adicionales por lluvia, vegetación y vapores o gases atmosféricos.

Se muestra a continuación la Figura 33, en donde se detalla el estudio del perfil del radioenlace Volcán - VTV, utilizando la aplicación de Excel, y datos del programa de simulación de *Radiomobile*.

Frecuencia: 7170-7331

ESTUDIO DE PERFIL ENLACE VOLCÁN - VTV

DATOS:		Dist. (Km)	Altura (m)	d1 (m)	d2 (m)	Altura (K=4/3)	ho (m)	Línea de Vista (m)	Zona de Fresnel (m)	Establecimiento del 60% de la Zona de Fresnel	
Frecuencia (Mhz)=	7170.00	0	1493.4	0	8905.9	1493.40	0.00	1527.40	1527.40	1527.40	Cumple con la Zona de Fresnel
Dist. entreTx y Rx (Km)=	8,9049	0,3872	1345,5	387,2	8518,7	1345,69	3,94	1499,63	1495,69	1498,05	Cumple con la Zona de Fresnel
Longitud de Onda (m)=	0,04	0,7743	1240,1	774,3	8131,6	1240,47	5,44	1471,86	1466,42	1469,69	Cumple con la Zona de Fresnel
Pot. Tx (W)=	0,32	1,1615	1205,7	1161,5	7744,4	1206,23	6,50	1444,09	1437,59	1441,49	Cumple con la Zona de Fresnel
Pot. Tx (dBm)=	25,00	1,5487	1104,7	1548,7	7357,2	1105,37	7,32	1416,32	1409,00	1413,39	Cumple con la Zona de Fresnel
Ganancia.Tx (dBi)=	31,50	1,9359	1102,5	1935,9	6970	1103,29	7,96	1388,55	1380,59	1385,36	Cumple con la Zona de Fresnel
Ganancia.Rx (dBi)=	31,50	2,323	1185,7	2323	6582,9	1186,60	8,48	1360,78	1352,31	1357,39	Cumple con la Zona de Fresnel
Perdida Línea de Tx. (dB)=	1,00	2,7102	1182,2	2710,2	6195,7	1183,19	8,88	1333,01	1324,13	1329,46	Cumple con la Zona de Fresnel
Perdida.línea de Rx. (dB)=	1,00	3,0974	1167,4	3097,4	5808,5	1168,46	9,19	1305,24	1296,05	1301,56	Cumple con la Zona de Fresnel
Perdida.conect Tx. (dB)=	0,20	3,4845	1183,9	3484,5	5421,4	1185,01	9,42	1277,48	1268,05	1273,71	Cumple con la Zona de Fresnel
Perdida.conect Rx. (dB)=	0,20	3,8717	1124,1	3871,7	5034,2	1125,25	9,57	1249,70	1240,13	1245,88	Cumple con la Zona de Fresnel
Perdida.circ y filt. Tx. (dB)=	0,00	4,2589	1005	4258,9	4647	1006,17	9,64	1221,93	1212,29	1218,08	Cumple con la Zona de Fresnel
Perdida.circ y filt. Rx. (dB)=	0,00	4,6461	935,1	4646,1	4259,8	936,27	9,64	1194,16	1184,52	1190,30	Cumple con la Zona de Fresnel
Perdidas Totales Fijas (dB)=	2,40	5,0332	930,5	5033,2	3872,7	931,65	9,57	1166,40	1156,83	1162,57	Cumple con la Zona de Fresnel
Perdidas Esp. Libre (PEL) =	128,60	5,4204	979,2	5420,4	3485,5	980,31	9,42	1138,62	1129,20	1134,86	Cumple con la Zona de Fresnel
Altura antena Pto.1 Grafico (m) =	34,00	5,8076	924	5807,6	3098,3	925,06	9,19	1110,85	1101,66	1107,17	Cumple con la Zona de Fresnel
Altura antena Pto.2 Grafico (m) =	16,50	6,1947	903,3	6194,7	2711,2	904,29	8,88	1083,09	1074,21	1079,63	Cumple con la Zona de Fresnel
Potencia Media Recibida =	-43,00	6,5819	918,8	6581,9	2324	919,70	8,48	1055,32	1046,84	1051,93	Cumple con la Zona de Fresnel
Pot.Umbral (dBm)=	-93,00	6,9691	879,5	6969,1	1936,8	880,29	7,96	1027,54	1019,58	1024,36	Cumple con la Zona de Fresnel
Chequeo Potencia Umbral - Potencia Recibida	OK	7,3562	838,8	7356,2	1549,7	839,47	7,32	999,78	992,46	996,85	Cumple con la Zona de Fresnel
		7,7434	842,7	7743,4	1162,5	843,23	6,50	972,01	965,50	969,41	Cumple con la Zona de Fresnel
		8,1306	859,5	8130,6	775,3	859,87	5,44	944,24	938,79	942,06	Cumple con la Zona de Fresnel
		8,5178	868,9	8517,8	388,1	869,09	3,94	916,46	912,52	914,89	Cumple con la Zona de Fresnel
Ultimo punto (altura)=	872,20										
Nombre Pto 1	Volcan										
Latitud	102500,40000										
Longitud	665105,70000										
Azimut	196,20										
Elevación	1495,38000										
Altura de la Antena	34										
Nombre Pto 2	VTV										
Latitud	102937,00000										
Longitud	664944,00000										
Azimut	16,20										
Elevación	874,20000										
Altura de la Antena	17										

Figura 33: Estudio del perfil del enlace Volcán VTV
Fuente: RNV 2015

Recaudos Técnicos para la obtención de una Habilitación General con el Atributo de Transporte

Descripción General del Proyecto

El objetivo del presente proyecto es solicitar ante la Comisión Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL) una obtención de habilitación general con el atributo de transporte (como autoprestación), para realizar un radioenlace digital fijo terrestre, entre las sedes de Radio Nacional de Venezuela (RNV) en Chapellin y Venezolana de Televisión (VTV), en los Ruices, con un punto de repetición con línea de vista para ambas sedes, en la estación Cerro El Volcán, ubicada en el Municipio El Hatillo, Estado Miranda. Dicho radioenlace servirá para el transporte de respaldo de las señales matrices de RNV en las señales RNV-Informativa, RNV-Clásica, RNV-Activa, RNV-Musical y RNV-Informativa-Táchira.

El transporte de dichas señales de RNV que llega a la terminal de VTV, permitirá la interconexión a la Red Metropolitana Digital hacia la estación Base Manuel Ríos (Bamari), ubicada en la población del Sombrero, Estado Guárico, y luego hacia el Satélite Simón Bolívar (Venesat1) para que sea difundido a nivel Nacional, a las estaciones retransmisoras de RNV, en sus diferentes canales.

Se cuenta con el equipamiento a implementar para este proyecto, que consiste en un sistema de microondas digital terrestre, punto a punto, con protección (1+1), con las frecuencias ya establecidas y unido a los múltiples beneficios que ofrece dicho sistema, en cuanto a calidad y seguridad.

El radioenlace **Chapellin – VTV**, estará conformado por dos vanos radioeléctricos que se mencionan a continuación:

- Chapellin (Sede Principal RNV) – Volcán (Estación Repetidora- Cerro El Volcán)

- Volcán – VTV (Sede Los Ruices)

Descripción de la Red:

- a. Indicar la cantidad de estaciones que se pretenda instalar, detallando para cada una de ellas lo siguiente:

Nombre y dirección de la estación, especificando la Parroquia, el Municipio y el Estado, sus coordenadas Universal Transverse Mercator (UTM) y coordenadas geográficas (latitud y longitud, expresadas en grados, minutos y segundos) y la altura de la estación sobre el nivel del mar, expresada en metros.

Se expresa a continuación en la tabla 16, información de las estaciones involucradas:

Tabla 16: Estaciones involucradas en la red

Nombre de la Estación	Dirección	Coordenadas Geográficas	Altura sobre el nivel del mar
Chapellin	Final Calle las Marías, Qta. RNV, entre Chapellin y Country Club – La Florida, Distrito Capital, Municipio Libertador, Parroquia El Recreo.	Lat 1° 3’ 8” N Lon 6° 2’ 6”	998,66 msnm
El Volcán	Estación Cerro El Volcán, Vía Carretera Los Guayabitos, Oripoto, sector El Volcán – Municipio El Hatillo – Edo. Miranda, Parroquia El Hatillo.	Lat 1° 2’ 4” N Lon 6° 1’ 5” O	1466 msnm
VTV	Calle C Edif. Venezolana de Televisión, Los Ruices, Edo. Miranda, Parroquia Sucre.	Lat 1° 9’ 7”N Lon 6° 9’ 4” O	873,8 msnm

Fuente: RNV (2015)

Diagrama de la red

- b. Diagrama que muestre la disposición y topología de la red, donde se indiquen los elementos que componen el sistema, y en el caso de utilización de espectro radioeléctrico, la conexión de los mismos

señalando la correspondencia entre estaciones transmisoras y receptoras.

Se muestra a continuación la Figura 34, el gráfico que indica la topología de la red y los elementos que componen el sistema de respaldo de los audios de RNV.

c. Medios de transmisión y tecnologías a emplear para la conexión de las estaciones.

El medio de transmisión que se va a emplear para el Sistema de Respaldo del transporte de los Audios matrices de RNV en los vanos Chapellin – Volcán y Volcán – VTV, es un radioenlace de microondas digital terrestre, con capacidad de transmisión full dúplex punto a punto, basado en la plataforma PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy), que es una tecnología usada en telecomunicaciones, que permite enviar varios canales sobre un mismo medio, usando técnicas de multiplexación por división de tiempo y equipos digitales de transmisión, con una tasa de transferencia de 2048 Kbps en una trama E1, y soporta hasta 4 E1. Los canales de frecuencias que se van a utilizar para el vano Chapellin – Volcán, se encuentran en las frecuencias 12.817,50 y de 13.083,50, y para el vano Volcán – VTV, utilizará las frecuencias 7.170,00 y 7.331,00.

d. Descripción de la interconexión con redes de otras operadoras, de ser el caso.

En colaboración y acuerdos con la Empresa Red de Transmisiones de Venezuela (REDTV), una vez que el sistema de respaldo se encuentre transportando los audios matrices de RNV hasta el enlace de VTV, a través de microondas digital dispuesto para este proyecto, entre los vanos Chapellin- Volcán / Volcán – VTV, en ésta última terminal, son transportadas las señales a través del enlace de microondas analógica de ésta operadora hacia la estación de Mecedores. Luego dichas señales son pasadas a la cabecera de la Red Metropolitana Digital, de allí se envían por enlace microondas hacia la sede de la CANTV, ubicada en la Av. Libertador, específicamente hacia el Centro Nacional de Tecnología (CNT), en el que se encuentra el sistema donde se embuten las señales en la plataforma de la fibra óptica para ser transportadas hacia la Estación de Control Terrestre del Satélite Simón Bolívar (VENESAT1), Base Manuel Ríos (BAMARI). La

plataforma de transporte del VENESAT1 permitirá la difusión a nivel Nacional de los audios del Sistema de RNV.

e. Descripción del sistema de gestión, supervisión y administración de la red.

El sistema de gestión de la red de microondas digital consiste en la interconexión en cada vano del radio principal interno (Puerto ECT) con una computadora o servidor (Puerto RS232), utilizando una interfaz o software del sistema llamado "Craft Terminal", que proporciona la supervisión y gestión, facilitando el monitoreo de alarmas, mediciones de calidad, así como las configuraciones en tiempo real de cada uno de los terminales o puntos.

f. Para cada una de las estaciones o nodos según sea el caso, deberá indicar:

Cantidad total de equipos utilizados en la estación, especificando para cada uno de ellos, el tipo de equipo, la marca y modelo, y los catálogos de los mismos (Ver ANEXO 1 - Catálogo del equipamiento)

En las tablas 17 y 18, se dispone el equipamiento necesario para formar el enlace en cada una de las estaciones: **Chapellin y Chapellin/Volcán y Volcán/VTV y VTV:**

Tabla 17: Equipos ubicados en las estaciones: Chapellin –Volcán

ESTACIÓN	CDAD	DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS	MARCA Y MODELO	CARACTERÍSTICAS	CATÁLOGO
CHAPELLIN	1	Unidad Outdoor Baja frecuencia (Principal)	ALCATEL/AWY 9413	Unidad externa #0	(VER ANEXO 1)
	1	Unidad Outdoor Alta frecuencia (Secundaria)	ALCATEL/AWY 9413	Unidad externa #1	(VER ANEXO 1)
	1	Unidad Indoor de enlace (Principal)	ALCATEL/AWY 9413	Unidad Interna Principal (IDU #0)	(VER ANEXO 1)
	1	Unidad Indoor de enlace (Respaldo)	ALCATEL/AWY 9413	Unidad Interna Secundaria (IDU #1)	(VER ANEXO 1)
	1	EQUIPO CODEC	APT WORLDNE T-OSLO	Codificadores - Decodificadores	(VER ANEXO 1)
	1	Parábola (0.6M DIAMETRO)	RFS/SP2-127P	12.817,50 GHz -	(VER ANEXO 1)
CHAPELLIN VOLCAN	1	Unidad Outdoor Baja frecuencia (Principal)	ALCATEL/AWY 9413	Unidad externa #0	(VER ANEXO 1)
	1	Unidad Outdoor Alta frecuencia (Secundaria)	ALCATEL/AWY 9413	Unidad externa #1	(VER ANEXO 1)
	1	Unidad Indoor de enlace (Principal)	ALCATEL/AWY 9413	Unidad Interna Principal (IDU #0)	(VER ANEXO 1)
	1	Unidad Indoor de enlace (Respaldo)	ALCATEL/AWY 9413	Unidad Interna Secundaria (IDU #1)	(VER ANEXO 1)
	1	Parábola (0.6M DIAMETRO)	RFS/SP2-127P	13.083,50 GHz -	(VER ANEXO 1)

Fuente: RNV (2016)

Tabla 18: *Equipos requeridos en cada estación: Volcán – VTV*

ESTACIÓN	CDAD	DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS	MARCA/MODELO	CARACTERÍSTICAS	CATÁLOGO
VOLCÁN-VTV	1	Unidad Outdoor Baja frecuencia (Principal)	ALCATEL/AWY 9470	Unidad externa #0	(VER ANEXO 1)
	1	Unidad Outdoor Alta frecuencia (Secundaria)	ALCATEL/AWY 9470	Unidad externa #1	(VER ANEXO 1)
	1	Unidad Indoor de enlace (Principal)	ALCATEL/AWY 9470	Unidad Interna Principal (IDU #0)	(VER ANEXO 1)
	1	Unidad Indoor de enlace (Respaldo)	ALCATEL/AWY 9470	Unidad Interna Secundaria (IDU #1)	(VER ANEXO 1)
	1	Parábola (Diámetro 1,2m)	SP4-W71A	Frecuencia: 7170 GHz	(VER ANEXO 1)
VTV	1	Unidad Outdoor Baja frecuencia (Principal)	ALCATEL/AWY 9470	Unidad externa #0	(VER ANEXO 1)
	1	Unidad Outdoor Alta frecuencia (Secundaria)	ALCATEL/AWY 9470	Unidad externa #1	(VER ANEXO 1)
	1	Unidad Indoor de enlace (Principal)	ALCATEL/AWY 9470	Unidad Interna Principal (IDU #0)	(VER ANEXO 1)
	1	Unidad Indoor de enlace (Respaldo)	ALCATEL/AWY 9470	Unidad Interna Secundaria (IDU #1)	(VER ANEXO 1)
	1	Parábola (Diámetro 0.6m)	SP2-W71B	Frecuencias: 7331 GHz	(VER ANEXO 1)
	1	APT - CODEC	WORLNETOSLO	Codificadores - Decodificadores	(VER ANEXO 1)

Fuente: RNV (2016)

Capacidad del sistema y capacidad a instalar

El sistema de radio para ambos vanos ha sido fabricado por la casa Alcatel-Lucent, pertenece a la familia de modelos 9400 AWY. Para la banda de los 13 GHz (vano Chapellin – Volcán), se utilizará el modelo 9413 AWY con modulación 4 QAM y para la banda de 7 GHz (vano Volcán - VTV), se utilizará el modelo 9470 AWY con modulación 4 QAM. Ambos sistemas brindan la capacidad de un ancho de banda de canal de radiofrecuencia con modulación 4 QAM, de 7 MHz, y brindan una tasa de transferencia de datos de 64 Kbps, con hasta cuatro (04) tramas de E1 de información.

El sistema tiene una capacidad para transmitir hasta 4 flujos de 2 Mbps (4xE1); sin embargo se utilizará en esta primera etapa la capacidad para transmitir un (1) flujo de 2 Mbps (1xE1), y los otros tres quedarán como reserva.

Requerimientos de Recursos Limitados

1. Por adjudicación directa

El interesado que requiera el otorgamiento de una concesión de uso y explotación de porciones de espectro radioeléctrico susceptibles de ser otorgadas por adjudicación directa, deberá consignar, conjuntamente con el (los) tomo(s) contentivo(s) del proyecto técnico, los siguientes recaudos:

- a. Las porciones del espectro radioeléctrico susceptibles de asignación en concesión de uso y explotación, de conformidad con lo dispuesto en el numeral 1 del artículo 107 de la Ley Orgánica de Telecomunicaciones, son las siguientes:**

Tabla 19: *Las porciones del espectro radioeléctrico susceptibles de asignación en concesión de uso y explotación*

Porciones
Por debajo de 240 MHz
335,4 – 399,9 MHz
410 – 824 MHz
851 – 869 MHz
896 – 908 MHz
915 – 953 MHz
1.710 – 1.770 MHz
1.805 – 1.990 MHz
2.010 – 2.025 MHz
2.110 – 2.170 MHz
2.300 – 2.400 MHz
2.700 – 2.900 MHz
3.700 – 4.200 MHz
4.400 – 5.000 MHz
5.725 – 8.500 MHz
10,15 – 10,30 GHz
10,50 – 10,65 GHz
10,695 – 12,2 GHz
12,75 – 13,25 GHz
13,75 – 15,35 GHz
17,7 – 18,8 GHz
19,3 – 20,2 GHz
21,2 – 23,6 GHz
24,1775 – 24,2225 GHz
24,550 – 25,050 GHz
25,558 – 26,058 GHz
27,650 – 28,350 GHz
29,5 – 30 GHz
38,7 – 39,3 GHz
39,4 – 40 GHz

Fuente: CUNABAF (2016)

En la tabla 20, se muestra la información de las frecuencias con relación a la porción del Cuadro Nacional de Atribución de Bandas de Frecuencias (CUNABAF) inherente al radioenlace planteado:

Tabla 20: *Porción de las frecuencias inherentes al radioenlace del sistema*

BANDA	BANDA	ATRIBUCIÓN UIT REGIÓN 2	ATRIBUCIÓN VENEZUELA	NOTA
7130-7330 GHz	7.075 – 7.145 MHz	FIJO / MÓVIL 5.458 5.459	7.110 – 7.425,5 MHz FIJO 7.250 – 7.425,5 MHz FIJO POR SATÉLITE (espacio-Tierra)	V27
	7.145 – 7.235 MHz	FIJO MÓVIL INVESTIGACIÓN ESPACIAL (Tierra-espacio) 5.460 5.458 5.459		
	7.235 – 7.250 MHz	FIJO MÓVIL 5.458		
	7.250 – 7.300 MHz	FIJO MÓVIL 5.461		
	7.300 – 7.450 MHz	FIJO MÓVIL salvo móvil aeronáutico 5.461		
12,75 – 13,25 GHz		FIJO FIJO POR SATELITE (Tierra – espacio) 5.441 Movil Investigación espacial (espacio lejano) (espacio Tierra)	FIJO FIJO POR SATÉLITE (Tierra - espacio)	V34

Fuente: CUNABAF (2016)

V27: La porción del espectro radioeléctrico comprendida entre 7.124,5 – 7.425,5 MHz podrá ser utilizada para la operación de sistemas microondas punto a punto, de conformidad con la Recomendación de la Unión Internacional de Telecomunicaciones N° UIT-R F.385-7.

V34: La porción del espectro radioeléctrico comprendida entre 12,75 – 13,25 GHz podrá ser utilizada para la operación de sistemas microondas punto a punto, de conformidad con la Recomendación de la Unión Internacional de Telecomunicaciones N° UIT-R F.497-6.

b. Cantidad total de canales utilizados por el sistema.

Para el Vano Chapellin – Volcán – en las frecuencias 12817,50 y 13083,50 (UIT-R Rec. F.497-7) mostrados en la tabla 21:

Tabla 21: Canal y ancho de banda de las frecuencias de 13 GHz

AB (28 MHz)		28 MHz		14 MHz		7 MHz	
12.793,00	13.059,00						
				12.800,00	13.066,00	12.796,50	13.062,50
		12.807,00	13.073,00			12.803,50	13.069,50
				12.814,00	13.080,00	12.810,50	13.076,50
12.821,00	13.087,00					12.817,50	13.083,50

Fuente: CUNABAF (2016)

Y en la tabla 22, se muestra el ancho de banda para el vano Volcán – VTV (UIT-R Rec. F.385-9)

Tabla 22: Canal y ancho de banda de las frecuencias de 7 GHz

CANAL	F1 (MHz)	F2 (MHz)	AB (MHz)
7	7.170,00	7.331,00	7

Fuente: CUNABAF (2016)

c. Porciones del espectro radioeléctrico para cada estación base, detallando lo siguiente:

Se muestra en la tabla 23, la descripción de las bandas de frecuencias solicitadas

Tabla 23: Descripción de las bandas de frecuencia

	Chapellin (MHz)	Volcán (MHz)		VTV (MHz)
Frecuencia de Transmisión (Tx)	12.817,5	13.083,5	7170	7331
Frecuencia de Recepción (Rx)	13.083,5	12.817,5	7331	7170
Ancho de Banda	7 MHz			

Fuente: RNV (2015)

d. Las tablas de cotas contra distancia y perfiles topográficos de los mismos son los siguientes:

Se muestra a continuación, en la tabla 24, información de las cotas del sistema fue obtenido del programa Radio Mobile.

Tabla 24: *Cotas versus distancias y perfiles topográficos.*

ENLACE CHAPELLIN-VOLCAN	
Distancia (Km)	Cota (m)
0	909,5
0,4046	903,4
0,8092	887,8
1,2137	873,9
1,6183	859,8
2,0229	854,8
2,4275	868,3
2,8321	873,8
3,2366	881,2
3,6412	875,5
4,0458	891,8
4,4504	928,6
4,8549	942,4
5,2595	978
5,6641	1082,8
6,0687	1034,8
6,4733	990,2
6,8778	999,8
7,2824	1004,5
7,687	1040,8
8,0916	1031,4
8,4962	1054,3
8,9007	1179,4
9,3053	1334,8
9,7099	1493,4

ENLACE VOLCAN-VTV	
Distancia (Km)	Cota (m)
0	1493,4
0,371	1349,8
0,7421	1249,1
1,1131	1211,8
1,4842	1126
1,8552	1075,4
2,2262	1166,8
2,5973	1178
2,9683	1181,2
3,3394	1171,5
3,7104	1128,7
4,0814	1070,7
4,4525	980,9
4,8235	907,2
5,1945	934,3
5,5656	963,4
5,9366	896,2
6,3077	901
6,6787	913,3
7,0497	873,6
7,4208	840,7
7,7918	847,2
8,1629	861,3
8,5339	869,5
8,9049	874,2

Fuente: Radio Mobile (2015)

Del punto c, las porciones del espectro radioeléctrico para cada estaci3n base, también se debe detallar las f3rmulas, c culos y descripci3n del método utilizado para hallar los niveles de intensidad de campo.

Cabe destacar que los c culos para los enlaces se realizaron mediante el software Radio Mobile, mostrados en las tablas, de la 25 a la 30, se muestra la informaci3n de Equipos Transceptores, antenas, líneas de transmisi3n y datos generales del enlace. Adicionalmente, desde las Figuras 39 a la 42, se muestran las simulaciones realizadas con el mismo programa y un mapa de vista satelital de los enlaces.

Tabla 25: Equipos transceptores del sistema

EQUIPOS TRANSCÉPTORES

	Tipo de Equipo	TRx Chapellin	TRx1 Volcán	TRx2 Volcán	TRx VTV
		Transceptor	Transceptor	Transceptor	Transceptor
1	Marca y modelo del equipo, así como el país de fabricación.	Marca: Alcatel; Modelo: AWY 9413; País de fabricación: Francia	Marca: Alcatel; Modelo: AWY 9413; País de fabricación: Francia	Marca: Alcatel; Modelo: AWY 9470; País de fabricación: Francia	Marca: Alcatel; Modelo: AWY 9470; País de fabricación: Francia
2	Equipo transmisor con el cual está relacionado	TRx Volcán	TRx Chapellin	TRx VTV	TRx Volcán
3	Sintonizabilidad del transmisor (frecuencia fija, conmutable en pasos, sintonización continua).	Sintonización continua	Sintonización continua	Sintonización continua	Sintonización continua
4	Frecuencia mínima y máxima en las que opera el equipo (GHz).	Frec. Min.: 12,75 Frec. Max.: 13,25	Frec. Min.: 12,75 Frec. Max.: 13,25	Frec. Min.: 7,1 Frec. Max.: 8,5	Frec. Min.: 7,1 Frec. Max.: 8,5
5	Ancho de banda con el que opera el equipo (MHz).	7	7	7	7
6	Tipo de modulación.	4QAM	4QAM	4QAM	4QAM
7	Separación de los canales del transmisor (MHz).	266	266	161	161
8	Frecuencia intermedia (MHz).	12950,5 (Rec. ITU-R F.497-7)	12950,5(Rec. ITU-R F.497-7)	7310 (Rec. ITU-R F.385-10)	7310 (Rec. ITU-R F.385-10)
9	Potencia asociada a la portadora (dBm).	5	5	5	5

EQUIPOS TRANSCÉPTORES

	Tipo de Equipo	TRx Chapellin	TRx1 Volcán	TRx2 Volcán	TRx VTV
		Transceptor	Transceptor	Transceptor	Transceptor
10	Potencia máxima radiada (dBm).	35,8	35,8	39,3	35,8
11	Potencia máxima radiada (dBm).	5	5	5	5
12	Potencia inferior ajustable (dBm).	5	5	5	5
13	Potencia superior ajustable (dBm).	24	24	25	25
14	Clase de operación (Tx o TRx).	TRx	TRx	RTx	TRx
16	Potencia entregada a la antena (dBm).	4,3	4,3	4,3	4,3
19	Sensibilidad del receptor (dBm).	-93	-93	-93	-93
20	Catálogos con las especificaciones de todos los equipos.	VER ANEXO			

Fuente: RNV (2016)

Tabla 26: Antenas

ANTENAS

		Chapellin	Chapellin-Volcán	Volcán-VTV	VTV
1	Marca y modelo del equipo, así como el país de fabricación.	Marca: RFS; Modelo: SB 127AWY; País de fabricación: Alemania	Marca: RFS; Modelo: SB 127AWY; País de fabricación: Alemania	Marca: RFS; Modelo: SP4-W71AC; País de fabricación: Alemania	Marca: RFS; Modelo: SP2-W71BD; País de fabricación: Alemania
2	Equipo (transmisor o receptor) al cual está relacionada.	Tx Volcán	Rx1 Chapellin	Tx2 VTV	Rx Volcán
3	Tipo de antena.	Parábola	Parábola	Parábola	Parábola
4	Ganancia (dBi).	31,5	31,5	35	31,5
5	Polarización.	Vertical	Vertical	Vertical	Vertical
6	Frecuencia mínima y máxima en las que opera el equipo (GHz).	12817,5	13083,5	7170	7331
7	Altura del centro de radiación (ACR), desde el nivel del suelo (m).	10	34	34	25
8	Altura efectiva (altura total del centro de radiación sobre el nivel del mar, ACR _{nm}) (m).	1.009,00	1.500,00	1.500,00	899,00
9	Acimut del lóbulo principal, en grados (°), de la antena con respecto al norte magnético y en sentido horario.	169	349	16,2	196,2
10	Elevación del lóbulo principal, en grados (°), utilizando el eje horizontal con sentido antihorario (ángulo de inclinación eléctrico o mecánico).	3,47607	-3,563307	-4,213775	4,133771

ANTENAS

		Chapellin	Chapellin-Volcán	Volcán-VTV	VTV
11	Angulo de potencia mitad, en grados (°) (sólo para enlaces punto a punto).	4,3	4,3	2,2	4,3
12	Apertura del haz horizontal, en grados (°).	± 30	± 30	± 5	± 30
13	Apertura del haz vertical, en grados (°).	± 30	± 30	± 10	± 30
14	vertical. Si presenta una modificación del patrón de radiación original explicar el procedimiento empleado para obtener el nuevo patrón de radiación.	VER ANEXO			
15	Catálogos con las especificaciones de todos los equipos, incluyendo los certificados de homologación.	VER ANEXO			

Fuente: RNV (2016)

Tabla 27: Línea de Transmisión

LINEA DE TRANSMISION

		Chapellin	Chapellin - Volcán	Volcán - VTV	VTV
1	Marca y modelo, así como el país de fabricación	Filotex Etude 390998. País de fabricación: Francia	Filotex Etude 390998. País de fabricación: Francia	Filotex Etude 390998. País de fabricación: Francia Guía de Onda Alcatel Lucent, Modelo: WR112 País de Fabricación: Francia	Filotex Etude 390998. País de fabricación: Francia Guía de Onda Alcatel Lucent, Modelo: WR112 País de Fabricación: Francia
2	Atenuación en la línea de transmisión (dB).	0,7	0,7	0,7; 0,3	0,7; 0,3
3	Conductor de alimentación RF(cable de conductor paralelo, cable coaxial, guía de onda rectangular. entre	Cable Coaxial	Cable Coaxial	Cable Coaxial y Guía de Onda	Cable Coaxial y Guía de Onda
4	Longitud del alimentador (largo de la línea de transmisión) (m).	12	40	40	25
5	Catálogos con las especificaciones de todos los equipos, incluyendo los certificados de homologación.	VER ANEXO			

Fuente: RNV (2016)

Tabla 28: Datos generales de los radioenlaces Chapellin – Volcán-VTV

ENLACES		1	2
Ubicación Estación 1	Dirección	Final Calle Las María, Entre Chapellin y Country Club, La Florida,	Vía Carretera Oripoto, Sector el Volcán
	Municipio	Libertador	El Hatillo
	Estado	Distrito Capital	Miranda
Coordenadas Geográficas	Latitud Norte	10° 30' 8,70" N	10° 25' 00,41"
	Longitud Oeste	066° 52' 6,50"	066° 51' 05,67"
Ubicación Estación 2	Dirección	Estación Cerro El Volcán, Vía Carretera Los Guayabitos, Oripoto,	Edificio VTV, Calle C, Los Ruices.
	Municipio	El Hatillo	Sucre
	Estado	Miranda	Miranda
Coordenadas Geográficas 2	Latitud Norte	10° 25' 00,41"	10° 29' 37"
	Longitud Oeste	066° 51' 05,67"	066° 49' 44"
F1 (MHz)		12817,5	7170
F2 (MHz)		13083,5	7331
AB (MHz)		7	7
Pot. Tx (dbm)		5	5
G. Ant. (dbi)	Tx	31,5	35
	Rx	31,5	31,5
Pot. Rec. (dbm)		-35	-40
Pot. Umbral (dbm)		-93	-93

Fuente: RNV (2016)

Tabla 29: Datos del enlace Chapellin – Volcán

	Chapellin	Volcán
Tipo de Estación	Tx	Rx
Elevación (m)	998,66	1.466,00
Latitud	10°30'08,70"	10°25'00,40"
Longitud	66°52'06,50"	66°51'05,70"
Azimut Verdadero (°)	169,00	349,00
Ángulo Vertical (°)		
Modelo de Antena	RFS - Parábola	RFS - Parábola
Altura de Antena (m)	10,00	34,00
Ganancia de Antena (dBi)	34,55	34,55
Ganancia de Antena (dB)	36,7	36,7
Pérdida en Línea Transmisión (dB)	0,70	0,70
Frecuencia (MHz)	12817,50	
Polarización	Vertical	
Longitud de la Trayectoria (Km.)	9,71	
Pérdidas de Espacio Libre (dB)	134,40	
Pérdidas Absorción Atmosférica(dB)	0,01	
Pérdidas Netas del Enlace (dB)	141,51	
Modelo de Radio	ALCATEL - AWY 9413	ALCATEL - AWY 9413
Potencia de Transmisión (W)	0,32	0,32
Potencia de Transmisión (dBm)	25,00	25,00
PIRE (dBm)	61,00	61,00
Nivel de Umbral (dBm)	-93,00	-93,00
Señal Recibida (dBm)	-53,50	-53,50
Margen de Desv. - Térmico (dB)	39,50	39,50
Margen de Desv.- Plano (dB)	39,50	39,50
Factor Climático	1	
Factor de Rugosidad	1	
Temperatura Anual Promedio (°C)	19	

Fuente: RNV (2016)

Tabla 30: Datos del enlace Volcán - VTV

	Volcán	VTV
Tipo de Estación	Tx	Rx
Elevación (m)	1.495,38	874,20
Latitud	10°25'00,40"	10°29'37,00"
Longitud	66°51'05,70"	66°49'44,00"
Azimut Verdadero (°)	196,20	16,20
Ángulo Vertical (°)		
Modelo de Antena	RFS - Parábola	RFS - Parábola
Altura de Antena (m)	34,00	16,50
Ganancia de Antena (dBd)	34,55	34,55
Ganancia de Antena (dBi)	36,7	36,7
Pérdida en Línea Transmisión (dB)	1,00	1,00
Frecuencia (MHz)	7170,00	
Polarización	Vertical	
Longitud de la Trayectoria (Km.)	8,9049	
Pérdidas de Espacio Libre (dB)	128,60	
Pérdidas Absorción Atmosférica (dB)	0,01	
Pérdidas Netas del Enlace (dB)	131,01	
Modelo de Radio	ALCATEL - AWY 9413	ALCATEL - AWY 9413
Potencia de Transmisión (W)	0,32	0,32
Potencia de Transmisión (dBm)	25,00	25,00
PIRE (dBm)	60,70	60,70
Nivel de Umbral (dBm)	-93,00	-93,00
Señal Recibida (dBm)	-43,00	-43,00
Margen de Desv. - Térmico (dB)	50,00	50,00
Margen de Desv.- Plano (dB)	50,00	50,00
Factor Climático	1	
Factor de Rugosidad	1	
Temperatura Anual Promedio (°C)	19	

Fuente: RNV (2016)

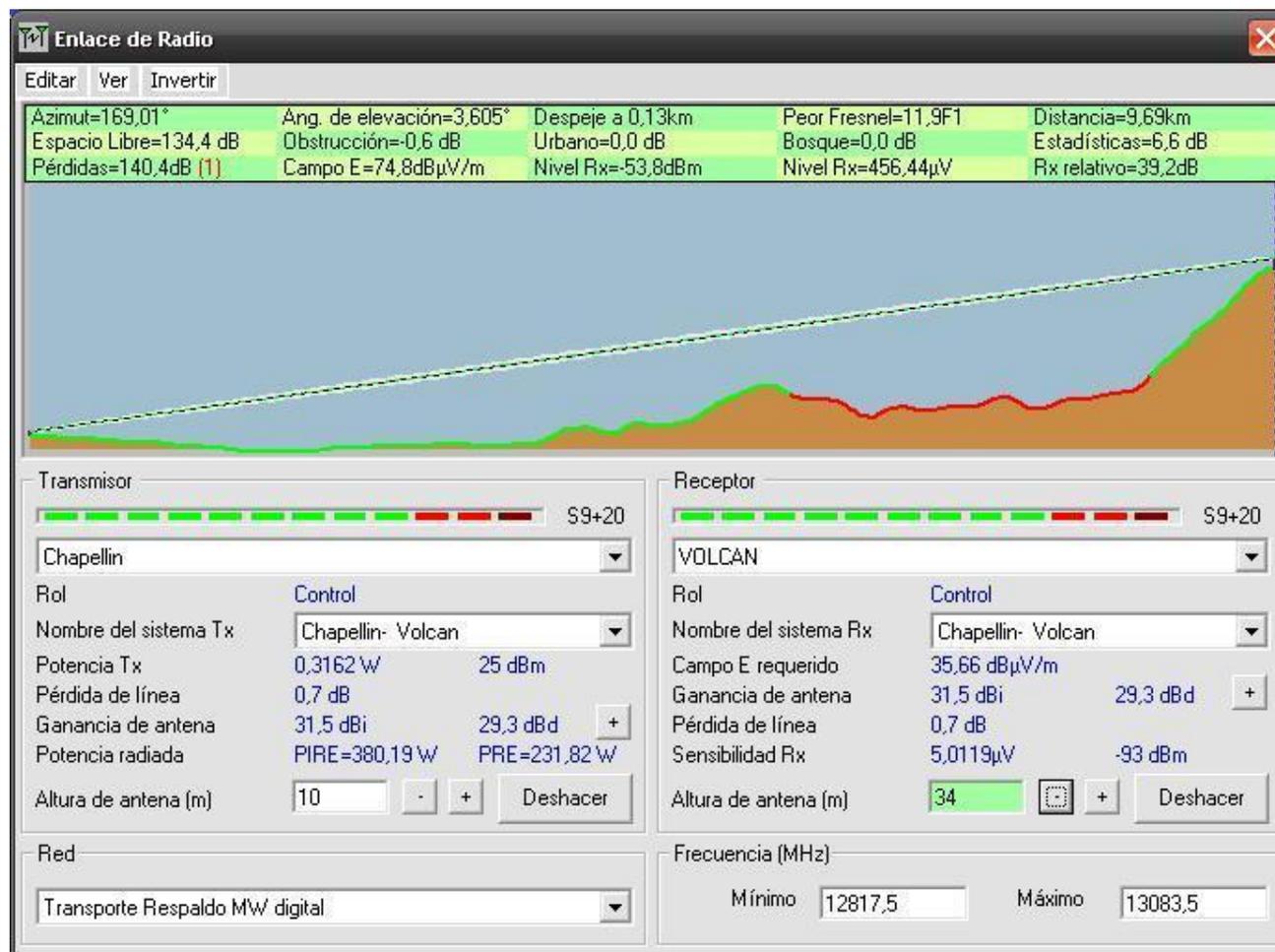


Figura 36: Simulación del radioenlace Chapellin-Volcán
Fuente: Radio Mobile (2016)



Figura 37: Simulación del radioenlace Volcán - VTV
Fuente: Radio Mobile (2016)



Figura 38: Vista satelital de radioenlace RNV – VTV – Con punto de repetición en Volcán
Fuente: GoogleEarth (2016)

Existe una problemática en el transporte principal de las señales de RNV, en el sistema de microondas digital del enlace RNV- Mecedores, el cual ha presentado fallas aleatorias según las estadísticas que han dejado fuera del aire las señales a nivel nacional, lo que equivale a un uno por ciento de indisponibilidad del sistema de microondas al año; esto equivale a diez (10) horas fuera del aire, de las noventa y ocho (98) estaciones retransmisoras y los seis (6) Centros Regionales a nivel nacional, el cual representa una calidad baja de servicio que deben soportar los asiduos oyentes de la empresa de comunicaciones.

Adicionalmente, existe un sistema de respaldo vía fibra óptica que pudiera solventar dichas fallas aleatorias, sin embargo, en el presente año a quedado vulnerable, dados los ataques constantes a la fibra de la empresa CANTV por vandalismo, lo que equivaldría a que en un momento dado no se cuente con dicho servicio.

En consecuencia, el sistema planteado es factible y a la vez la mejor opción, en principio por usar el espacio radioeléctrico para transmitir las señales de audio, lo cuales implica que es seguro; además que, se va a utilizar un sistema de microondas digital similar al principal, que tiene una disponibilidad de calidad del 99%, y por último, la ubicación del los sistemas que estarán propuestos para ser instalados en estaciones altamente seguras.

OBJETIVO 3.

Diseñar el sistema de respaldo de transporte de señales y su configuración.



Figura 39: Objetivos específicos del sistema de respaldo

El objetivo 3 está comprendido por el siguiente paso:

Paso 1: Comprobar los planes de instalación en cada una de las estaciones

El presente objetivo va a proveer a la Empresa, el detalle de instalación del Sistema de respaldo propuesto de RNV en las Estaciones, RNV, Volcán, VTV, que involucra la utilización del espacio físico en las casetas, y en Torres de Comunicaciones, así como el suministro eléctrico para todo el sistema.

Detalles de Instalación

Se muestra a continuación la Tabla 31, la cual está conformada por el listado del equipamiento de los sistemas de 13 GHz, que se van a instalar en las estaciones de Chapellin y Volcán para así completar el enlace Chapellin – Volcán:

Tabla 31: Equipamiento de los Sistemas de 13 GHz, para el enlace Chapellin-Volcán

CDAD	EQUIPO	MARCA/ MODELO	OBSERVACIONES
2	Radios Internos (Principal y de extensión)	Alcatel Lucent 9413	Ambos equipos con conector AC y N° parte 3CC52136AAAA01
			Y el cable de interconexión de ambos equipos N° parte 3DB16126ABAA
			Y Cable que conecta ambos radios de las contribuciones E1 3CC13659AAAB
2	Radios Externos de Configuración 1+1 (Principal y de extensión)	Alcatel Lucent 9413	
2	Acoplador	Alcatel	
2	Regleta Distribuidor de E1		Cable con conectores de la regleta hacia el equipo APT-CODEC
2	Sistema Rectificador	Eltek Valere 10042	
1	ANTENA	RDS	Antena parabólica 0.6 m
2	EQUIPO CODIFICADOR- DECODIFICADOR	APT	Codifica y decodifica en Digital, formato AES/EBU
2	Ventilador para rack		Utiliza corriente 220
135m	Carrete de cable RG213		
1	RACK		19'
2	TELEFONO DE MICROONDAS	Alcatel Temperis 10	

Fuente: RNV (2017)

Así mismo, se muestra a continuación la Tabla 32, la cual está conformada por el listado del equipamiento de los sistemas de 7 GHz, que se van a instalar en las estaciones de Volcán y VTV, para así completar el enlace Volcán – VTV.

Tabla 32: Equipamiento de los Sistemas de 7Ghz para la estaciones Volcán-VTV.

CDAD	EQUIPO	MARCA/ MODELO	OBSERVACIONES
2	Radios Internos (Principal y de extensión)	Alcatel Lucent 9470	Nº parte 3CC52136AAAA01 Cableado Nº parte 3DB16126ABAA Y Cable contribuciones E1 3CC13659AAAB
2	Radios Externos de Configuración 1+1 (Principal y de extensión)	Alcatel Lucent	
1	Guía de onda rectangular		1m
1	Regleta Distribuidor de E1		Cable con conectores de la regleta hacia el equipo APT-CODEC
1	Sistema Rectificador	Eltek Valere	
1	ANTENA	RDS	Antena parabólica 0.6 m (Volcán) y 1.2 m (VTV)
1	EQUIPO CODIFICADOR- DECODIFICADOR	APT	Codifica y decodifica en analógico
1	Ventilador para rack, con su base		Utiliza corriente 220
100m	Carrete de cable RG213		
1	RACK		19'
1	TELEFONO FIJO DE MICROONDAS	Alcatel Temporis 10	

Fuente: RNV (2017)

Se muestran a continuación, en las Figuras 40, 41 y 42, la disposición de los equipos en los racks en cada estación

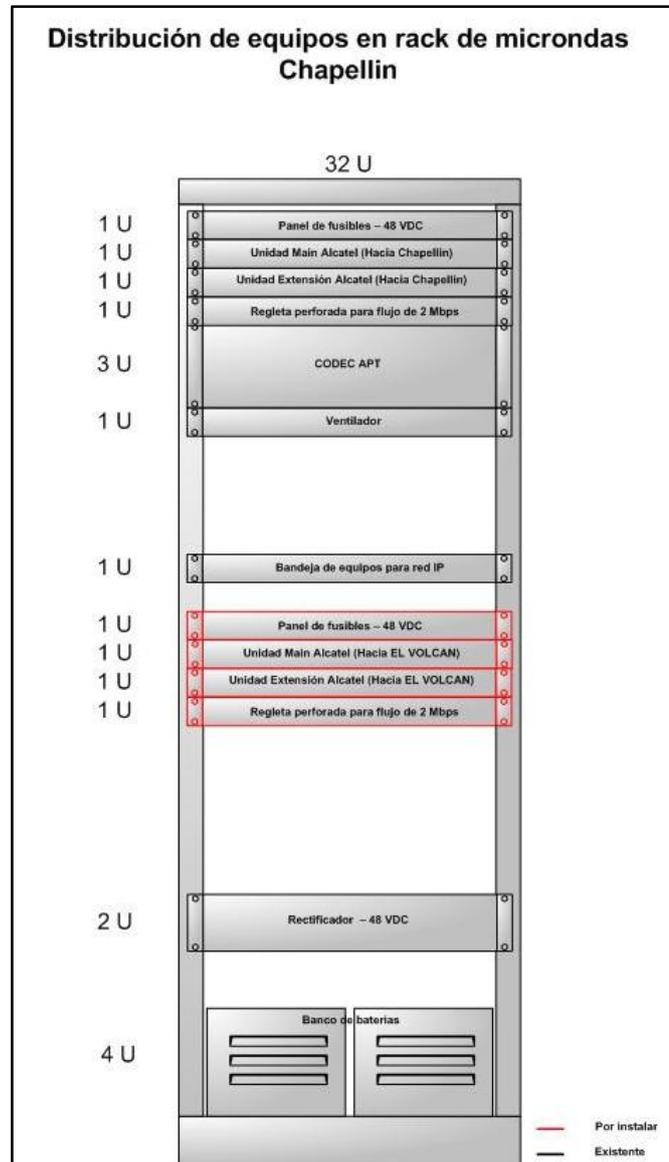


Figura 40: Disposición del equipamiento en los Rack de la estación de Chapellin
Fuente: RNV (2015)

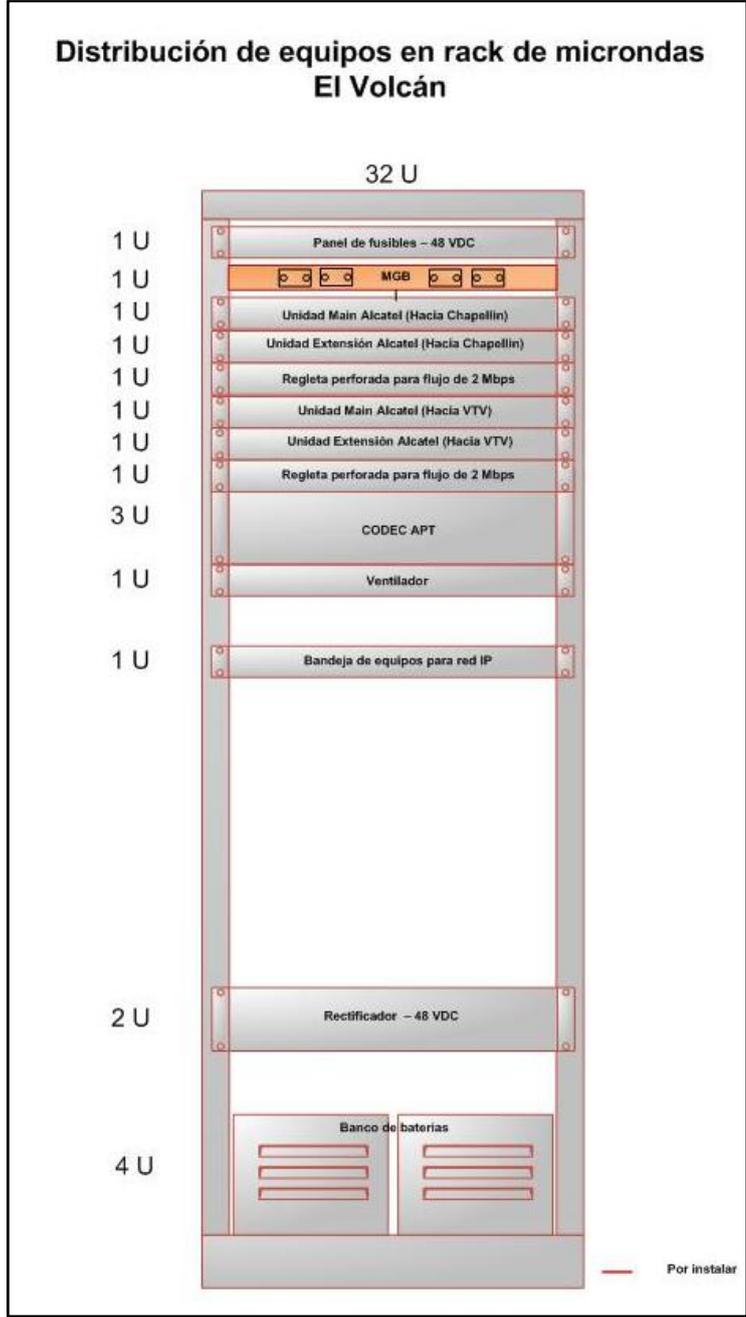


Figura 41: Disposición del equipamiento en los Rack de la estación El Volcán
Fuente: RNV (2015)

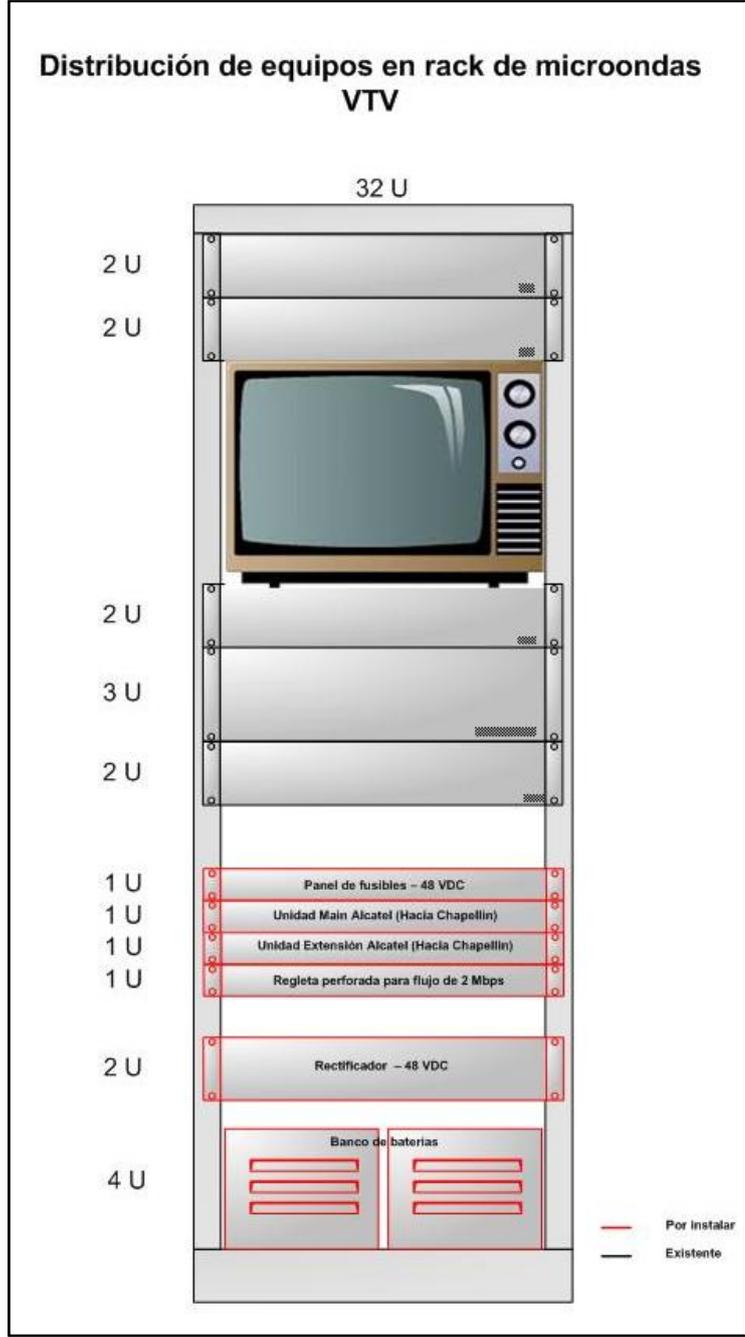


Figura 42: Disposición del equipamiento en los Rack de la estación de VTV
Fuente: RNV (2015)

Es necesario proceder a la adquisición de los materiales e insumos, indicados en la Tabla 14, los cuales son requeridos para la instalación del equipamiento en cada una de las estaciones. En tal sentido, se debe realizar el procedimiento administrativo correspondiente para la adquisición de los mismos, y éste consiste en formalizar una requisición de materiales e insumos con las autorizaciones correspondientes, y solicitarlo ante la Gerencia de Compras de RNV. Por ende, para realizar esta actividad, previamente esta adquisición ha debido haberse establecido en el presupuesto del año anterior, para que fuese liquidado en el presente. Cabe destacar que, dicho requerimiento demanda un tiempo prudencial, por la variedad de los mismos.

Ubicación del equipamiento en las casetas y torres de comunicaciones

Chapellin

El equipamiento de los radios del sistema de respaldo se propone ubicarlo en el rack de microondas del sistema principal del Máster Azotea de RNV.

Se muestra en la Figura 43, el plano de la azotea de la sede de RNV, para la ubicación del equipamiento, donde los radios internos (IDO) estarán en la caseta, identificado en el plano con el N° 18 y la ubicación del mástil, para la instalación del sistema radiante del enlace, que se encontrará con el N° 24, en dicho plano, ambos identificados con un rectángulo color negro.

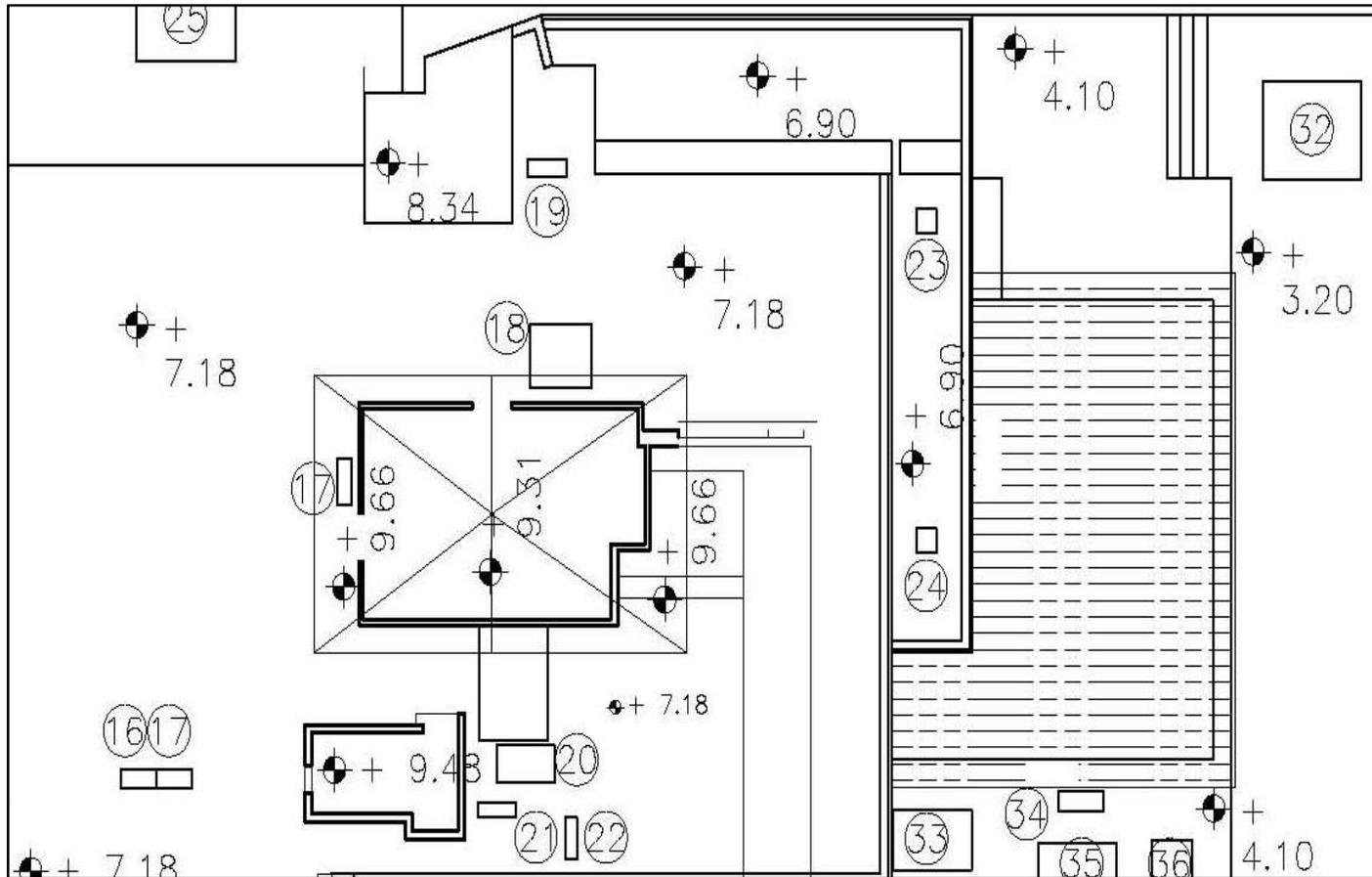


Figura 43: Plano de la ubicación de equipamiento y del mástil en RNV
 Fuente: RNV (2015)

Pasos de Instalación

Chapellin

- ✓ Se debe construir una base de cemento de 40x40, con piezas para la fijación de 3 vientos, para el arriostamiento vertical de un mástil ubicado en el N° 24 del plano de la azotea.
- ✓ Colocar el equipamiento en el rack de microondas, que son mencionados en la Tabla 31, de la siguiente manera:
- ✓ Ubicar en el rack los dos (2) radios internos (Principal y de extensión), interconectar ambos equipos con los conectores correspondientes y el teléfono.
- ✓ Conectar la regleta del distribuidor de E1
- ✓ Ubicar el equipo codificador-decodificador APT y su ventilador
- ✓ Canalizar la línea RG213, que son 30 m. aproximadamente, desde la caseta pasarla por la bota hacia el techo y luego hacia el mástil
- ✓ Unir los radios externos a los acopladores utilizando los radios de 12 GHz.
- ✓ Colocarle los conectores a los extremos de las líneas y conectar la línea a cada equipo.
- ✓ Se debe instalar el software CT1350 en una computadora con puerto serie y configurar cada uno de los radios principales internos, con las frecuencias, las potencias, entre otros.
- ✓ Para realizar la conexión de los radios con el rectificador de la microondas principal, se debe apagar el sistema, es decir, esta actividad hay que realizarla planificada y con autorización de la presidencia, preferiblemente realizarla a partir de las 12 am.
- ✓ Conectar los equipos al rectificador y el rectificador se conecta a los fusibles del rack y desde ese distribuidor conectarlos a los sistemas de radio en el AC.

- ✓ Se canalizan el cable de 3 vías con una regleta, hacia el tablero principal y se instala y conecta al breaker de 10 AMP
- ✓ Alinear la antena más o menos con línea de vista al Volcán
- ✓ Esperar instrucción para interconectar el enlace Chapellin-Volcán, una vez que el sistema sea instalado en esa estación.
- ✓ Se pone a funcionar el sistema principal de microondas digital de RNV.

Volcán:

- El rack con los equipos operativos instalados, tiene un requerimiento total de energía y de respaldo de 2 Amp.
- Para la alimentación de 110 Voltios, se debe instalar en el rack de equipos una regleta multi tomas, con una línea de alimentación directa hacia el tablero principal de la caseta. La unidad del electro-ventilador del codificador-decodificador, requiere una línea especial hacia el tablero, dado que, es el único equipo del sistema que trabaja con 220 V. de alimentación.
- Para protección del sistema se debe instalar un interruptor tipo DIM de 10 amperios y dos (2) polos para colocarlo en el tablero principal.
- Para la conexión del cableado AC, se debe utilizar 15 metros de cable desde la ubicación del rack propuesto hasta el panel general de distribución.
- Se debe colocar una barra de tierra en el rack y en el interior de la caseta a fin de derivar las tierras de los equipos. Esta conexión será tomada directamente desde la barra de tierra ubicada en la parte externa de la caseta, colocando una canalización PVC de 3/4" de diámetro.

- En caso de seleccionar la propuesta 1 del Rack de Comunicaciones, se requiere una canalización de tres (3) metros del mismo modelo de la que se encuentra actualmente instalada en la caseta para la línea de transmisión.

Se muestra a continuación la Figura 44 foto del tablero principal de la estación, y de la ubicación de los interruptores con un rectángulo azul e identificar la barra de tierra.



Figura 44: Ubicación del interruptor y se muestra la barra de tierra en el tablero principal

Fuente: RNV (2015)

Se presenta a continuación la Figura 45 del plano de la caseta con la ubicación del rack con un rectángulo y el recorrido del cableado eléctrico hacia el tablero principal.

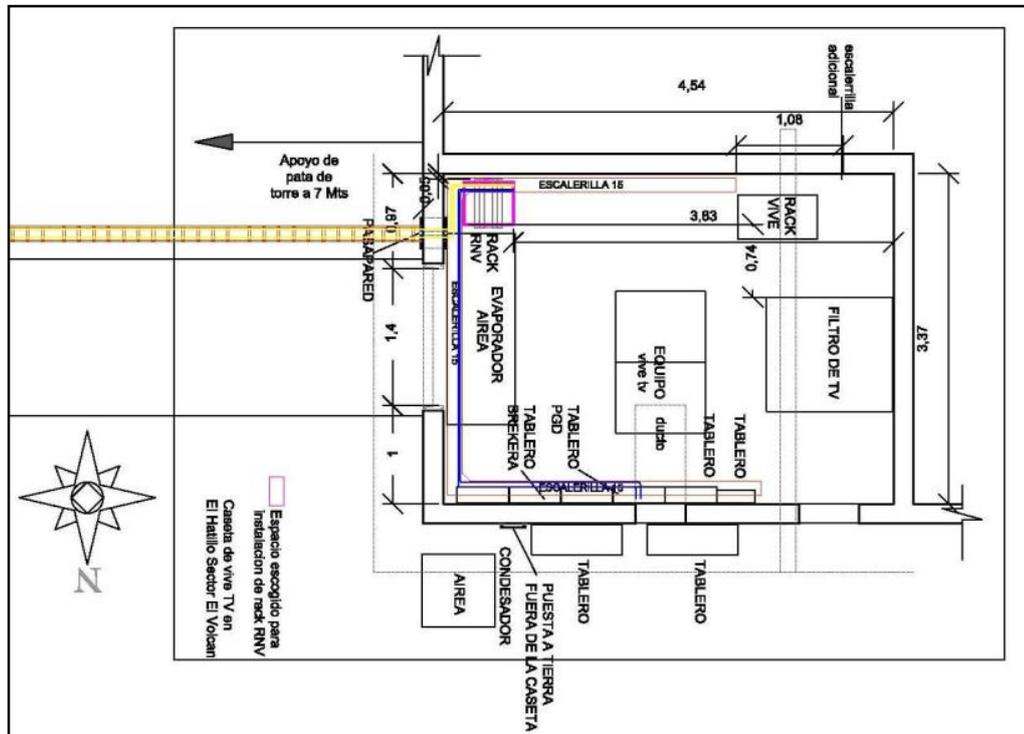


Figura 45: *Plano Caseta VIVETV en el Volcán*
 Fuente: RNV (2015)

Pasos para la instalación en Caseta y Torre

- ✓ El lugar para la colocación del rack de comunicaciones será a la entrada de la caseta de Vive TV, al lado izquierdo, en la estación Cerro El Volcán, como es mostrada en la siguiente Figura 50.

Detalles de Instalación del Equipamiento

Se presenta a continuación el resumen de tareas para la instalación del equipamiento en la Estación Cerro El Volcán:

- a) Se fija el rack de piso en la caseta de VIVE TV en el espacio destinado y autorizado a tal fin.

- b) Se instala el equipo rectificador de voltaje para la alimentación de la Microondas, de 48V a 800W.
- c) Se instalan las cuatro (4) unidades internas de radio (IDU), dos principales y dos de respaldo, que representan los enlaces Chapellín-Volcán y Volcán- VTV con configuración (1+1).
- d) Se realiza el procedimiento para programar las unidades internas de radio (IDU) y la instalación de las unidades externas (ODU) en la torre de comunicaciones de CANTV.
- e) Se fijan los tubos galvanizados en los espacios autorizados en la torre de comunicaciones de la siguiente manera: en la arista Nor-Oeste (enlace Chapellín- Volcán) a 28m de altura y en la arista Nor-Este (enlace Volcán-VTV) a 15m de altura.
- f) Se fijan los reflectores parabólicos y las unidades externas de radio (ODU) en los tubos galvanizados correspondientes.
- g) Se realiza la canalización e interconexión de la línea de transmisión desde el rack ubicado dentro de la caseta hasta la torre de comunicaciones, en las aristas donde se encuentran los platos reflectores y las unidades externas de radio (ODU).
- h) Utilizando cintas de tipo *tire-wrap* de 14" se deberá sujetar el cable RG-213 que constituye la línea de transmisión cada 6 metros de tendido.
- i) Se realizan las canalizaciones y se elaboran los circuitos de los cables de energía desde el Rack hasta el tablero principal (Sistema de energía y puesta a tierra).
- j) Se conectan las líneas de transmisión a las unidades internas de radio en el Rack.
- k) Se revisan las conexiones de alimentación de todos los equipos instalados.

- l) Luego de llevar a cabo la instalación en las estaciones de Chapellín y de VTV, se procederá a configurar los radios en red por medio de la computadora máster que se encontrará ubicada en Chapellín.
- m) Se alinean las antenas y se ajusta la potencia de los radios para comenzar la operación del sistema en período de prueba.
- n) Se realiza la configuración de los radios.

VTV

Para la instalación del equipamiento en la estación de VTV, el personal de Radio Frecuencia de RNV, C.A. ha solicitado reuniones a la Gerencia de Ingeniería y al personal de Telepuerto en VTV, en conjunto con el personal de REDTV, C.A. y no se ha llegado a un expedito diseño para llevar a cabo la misma, así pues, no se tiene más información que el previsto en la inspecciones iniciales con dicha empresa.

CAPITULO VI. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

INFORME DE PRUEBA DE CONCEPTO DEL EQUIPAMIENTO RADIOENLACE DIGITAL DE MICROONDAS SISTEMA DE RESPALDO DE LOS AUDIOS DE RNV

Memoria descriptiva

A través del sistema de microondas digital principal de RNV, C.A., se transportan las señales matrices de audio en el enlace Chapellin-Mecedores, luego en esta última estación, REDTV, C.A., incorpora las mismas en la Red Metropolitana de Caracas hacia el satélite VENESAT1, y en los Centros Regionales y Estaciones Retransmisoras, a nivel nacional, dichas señales son bajadas por equipos de recepción satelital para su difusión local en amplitud y frecuencia modulada.

Para blindar este transporte, se propone el presente proyecto como un sistema de respaldo de los audios de RNV, a fin que, sirva de contingencia en caso de que el principal presente alguna falla y/o realizar los mantenimientos respectivos al sistema principal sin novedad.

Cabe señalar que, el personal que actualmente se encuentra en la GGIT de RNV, C.A., no ha asistido a curso alguno de estos sistemas de microondas, en consecuencia, se busco asesoría y apoyó con personal de ingeniería de la empresa REDTV, C.A., con consentimiento de las gerencias involucradas, dado que, dicha empresa, presta servicio en el mantenimiento preventivo y correctivo, a las estaciones Retransmisoras y Centros Regionales, a nivel nacional, y además, posee experiencia en instalaciones de microonda digitales a empresas similares, que se encuentran operativas de diversos servicios en todo el territorio nacional.

En tal sentido, el presente proyecto estuvo dispuesto hasta el diseño, pero, en el manejo de la información y de los recursos, hubo la posibilidad de instalar el equipamiento del enlace Chapellin-Volcán y de realizar algunas pruebas, que se van a exponer y desarrollar en este capítulo como una prueba de conceptos.

Objetivo

El objetivo del análisis de resultado consistió en realizar una prueba de conceptos, que permitirá al personal de instalaciones de REDTV, C.A. y RNV, C.A., el manejo conforme, para una instalación adecuada del equipamiento y una prueba inicial, del enlace Chapellin-Volcán, para su posterior implementación del Sistema de respaldo de los audios de RNV, C.A. en el transporte de las señales.

Alcance

El alcance del análisis de resultados es una prueba de concepto que consiste en la instalación adecuada del enlace Chapellin- Volcán y establecer una comunicación inicial, tal como, la gestión de los equipos a través de la interfaz, bien sea, local y remota.

Pruebas de Concepto

Para llevar a cabo las pruebas de concepto, es necesario seguir un procedimiento determinado en las siguientes fases:

- **Planificación de las actividades**

Consistió en las reuniones para la planificación efectiva de las actividades que implican la instalación del equipamiento en cada vano.

- **Revisión de la documentación**

Se analizan y verifican las documentaciones de los sistema de microondas, equipo de rectificación y procesador de audio (codificador-decodificador de la información), tales como, los manuales técnicos para realizar la instalación de los radios internos y externos, su alimentación, entre otros, los manuales de la interfaz para la configuración de los radios, los manuales de equipo de rectificador, para verificar sus conexiones y los manuales del equipo procesador de audio.

Asimismo, se revisan los manuales de instalación del equipamiento, que fueron realizados en el objetivo 3, tales como, la cantidad y

selección de materiales y equipos, cableado, la confirmación y verificación de los sitios de instalación, entre otros.

- **Elaboración de Plan de Pruebas**

Concierne en la realización de diferentes pruebas para verificar la operatividad de las etapas del sistema, tales como: las etapas de radiofrecuencia, eléctricas y de procesamiento. Dichas pruebas consisten en la articulación de un laboratorio para la comprobación del funcionamiento y configuración de los equipos en las etapas correspondientes.

- **Instalación del equipamiento**

Correspondió a la coordinación y planificación de la instalación en cada una de las estaciones Chapellin y Volcán validando que los procedimientos de instalación de equipamiento interno y externo del sistema se lleven a cabo exitosamente.

- **Prueba inicial**

Tuvo que ver con el encendido de los sistemas, la alineación de los sistemas radiantes en cada estación, la configuración y transmisión de una señal de prueba o tono o la gestión local y remota a través de la interfaz del sistema en cada estación.

Planificación de las actividades

Dado que la empresa REDTV, C.A., es el ente encargado de desarrollar, operar y mantener las redes de transporte y difusión que llevan las señales de audio y video del SNMP, RNV, C.A. le presentó, el proyecto de Respaldo de los Audios de RNV, para su acompañamiento en cuanto a proyección de factibilidad técnica y en tentativo desarrollo conceptual y práctico.

Como no se ha obtenido una respuesta definitiva de la Gerencia de Ingeniería de la empresa VTV, C.A., para la instalación del equipamiento en su sede, la Gerencia de Proyecto de REDTV, C.A., propone llevar el transporte de los audios hasta la estación el Volcán, y ellos se encargarán de enviarlos directamente al satélite a través de una microondas hasta VTV y/o hacia la Estación de Mecedores para su inserción en la Red Metropolitana. Esta opción

aporta una óptima instalación que ahorraría una pareja de enlace de microondas que puede ser utilizado para próximas soluciones.

Cabe destacar que, RNV, C.A. posee un respaldo de los audios vía fibra óptica, utilizando equipamiento basado en protocolo IP, desde Chapellin- hasta la estación de Mecedores, con un punto de repetición en el Edif. NEA, en CANTV, Av. Libertador, pero este respaldo ha presentado fallas importantes en la comunicación, dado los constantes hurtos del sistema de fibra en el país, corroborándose la necesidad e importancia de ésta propuesta por su robustez.

Se muestra a continuación la Figura 46, el diagrama de la Red de transporte de los audios de RNV hacia el Satélite Simón Bolívar, generada para la planificación inicial con el personal de REDTV y RNV, para la instalación del sistema de respaldo.

Dado que la estación de Mecedores es una terminal de la Red Metropolitana, inicialmente allí llegan nuestras señales hacia el Venesat1. En el diagrama, el enlace RNV – Mecedores, indica el transporte del enlace de microondas principal; luego en el diagrama, el enlace que va desde RNV hacia el Edif. NEA, en CANTV, utiliza el servicio Metro Ethernet (Fibra óptica) y luego hacia Mecedores, por la Red Metropolitana, éste transporte utiliza equipos de transmisión y recepción que utiliza el protocolo IP. Luego en el diagrama, se muestra el enlace inicial propuesto, el cual va en línea pespunteada, desde RNV – Volcán – VTV. y el enlace propuesto sugerido RNV- Volcán. En ambas estaciones, las señales son enviadas a la Red Metropolitana hacia Mecedores y hacia el satélite VENESAT1.

DIAGRAMA DEL TRANSPORTE DE LOS AUDIOS AL SATÉLITE

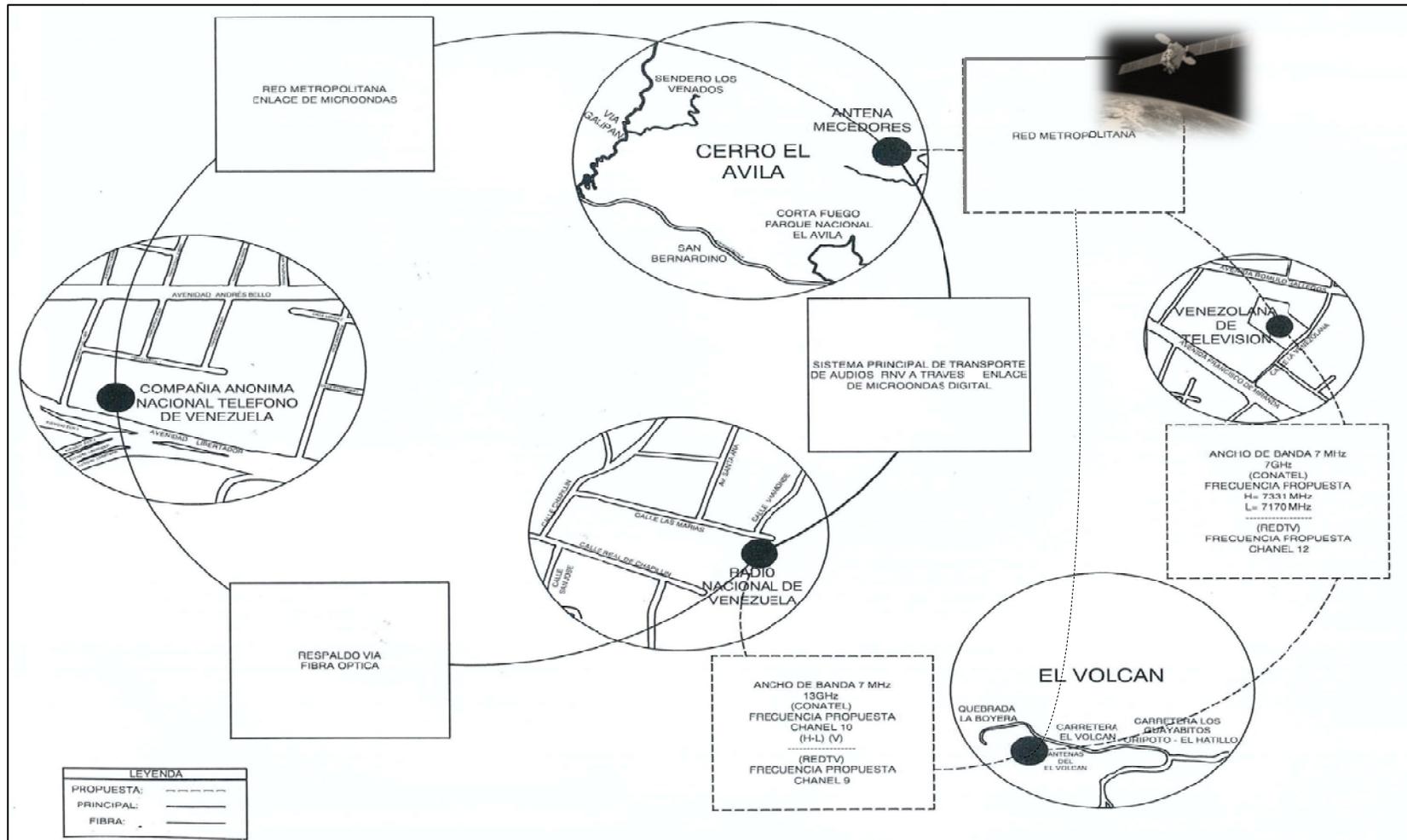


Figura 46: Diagrama de la Red de transporte de los audios de RNV hacia la Red Metropolitana

Fuente: RNV (2018)

Plan de pruebas

Se propuso montar un laboratorio de trabajo en el taller de REDTV, ubicado la sede de Los Cortijos de Lourdes, Municipio Sucre, Edo. Miranda. A finales del mes de Octubre 2017, conformado por los siguientes grupos: personal de proyecto e instalaciones de REDTV, C.A. y personal de transporte de audio de la Unidad de Radio Frecuencia de RNV, C.A., y se comenzó con esta actividad hasta finales de Noviembre.

- Se asignó un mesón donde se ubicaron todos los equipos.
- Para esta actividad, se destinó una fuente de alimentación de corriente continua de -48V (RSP-3000-48), dado que los radios se alimentan con dicha tensión; se realizaron los conectores de los radios internos para completar la alimentación para efectuar la configuración
- Luego se verificó el equipo rectificador para confirmar su funcionamiento, utilizando el manual del usuario y se alimentaron de una vez los radios.
- Para disipar la salida de la radio frecuencia de los radios internos, se colocó una carga de 1500 W
- Se confirmó la interfaz “Alcatel 1320 Craft Terminal”, que se encontraba instalada en la laptop dedicada para microondas del sistema principal, se verificaron que todos los módulos se encontraban instalados, con el apoyo del manual “*Basic Operator’s Handbook*”; a fin de configurar los radios de 13 GHz.

Se introdujo las tarjetas Flash Carda en cada uno de los radios de 13 GHz y se ubicaron los cd’s correspondiente a la versión superior AWY 9400 r2.1, se instaló y se comenzó a interactuar con el programa. Se decidió que dicha configuración debía a ser en el campo.

Se planificaron y organizaron los grupos de trabajo para la instalación en cada estación. Se realizó el proceso de la salida formal de los materiales y equipos para su traslado a la estación el Volcán. Se planifico dos (2) días para la instalación en cada estación, para las actividades relacionadas, bien sea, para el pase de la línea de transmisión de RF desde la caseta hacia las antenas, la instalación del equipamiento interno en el rack, pase de las líneas eléctricas, instalación del sistema radiante, entre otros.

Instalación Chapellin

La instalación en Chapellin fue apegada a las especificaciones en el manual de instalación, se muestra a continuación algunos detalles:

- Se instaló el sistema radiante en el mástil establecido, se realizó y verificó el tendido de la línea de transmisión y alimentación por un viajero desde el Máster Azotea hasta el mástil.
- Se instaló el equipamiento interno en el rack de la microondas, constatando la instalación adecuada de los mismos.

En la siguiente Figura 47, se publican algunas fotos de la instalación en la estación Chapellin.

Fotos de instalación del sistema en Chapellin



Figura 47: Instalación equipamiento interno/externo en Chapellin
Fuente: RNV (2017)

Instalación en la estación el Volcán

Se muestra a continuación la Figura 48, con algunas de las fotos de la instalación del sistema en el Volcán.

Toda la instalación en la estación en el Volcán se realizó guiándose por las especificaciones de los manuales de instalación, excepto que, el rack que se utilizó fue el existente en la estación, dado que, el rack que llevamos había que aterrarlo y no se llevó las herramientas adecuadas y además como en dicho rack había suficiente espacio, se tomo la decisión de ubicar el equipamiento.

Fotos de instalación del sistema el Volcán

			
<p>Instalación equipos en rack y pase de la línea de transmisión y alimentación</p>		<p>Instalación en el tablero eléctrico de los braker de la alimentación del equipamiento</p>	
			
<p>Instalación y verificación del rectificador de alimentación de -48 V.</p>		<p>Instalación de los soportes de sujeción para el sistema radiante</p>	
			
<p>Pase de la línea de transmisión desde la caseta de VIVE hasta la ala NE (28m h) de la Torre</p>		<p>Ubicación de la instalación del sistema radiante en la torre encerrado en un círculo</p>	

Figura 48: Instalación equipamiento de microondas en el Volcán

Fuente: RNV (2017)

Alineación del enlace Chapellin-Volcán

Una vez instalado el sistema en cada estación, se dividieron los grupos de trabajo para cada estación a fin de alinear el enlace, de los cuales, se obtuvo niveles de -54 dBm, se muestra a continuación la Figura 49, que muestra los valores de esta alineación:

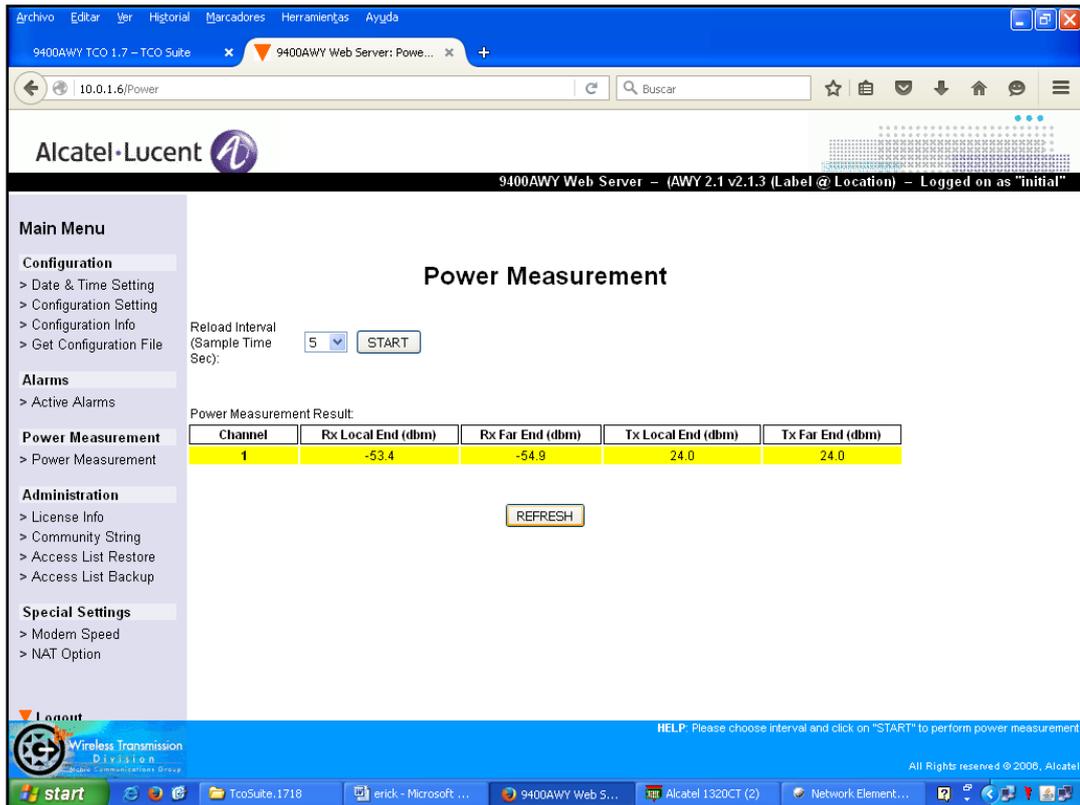


Figura 49: .Datos de alineación del enlace Chapellin-Volcán
Fuente: Sistema Alcatel (2017)

Configuración del sistema de microondas utilizando la interfaz

Se realizó un manual de procedimientos consta de las pantallas obtenidas en la investigación y configuración de la interfaz para la gestión del sistema de microondas de 13 GHz, por ejemplo, cuando se gestionó la alineación del enlace Chapellin- Volcán; información que queda para la Unidad de Radio Frecuencia.

Resultados de la prueba de conceptos

Los resultados de la instalación del sistema de respaldo son los siguientes:

- Se realizó la instalación satisfactoriamente.
- Se consiguieron valores de -54 dBm, en la alineación del enlace Chapellin – Volcán, que son buenos para alcanzar una comunicación satisfactoria.
- Desde la interfaz se configuró y gestionó local y remotamente cada sistema, pero no hubo comunicación telefónica, ni transmisión de datos.

En tal sentido, la prueba de concepto se presenta como una no conformidad. De lo observado en la instalación, las causas posibles pueden ser:

- Como el sistema de microondas fue adquirido con una protección 1+1, y al configurar los radios internos y externos, solo permite los principales no los de extensión, es posible que, la configuración que se encuentra en la tarjeta (Flash Card) sea de 1+0.
- Que no se establezca la comunicación debido a que, los equipos de transmisión y procesamiento de los paquetes no se encuentren sincronizados entre sí.

CAPITULO VII. LECCIONES APRENDIDAS

Los formatos que se van a utilizar a continuación, fueron desarrollados por la Universidad George Washington (GW), en Washington D.C., USA, con el sistema Ciclo de Gestión de Proyectos (PMLC), que es un modelo de proyecto utilizado para la iniciación, planificación y ejecución de los proyectos en esa universidad. Cada plantilla descargable incluye las secciones apropiadas junto con instrucciones de qué información incluir. Debido a la naturaleza única de cada proyecto, las formas en que se utilizan estas plantillas variarán de un proyecto a otro.

Para la presente investigación, se van a utilizar solo algunos de los formatos de la sección de la fase final, las lecciones aprendidas, como sigue a continuación:

Antecedentes del proyecto

La empresa Radio Nacional de Venezuela posee un sistema de radioenlace terrestre de microondas digital que permite el transporte de las cinco (5) señales principales desde la sede su sede principal en Chapellin hasta la estación de Mecedores, donde la empresa Red de Transmisiones de Venezuela (REDTV, C.A.), realiza el transporte hacia el satélite Simón Bolívar, a través de la Red Metropolitana de transporte de Venezuela. Dichas señales son bajadas por sistemas de recepción satelital en los seis (6) centros regionales de la empresa RNV, C.A. y en las 98 estaciones retransmisoras que se encuentran a nivel nacional.

Cabe destacar, que el sistema de transporte no posee redundancia de respaldo para soslayar el 0,1% de indisponibilidad de todo sistema, que ha dejado fuera de servicio a las señales de RNV a nivel nacional, por fallas aleatorias recurrentes en el porcentaje indicado.

En tal sentido, se propone un sistema similar al principal, que permita conmutar uno por el otro mientras se solventa la falla y dar calidad de servicio a usuarios del mismo.

Tres lecciones aprendidas con recomendaciones para proyectos futuros

- La comunicación en todas las direcciones de organigrama de la empresa e inter empresariales es muy importante, y cuando un tesista debe coordinar inspecciones y seleccionar sitios, entre otros, de acuerdo a su factibilidad debe lidiar con personas que tienen intereses personales que hacen que se retrasen las actividades planificadas. Se recomienda, perseverancia, constancia y confianza en si misma(o) para echar a un lado este tipo de limitante o adversidad y continuar dando pasos que contribuyan a avanzar en el mismo.
- Para realizar una inspección, así sea evaluativa, debe coordinarse y planificarse para que asista el personal especializado, dado que son ellos los que dan el veredicto de factibilidad, por ejemplo, dibujante para realizar el levantamiento planimétrico, el electricista, para que evalúe espacio en el tablero, puesta a tierra, verificación de respaldo energético, entre otros, de infraestructura, a fin de evaluar el estado de los espacios y las posibles modificaciones que se deban realizar, de radio frecuencia, indispensable para la verificación del espacio en la torre de comunicaciones, líneas de vista, caseta, adyacencias, entre otros. Con el fin de evitar las reiteradas solicitudes de inspecciones para cada rama, a fin de ser mas eficiente y eficaces con los recursos de transporte, personal, entre otros.

- Es vital tener un tutor que apoye al tesista a vislumbrar caminos que haga que no se desvíe de los objetivos del proyecto, en el sentido de que, pueda orientar adecuadamente en las necesidades que surgen a priori a fin de seguir con los criterios de la institución educativa y de la empresa.

Contribuciones de las lecciones aprendidas

Aspecto personal

En aprendizaje ha sido importante, dado que, se tuvo la oportunidad de utilizar el tiempo para realizar la investigación correspondiente a cada tópico, organizar y desarrollar los capítulos de forma adecuada e instalar el equipamiento que se produjo de manera satisfactoria.

Aspecto profesional

Se integró información teórica y práctica importante de telecomunicaciones que efectivamente sirvió de base para realizar la presente investigación. La manipulación del equipamiento, ubicación de los materiales, inspecciones a los sitios propuestos, conversaciones importantes a fin de lograr incluir los equipos en las estaciones solicitadas, verificación de los manuales del sistema, entre otros, permitió un cúmulo de conocimientos enriquecedores.

Aspecto empresarial

El impacto de la presente investigación brindar una óptima respuesta al requerimiento de generar un sistema de respaldo para el transporte de las señales, que garanticen la continuidad del servicio de difusión de las mismas con calidad en todo el territorio nacional.

La contribución para la universidad es la disponibilidad de un libro que le permita ser referencia y/o apoyo en un momento determinado.

Lecciones aprendidas del proyecto

Qué eventos imprevistos han ayudado a realizar este proyecto (ejemplo, una particular buena técnica, recursos, una instalación fácil que no se esperaba, etc.), donde fue que se mejoró el tiempo en un proceso

- Después de muchas conversaciones con la empresa CANTV, inesperadamente, dio la aceptación para instalación en la torre de comunicaciones en la estación Volcán; igualmente con la empresa REDTV, C.A., que dio luz verde para la instalación en Chapellin y el Volcán.

Considerando el tope 4 o 5 de “sospechosos habituales” (ejemplo. corto tiempo de línea, falta de comunicación, ausencia de conocimientos técnicos, etc) en qué medida este proyecto ha sufrido estos inconvenientes? Situación que ha generado una significativa pérdida de tiempo valioso y recursos invertidos ¿Ha habido un proyecto similar a éste en el pasado? ¿Si es así, cómo se benefició este proyecto de las lecciones aprendidas? ¿Cuál problemas se ha evitado y cual se ha repetido? ¿Cuál conocimiento y experiencias de este proyecto puede ser transmitido a los demás?

- Previo a éste proyecto se realizó el proyecto de CONATEL del sistema principal (Chapellin- Mecedores) para la solicitud de la Habilitación General con el atributo de transporte, el cual sirvió de apoyo para la solicitud de la misma en el presente proyecto
- Sin embargo, para el mismo proyecto, no se realizó la ingeniería de detalle del sistema principal del enlace de microondas Chapellin-Mecedores, por tal motivo, se realizó la presente investigación sin un previo apoyo de tipo técnico y académico.

¿Qué problema ha impactado el proyecto?

- El problema que ha impactado el presente proyecto ha sido el poco personal que hay en la GGIT de RNV que ha impedido dedicarle el tiempo correspondiente para realizar la instalación y los tiempos de respuesta de las empresas involucradas.
- El sistema de microondas de 13 GHz fue adquirido con protección 1+1 HSB; al ser instalado el equipamiento y al configurarlo solo acepta 1+0 y es posible que esta sea la causa de que no permita a la fecha, la comunicación.

¿Cómo ha sido la comunicación entre los miembros del equipo?

- fue necesario establecer estrategias comunicacionales adecuadas a fin de lograr la efectiva transferencia de ideas entre los integrantes del equipo de trabajo de las empresas involucradas en el desarrollo de las tareas, con miras a obtener los resultados perseguidos
- ¿Cómo pueden futuras planificaciones y organizaciones ser mejoradas para adaptar mejor al cronograma de proyecto y sus objetivos?
- Todo proyecto necesariamente lleva tiempo, una buena planificación u organización evidentemente mejorará el cronograma del proyecto en pro de lograr sus objetivos.

Pensamientos adicionales:

- La sincronización es importante, dado que, no se puede avanzar hasta que se cumplan los períodos y por mas que se quiera adelantar hay que esperar.

¿Cuáles son las tres lecciones más importantes aprendidas del presente proyecto, que se puedan beneficiar en futuros proyectos?

- Planificación u organización de todos los aspectos del proyecto
- Calma y paciencia para lograr las metas con perseverancia y constancia
- Estudiar e investigar a cabalidad el tema para dominar la teoría y luego afianzar la información con la práctica.

CAPITULO VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente proyecto de investigación, se suscitó de la necesidad que tiene Radio Nacional de Venezuela, C.A. de un sistema de respaldo para el transporte de sus audios matrices, utilizando una plataforma segura de radioenlace de microondas digital terrestre entre los vanos: Chapellin – Volcán – VTV, para mantener dichas señales operativas disponibles, en caso de contingencia con el sistema principal. Una vez las señales en el telepuerto de VTV, éstas son objeto de otros procesos, donde interviene la empresa REDTV, C.A., que se encarga de insertarlas en la Red Metropolitana para el transporte hacia el satélite Simón Bolívar y las mismas son bajadas por sistemas de recepción satelital en las estaciones retransmisoras y centros regionales para ser difundidos localmente a nivel nacional.

Hay que destacar que, el desenvolvimiento de la presente investigación generó importantes aciertos que permitieron generar recomendaciones a dicha empresa para agilizar el logro de la puesta en marcha del sistema planteado.

De acuerdo a lo planteado en el presente Trabajo Especial de Grado como respuesta a los objetivos específicos de la misma, se puede concluir:

Objetivo 1: Identificar los requerimientos técnicos de red de un sistema de respaldo de transporte de señales en banda microondas

Radio Nacional de Venezuela posee equipos con las características requeridas que se pueden utilizar para realizar el proyecto, en tal sentido, fue necesario identificar la factibilidad en las etapas esenciales con respecto a radio frecuencia, procesamiento de la información y energía eléctrica, resultando satisfactorias para la puesta en marcha del mismo.

Adicionalmente, se realizaron conversaciones formales con las empresas asociadas en el área de tecnología (REDTV, C.A.) y de las empresas afines que poseen sistemas de comunicaciones en las estaciones en las que se evaluó y se propuso para la conformación de la red en el presente proyecto.

A partir de dichas conversaciones se generaron inspecciones en las estaciones recomendadas y se verificaron que fuera factible la instalación del equipamiento en cada una de ellas. Entre los aspectos verificados, se realizó levantamiento planimétrico de las áreas internas y externas; se verificó los aspectos eléctricos, bien sea la puesta a tierra de la caseta y torre, el respaldo eléctrico, espacio en el tablero eléctrico, estudio de cargas, entre otros; la revisión de la infraestructura para verificar las condiciones en que se encuentran las casetas y torres de comunicaciones en cada una de las estaciones. Además, previamente, 2013, fue incluido en la torre de comunicaciones de CANTV, en el Volcán (El Hatillo, Oripoto) el proyecto de respaldo, para la instalación de dos (2) sistemas radiantes, uno en dirección Chapellin (La Florida) - Noroeste y el otro en dirección VTV (Los Ruices) – Noreste y para las estaciones de Chapellin y VTV, se propuso la instalación de un mástil con las especificaciones del personal de infraestructura. Del mismo modo, se verificaron los materiales e insumos necesarios para llevar a cabo esta actividad, también se verificó, la línea de vista y se realizó junto con el personal de REDTV una espectrometría en las frecuencias correspondientes. Toda esta información contribuyó para realizar el proyecto de CONATEL, que consistió en la solicitud de una concesión para el uso del espectro radioeléctrico en el objetivo siguiente.

Objetivo 2. Evaluar la factibilidad técnica del sistema de respaldo para el transporte de señales de RNV, C.A.

Se elaboró una simulación del presupuesto de enlace de factibilidad en forma manual, verificando la distancia, las coordenadas de cada estación, las frecuencias, las características del equipamiento, las pérdidas

características de transmisión y recepción (LTx y LRx), el cálculo de las pérdidas del espacio libre, la potencia radiada, el margen de desvanecimiento, la zona de Fresnel, atenuación por lluvia, entre otros, de los enlaces Chapellin- Volcán y Volcán - VTV.

Adicionalmente, se elaboró con la misma información antes mencionada, el proyecto técnico requerido por CONATEL, para solicitar una Habilitación General con el Atributo de Transporte, para el uso del espectro radioeléctrico conformado por tablas y gráficos que poseen la información generada por el programa de simulación de enlace Radio Mobile y tablas de Excel de la empresa RNV, C.A.

Además, este proyecto es considerado factible, debido a que el costo solo son de insumos y/o de logística (Transporte y alimentación), dado que, Radio Nacional de Venezuela, C.A., posee el equipamiento de radioenlace de microondas.

Objetivo 3: Diseñar el sistema de respaldo de transporte de señales y su configuración.

Este objetivo estuvo sujeto a la ingeniería de detalle de sistema propuesto, que consistió en la elaboración de los manuales en las instalaciones en la sede de RNV (Chapellin), en la Caseta de VIVE y Torre de comunicaciones de CANTV, en el Volcán, igualmente en las instalaciones de VTV (Telepuerto y patio de antenas) donde se especifica, la ubicación del equipamiento interno y externo, cantidad de materiales, instalaciones eléctricas, instalaciones de la línea de transmisión RF, entre otros.

Con respecto a la estación de VTV, C.A., hay que resaltar que, a pesar de que, se realizaron conversaciones frecuentes con la Gerencia de Ingeniería, éstas no favorecían por completo a las necesidades del sistema propuesto, dado que, nos fue asignado un lugar en un rack del telepuerto, pero, se debía utilizar la energía del equipamiento de un tablero en un piso menor, en

la que no estaba incluido en el respaldo eléctrico de la sala. Además, la asignación del espacio en el patio de antenas para la instalación del sistema radiante fue en el extremo sur, en consecuencia, la línea requerida para esta estación era de aproximadamente 150 metros, que como dicho sistema tiene protección (1+1), en total serían aproximadamente 300 metros de línea de transmisión, de las que actualmente no se dispone, ni se cuenta con el recurso financiero para su adquisición.

En tal sentido, para brindarle una solución a la empresa, en la puesta en marcha del proyecto de respaldo, se realizaron nuevas conversaciones con la empresa REDTV, C.A., en donde, se encontró una solución de que al instalar el enlace Chapellin-Volcán, dicha empresa se encargue del transporte de las señales de RNV, C.A., desde el Volcán hacia la Red Metropolitana de Venezuela. En consecuencia, esto permitirá tener estas señales en punta disponibles para que en caso de contingencia se realice una conmutación al sistema de respaldo que permita en principio tener al aire las señales de RNV a nivel Nacional y luego permitir la acción más acertada por parte del personal de Radio Frecuencia de RNV, C.A., en la solución de dicha contingencia.

Con la colaboración del personal de instalaciones de la empresa de REDTV, C.A. y RNV, C.A., se logró realizar la instalación del equipamiento en los vanos Chapellin y Volcán, utilizando los manuales de instalación y los del sistema, para llevar a cabo esta actividad satisfactoriamente. Además, se realizó la alineación del enlace quedando con niveles óptimos de -54 dBm y se pudo gestionar los sistemas en cada estación, local y remotamente.

Cabe destacar que, existe una no conformidad en la prueba piloto del presente proyecto, debido a que, en su oportunidad, aun no se había realizado la comunicación de los paquetes y/o envío de información, por lo

que, se comprobó que el sistema posee una configuración 1+0 y el mismo fue adquirido con protección 1+1 (HSB).

Adicionalmente, también hay la posibilidad de que los terminales, es decir, los radios internos y el equipo codificador-decodificador no estén adecuadamente sincronizados, en cada estación.

Recomendaciones

Sugerencias generadas a partir de reunión (mesa de trabajo efectuada entre el personal de RedTV, C.A y RNV, C.A) en Enero 2018:

- Se recomienda establecer comunicación con el proveedor del equipamiento Alcatel Lucent, a fin de reconfigurar las tarjetas (*Flash card*) de los radios de microondas con la configuración correspondientes, debido a que, dicho sistema fue adquirido con protección 1+1, éste solo permite configurar los radios principales, mas los de extensión no los muestra, a pesar de que ambos radios están unidos, bien sea, los internos por conectores y cables planos y los externos por un acoplador, este detalle hace que el sistema físicamente no pueda convertirse a un sistema sin protección.
- Con respecto a la verificación de la sincronización del equipamiento, se propuso, solicitar la colaboración al personal de Ingeniería de CANTV, dado que, éstos, poseen y manejan un equipo para medir calidad de enlaces de microondas, que puedan apoyar a la verificación del enlace Chapellin – Volcán, a fin de medir el tráfico de paquetes y tiempos de sincronización, para así, descartar que sea un problema técnico. Esto conllevará, en caso de que, no se pueda conseguir la configuración 1+1, establecer al menos la comunicación y transmisión de datos satisfactoria.

- Para la instalación futura en el telepuerto de VTV, al conectar nuestro sistema al tablero del piso inferior, como el presente proyecto es un respaldo, y es eventual su activación, la probabilidad de que se interrumpa el servicio de suministro eléctrico, cuando se active el sistema es menor que si fuera el principal; es decir, aun es viable y además, para la adquisición de la líneas, se pudiera contemplar en el presupuesto del año 2018 y se podrá ejecutar en el siguiente año, sujeto a la disponibilidad y prioridad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias, F. (2006), El Proyecto de Investigación, Introducción a la Metodología Científica, (Quinta edición), Editorial Episteme, C.A, Caracas, Venezuela.
- Balestrini, M., (2006), Como se elabora El Proyecto de Investigación, (Séptima edición), BL Consultores Asociados, Caracas, Venezuela.
- Canales de, F, Alvarado, E. y Pineda, E. (1994), Metodología de la Investigación: Manual para el Desarrollo de Personal de la Salud, (Segunda edición), Organización Panamericana de la Salud, Washington, D.C.
- Canalización de Microondas (2016), <http://www.conatel.gob.ve/espectro-radioelectrico/?target=CUNABAF>
- Cardama, A., Roca L., Rius, J., Robert, J., Blanch, S. y Bataller, M. (2002), Antenas, (Segunda Edición), 2002, Ediciones de la Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España.
- CARVAJAL, L. (1999) Metodología de la Investigación, (17^a Edición), Universidad de Santiago de Cali, Colombia.
- Cely, M., Muñoz, R., Puerto, G. y Suarez, C. (2014), Generación de Señales para Sistemas de Radio Sobre Fibra Basados en la Combinación Eléctrica de Componentes de Banda Base y Radiofrecuencia, Ingeniare. Revista chilena de ingeniería, vol. 24 N° 3, 2016, pp. 403-411,v <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=77246569005>
- Cerda, H. (1991). Los elementos de la Investigación. Capítulo 7: Medios, Instrumentos, Técnicas y Métodos en la Recolección de Datos e Información. Los elementos de la Investigación, Bogotá: El Buho. Universidad Nacional Abierta, Caracas, Venezuela.

- Colegio de Ingenieros de Venezuela (1960), Ley Ejercicio de la Ingeniería, la Arquitectura y Profesionales Afines, decreto número 444, 1958, http://www.civ.net.ve/uploaded_pdf/lep.pdf
- Colegio de Ingenieros de Venezuela. (2014). Código de Ética Profesional. Colegio de Ingenieros de Venezuela, Caracas. Recuperado el Marzo de 2016, http://www.civ.net.ve/uploaded_pdf/cep.pdf.
- Colegios de Ingenieros de Venezuela. (2016). Tabulador de sueldos y salarios mínimos para profesionales 2016. Tabulador de sueldos y salarios, Colegios de Ingenieros de Venezuela, Caracas. Recuperado el 2016 de Marzo, de http://www.civ.net.ve/uploaded_pictures/32_d.pdf.
- Comisión Nacional de Telecomunicaciones. (2015). Cifras del Sector de Telecomunicaciones - III Trimestre 2015. Indicadores de Gestión Trimestrales, Comisión Nacional de Telecomunicaciones, Caracas. Obtenido de <http://www.conatel.gob.ve/informe-cifras-del-sector-tercer-trimestre-2015/>
- Comisión Nacional de Telecomunicaciones, RECAUDOS DE TRANSPORTE, <http://www.conatel.gob.ve/telecomunicaciones-2/>
- Cuadro Nacional de Atribución de Bandas de Frecuencias (2016), Cuadro Nacional de Atribución de Bandas de Frecuencias <http://www.conatel.gob.ve/espectro-radioelectrico/?target=CUNABAF>
- Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999), Enmienda N° 1, Publicada en Gaceta Oficial N° 5.908 extraordinario, 19 de febrero de 2009, Ediciones de la Asamblea Nacional, Deposito Legal: Lf78420093401032, Caracas, <http://www.minci.gob.ve/wp-content/uploads/2011/04/CONSTITUCION.pdf>
- Coria, I., (2008) El Estudio de Impacto Ambiental: características y metodologías, Sistema de Información Científica, Red de Revistas

Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal,
<http://www.redalyc.org/html/877/87702010/>

De Freitas (2017), Análisis de Factibilidad del Proyecto Instalación del Transporte de Audio de la Señal Abierta de los Centros de Difusión Regional de Radio Nacional de Venezuela. Trabajo especial de Grado, Gerencia de Proyectos, Universidad Católica Andrés Bello, Caracas.

Escobar J. y Cuervo, A. (2008). Validez de Contenido y Juicio de Expertos: Una Aproximación a su Utilización, Avances en medición, ISSN 1692-0023, Vol. 6, N°. 1, 2008, págs. 27-36, Fundación DIALNET y Universidad de La Rioja, Barriocepo 10, 26001. Logroño (La Rioja), <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2981181>

Flores, C. (2014). Plan de Ejecución del Proyecto de Mejoras para los Procesos Logísticos y de Procura para Radio Nacional de Venezuela. Trabajo Especial de Grado, Universidad Católica Andrés Bello, Caracas.

Frenzel, L. (2008), Sistemas Electrónicos de Comunicaciones, (Cuarta edición), México D.F, Alfaomega Grupo Editor, S.A de C.V.

González, L. (2009), Método para generar casos de prueba funcional en el desarrollo de software, Revista de Ingenierías: Universidad de Medellín, ISSN 1692-3324, Vol. 8, N°. Extra 15, 2009 (Ejemplar dedicado a: Suplemento 1), Fundación DIALNET y Universidad de La Rioja, Barriocepo 10, 26001. Logroño (La Rioja), <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4845741>.

Hernando, J., Riera, J., Mendo, L. (2013), Transmisión por Radio, (Séptima Edición), Editorial Centro de Estudios Ramón Areces, S.A., Madrid, España.

- Herradón, R., (2007), Radio Mobile, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España, <http://ocw.upm.es/teoria-de-la-senal-y-comunicaciones-1/radiocomunicacion/contenidos/utilidades/RadioMobile/leeme>.
- Huidobro, J. (2001), Fundamentos de Telecomunicaciones, (Primera edición), Thomson Editores Spain Paraninfo, S.A., Madrid, España.
- Ley Orgánica de Telecomunicaciones, Gaceta Oficial N° 39.610, del 7 de febrero de 2011, <http://www.conatel.gob.ve/ley-organica-de-telecomunicaciones-2/>
- Maita, J. (2014). Plan para la migración del sistema de control distribuido a plataforma Logix en la Planta de briquetas de CGV Ferrominera. Trabajo Especial de Grado, Universidad Católica Andrés Bello, Ciudad Guayana.
- Márquez, D. y Moure, J. (2007), Diseño para la Digitalización de la Red de Microondas de C.A. Venezolana de Televisión, Universidad Católica Andrés Bello, Caracas.
- Miranda, J., Sebantián, J., Sierra, M. y Margineda, J. (2002), Ingeniería de Microondas, Técnicas Experimentales, (Primera edición), Pearson Educación, S.A., Madrid, España.
- Monjes, C. (2011), Metodología de la Investigación, Cuantitativa y Cualitativa, Guía didáctica, Universidad Sur Colombiana, Facultad de Ciencias Sociales y Humanas, Programa de Comunicación Social y Periodismo, Neiva, Colombia.
- Moreno, R., Martínez, M., Nakano, M. y Pérez, H. (2014), Desarrollo de Algoritmos para Muestreo Compresivo Aplicado a Señales de Audio, Inf. tecnol. vol.25 no.5 La Serena 2014, <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642014000500019>, http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642014000500019

Mosquera, K. (2010), Diseño de una Solución para la Vía de Transporte de la Señal de Audio del Canal Informativo de Radio Nacional de Venezuela en las Estaciones Retransmisoras de Auyarito, Soledad, Vidoño, La Lago y Terepaima desde la Sala de Equipos de VTV hasta la Sala de Equipos de RNV, Universidad Nacional Experimental Politécnica de la Fuerza Armada (UNEFA), Los Teques, Edo. Miranda.

Muñoz C. (2011), Cómo Elaborar y Asesorar una Investigación de Tesis, (Segunda edición), Pearson Educación de México, S.A. de C.V. Atlacomulco 500-5to. Piso Industrial Atoto, C.P. 53519 Naucalpan de Juárez, Edo. de México.

Organización Internacional de Normalización, ISO-14224 (1999), Industrias de petróleo y gas natural -Recolección e intercambio de datos de confiabilidad y mantenimiento de equipos (Primera Edición). <https://es.scribd.com/doc/45285559/ISO-14224>

Project Management Institute (2013), Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos, (Guía del PMBOK®) – Quinta Edición, Project Management Institute, Inc., 2013, Newtown Square, Pensilvania, Estados Unidos
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/79535/PMBOK_5ta_Edicion_Espanol__1_.pdf

Radio Nacional de Venezuela (2016). www.rnv.gov.ve

Recomendaciones Unión Internacional de Telecomunicaciones – Sector de Radiocomunicaciones (UIT-R) F.557-5 (2014), Objetivo de disponibilidad en sistemas de relevadores radioeléctricos para un trayecto digital ficticio de referencia, https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/f/R-REC-F.557-5-201402-!!!PDF-S.pdf

Recomendaciones Unión Internacional de Telecomunicaciones – Sector de Radiocomunicaciones (UIT-R) Recomendación UIT-R P.530-15 (09/2013) Datos de propagación y métodos de predicción necesarios para el diseño de sistemas terrenales con visibilidad directa, <https://www.itu.int/rec/R-REC-P.530-15-201309-S/es>

Reglamento de la Ley orgánica de Telecomunicaciones Sobre Habilitaciones Administrativas y Concesiones de Uso y Explotación del Espectro Radioeléctrico, (2000), <http://www.conatel.gob.ve/reglamento-de-la-ley-organica-de-telecomunicaciones-sobre-habilitaciones-administrativas-y-concesiones-de-uso-y-explotacion-del-espectro-radioelectrico/>

Sabino, C. (1992), El Proceso de Investigación, (Quinta edición), Ed. Panapo, Caracas, Venezuela.

Salinas, J. (1991), Metodología de la Investigación Científica, (Primera edición), Facultades de Ingeniería, Medicina, Odontología y Ciencias Forestales y Ambientales, Universidad de Los Andes, Mérida. Venezuela.

Santalla, Z. (2015), Guía para la Elaboración Formal de Reportes de Investigación, (Segunda edición), Universidad Católica Andrés Bello, Caracas, Venezuela.

Sapag, N. y Sapag, R.(2008), Preparación y Evaluación de Proyectos, (Quinta Edición), McGraw-Hill Interamericana S.A., Bogotá, Colombia.

Terán, D. (2015), Diseño de una red como respaldo, para el transporte de los cuatro audios de Radio Nacional de Venezuela (RNV), utilizando la tecnología Fibra Óptica desde la sede de Radio Nacional de Venezuela (RNV), en Chapellín, hasta el Centro Nacional de Telecomunicaciones (CNT) de la Compañía Anónima Nacional Teléfonos de Venezuela (CANTV), para la interconexión a la Red Metropolitana por la Empresa Red de Transmisiones de Venezuela, C.A. (REDTV, C.A.) y al Satélite

Simón Bolívar para su difusión a nivel Nacional. Universidad Nacional Experimental Politécnica de la Fuerza Armada (UNEFA), Chuao, Municipio Baruta, Edo. Miranda.

Tomasi, W. (2003), *Sistemas de Comunicaciones Electrónicas*, (Cuarta edición), México D.F, Pearson Educación.

Utkin, L., A method for processing the unreliable expert judgments about parameters of probability distributions, Department of Computer Science, St.Petersburg Forest Technical Academy, Institutski per. 5, 194021, St.Petersburg, Russia, e-mail: lvu@utkin.usr.etu.spb.ru, <https://pdfs.semanticscholar.org/ed05/67588da98a64494e8d568b71f4c2407dcd90.pdf>

Universidad Católica Andrés Bello. (2015). *Matrícula de Postgrado - Año Académico 2015 - 2016*. Matrícula Académica, Universidad Católica Andrés Bello, Dirección General de Postgrado, Caracas. Recuperado el Marzo de 2016, de [http://w2.ucab.edu.ve/tl_files/POSTGRADO/Matricula%20de%20Postgrado/MATRICULA%20POSTRGRADO%202015-2016%20AL%207%20DE%20JULIO%20\(2\).pdf](http://w2.ucab.edu.ve/tl_files/POSTGRADO/Matricula%20de%20Postgrado/MATRICULA%20POSTRGRADO%202015-2016%20AL%207%20DE%20JULIO%20(2).pdf)

Universidad George Washington, *The Project Management Lifecycle (PMLC) Templates and Tools*, (2009, NW, Washington, DC, 20052), <https://it.gwu.edu/templates-and-tools>