

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE ELECTRICIDAD**



**“Propuesta Técnica Para La Habilitación De Una Emisora F.M
Cumpliendo Los Requerimientos De CONATEL, Para CVG BAUXILUM
Los Pijiguaos Estado Bolívar”**

**REALIZADO POR:
NEYFI ISABET LEÓN CHAABAN**

**TRABAJO DE GRADO PRESENTADO ANTE LA UNIVERSIDAD DE
ORIENTE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR AL TÍTULO DE:**

INGENIERO ELECTRICISTA

Barcelona, Marzo 2010

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE ELECTRICIDAD**



**“Propuesta Técnica Para La Habilitación De Una Emisora F.M
Cumpliendo Los Requerimientos De CONATEL, Para CVG BAUXILUM
Los Pijiguaos Estado Bolívar”**

**Br. Neyfi Isabet León Chaaban
C.I.: 17.009.218**

Revisado y Aprobado por:

**Ing. José B. Peña
Asesor Académico**

**Ing. Luis Machado
Asesor Industrial**

Barcelona, Marzo 2010

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE ELECTRICIDAD**



**“Propuesta Técnica Para La Habilitación De Una Emisora F.M
Cumpliendo Los Requerimientos De CONATEL, Para CVG BAUXILUM
Los Pijiguaos Estado Bolívar”**

JURADO:

El Jurado hace constar que asignó a esta Tesis la calificación de:

APROBADO

**Prof. José B. Peña
Asesor Académico**

**Prof. Enrique Serrano
Jurado Principal**

**Prof. Margarita Heraoui
Jurado Principal**

Barcelona, Marzo 2010

RESOLUCIÓN

De acuerdo con el artículo 41 del reglamento de Trabajos de Grado de la Universidad de Oriente:

“Los Trabajos de Grado son de exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente y sólo podrán ser utilizados con otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, el cual lo participará al Consejo Universitario.”

DEDICATORIA

Mi tesis la dedico con todo mi amor, primeramente al ser más sublime, maravilloso y extraordinario; a ti mí Dios que me acompañas y me guías en todo momento, permitirme vivir, triunfar, fracasar y rectificar, por no abandonarme y confiar en mí.

A mis padres José León y Negdy Chaaban que me dieron la vida y han estado conmigo en todo momento. Gracias Papá y Mamá por darme una carrera para mi futuro y por creer en mí. Aunque hemos pasado momentos difíciles siempre han estado apoyándome y brindándome todo su amor, por todo esto les agradezco de todo corazón el que estén conmigo. LOS AMO.

A mis hermanas Neyddy y Neyli gracias por estar conmigo y apoyarme siempre, por sus consejos fueron de gran ayuda para mi, las amo.

A mis abuelos José León, Beatriz Lanz y Luisa Luna por su apoyo y estar pendiente de mi en todo momento. Los amo mucho y quiero dedicarles a ustedes también este gran logro.

AGRADECIMIENTOS

A mi Dios Todopoderoso doy gracias por darme la vida y la oportunidad de prepararme como profesional, gracias señor por estar siempre a mi lado, escuchándome en todo momento, sin ti nunca hubiese podido llegar a ser lo que soy ahora.

A mi papa, por ayudarme y ser ejemplo para salir adelante, por los consejos que han sido de gran ayuda para mi vida y crecimiento.

A mi mama por ser mi amiga y compañera que me ha ayudado a crecer, gracias por estar siempre conmigo en todo momento, por tu paciencia que has tenido para enseñarme, por el amor que me das, por tus cuidados en el tiempo que hemos vivido juntas, por los regaños que me merecía y que no entendía. Gracias mami por estar pendiente de mí durante esta etapa de mi vida, que con sabiduría de Dios me has enseñado a ser quien soy hoy, gracias por tu paciencia, por enseñarme el camino de la vida y por tu apoyo incondicional. Gracias por ayudarme con tus oraciones.

A mis hermanas Neyddy y Neyli, que con su amor me han enseñado a salir adelante. Gracias por su paciencia, por preocuparse por su hermana mayor y por compartir este momento tan especial para mí.

Titia, a ti que has sido más que una tía, gracias por todo el apoyo, los consejos y todas esas llamadas que día a día nunca faltaban, te quiero mucho.

A mis tíos Walid, Omar, Rommel, Hammer, Ichy, Roger, Ángel, Ibrahim, Will y Berto; a mis tías Amal, Luisita, Luz Marina, Lulu, Carolina, Lubinia y Yelina por su apoyo en todo momento y por confiar en mí.

A mi segunda madre Jenny y mi hermana Julia Freitas, por su gran ayuda y apoyo en todo momento, las quiero mucho.

A mis amigos Julio Velásquez, Juan Francisco León, Mariangel Rodríguez, Jenny Henao, Luis Miguel Valera, Marinel Sifontes, Carlos Dos Santos, Vicente Toledo, Jesús Franco, José J. Díaz, Reivis Valdiviezo, Eduardo Díaz, Daniel Indriago, Sergio Oropesa y Rosibel Gonzales, por acompañarme en este camino de formación universitaria. Los quiero muchísimo, gracias por que de una u otra forma nos ayudamos a crecer como profesionales.

A mis pastores Ildomar y Milks Dos Santos y amigos del MIECJ, por su apoyo y por sus oraciones.

A mi tutor académico José Bernardo Peña, por su apoyo y su asesoría durante mi carrera y mi proyecto de grado.

A la ilustre Universidad de Oriente, por haberme obsequiado un regalo tan importante como es la educación.

A los profesores Santiago Escalante, Pedro López, Eulogio Hernández, Manuel Maza, Margarita Heraoui, Enrique Serrano, Luis Parraguez, Alberto Urbina, Luis Suarez y el Sr. Héctor por su apoyo y por regalarme un poco de sus conocimientos para mi crecimiento como profesional.

Por último, quisiera agradecer a todas aquellas personas que sin querer olvido, ¡muchas gracias de todo corazón!

RESUMEN

El presente proyecto consiste en desarrollar una propuesta para el rediseño de una emisora F.M. basándose en los reglamentos y parámetros de diseño de CONATEL, debido a que este sistema de radiodifusión no cumple con la permisología de operar en el espectro radioeléctrico nacional. Tomando en cuenta que la tecnología avanza de manera vertiginosa se presenta un sistema de gestión y funcionamiento de la emisora bajo la plataforma de Internet permitiendo de esta manera la transmisión a cualquier radioescucha a nivel mundial mediante la pagina web de la empresa y junto con ello se realiza un estudio de los aspectos económicos y financieros para comprobar la factibilidad de esta propuesta.

TABLA DE CONTENIDO

RESOLUCIÓN	IV
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTOS	VI
RESUMEN	VIII
TABLA DE CONTENIDO	IX
TABLA DE TABLAS	XIV
TABLA DE TABLAS	XIV
TABLA DE FIGURAS	XVI
TABLA DE FIGURAS	XVI
CAPÍTULO I	17
EL PROBLEMA	17
1.1. Planteamiento Del Problema	17
1.2. Alcance	18
1.3. Delimitación.	18
1.4. Justificación E Importancia	19
1.5. Objetivos.	20
1.5.1. General	20
1.5.2. Específicos.....	20
CAPÍTULO II	21
GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....	21
2.1. Historia de la empresa.	21
2.2. Ubicación	22
2.3. Vías de acceso y comunicación	23
2.4. Vegetación	23
2.5. Clima.....	24
2.6. Población, campamento y obras de infraestructura	24
2.7. Misión de la empresa	25

2.8.	Visión de la empresa.....	26
2.9.	Objetivos de la empresa	26
2.10.	Descripción de la división de soporte técnico y telecomunicaciones.	26
2.10.1	Misión de la división de soporte bauxita	26
2.10.2	Objetivos de la división	27
2.10.3	Funciones de la división.....	27
CAPITULO III.....		29
MARCO TEÓRICO		29
3.1.	Fundamentos teóricos sobre propagación	29
3.1.1.	Ondas electromagnéticas	29
3.1.2.	Espectro electromagnético.....	30
3.1.3.	Polarización	31
3.2.	Fenómenos asociados a la propagación.....	31
3.2.1.	Refracción.....	32
3.2.2.	Ley de Snell	32
3.2.3.	Reflexión	33
3.2.4.	Difracción	34
3.2.5.	Dispersión	34
3.2.6.	Interferencia	34
3.3.	Estructura general de un radio enlace por microondas.....	35
3.3.1.	Diseño de un enlace microondas.....	35
3.3.2.	Ruido en sistemas de comunicaciones por microondas	36
3.3.3.	Características de la trayectoria de propagación vía microondas.....	38
3.4.	Pasos para el diseño de un radio enlace	44
3.4.1.	Detalles de un radio enlace en microondas	45
3.5.	Cálculos de propagación en los radio enlaces.....	46
3.5.1.	Cálculo de potencia en el transmisor	47

3.5.2.	Cálculo de la potencia en el receptor	47
3.5.3.	Cálculo de las pérdidas básicas en el radio enlace	47
3.5.4.	Pérdidas de propagación en el espacio libre	48
3.5.5.	Pérdidas en la línea de transmisión	48
3.5.6.	Pérdidas por conectores	48
3.5.7.	Pérdidas en el filtro del receptor	49
3.5.8.	Pérdidas por difracción	49
3.5.9.	Pérdidas por gases	49
3.5.10.	Pérdidas por precipitación	51
3.5.11.	Margen de desvanecimiento de la señal de recepción	51
3.6.	Características operativas del sistema.....	52
3.6.1.	Zonas de cobertura	52
3.6.2.	Zonas de sombra	52
3.7.	Antenas y propagación	52
3.7.1.	Características de las antenas.....	54
3.7.2.	Parámetros de las antenas	55
3.7.3.	Tipos de antenas para emisoras de radio F.M.....	58
3.8.	Asignación del espectro radioeléctrico.....	60
3.9.	Radio.....	61
3.9.1.	Diferencia entre una radio analógica y una digital.	61
3.9.2.	Arquitectura que conforman una estación de radio F.M.	62
3.9.3.	Componentes técnicos que conforman una emisora de radiodifusión en frecuencia modulada.....	62
CAPÍTULO IV.....		65
RECAUDOS EXIGIDOS POR CONATEL.....		65
4.1.	Generalidades.....	65
4.2.	Recaudos legales	67
4.3.	Recaudos económicos.....	67
4.4.	Recaudos técnicos.....	68

4.5.	Otras bases tomadas para la realización del proyecto.....	69
CAPITULO V.....		70
DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE RADIODIFUSIÓN SONORA ACTUAL .		70
5.1.	Sistema actual de la empresa.....	70
CAPÍTULO VI.....		76
PROPUESTA TÉCNICA.....		76
6.1.	Generalidades.....	76
6.2.	Recaudos Técnicos necesarios para la habilitación de una emisora F.M. cumpliendo con los requerimientos de CONATEL en el sistema de Radiodifusión.....	77
6.2.1.	Potencia de Transmisión.....	77
6.2.2.	Torre y Antena.....	78
6.2.3.	Frecuencia de Operación.....	81
6.2.4.	Clasificación de la Emisora.....	83
6.2.5.	Atributo, tipo y modalidad de la emisora.....	84
6.2.6.	Descripción del enlace microondas (estudio - planta).....	84
6.2.7.	Niveles de Cobertura.....	90
6.2.8.	Diagrama de radiación en el plano horizontal.....	108
6.2.9.	Contornos de intensidad del campo eléctrico.....	108
6.2.10.	Niveles de cobertura (área primaria).....	111
6.2.11.	Zona de Sombra.....	112
6.2.12.	Nivel del 2 ^{do} Armónico.....	114
6.3	Gestión y funcionamiento de la emisora F.M propuesta, bajo la plataforma de internet.....	116
6.3.1.	Elementos técnicos necesarios para la producción de una señal.	116
6.3.2.	Software a utilizar.....	116
6.3.3.	Transmisión a través de Winamp (SHOUTcast) – Zara Radio	119

6.4. Aspectos económicos y financieros de la propuesta.....	123
CONCLUSIONES	132
RECOMENDACIONES	134
BIBLIOGRAFÍA.....	135
ANEXOS	¡Error! Marcador no definido.
ANEXO A.....	¡Error! Marcador no definido.
ANEXO B.....	¡Error! Marcador no definido.
ANEXO C.....	¡Error! Marcador no definido.
<u>METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO: ...</u>	138

TABLA DE TABLAS

Tabla 3.1. Ondas de Radiofrecuencia y sus longitudes de Onda [CONATEL]	31
Tabla 3.2: Bandas de frecuencias a considerar.....	35
Tabla 3.3. Diferencia entre radio analógica y radio digital	61
Tabla 5.1 Variables de entradas exigidas por la herramienta computacional para el radioenlace.	71
Tabla 5.2 Variables de entradas exigidas por la herramienta computacional para la cobertura de la emisora.	73
Tabla 6.1. Ganancia de antena según el número de Bays. [Telecom Radio Antenas].....	79
Tabla 6.2. Clasificación de las estaciones de radio F.M. [CONATEL 2008] .	83
Tabla 6.3. Características técnicas del Radioenlace. [OMB Sistemas Electrónicos]	85
Transmisor (TR DIG)	85
Tabla 6.4. Características técnicas de las antenas. [OM-V4]	86
Tabla 6.5. Característica del excitador. [BEXT inc.].....	87
Tabla 6.6. Características de amplificador. [BEXT inc.].....	88
Tabla 6.7. Características de la Línea de Transmisión. [ANDREW]	89
Tabla 6.8. Características del conector [HELIAX].....	89
Tabla 6.9-A: Sensibilidad del terreno (Rugosidad).....	97
Tabla 6.9-B: Sensibilidad del terreno (Conversión).....	98
Tabla 6.10 Correspondencia entre los niveles de señal según S y el margen de umbral (Mu).....	102
Tabla 6.11 Comparación entre el modelo cálculo teórico y el modelo de cálculo con Radio Mobile.	105
Tabla 6.12: Parámetros del sistema de radiodifusión.	106

Tabla 6.14. Contornos de cobertura. [CONATEL].....	109
Tabla 6.15: Requerimientos mínimos y recomendados. [El autor].....	116
Tabla 6.16: Fuente de financiamiento.....	123
Tabla 6.17. Cronograma de inversiones total.	124
Tabla 6.18 Listados de equipos por adquirir.	124
Tabla 6.19: Listados de equipos adquiridos.....	125
Tabla 6.20 Capacidad Utilizada y Programa de Producción.....	127
Tabla 6.22: Gastos Administrativos	129
Tabla 6.23: Relación de ingresos y egresos.	130

TABLA DE FIGURAS

Figura 2.1. Empresas que conforman Bauxilum. [El autor].....	22
Figura 2.2. Ubicación geográfica del yacimiento de los Pijiguaos. [El autor].	22
Figura 2.3. Estructura en planta del campamento los Pijiguaos. [El autor].	25
Figura 2.4. Estructura organizativa de la gerencia de tecnología de información. [CVG Bauxilum].....	28
Figura 3.1. Espectro electromagnético.	30
Figura. 3.2. Zonas de fresnel	42
Figura. 3.3. Atenuaciones específicas totales, vapor de agua y aire fresco .	50
Figura 5.1. Diagrama de la estación de radio (estudio).	70
Figura 5.2 Vista horizontal del enlace mini-link.....	72
Figura 5.3 Vista vertical del enlace mini-link	72
Figura 5.4: Diagrama de la estación de radio (planta transmisora).....	73
Figura 5.5 Contorno de cobertura con la frecuencia actual.	74
Figura 6.1 Esquema de la propuesta.....	76
Figura 6.2. Ubicación de la antena en coordenadas [CVG Bauxilum]	79
Figura 6.3. Radiación de la antena propuesta. [Telecom Radio Antenas]	81
Figura 6.4. Canales en la banda 88 MHz hasta 108 MHz [CONATEL 2008]	83
Figura 6.5. Transmisor y receptor [OMB Sistemas electrónicos]	85
Figura 6.6. Antena del enlace. [OM-V4].....	86
Figura 6.7. El excitador. [BEXT inc.]	87
Figura 6.8. Características de amplificador. [BEXT inc.].....	88
Figura 6.9. Línea de Transmisión. [ANDREW].....	89
Figura 6.10. Conectores. [HELIAX].....	89
Figura 6.11. Vista de los 18 puntos.....	90
Figura 6.12. Perfil topográfico Planta-La urbana.....	91

Figura 6.13. Altura de antenas para liberar el 60% de la primera zona de fresnel.	93
Figura 6.14. Balance de Potencia	96
Figura 6.15. Patrón de radiación de la antena omnidireccional.	103
Figura 6.16. Perfil y resultados del radioenlace Planta-La urbana.....	104
Figura 6.17. Diagrama de radiación en el plano horizontal. [Radio Mobile]	108
Figura 6.18. Contorno 1 propuesto por CONATEL igual a 70 dB μ V/m (lado izquierdo). Contorno 2 propuesto por CONATEL para una radio FM igual a 60 dB μ V/m (lado derecho). [Radio Mobile]	110
Figura 6.19. Niveles de cobertura. [El autor].....	112
Figura 6.20. Zona de sombra. [El autor].	113
Figura 6.21. Sistema de radiodifusión sonora propuesto.....	115
Figura 6.22. Ventana WS – 1. [El autor].	120
Figura 6.23. Ventana WS – 2. [El autor].	120
Figura 6.24 Ventana WS – 3. [El autor].	121
Figura 6.25. Sistema de una emisora de radio bajo la plataforma de internet. [El autor]	122

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento Del Problema

La operadora de bauxita, C.V.G. Bauxilum, actualmente conduce y coordina sus operaciones en el área los Pijiguaos, donde se encuentra instalado el complejo minero y el centro poblado. Esta empresa además de realizar sus actividades propias, también dedica esfuerzos para apoyar eventos culturales, deportivos, sociales y económicos, mediante programas de aplicación y desarrollo urbanístico; preservación del medio ambiente, asistencia médica, programas de reforestación y arborización, y colaboración activa con diferentes organizaciones dirigidas a la formación de recursos humanos en el área agropecuaria y al mejoramiento del medio rural.

Con la finalidad de mejorar la comunicación entre las poblaciones que integran su área de influencia, C.V.G. Bauxilum instaló una emisora F.M., que ofrece informaciones variadas (legales, institucionales, estatales, culturales, etc.); esta emisora fue instalada hace aproximadamente 12 años, sin contar con la permisología y clasificación requerida para su operación dentro de los parámetros técnicos y legales de la comisión nacional de telecomunicaciones (CONATEL), el cual, es el organismo que se encarga de administrar el espectro radioeléctrico de nuestro país, asignando frecuencia para cada servicio, y una vez puesto en funcionamiento la transmisión, verifica que esté cumpliendo con lo establecido en el diseño del sistema de comunicaciones.

Aunado a lo antes dicho, este sistema de radiodifusión presenta una serie de problemas que impide su correcta operación técnica, tales como:

desactualización de los equipos y falta de mantenimiento a los mismos, deficiencia del servicio eléctrico y corto alcance de la cobertura.

Es por esto que la C.V.G. Bauxilum siendo una empresa de clase mundial y respondiendo a su política enmarcada en la responsabilidad social, se pretende hacer un rediseño de la emisora actual, que cumpla con los recaudos necesarios para su habilitación y operación dentro de los parámetros asignados por CONATEL.

1.2. Alcance

Este trabajo de grado abarcará como investigación realizar un rediseño de la emisora actual, considerando los recaudos legales, económicos y técnicos que establece CONATEL, para así alcanzar la habilitación de un sistema de radiodifusión sonora, que cumpla con los requerimientos exigidos por este ente gubernamental. Para esto se realizará una memoria descriptiva de los equipos, frecuencia de operación, potencia de transmisión, alcance de la cobertura, con el cual opera el sistema actual, dejando claro las deficiencias que presenta dicho sistema, para de esta manera aplicar metodologías necesarias y realizar la propuesta técnica para la mejora del sistema, enlazado en el cumplimiento de los aspectos legales y económicos exigidos por CONATEL.

1.3. Delimitación.

La base que servirá de referencia para la elaboración de la propuesta, será la guía para la obtención de la habilitación de radiodifusión sonora y televisión abierta, sus atributos y las concesiones de radiodifusión, emanadas por la comisión nacional de telecomunicaciones (CONATEL), como requisito legal que debe cumplirse para obtener la permisología de operar en el espacio radioeléctrico nacional, a una frecuencia asignada por este ente gubernamental; teniendo presente los requerimientos exigido por la

empresa de rediseñar el sistema de radiodifusión actual basado en una emisora clase “C” sin fines de lucro. Se realizará una ingeniería de detalle tanto para el sistema de radiodifusión actual como para el propuesto, basado en la ingeniería de detalle planteada por CONATEL la cual exige que esta de garantía de un buen servicio y un buen uso del espectro, por eso pide un análisis sobre el comportamiento del sistema y características del mismo.

Sumado a lo descrito anteriormente, esta propuesta técnica se realizará utilizando la herramienta computacional radio Mobile 9.1.5., el cual es un software gratuito de libre acceso, obteniendo así un análisis de la cobertura de la estación de transmisión radial, la cual nos ayudará a determinar hasta qué punto de la zona alcanzará dicho servicio de radiodifusión, tomando en cuenta en llegar con este a los centros poblados de gran importancia para integrarlos a la política de la empresa.

1.4. Justificación E Importancia

Debido a que el sistema de radiodifusión actual no cumple con la permisología de operar en el espectro radioeléctrico nacional, el cual es otorgado por CONATEL, se plantea la necesidad de efectuar un proyecto para elaborar una propuesta técnica para la habilitación de una emisora F.M. que cumpla con los requerimientos de este ente gubernamental, y que permita mejorar los procesos de comunicación y el fortalecimiento de la imagen de esta operadora de bauxita, evitando así sanciones por la utilización del espacio sin la respectiva autorización de CONATEL.

Aunado a lo antes descrito se tiene que la emisora tampoco cumple con una clasificación y tipología de operación, juntamente se considera que no presenta un buen radio de cobertura ya que no alcanza aquellas zonas que forman parte importante de la empresa. Atendiendo a ello, la presente investigación pretende dar respuesta a esta necesidad, y se evaluarán los requerimientos que de acuerdo a las leyes vigentes exige este ente

gubernamental, de manera que se habilite la emisora confiable en calidad, equidad y seguridad.

1.5. Objetivos.

1.5.1. General

Proponer proyecto técnico para la habilitación de una emisora F.M. cumpliendo los requerimientos de CONATEL, para C.V.G. Bauxilum los Pijiguaos y comunidades de su área de influencia.

1.5.2. Específicos

- Describir la arquitectura y componentes que conforman una estación de radio.
- Identificar las premisas técnicas, legales y económicas inherentes a la emisora F.M. (CONATEL) y que sirvan de base para el esquema de la propuesta.
- Simular los enlaces y/o coberturas de la emisora F.M., utilizando la herramienta computacional Radio Mobile 9.1.5.
- Desarrollar la ingeniería de detalle de la emisora F.M. de acuerdo a los requerimientos exigidos por CONATEL.
- Establecer un sistema de gestión y funcionamiento de la emisora F.M. bajo la plataforma de Internet.
- Estudiar los aspectos económicos y financieros de la propuesta.

CAPÍTULO II

GENERALIDADES DE LA EMPRESA

2.1. Historia de la empresa.

C.V.G. Bauxilum es el producto de la fusión realizada en el año 1994 entre C.V.G. Bauxiven y C.V.G. Interálumina (Figura 2.1). La participación de la compañía lo constituyen 99% de inversión venezolana, representada por la Corporación Venezolana de Guayana y un 1% de capital extranjero, correspondiente al Consorcio Alusuisse Lonza Holding.

C.V.G. Bauxiven, se creó en 1979 con la misión de explotar el yacimiento de los Pijiguaos, siendo sus principales accionistas la Corporación Venezolana de Guayana y C.V.G. Ferrominera del Orinoco. Inició sus operaciones oficialmente en 1983, enviando las primeras gabarras con mineral de bauxita, a través del río Orinoco, desde el puerto Gumilla de El Jobal hasta el muelle en Matanzas.

C.V.G. Interálumina, se creó a fines de 1977 con la participación mayoritaria de los organismos estatales (Corporación Venezolana de Guayana y Fondo de Inversiones de Venezuela), asociados con la empresa Suiza Swiss Aluminium. Inició oficialmente sus operaciones el 24 de abril de 1983. Su capacidad instalada inicial fue de 1.300 mil toneladas por año (t/año) y en 1992, mediante la implementación del plan de ampliación, fue aumentada su capacidad a 2 millones toneladas por año (t/año).

C.V.G. Bauxilum en la zona los Pijiguaos se encarga de la explotación de los yacimientos del mineral de bauxita con una capacidad instalada de 6 millones toneladas por año (t/año); y en la zona Matanzas, transforma por medio del proceso Bayer, la bauxita en alúmina grado metalúrgico con una capacidad instalada de 2 millones toneladas por año (t/año).

La alúmina constituye la principal materia prima para la obtención de aluminio primario, las ventas se dirigen fundamentalmente al mercado nacional, básicamente para proveer a las empresas C.V.G. Alcasa y C.V.G. Venalum, destinándose el excedente de la producción a clientes menores e internacionales.



Figura 2.1. Empresas que conforman Bauxilum. [El autor].

2.2. Ubicación

Se encuentra ubicada en la zona sur oriental de Venezuela, específicamente en el estado Bolívar, adyacentes al río Orinoco, en el municipio Cedeño al noroeste del estado Bolívar 500 kilómetros al sur de Caracas, como se muestra en la Figura 2.2.

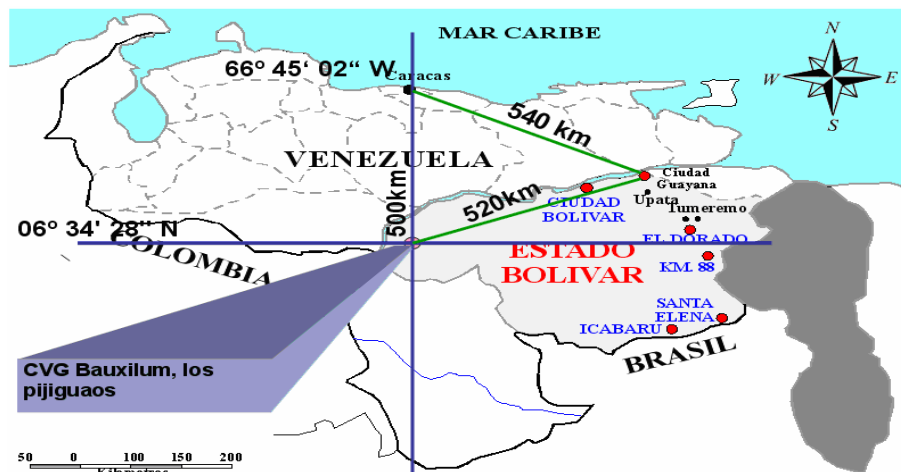


Figura 2.2. Ubicación geográfica del yacimiento de los Pijiguaos. [El autor].

2.3. Vías de acceso y comunicación

La zona del yacimiento bauxítico del cerro Páez los Pijiguaos, esta interconectado al sistema nacional de vialidad, a través de carreteras asfaltadas que parten desde ciudad Bolívar (492 Km.), Caicara del Orinoco (162 Km.) Y Puerto Ayacucho, estado Amazonas (171 Km.). Para el acceso por vía aérea la empresa dispone de una pista de aterrizaje de 1650 m de longitud. Por vía fluvial se puede acceder a lo largo de los ríos Orinoco y Suapure hasta la localidad de Bebederos, donde hay un desembarcadero, que dista 23 Km. del campamento Trapichote (centro poblado), llegando a través de una carretera asfaltada.

2.4. Vegetación

Según el proyecto de factibilidad técnico económico, desarrollo minero los Pijiguaos realizado por la Corporación Venezolana de Guayana (C.V.G) en 1997 describe la vegetación de la zona como medianamente abundante y cubierta por pastos y arbustos diseminados que se encuentran sobre la costra bauxítica del yacimiento, encontrándose también áreas boscosas relativamente pequeñas, particularmente a lo largo de los morichales.

Los suelos, que generalmente son lateríticos se encuentran cubiertos por hierbas sabaneras o vegetación tipo tropical, que contrastan claramente con la vegetación sobre la mena y marcan los contactos del yacimiento. También existen zonas cubiertas por arbustos y otras desprovistas de vegetación.

La flora se distingue tanto en el terreno, como en las fotografías aéreas, constituyendo una ayuda eficaz para las labores de prospección, permitiendo además hacer las siguientes descripciones de vegetación: vegetación herbácea con arbustos pequeños y diseminados distribuidos muy densamente y exuberante con gran vigor.

2.5. Clima

Se han detectado en la zona dos estaciones climáticas: una estación lluviosa (invierno) que abarca los primeros días del mes de abril hasta finales del mes de noviembre; y una estación de sequía (verano) la cual se inicia durante el mes de diciembre y finaliza en el mes de marzo. La precipitación media oscila entre 1.000mm y 1.800mm anuales. La temperatura promedio es de 30.5 °C, una temperatura máxima de 36 °C, y una mínima de 25 °C durante el día y de 16 °C a 18 °C durante la noche. La humedad relativa promedio anual llega hasta 13% aproximadamente.

2.6. Población, campamento y obras de infraestructura

La población del área y sus alrededores es muy escasa, y está constituida por caseríos y comunidades indígenas. Las mayores concentraciones poblacionales se ubican en los Pijiguaos, el Guarey, Morichalito, Trapichote y Guayabal, localizadas en las adyacencias del campamento, en un radio no mayor de 8 Kilómetros.

Otras concentraciones de interés se ubican en los caseríos el Potrero, Capachal y el Jobal en las proximidades de las vías férreas que conducen al puerto el Jobal.

Debido a que la empresa realiza sus operaciones en una zona muy remota debe contar con un tipo de infraestructura minera y urbana acorde con las necesidades de sus operaciones; que se encuentra distribuida de la siguiente manera:

- Centro poblado: para alojar el personal que opera, mantiene y administra la mina y sus operaciones, la empresa cuenta con un campamento en la comunidad de Trapichote (Figura 2.3), cercano al yacimiento de bauxita de los Pijiguaos.

- Abastecimiento de energía eléctrica: la empresa cuenta con un sistema que permite permanentemente el suministro de energía eléctrica a todas las áreas del proyecto que se encuentra actualmente en desarrollo. El sistema consta en su conjunto con un total aproximado de 60 Km. De líneas de distribución.



Figura 2.3. Estructura en planta del campamento los Pijiguaos. [El autor].

2.7. Misión de la empresa

Impulsar el crecimiento sustentable de la industria nacional, satisfaciendo la demanda de bauxita y alúmina en forma competitiva, promoviendo el desarrollo endógeno, como fuerza de transformación social y económica.

2.8. Visión de la empresa

Constituirse en una empresa socialista, contribuyendo al desarrollo sustentable de la industria nacional del aluminio, a los fines de alcanzar la soberanía productiva, con un tejido industrial consolidado y desconcentrado, con nuevas redes de asociación fundamentadas en la participación y la inclusión social rumbo al socialismo bolivariano.

2.9. Objetivos de la empresa

- Satisfacer los requerimientos de bauxita y alúmina de la industria nacional.
- Garantizar el desarrollo sustentable de las operaciones minimizando el impacto ambiental y mejorando la seguridad industrial.
- Mejorar la eficacia de los procesos operativos y administrativos.
- Incrementar los niveles de producción.
- Optimizar la gestión financiera y el control del costo operativo.
- Desarrollar capacidades técnico-productivas y socio-políticas del trabajador.
- Optimizar el uso de la tecnología de información.
- Estructura organizativa de la empresa.

2.10. Descripción de la división de soporte técnico y telecomunicaciones.

2.10.1 Misión de la división de soporte bauxita

La división de soporte bauxita adscrita a la gerencia de tecnología e información es una unidad que apoya a la gestión de C.V.G. Bauxilum – operadora bauxita, suministrando servicios en materia de organización, procedimientos, sistemas de información automatizados y

telecomunicaciones, en concordancia con los planes corporativos y en los términos de oportunidad y eficiencia requeridos.

2.10.2 Objetivos de la división

Proveer de soporte técnico y asistencia técnica a los usuarios de tecnología de información en los Pijiguaos, a los fines de mejorar la eficacia de los procesos operativos y administrativos, lograr la consecución de los objetivos de eficacia, calidad y satisfacer los requerimientos de los usuarios.

2.10.3 Funciones de la división

Solucionar o canalizar las solicitudes de servicios de tecnología de información, recibidas a través de la mesa de ayuda, a objeto de brindar la asistencia técnica requerida a las estaciones de trabajo.

Gestionar las solicitudes de servicio de software, hardware, acceso a la red de datos, central telefónica y otros dispositivos de hardware, de acuerdo a los niveles de servicio establecidos.

Ejecutar y controlar actividades inherentes a las soluciones de servidores, redes, aplicaciones y equipos de sistema de telecomunicaciones, según los estándares establecidos y lineamientos de la gerencia de tecnología de información.

Evaluar alternativas de pruebas de diseño, instalación y mantenimiento de la plataforma tecnológica y equipos y sistema de telecomunicaciones en los Pijiguaos y proponer los cambios requeridos para su adecuación a demandas actuales y futuras, cumpliendo con los estándares establecidos.

Evaluar y administrar los contratos de servicios, mantenimiento y asistencia tecnológica requeridos para garantizar la disponibilidad y operatividad de las estaciones de trabajo, equipos y sistemas de telefonía en la empresa. En la figura 2.4 se muestra es organigrama.



Figura 2.4. Estructura organizativa de la gerencia de tecnología de información.
[CVG Bauxilum].

CAPITULO III

MARCO TEÓRICO

3.1. Fundamentos teóricos sobre propagación

Aspectos teóricos que fundamentan la propagación de ondas en el medio ambiente.

3.1.1. Ondas electromagnéticas

La denominación electromagnética se debe a que esta clase de ondas está formada por un campo eléctrico y un campo magnético asociado, y la propagación se hace a frecuencias mucho más elevadas que las del sonido sin que sea necesario un soporte material para las mismas.

Las ondas electromagnéticas se clasifican según su frecuencia de oscilación. En orden creciente de frecuencia se dividen en: ondas de radio, rayos infrarrojos, luz visible, rayos ultravioleta y rayos x. Al aumentar la frecuencia disminuye la longitud de onda, que se obtiene como la velocidad de propagación en el medio y la frecuencia. La velocidad de propagación es una constante para todas las frecuencias y en el espacio su valor es de $c = 300.000.000$ m/s, es decir, la velocidad de la luz. [1]

La relación entre longitud de onda y frecuencia queda expresada por:

$$\lambda = \frac{v}{f} \tag{3.1}$$

Donde:

λ = Longitud de onda (m).

f = Frecuencia (MHz).

v = Velocidad de propagación en el vacío, 300.000.000 m/seg.

3.1.2. Espectro electromagnético

El espectro electromagnético abarca todas las radiaciones electromagnéticas, desde las ondas hertzianas más largas, hasta los rayos cósmicos de ondas más cortas. En la figura 3.1 se puede observar el espectro electromagnético.

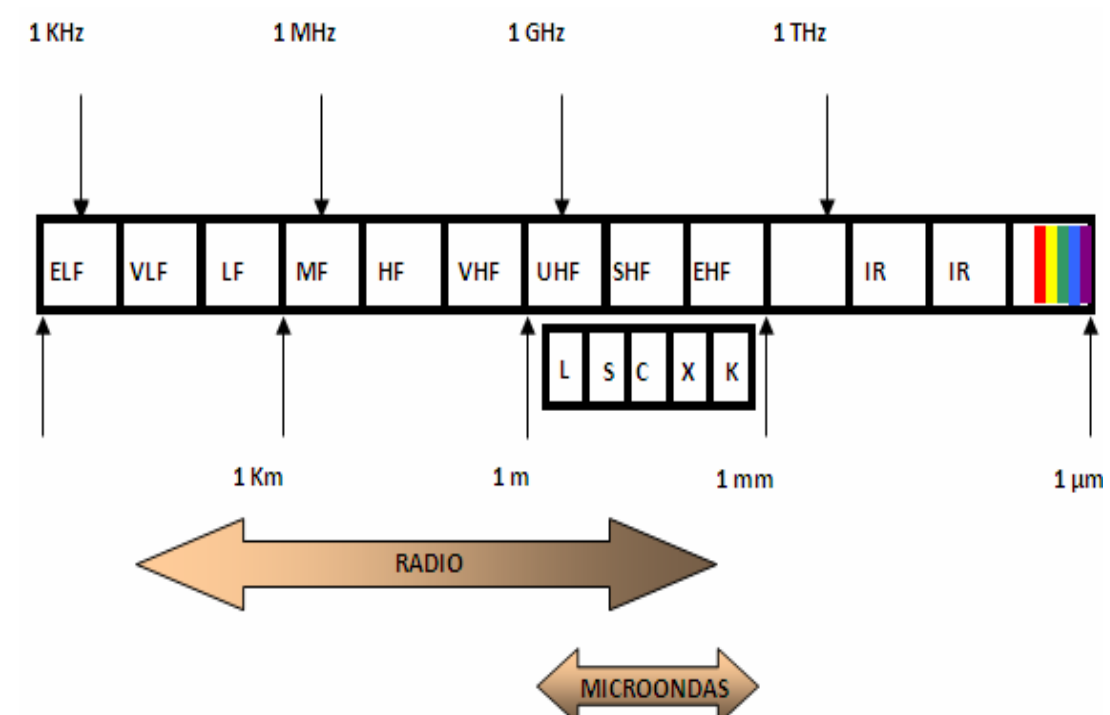


Figura 3.1. Espectro electromagnético.

Una clasificación general de las ondas radioeléctricas, se muestran en la tabla 3.1, en esta se observa que no aparece la división denominada “microondas” este es un término que se utiliza para indicar longitudes de ondas inferiores a las correspondencias de 1GHz. En otras palabras, por microondas reconocemos la banda 1-30 GHz, esto es, aproximadamente la banda SHF.

Tabla 3.1. Ondas de Radiofrecuencia y sus longitudes de Onda [CONATEL]

FRECUENCIA(HZ)	DENOMINACIÓN	ABREVIATURA	LONGITUD DE ONDA
3-30 KHz	Frecuencia muy baja	VLF(Very Low Frequency)	100.000-10.000 m
30-300 KHz	Frecuencia baja	LF(Low Frequency)	10.000-1.000 m
300-3.000 KHz	Frecuencia media	MF(Mediate Frequency)	1.000-100 m
3-30 MHz	Frecuencia alta (onda corta)	HF(High Frequency)	100-10 m
30-300 MHz	Frecuencia muy alta	VHF(Very High Frequency)	10-1 m
300-3000 MHz	Frecuencia ultra elevada	UHF(Ultra High Frequency)	1 m-10 cm
3-30 GHz	Frecuencia súper elevada	SHF(Super High Frequency)	10-1 cm
30-300 GHz	Frecuencia extremadamente alta	EHF(Extremely High Frequency)	1 cm-1 mm

KHz = Kilo hercio, o 1.000 Hz; MHz = Mega hercio, o 1.000 KHz; GHz= Giga hercio, o 1.000 MHz

3.1.3. Polarización

La polarización define la orientación en el tiempo del campo eléctrico radiado con respecto a una dirección dada, es decir, que si el campo eléctrico es horizontal, su propagación será horizontal y si el campo eléctrico es vertical, su propagación será vertical. Es por ello, que el transmisor y el receptor deben tener el mismo modo de propagación, bien sea horizontal o vertical.

3.2. Fenómenos asociados a la propagación

En la atmósfera de la tierra, la propagación del frente de onda puede alterarse por efectos ópticos como la refracción, reflexión, difracción, dispersión, adsorción e interferencia.

3.2.1. Refracción

Es el cambio de dirección de un rayo conforme pasa oblicuamente de un medio a otro, con diferentes velocidades de propagación. La velocidad a la cual una onda electromagnética se propaga es inversamente proporcional a la densidad del medio en el cual se está propagando. Cuando una onda pasa de un medio menos denso a uno más denso, la velocidad de propagación disminuye y se inclina hacia abajo. El ángulo de incidencia es el ángulo formado entre la onda incidente y la normal, y el ángulo de refracción es el que se forma entre la onda refractada y la normal. [1]

El ángulo de inclinación o refracción depende del índice de refracción de los dos materiales, definido como la relación de la velocidad de propagación de un rayo de luz en el espacio libre a la velocidad de propagación en un material dado.

$$n = \frac{c}{v} \quad (3.2)$$

Donde:

n = índice de refracción (adimensional).

c = velocidad de la luz en el espacio libre (3×10^8 m/s).

v = velocidad de la luz en un material dado (m/s).

3.2.2. Ley de Snell

Los efectos en las variaciones del índice de refracción y su representación en la dirección de propagación de las ondas, son descritos por la ley de Snell; la cual establece que cuando un haz de luz atraviesa la interfaz de dos medios con índices de refracción diferentes, la relación entre el ángulo θ_1 y el ángulo de refracción θ_2 viene dada por la siguiente ecuación.

$$n_1 \text{sen} \theta_1 = n_2 \text{sen} \theta_2 \quad (3.3)$$

Donde:

n_1 = índice de refracción del material 1.

n_2 = índice de refracción del material 2.

Θ_1 = ángulo de incidencia (grados).

Θ_2 = ángulo de refracción (grados).

Además,

$$n = \sqrt{\varepsilon_r} \quad (3.4)$$

por lo tanto

$$\sqrt{\varepsilon_1} \operatorname{sen} \theta_1 = \sqrt{\varepsilon_2} \operatorname{sen} \theta_2 \quad (3.5)$$

3.2.3. Reflexión

La reflexión electromagnética ocurre cuando una onda incidente choca con una barrera existente entre dos medios y parte de la potencia incidente no penetra el segundo material. Las ondas que no penetran al segundo material se reflejan. Debido a que todas las ondas reflejadas permanecen en el mismo medio que las ondas incidentes, sus velocidades son iguales, y por lo tanto el ángulo de reflexión es igual al ángulo de incidencia sin embargo, la intensidad del campo de voltaje es menor que la del campo incidente. La relación de las intensidades de voltaje reflejado a incidente se llama coeficiente de reflexión r .

$$\Gamma = \frac{E_r \ell^{j\theta_r}}{E_i \ell^{j\theta_i}} = \frac{E_r}{E_i} \ell^{j(\theta_r - \theta_i)} \quad (3.6)$$

La reflexión también ocurre cuando la superficie reflejante es irregular o áspera. Sin embargo, una superficie así puede destruir la forma del frente de onda. Cuando el frente de onda incidente golpea una superficie irregular, se dispersa aleatoriamente en muchas direcciones. Este tipo de condición se llama reflexión difusa, mientras que la reflexión de una superficie

perfectamente lisa se llama reflexión especular. Las superficies que están entre lisas e irregulares se llaman superficies semiasperas, las cuales causan una combinación de reflexión difusa y especular. Una superficie semiaspera no destruirá por completo la forma del frente de onda, pero reduce la potencia transmitida.

3.2.4. Difracción

Se define como la modulación o redistribución de energía de un frente de onda cuando este pasa cerca del extremo de un objeto opaco. La difracción es el fenómeno que permite que las ondas de luz o de radio se propaguen a la vuelta de las esquinas. Las explicaciones anteriores sobre la refracción y la reflexión suponían que las dimensiones de las superficies de refracción y reflexión eran grandes con respecto a la longitud de onda de la señal.

3.2.5. Dispersión

Cuando una onda electromagnética plana incide sobre una superficie material, se produce una redistribución de cargas y corrientes en el volumen del material que actúan como fuentes de un campo que se superpone al inicial y que se propaga por todo el espacio.

3.2.6. Interferencia

La interferencia de ondas de radio ocurre cuando dos o más ondas electromagnéticas se combinan de tal forma que el funcionamiento del sistema se degrada. La interferencia se apoya en el principio de superposición lineal de ondas electromagnéticas y ocurre cada vez que dos o más ondas ocupan simultáneamente el mismo punto en el espacio. A pesar que ciertos tipos de medios de propagación tienen propiedades no lineales, la atmósfera terrestre se puede tomar como lineal. [2]

3.3. Estructura general de un radio enlace por microondas.

Básicamente un enlace vía microonda consiste en tres componentes fundamentales: el transmisor, el receptor y el canal de comunicación. El transmisor es responsable de modular una señal digital a la frecuencia utilizada; el canal de comunicación representa un camino abierto entre transmisor y receptor; y como es de esperarse el receptor es el encargado de capturar la señal transmitida y llevarla de nuevo a señal digital. El factor limitante de la propagación de señal en los enlaces microondas es la distancia que se debe cubrir entre transmisor y receptor.

3.3.1. Diseño de un enlace microondas

Normalmente los enlaces se realizan entre líneas de vista, es decir, puntos más elevados de la topografía. No importa la magnitud de un sistema de microondas, su funcionamiento deben tener los recorridos libres, sin ningún obstáculos que interfieran, su propagación en cualquier época del año, tomando en cuenta las variaciones climáticas o atmosféricas de la región. Para realizar las mediciones del terreno, puede ser prudente estudiar y analizar los planos topográficos, los mapas de la región, éstos nos facilitaran las labores de trabajos y escoger las rutas más adecuadas. La selección de la banda de frecuencias (ver tabla 3.2) en la que opera un sistema de radiocomunicaciones depende de muchos factores.

Tabla 3.2: Bandas de frecuencias a considerar.

BANDA DE FRECUENCIA	DENOMINACIÓN
300 MHz/ 3 GHz	Frecuencias Ultra Altas (UHF)
3 GHz/ 30 GHz	Frecuencias Súper Altas (SHF)
30 GHz/ 300 GHz	Frecuencias Extremadamente Altas (EHF)

En el extremo superior de las bandas de microondas la directividad de las antenas aumenta, el enlace es más sensible a la presencia de obstáculos, y el ancho de banda disponible es mayor. Por otra parte, las pérdidas de propagación, los desvanecimientos y la figura de ruido de los receptores aumentan con la frecuencia; asimismo la potencia que un transmisor puede generar tiende a disminuir al aumentar la frecuencia, mientras que el costo del mismo tiende a elevarse. En la parte baja del espectro de UHF los ruidos atmosféricos y los producidos por el hombre son de mayor importancia; sin embargo estas frecuencias más bajas tienen ciertas ventajas: pueden cubrirse distancias más grandes con mayor tolerancia a las obstrucciones en el trayecto del enlace; adicionalmente los equipos son menos costosos. En el estado actual de la tecnología, las frecuencias de las señales o portadoras empleadas en los radioenlaces varían desde varios cientos de MHz hasta aproximadamente 60 GHz.

3.3.2. Ruido en sistemas de comunicaciones por microondas

El ruido es un factor de gran importancia a tomar en cuenta en todos los sistemas de comunicaciones, ya que en muchos casos la comunicación se ve interferida y opacada debido a los altos niveles de ruido que se suman a la señal de comunicación que llega a los receptores, y produciendo con ello altas tasas de error en la transmisión de datos.

Existen varios tipos de ruido que provienen de distintas fuentes que los generan. En los sistemas de comunicaciones por microondas se pueden clasificar de la siguiente forma:

3.3.2.1. Ruido fijo

Este tipo de ruido no depende de la propagación de las ondas electromagnéticas, ya que aparece aun si se suprime el canal de comunicación colocando el transmisor y el receptor muy cerca.

El ruido fijo está compuesto por:

- Ruido de intermodulación: es producto de las no linealidades que caracterizan a los componentes electrónicos con que son fabricados los equipos de comunicación (transmisores, receptores multiplexores, conmutadores etc.).
- Ruido plano: es introducido por todos los sistemas y circuitos que conforman el sistema de comunicación.

3.3.2.2. Ruido esperado

Cuando se observa la señal recibida en un enlace de microondas durante un intervalo de tiempo, se puede distinguir entre dos condiciones de propagación. La propagación prácticamente sin perturbación llamada transmisión de espacio libre y la propagación perturbada con desvanecimiento típico. Durante gran cantidad de tiempo la señal recibida es igual a la calculada para el espacio libre, excepto por desviaciones de corta duración. Durante una pequeña fracción de tiempo especialmente en las noches o durante la existencia de flujo de aire tibio sobre capas de aire frío, se producen variaciones pronunciadas.

Los períodos de gran variación extrema se pueden interpretar como el resultado de un gran número de señales de igual frecuencia que llegan a la antena receptora por medio de diferentes caminos y por lo tanto con distribución aleatoria de amplitud y fase. La duración del desvanecimiento extremo es de uno o varios segundos. Los tipos de desvanecimiento según la causa que los produce son:

3.3.2.2.1. Desvanecimiento lento

Es producido por cambios severos de las condiciones atmosféricas, que tienen bases diurnas o por estaciones. Se presume que es causado por

cambios en la intensidad y distribución espacial de las turbulencias en la tropósfera, o a ensombrecimiento debido a variaciones del perfil del terreno y la naturaleza de los alrededores. En condiciones de ensombrecimiento severo, la señal recibida puede caer muy por debajo de su valor en el espacio libre.

3.3.2.2. Desvanecimiento rápido

Se produce por la variación de la curvatura del haz en la troposfera y la propagación de frentes de onda por multitrayectoria. Sus efectos aumentan con la frecuencia de la señal y la longitud del vano.

El desvanecimiento por multitrayectoria incluye el causado por la interferencia que produce el rayo reflejado en tierra y el causado por dos o más trayectorias en la tropósfera.

3.3.3. Características de la trayectoria de propagación vía microondas

Debido a su pequeña longitud de onda, las microondas poseen muchas de las propiedades de las ondas luminosas. En efecto, las microondas experimentan refracciones y desviaciones en la atmósfera y están sujetas a obstrucción, difracción y reflexión al encontrar obstáculos tales como montañas, edificios altos, grandes extensiones de agua o terreno plano y capas atmosféricas. Si bien estas ondas se desplazan a la velocidad de la luz en un vacío perfecto, en la atmósfera la velocidad se reduce y varía de acuerdo con los cambios de densidad y contenido de humedad del aire. [2]

A continuación se describen algunos de los parámetros que afectan la transmisión de señales por microondas.

3.3.3.1. Pérdidas en el espacio libre

La pérdida de trayectoria en el espacio libre se define como la pérdida incurrida por una onda electromagnética conforme se propaga en una línea recta a través del espacio libre sin ninguna absorción o reflexión de energía de los objetos cercanos.

Esta pérdida, normalmente expresada en dB, depende de la frecuencia de la señal y de la distancia de la trayectoria. Por ejemplo, un enlace cuya frecuencia de portadora es de 6 GHz y cuya distancia es de 50km, experimenta una pérdida de trayectoria de 142dB. [2]

3.3.3.2. Ruido en el receptor

Las fluctuaciones de las señales de radiofrecuencia, causadas por desvanecimiento, se eliminan en el receptor mediante circuitos de control automático de ganancia (CAG) antes de aplicar la señal al demodulador. La mayoría de los receptores de microondas están provistos de circuitos CAG en la etapa de frecuencia intermedia (70MHz), que es la frecuencia de conversión de las señales del mezclador. Por lo tanto, la ganancia del receptor varía de acuerdo con el nivel de recepción de la señal, elevándose la ganancia cuando disminuye la intensidad de la señal debido a desvanecimiento, y disminuyendo cuando la intensidad aumenta. Cualquier ruido interferente que ingresa al receptor, así como el ruido que se genera en los circuitos de entrada, se amplifican junto con la señal útil, de manera que cuando baja la intensidad de señal el nivel del ruido sube proporcionalmente con lo que se afecta la relación s/n.

En la transmisión por microondas en línea visual se introduce un ruido de fondo procedente de la agitación térmica que es función de la temperatura. A este ruido de fondo debe agregarse el ruido inherente de la etapa de entrada en el receptor y que se especifica como una cifra de ruido

en dB. Esta cifra sirve para indicar el nivel adicional de ruido que penetra en el mezclador en comparación con el ruido térmico.

3.3.3.3. Umbral de recepción

El umbral de recepción es la mínima señal requerida para que el demodulador trabaje a una específica tasa de error. Este es dependiente de la mínima S/N (Relación señal a ruido) requerida a la entrada del receptor.

3.3.3.4. Margen de desvanecimiento

El margen de desvanecimiento es uno de los factores más importantes que determinan el rendimiento de los sistemas de microondas. Este margen es la reserva de potencia de que dispone el receptor para contrarrestar los efectos de desvanecimientos atmosféricos cualquiera sea su origen. Por ejemplo, si el nivel normal de entrada de señales al receptor es de -40dBm y el umbral de recepción es de -70dBm, el margen de desvanecimiento será de $[-40-(-70)]=30\text{dB}$ para mantener el BER máximo. Si el desvanecimiento es superior a los 30dB, se sobrepasarán los límites de BER.

El grado de protección contra el desvanecimiento depende de la disposición del sistema. Mientras más corto es el enlace o mientras más adecuado para la propagación sean el clima y el terreno, menor es el margen de adicional de potencia para mantener la confiabilidad especificada. El margen de potencia contra el desvanecimiento debe ser apropiado para mantener el mínimo BER especificado en la confiabilidad del sistema. El margen necesario se determina basándose en las características del trayecto específico, la confiabilidad de propagación del sistema y el uso o la omisión de protección por diversidad. El margen de desvanecimiento se incluye como pérdida en el cálculo de la pérdida neta del sistema.

La pérdida neta del trayecto estipula el total de atenuación o pérdida de intensidad que sufren las señales de microondas a lo largo de la trayectoria

de propagación. Se compone de la pérdida de trayecto, el margen de desvanecimiento, la ganancia de las antenas, las pérdidas de cables y guías de ondas, pérdidas en el equipo de radio y cualquier otra pérdida entre las antenas de transmisión y recepción. Asociada con la pérdida neta del trayecto se puede definir la "ganancia del sistema". En su forma más sencilla, la ganancia del sistema es la diferencia entre la potencia nominal de salida del transmisor y la potencia mínima de entrada requerida por un receptor. La ganancia del sistema debe ser mayor o igual que la suma de todas las ganancias y pérdidas incurridas por una señal a medida que se propaga desde el transmisor hasta el receptor. En esencia, representa la pérdida neta de un sistema para determinados parámetros del sistema.

3.3.3.5. Factor k y efecto de la curvatura de la tierra

A pesar que la energía de las ondas electromagnéticas tiende a viajar en línea recta, normalmente se curva hacia abajo debido a la refracción atmosférica. La magnitud del radio de esta curva varía con las condiciones atmosféricas. El grado y dirección se puede definir convenientemente por un factor de radio equivalente de la tierra (k).

K es un factor que permite la cuantificación de la desviación de las ondas. Este factor multiplicado por el radio real de la tierra r_0 , es llamado radio producto del efecto de la curvatura de la tierra. El efecto de la curvatura de la tierra viene dado por la ecuación 3.7.

$$dm = \frac{0.078(d1)(d2)m}{K} \quad (3.7)$$

Donde:

d_m = incremento de altura en metros producido por la curvatura de la tierra en un punto dado del trayecto del radioenlace.

d_1 = distancia en km. Desde el punto donde se evalúa la curvatura de la tierra hasta uno de los extremos del trayecto.

d_2 = distancia en km. Desde el punto de evaluación hasta el otro extremo del enlace.

K = constante que indica la relación entre el radio efectivo y el radio verdadero de la tierra.

3.3.3.6. Zonas de Fresnel

Una antena emite, una onda en expansión; el principio de Huygens establece que cada elemento del frente de onda produce un frente de onda secundaria. Por ello existen infinitos caminos que unen las antenas. Como los rayos difractados recorren un camino más largo, llegan con un cierto retardo que puede producir una interferencia aditiva o sustractiva de acuerdo a la fase de arribo.

El efecto queda definido por una familia de elipsoides de fresnel con focos en las antenas, se denominan zonas de fresnel a las coronas circulares concéntricas que determinan los rayos difractados en fase y contrafase en forma alternada, ver figura 3.2. Dentro el elipsoide de revolución la primera zona de fresnel se caracteriza por el radio Rf_1 , ubicado a una distancia determinada desde una antena.

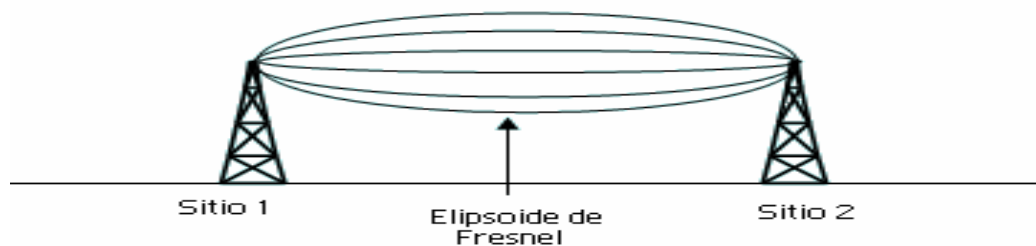


Figura. 3.2. Zonas de fresnel

$$Rf_1 = 547.72 * \sqrt{N \frac{d_1 * d_2}{f * d}} \quad (3.8)$$

Donde:

f = frecuencia en (MHz).

d = longitud del trayecto (km.)

n = número de elipsoide.

d_1 y d_2 = distancias entre los terminales y el punto del radio de fresnel (km.)

Las zonas pares tienen una contribución sustractiva de potencia (contrafase) y las zonas impares tienen una contribución aditiva. La potencia de recepción es la suma de todas las contribuciones cuya amplitud disminuye con el incremento de orden n . Esto es debido a que cada elipsoide de fresnel presenta una diferencia de media longitud de onda entre dos zonas vecinas.

Otro aspecto de vital importancia es el despeje, el cual define la separación entre el principal obstáculo y el rayo de unión de antenas.

Es natural que el valor de despeje sea finito y por lo tanto se produzca una variación de la potencia recibida debido a la obstrucción de una parte de las zonas de fresnel. Por lo tanto, existe una variación de la potencia de recepción en función de la razón entre el despeje y el 60% del primer radio de fresnel r_1 . Al producirse una propagación sobre refractiva ($k < 4/3$), los rayos se curvan hacia la tierra y la obstrucción de las zonas de fresnel aumenta (se dice que la tierra se levanta).

3.3.3.7. Cálculo de la altura de las torres para las antenas del enlace de radio.

La altura de las torres se determina siguiendo los siguientes parámetros:

- Que permitan la existencia de línea de vista del radio enlace.
- Que se pueda sobrepasar la vegetación existente en los sitios.

- De existir una obstrucción en la primera zona de fresnel (tomando en cuenta la curvatura de la tierra en dicho punto), se calcula el nivel de penetración de la obstrucción en la misma y se aumenta la altura de las torres de ambos extremos del enlace en una longitud un poco superior a la necesaria para que la obstrucción quede fuera de la primera zona de fresnel; incrementando un poco más la torre del sitio más cercano a la obstrucción. El cálculo teórico de la altura de torres es una de las fases de un radio enlace que se realiza varias veces hasta encontrar los valores óptimos. [2]

3.4. Pasos para el diseño de un radio enlace

A continuación se presentan una serie de pasos que deben ser tomados en cuenta para el diseño de radio enlaces de comunicaciones.

- 1° Seleccionar los sitios de transmisión y recepción donde se van a instalar los equipos.
- 2° Verificar los requerimientos del sistema de transmisión de datos, velocidad de comunicación, interfaces de comunicación, ancho de banda.
- 3° Realizar inspecciones de campo con la finalidad de verificar la existencia práctica de línea de vista del radio enlace, medir las coordenadas geográficas de los sitios, posible área de instalación de las estructuras de soporte (mástiles, torres, etc.), antenas y equipos para luego efectuar un muestreo del espectro radioeléctrico.
- 4° Seleccionar la frecuencia de operación.
- 5° Seleccionar los equipos, de acuerdo a los requerimientos previos de comunicación.
- 6° Realizar el levantamiento de los perfiles topográficos del terreno para cada radio enlace, con la finalidad de verificar que exista línea de vista entre las estaciones que integran el diseño.
- 7° Definir los siguientes parámetros para la realización de los cálculos:

- Rango de potencia del transmisor.
- Nivel umbral del receptor.
- Factor de ruido del receptor.
- Diagramas de radiación y ganancia de las antenas.
- Pérdidas del sistema (guía de onda, línea de transmisión, filtros, conectores).

8° Finalmente se debe calcular:

- Altura de las antenas (torres).
- Margen de desvanecimiento.
- Potencia de recepción.
- Comportamiento del radio enlace con respecto al tiempo.
- Disponibilidad del enlace.

3.4.1. Detalles de un radio enlace en microondas

Los elementos principales que conforman este tipo de radio enlace son: los equipos de radio, la línea de transmisión, las antenas y las estructuras de soporte de las mismas.

Los equipos de radio son los encargados de generar, modular y transmitir, recibir y demodular la señal de radiofrecuencia para la transmisión de la señal de información. Dichos equipos poseen características propias que son usadas en el cálculo y diseño del radioenlace como lo son el nivel de potencia transmitida y el nivel de umbral de recepción que representa la mínima cantidad de señal de radiofrecuencia que debe existir a la entrada del receptor para que exista el enlace y la transmisión de la información.

La línea de transmisión está conformada por cables coaxiales que se encargan de transportar la señal de radiofrecuencia desde la salida de rf del radio hasta la antena y viceversa. Su selección se basa en criterios como la frecuencia de operación del radioenlace y la atenuación por unidad de

distancia (pies, metros, etc.), dependiendo de la longitud de la misma que sea necesario utilizar, y la impedancia que posean tanto la salida de rf del radio y antena.

Las antenas conforman los elementos radiantes del sistema. Se encargan de convertir la señal de radiofrecuencia entregada por el radio, en una onda electromagnética que pueda propagarse en el espacio. La característica más importante por la cual se selecciona una antena es la ganancia (mediante la cual se amplifica la señal) que la misma introduce en un radio enlace.

Adicionalmente, debe estar diseñada para la frecuencia de operación requerida, y debe poseer la misma impedancia que la salida de rf del radio y la línea de transmisión utilizada.

Las estructuras de soporte de las antenas son una de las partes más importantes de un radio enlace de microondas debido a que las mismas ayudan a establecer un radio enlace confiable aumentando la altura en que se ubican las antenas y facilitando la propagación de las ondas electromagnéticas de un extremo a otro.

Adicionalmente, se debe tener en cuenta la selección del lugar donde se instalarán los quipos, las condiciones ambientales existentes en la zona y los sistemas auxiliares que permitirán la operación del sistema bajo la presencia de algunos tipos de falla (redundancia de quipos, sistemas de respaldo de energía, etc.).

3.5. Cálculos de propagación en los radio enlaces

Los enlaces de radio se ven afectados por diferentes parámetros que influyen en su rendimiento, para realizar los cálculos de propagación se emplea la normativa de la unión internacional de telecomunicaciones ITU - R, donde se especifican los pasos para el diseño del sistema de comunicaciones.

3.5.1. Cálculo de potencia en el transmisor

La potencia de transmisión en dB es igual a:

$$P_t = 10 \cdot \log\left(\frac{P_t(W)}{1mW}\right) dBm \quad (3.9)$$

3.5.2. Cálculo de la potencia en el receptor

Representa la potencia de señal recibida a través de la antena, viene dada por la siguiente ecuación:

$$P_R = P_T - A_{LTA} - A_{LTB} - A_{CA} - A_{CB} - A_{FR} - +G_{AA} + G_{AB} - FSL \text{ dBm} \quad (3.10)$$

Donde:

P_r = potencia de recepción (dBm).

P_t = potencia de transmisión (dBm).

A_{lta} = pérdidas en la línea de transmisión de la estación "a" (dB).

A_{ltb} = pérdidas en la línea de transmisión de la estación "b" (dB).

A_{ca} = pérdidas por conectores en la estación "a" (dB).

A_{cb} = pérdidas por conectores en la estación "b" (dB).

A_{fr} = pérdidas en el filtro del receptor (dB).

G_{aa} = ganancia de la antena en la estación "a" (dBi).

G_{ab} = ganancia de la antena en la estación "b" (dBi).

FSL = pérdidas de propagación en el espacio libre (dB).

3.5.3. Cálculo de las pérdidas básicas en el radio enlace

Las pérdidas consideradas como básicas para el cálculo de radio enlaces son las siguientes:

A_{lt} = pérdidas en la línea de transmisión (dB).

A_c = pérdidas por conectores (dB).

A_{fr} = pérdidas en el filtro del receptor (dB).

L_p = pérdidas de propagación en el espacio libre (dB).

3.5.4. Pérdidas de propagación en el espacio libre

Cuando se trata de un enlace punto a punto, es aconsejable calcular la atenuación en el espacio libre entre antenas isótropas, denominada también pérdida básica de transmisión en el espacio libre. A continuación se expresa la ecuación de pérdidas:

$$L_p(dB) = 32,4 + 20 \log f_{(MHz)} + 20 \log D_{(km)} \quad (3.11)$$

Donde:

L_p = pérdidas de propagación en el espacio libre (dB).

D = distancia total del trayecto (km).

F = frecuencia del radio enlace (MHz).

3.5.5. Pérdidas en la línea de transmisión

Las pérdidas totales en las guías de onda pueden tomarse en general como 0.5 dB/m, si no tienen las especificaciones más exactas del fabricante. Sin embargo, las guías de onda son costosas, y por lo tanto la señal generalmente es llevada a la antena por cable coaxial de bajas pérdidas. El cálculo de las pérdidas consiste primero en hallar el nivel de atenuación por metro a la frecuencia del radio enlace, y posteriormente multiplicarla por la longitud total de la línea usada en el enlace. Adicionalmente se deben sumar 10 metros a la altura de las líneas, para tener en cuenta el recorrido horizontal desde el equipo hasta la base de la torre.

3.5.6. Pérdidas por conectores

Los conectores que comunican la salida del equipo de radio y la antena, a través de la línea de transmisión generan pérdidas al enlace de radio. Estas pérdidas vienen especificadas por el fabricante. Para el cálculo de ellas se toman dos conectores por estación de radio, es decir, uno para la

salida del transmisor del equipo de radio y el otro en la conexión de la línea a la antena con una atenuación de 0.5 dB por conector.

3.5.7. Pérdidas en el filtro del receptor

Las pérdidas por los filtros en el receptor deben ser especificadas por el fabricante, sin embargo, de no contar con las especificaciones, se puede estimar que no deben ser mayores a 2.4 dB. [2]

3.5.8. Pérdidas por difracción

Las pérdidas por difracción en un terreno medio se pueden calcular aproximadamente, para pérdidas mayores de unos 15 dB, mediante la siguiente ecuación. [4]

$$L_{dt} = \frac{H}{Rf_1} + 10 \quad (3.12)$$

Donde:

L_{dt} = pérdida por difracción (dB).

H = altura del despojamiento (m).

Rf_1 = radio de la primera zona de fresnel (m).

3.5.9. Pérdidas por gases

Para los trayectos terrenales y los ligeramente inclinados junto al suelo, la atenuación por gases en el trayecto puede expresarse como sigue:

$$A = \gamma_0 = (\gamma_0 + \gamma_w)R_0 \quad \text{dB} \quad (3.13)$$

Donde:

A = atenuación por gases (dB).

R_0 = longitud del trayecto (km).

γ_0 = atenuación específica del aire seco (dB/km).

γ_w = atenuación específica del vapor de agua (dB/km).

La atenuaciones específicas debidas al aire seco, al vapor de agua, y consideradas a nivel del mar hasta una altura de 5 km, pueden estimarse utilizando algoritmos simplificados, que se basan en la adaptación de cálculos formulados, que permiten los valores más exactos dentro de una media del $\pm 15\%$ para frecuencias desplazadas de los centros con mas rayas de absorción.

La diferencia absoluta entre los resultados obtenidos con estos algoritmos y con el cálculo gráfico es generalmente menor de 0.1 dB/km y alcanza un máximo de 0.7 dB/km cerca de los 60 GHz. Para alturas superiores a 5 km, y en los casos en que se necesita una mayor precisión, se deberá utilizar el cálculo gráfico.

Para el cálculo gráfico, las curvas de atenuaciones específicas totales, atenuaciones del vapor de agua y atenuaciones debido al aire seco, son presentadas en la figura 3.3.

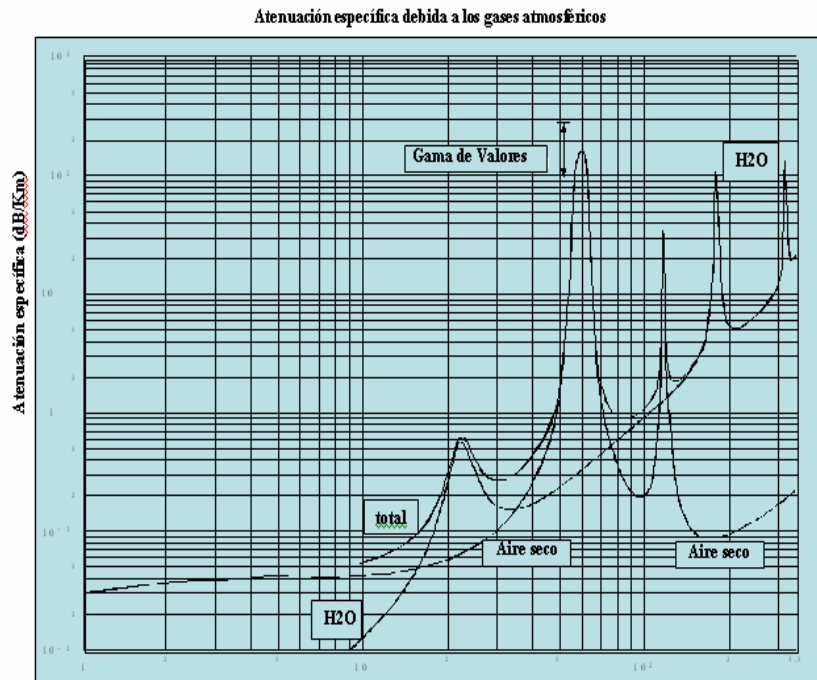


Figura. 3.3. Atenuaciones específicas totales, vapor de agua y aire fresco

3.5.10. Pérdidas por precipitación

Las pérdidas por precipitación, se obtienen a partir de la intensidad de la lluvia mediante la siguiente ecuación:

$$L_{pp} = KR^n \quad (3.14)$$

Donde:

L_{pp} = pérdidas por precipitación (dB).

K = atenuación específica por precipitación (dB/km).

R = intensidad de la lluvia (mm/h).

En el caso de Venezuela se tiene que la intensidad de lluvia para el 0.01% del año medio es de 95 mm/h. [4]

3.5.11. Margen de desvanecimiento de la señal de recepción

La confiabilidad estimada del sistema es el porcentaje de tiempo durante el año que el radio enlace se va a encontrar en funcionamiento durante dicho año. Para alcanzar este nivel de confiabilidad el sistema debe trabajar con cierto nivel de señal por encima del umbral de recepción de los equipos.

Este nivel de señal extra permite enfrentar situaciones anormales de propagación donde la atenuación de la señal transmitida aumenta. Esto se conoce como el margen de desvanecimiento del radio enlace y viene dado por la siguiente ecuación:

$$F_M = 30 \log D + 10 \log(6ABf) - 10 \log(1 - R) - 70 \quad (3.15)$$

Donde:

F_M = margen de desvanecimiento (dB).

D = Distancia entre las antenas.

f = Frecuencia de trabajo (dB).

(1 - R) = objetivo de confiabilidad para la ruta.

3.6. Características operativas del sistema

Cuando se está desarrollando un proyecto de comunicaciones de este tipo se debe tener presente ciertos aspectos que definirán las decisiones a ser tomadas durante el desarrollo.

Para garantizar un trabajo eficiente y de calidad en el diseño de un sistema de comunicaciones se deben tener claros los siguientes aspectos.

3.6.1. Zonas de cobertura

Se entiende por Zonas de Cobertura al área Geográfica dentro de la cual se desplazarán o estarán ubicadas las estaciones o unidades de los usuarios del sistema.

Por lo general estas zonas coincidirán con las áreas dentro de las cuales operan los usuarios de la red de comunicaciones en el desenvolvimiento de sus actividades.

3.6.2. Zonas de sombra

Las Zonas de Sombra son aquellas áreas geográficas dentro de las cuales no existe cobertura con el sistema, debido a las obstrucciones presentes en ese sitio, que impiden que la señal que se origina en cualquier radio de usuario alcance o llegue a la repetidora o estación base más cercana y viceversa.

Esas obstrucciones pueden ser de origen natural como montañas, plantaciones; o construcciones realizadas por el hombre como edificios, etc.

3.7. Antenas y propagación

Las antenas son los dispositivos físicos que permiten que las ondas de radio frecuencia sean proyectadas en el espacio libre, medio en el cual eventualmente chocan y son capturadas por una antena receptora. Estas pueden ser conectadas directamente al transmisor pero usualmente se

encuentra a cierta distancia del mismo, ya que este se encuentra en la sala de equipos mientras que la antena a la cual está asociado debe estar en el exterior, instalada en un mástil o torre. [2]

Las Ondas RF deben ser alimentadas eficientemente, con las mínimas pérdidas de potencia posibles, tanto en el sentido transmisor – antena para su propagación, como en el sentido antena – receptor con propósitos de recepción, por lo cual se utilizan las líneas de transmisión para la interconexión transmisor – antena.

Una línea de transmisión, básicamente consiste en un par de conductores separados por un material dieléctrico. Posee componentes reactivos, tanto inductivos como capacitivos, los cuales actúan a lo largo de su longitud y son agrupados formando un modelo de línea artificial para facilitar su análisis.

En los sistemas de comunicaciones estas líneas son utilizadas para conectar los equipos de las estaciones base con las antenas colocadas en las torres o mástiles. En estos casos dichas líneas son conocidas con el nombre de alimentadores, entre los cuales predominan básicamente las guías de onda y los coaxiales.

Una guía de onda es una línea electromagnética de alimentación, que consiste en un tubo rectangular o cilíndrico de metal a través del cual el campo eléctrico se propaga longitudinalmente. Por lo general se emplean en sistemas que utilizan potencias muy altas y su dimensión determina el rango de frecuencias en el que puede ser usada.

Para que una guía de onda funcione correctamente debe tener cierto diámetro mínimo correspondiente a la longitud de onda de la señal, ya que si la guía de onda es muy estrecha o la frecuencia es demasiado baja, los campos electromagnéticos no se pueden propagar.

En lo que respecta al cable coaxial, este consiste en un conductor central rodeado por un conductor externo concéntrico. El conductor externo

por lo general se encuentra aterrado y proporciona un excelente blindaje contra interferencias externas cuando se opera en frecuencias relativamente altas. Este a su vez, se encuentra separado del conductor interno mediante una capa de material aislante y el conductor interno normalmente esta hecho de alambre de cobre flexible que puede ser hueco o macizo. Los niveles de la potencia del cable coaxial se miden en vatios y sus pérdidas son relativamente bajas. Para comprender el funcionamiento de las antenas es necesario considerar que ocurre en las líneas de transmisión que terminan en un circuito abierto ya que la potencia no es absorbida sino que se refleja nuevamente en la línea. La señal de tensión se refleja como si estuviese viajando a través de una línea infinita y la señal de corriente se comporta de igual forma pero con un desfase de 180 grados.

3.7.1. Características de las antenas

En vista de que existen gran cantidad de tipos diferentes de antenas, cada una de ellas presenta una serie de características que las diferencian unas de las otras. A continuación se pueden observar algunas de ellas.

3.7.1.1. Patrón de radiación

Se conoce como la representación gráfica de las intensidades de los campos o las densidades de potencia en varias posiciones angulares en relación con una antena.

3.7.1.2. Ancho de banda de la antenas

Representa el rango de frecuencias sobre las cuales la operación de la antena es satisfactoria. Esto, por lo general, se toma entre dos puntos de media potencia (-3dB).

3.7.2. Parámetros de las antenas

Los parámetros de antenas describen el funcionamiento de la misma con respecto a la distribución espacial de la energía irradiada. Mucho de estos parámetros se encuentran relacionados entre sí. A continuación se presentan los más resaltantes.

3.7.2.1. Densidad de potencia radiada

La densidad de potencia radiada se define como la potencia por unidad de superficie en una determinada dirección. Las unidades son vatios por metro cuadrado. [12]

Esta puede ser calculada a partir de los valores eficaces de los campos eléctrico y magnético. Esta magnitud se calcula mediante la integral de volumen de una esfera que envuelva a la antena, tomando en cuenta que la intensidad de radiación en todas las direcciones del espacio.

3.7.2.2. Directividad

La directividad de una antena se define como la relación entre la densidad de potencia radiada en una dirección a una distancia determinada, y la densidad de potencia que radia a la misma distancia una antena isotrópica a igualdad de potencia total radiada. Esto se puede obtener en general a partir del diagrama de radiación de la antena.

3.7.2.3. Ganancia directiva y ganancia de potencia

Los términos ganancia directiva y ganancia de potencia con frecuencia no se comprenden y, por tanto, se utilizan incorrectamente. La ganancia directiva es la relación de la densidad de potencia radiada en una dirección en particular con la densidad de potencia radiada al mismo punto por una antena de referencia, suponiendo que ambas antenas irradian la misma cantidad de potencia. El patrón de radiación para la densidad de potencia

relativa de una antena es realmente un patrón de ganancia directiva si la referencia de la densidad de potencia se toma de una antena de referencia estándar, que por lo general es una antena isotrópica. La máxima ganancia directiva se llama directividad. [13]

La ganancia de potencia es igual a la ganancia directiva excepto que se utiliza el total de potencia que alimenta a la antena. Se supone que la antena indicada y la antena de referencia tienen la misma potencia de entrada y que la antena de referencia no tiene pérdidas.

3.7.2.4. Campos lejanos y campos cercanos

El campo de radiación que se encuentra cerca de una antena no es igual que el campo de radiación que se encuentra a gran distancia. El término campo cercano se refiere al patrón de campo que está cerca de la antena, y el término campo lejano se refiere al patrón de campo que está a gran distancia. [13]

Durante la mitad del ciclo, la potencia se irradia desde una antena, en donde parte de la potencia se guarda temporalmente en el campo cercano. Durante la segunda mitad del ciclo, la potencia que está en el campo cercano regresa a la antena. Esta acción es similar a la forma en que un inductor guarda y suelta energía. Por tanto, el campo cercano se llama a veces campo de inducción. La potencia que alcanza el campo lejano continúa irradiando lejos y nunca regresa a la antena por lo tanto el campo lejano se llama campo de radiación.

La potencia de radiación, por lo general es la más importante de las dos, por consiguiente, los patrones de radiación de la antena, por lo regular se dan para el campo lejano. El campo cercano se define como el área dentro de una distancia D^2/λ de la antena, en donde λ es la longitud de onda y D el diámetro de la antena en las mismas unidades.

3.7.2.5. Eficiencia

Relacionado con la impedancia de la antena se tiene la eficiencia de radiación y la eficiencia de reflexión. Estas dos eficiencias nos indicarán una, cuanto de buena es una antena emitiendo señal, y otra, cuanto de bien está adaptada una antena a una línea de transmisión. [14]

La Eficiencia de Radiación se define como la relación entre la potencia radiada por la antena y la potencia que se entrega a la misma antena. Como la potencia está relacionada con la resistencia de la antena, se define la Eficiencia de Radiación como la relación entre la Resistencia de radiación y la Resistencia de la antena.

La Eficiencia de Adaptación o Eficiencia de Reflexión es la relación entre la potencia que le llega a la antena y la potencia que se le aplica a ella. Esta eficiencia dependerá mucho de la impedancia que presente la línea de transmisión y de la impedancia de entrada a la antena, luego se puede volver a definir la Eficiencia de Reflexión como $1 - \text{módulo del Coeficiente de reflexión}$, siendo el coeficiente de reflexión el cociente entre la diferencia de la impedancia de la antena y la impedancia de la línea de transmisión, y la suma de las mismas impedancias.

3.7.2.6. Polarización

En una antena la polarización de una onda es la dirección en la cual ésta es radiada. Ésta es la figura geométrica determinada por el extremo del vector que representa el campo eléctrico en función del tiempo, en una posición dada.

Para ondas con variación sinusoidal dicha figura es en general una elipse. Hay una serie de casos particulares.

3.7.2.7. Impedancia

La impedancia de una antena se define como la relación entre la tensión y la corriente en sus terminales de entrada. Dicha impedancia es en general compleja. [2]

La parte real se denomina resistencia de antena y la parte imaginaria, reactancia de antena.

3.7.2.8. Ancho de banda del haz de la antena

El ancho del haz de la antena es sólo la separación angular entre los dos puntos de media potencia (-3dB) en el lóbulo principal del patrón de radiación del plano de la antena, por lo general tomando en uno de los planos principales. El ancho de haz de la antena se llama ancho de haz de -3dB o ancho de haz de media potencia. [13]

3.7.2.9. Azimut

Representa el ángulo formado en el horizonte entre el punto norte y el círculo vertical hasta cortar con un sitio de una ubicación geográfica determinada.

Esta medida se realiza desde el norte en sentido de las manecillas del reloj, de manera que norte es 0° , este es 90° , sur es 180° y oeste es 270° . [2]

3.7.3. Tipos de antenas para emisoras de radio F.M.

Una antena que irradia básicamente por igual en todas las direcciones se llama antena omnidireccional. Mientras que la que concentra la señal hacia una dirección específica se llama antena direccional.

3.7.3.1. Antenas verticales

También conocidas como *whips*, son antenas cuyo elemento irradiante se encuentra en posición vertical. Son antenas que ocupan relativamente

poco espacio horizontal, lo cual las hace ideales para trabajos en condiciones confinadas, y además son las únicas antenas existentes que no requieren altura considerable sobre el suelo para dar un ángulo de irradiación bajo.

3.7.3.2. Antenas horizontales

Representan la gran mayoría de antenas direccionales utilizadas por radioaficionados. Una antena horizontal es aquella cuyo plano de dirección se encuentra en posición horizontal respecto al suelo. [2]

Estas antenas deben ubicarse como mínimo a media longitud de onda sobre el suelo para asegurar su funcionamiento óptimo, idealmente ubicándolas a una longitud de onda sobre el suelo y la antena, las cuales le restan eficiencia y direccionalidad, y aumentan su ángulo de irradiación.

3.7.3.3. Dipolo de media onda

El dipolo de media onda lineal o dipolo simple es una de las antenas más ampliamente utilizadas en frecuencias arriba de 2MHz. En frecuencias abajo de 2 MHz, la longitud física de una antena de media longitud de onda es prohibitiva. Al dipolo de media onda se le refiere por lo general como antena de Hertz.

Una antena de Hertz es una antena resonante. Es decir, es un múltiplo de un cuarto de longitud de onda de largo y de circuito abierto en el extremo más lejano. Las ondas estacionarias de voltaje y de corriente existen a lo largo de una antena resonante.

Cada polo de la antena se ve como una sección abierta de un cuarto de longitud de onda de una línea de transmisión. Por lo tanto en los extremos hay un máximo voltaje y un mínimo de corriente y un mínimo de voltaje y un máximo de corriente en el centro.

La impedancia varía de un valor máximo en los extremos de aproximadamente 2500 W a un valor mínimo en el punto de alimentación de aproximadamente 73 W, de los cuales entre 68 y 70 W es la impedancia de radiación. El patrón de radiación de espacio libre para un dipolo de media onda depende de la localización horizontal o vertical de la antena con relación a la superficie de la tierra.

3.7.3.4. Antena reflector

Antena provista de un reflector metálico, de forma parabólica, esférica o de bocina, que limita las radiaciones a un cierto espacio, concentrando la potencia de las ondas; se utiliza especialmente para la transmisión y recepción vía satélite. [16]

3.8. Asignación del espectro radioeléctrico

El espectro radioeléctrico es un bien del dominio público de la república Bolivariana de Venezuela, de conformidad con lo establecido en la Ley Orgánica de Telecomunicaciones, para cuyo uso y explotación se debe contar con la respectiva concesión de uso del espectro radioeléctrico, que es un acto unilateral mediante el cual la Comisión Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL), otorga a una persona específica un derecho intuito personal, por tiempo limitado para usar y explotar una porción determinada del espectro radioeléctrico, previo cumplimiento de los requisitos establecidos en la ley orgánica de telecomunicaciones.

El uso del espectro radioeléctrico en Venezuela es definido a través del cuadro nacional de atribución de bandas de frecuencias (CUNABAF), el cual es un instrumento necesario para determinar el uso que debe dársele a las bandas de frecuencia, a fin de asegurar su operatividad, minimizar la probabilidad de interferencia perjudicial, permitir la coexistencia de servicios

dentro de una misma banda de frecuencias, de ser el caso, así como garantizar el uso eficiente del espectro radioeléctrico.

Para realización de un estudio espectrométrico es necesario recopilar la siguiente información:

- Cuadro nacional de atribución de bandas de frecuencia (CUNABAF).
- Bandas de frecuencias habilitadas para redes de radio móviles.
- Definir la banda de frecuencias a utilizar, para verificar posibles fuentes de interferencia en las áreas de operación.

3.9. Radio

Medio de comunicación que llega a todas las clases sociales. Establece un contacto más personal, porque ofrece al radio-escucha cierto grado de participación en el acontecimiento o noticia que se está transmitiendo.

3.9.1. Diferencia entre una radio analógica y una digital.

En la tabla 3.3 se presentan algunas diferencias entre una radio digital y una radio analógica.

Tabla 3.3. Diferencia entre radio analógica y radio digital

RADIO ANALÓGICA	RADIO DIGITAL
Se ven sometidas a interferencias atmosféricas	Es capaz de eludir las interferencias atmosféricas
Presentan interferencias de los equipos eléctricos.	Es convertida en "bits" que son transportados por las ondas radiales de tal manera que resisten las interferencias
Resultan bloqueadas y distorsionadas por los edificios grandes o por variaciones del terreno.	No presentan ningún tipo de distorsión.
Presenta un ancho de banda limitada.	Ofrece a los emisores una banda más ancha para incluir servicios adicionales.

3.9.2. Arquitectura que conforman una estación de radio F.M.

Un sistema de transmisión de un servicio de radiodifusión sonora por modulación en frecuencia, podemos subdividirlo en cuatro subsistemas básicos, de acuerdo a la instalación de los equipos:

- Área del audio de estudios.
- Sistema de transmisión (ubicado en la planta transmisora).
- Sistema irradiante.
- Sistema de suministro de energía eléctrica.

3.9.3. Componentes técnicos que conforman una emisora de radiodifusión en frecuencia modulada.

a. Estudio de control/continuidad.

- Mesa de mezclas, con capacidad de entradas y salidas para todos los elementos, monitores, sistemas de órdenes, etc.
- 2 reproductores de CD
- 1 micrófono de estudio autocontrol
- 1 auricular
- 1 sistema informático de audio edición digital
- 1 amplificador
- 1 sintonizador
- 1 cajas acústicas para monitores de estudio
- 1 audio codificador de RDSI
- Varios (cableado, conectores, etc.)

b. Estudio locutorio.

- 6 micrófonos de estudio con sus pies
- 6 auriculares de estudio
- 1 cajas acústicas para monitores estudio
- Varios (conectores, cableado, etc.)

c. Estudio grabación.

- Mesa de mezclas, con capacidad de entradas y salidas para todos los elementos, monitores, sistemas de órdenes, etc.
- 1 mezclador de micrófonos
- 1 micrófono de estudio autocontrol
- 1 auricular
- 1 amplificador
- 1 sintonizador
- 1 cajas acústicas para monitores de estudio
- Varios (cableado, conectores, etc.)

d. Centro emisor

- 1 Radioenlace para el envío de programa desde estudios al centro emisor.
- Antenas para TX y RX radioenlace de programa.
- 1 generador de estéreo.
- 1 compresor/limitador de audio.
- 1 generador de RDS.
- 1 Transmisor de FM de estado sólido en Kw de potencia
- 1 Sistema radiante para FM.
- 1 Sistema autónomo de alimentación ininterrumpida para cortes de suministro eléctrico.
- 1 Torre autosoportada para la instalación de antenas.
- Varios (cuadro eléctrico, cuadro conmutación, cableado, etc.).

e. Equipos auxiliares.

- 1 Equipo de radioenlace para exteriores (Unidad Móvil) en banda de VHF.
- 1 mesa de mezclas portátil.
- 2 radioauriculares

- 1 auricular
- 2 micrófonos
- 1 patch panel de conexión de audio
- 1 audiocodificador de RDSI portátil
- Teléfono
- Cables varios.

CAPÍTULO IV

RECAUDOS EXIGIDOS POR CONATEL

La comisión nacional de telecomunicaciones (**CONATEL**) es el organismo encargado de administrar el espectro radioeléctrico del país teniendo como función la asignación de frecuencia para cada servicio, y una vez puesta en funcionamiento la transmisión verificar que se cumpla con lo establecido en el diseño del sistema de comunicaciones. Esta entidad gubernamental también verifica que no exista interferencia con otros usuarios del espectro radioeléctrico una vez que el sistema está instalado, y chequea periódicamente el espectro para detectar usuarios sin permisología para la instalación de equipos de transmisión y aplicar su sanción respectiva. Todo esto lleva a una mejor utilización y planificación del espectro radioeléctrico.

Para los interesados en prestar servicios de radiocomunicaciones que permitan la difusión de programación de audio o audiovisual destinada a ser recibida directamente por el público en general, deben solicitar el otorgamiento de la habilitación de radiodifusión sonora y televisión abierta y los atributos asociados a la misma, de conformidad con las prevenciones contenidas por la ley orgánica de telecomunicaciones, sus reglamentos, las condiciones generales de las habilitaciones de radiodifusión sonora y televisión abierta y demás normas.

4.1. Generalidades

Algunos de los puntos más importantes de acuerdo a la ley orgánica de telecomunicaciones, para escoger el tipo de servicio de radiocomunicación que se desea prestar, se mencionaran a continuación.

1°. De conformidad con los artículos 5, 16, 17 de la ley orgánica de telecomunicaciones, para realizar de actividades de telecomunicaciones se requerirá de la obtención de la correspondiente habilitación administrativa y sus atributos. Las habilitaciones administrativas en materia de telecomunicaciones serán: i) de radiodifusión sonora y televisión abierta, ii) de radiodifusión sonora y televisión abierta comunitarias de servicios públicos, sin fines de lucro, iii) de radioaficionados, iv) especiales, v) generales.

2°. Los interesados en obtener una habilitación de radiodifusión deberán conocer el tipo de atributos que desee instalar.

- Radiodifusión sonora en amplitud modular (A.M.).
- Radiodifusión sonora en frecuencia modulada (F.M.).
- Radiodifusión sonora por onda corta.
- Televisión abierta UHF.
- Televisión abierta VHF.

3°. Los interesados deben revisar los siguientes instrumentos normativos a los fines de conocer el marco legal y sublegal que rige las actividades de telecomunicaciones:

- Ley orgánica de telecomunicaciones.
- Reglamento de la ley orgánica de telecomunicaciones sobre habilitaciones administrativas y concesiones de uso y explotación del espectro radioeléctrico.
- Resolución contentiva de los atributos de la habilitación administrativa.
- Condiciones generales de las habilitaciones de radiodifusión sonora y televisión abierta (una vez que sean dictadas por la comisión nacional de telecomunicaciones).
- Cuadro nacional de atribución de bandas de frecuencias (CUNABAF).

- Reglamento sobre la operación de las estaciones de radiodifusión sonora.
- Demás normas aplicables a las actividades de radiodifusión.
- Partiendo de lo descrito anteriormente, a continuación se especifican los recaudos legales, técnicos y económicos que exige CONATEL para la instalación de una emisora de radio, a fin de dar cumplimiento con establecido en el artículo 26 de la Ley Orgánica de Telecomunicaciones.

4.2. Recaudos legales

Los artículos más importantes establecidos en la ley orgánica de telecomunicaciones, que tuvimos presente para la habilitación son:

- 1°. Artículo 6 del reglamento de la ley orgánica de telecomunicaciones, donde se observa la modalidad de uso bajo la cual se realizaran las actividades de telecomunicaciones.
- 2°. Con lo establecido en los artículos 25 y 26 de la ley orgánica de procedimientos administrativos, de la cual se creara un documento donde conste la designación del representante del interesado y su legitimidad.
- 3°. Artículo 172 y 191 de la ley orgánica de telecomunicaciones, donde dependerá de la persona que hace la habilitación, si es natural o jurídica, se tendrán estos artículos como base para la declaración jurídica.

4.3. Recaudos económicos

Los proyectos económicos y los técnicos deben ser consistentes entre sí, debido a esto se mencionan algunos puntos importantes para el desarrollo del mismo.

- 1° Documento donde conste la solvencia con el fisco nacional y la comisión nacional de telecomunicaciones.
- 2° Inventario de los equipos de radiodifusión adquiridos.

3° Perfil económico para un período mínimo de cinco años, a valores constantes, es decir, eliminando el efecto inflacionario, elaborado y firmado por un economista colegiado, que contenga la siguiente información:

- Finalidad de la prestación de servicio.
- Fuente de financiamiento de la inversión.
- Cronograma de inversión, indicando la inversión inicial y total.
- Estimación de ingresos, que deberá contener las premisas que sustentan la procedencia de los mismos: ingresos por concepto de donaciones, auspicios y subvenciones, transmisión de patrocinios, cuñas, entre otros.
- Gastos de personal desglosados.
- Amortización del financiamiento.
- Listado de equipos de radiodifusión a adquirir. En caso de estar valorados en otra moneda, especificar el tipo de cambio usado en la conversión a la moneda oficial de la república bolivariana de Venezuela.
- Estructura de costos.
Relación de ingresos y egresos.

4.4. Recaudos técnicos

Una vez definido el tipo de servicio que se desea prestar ya sea radiodifusión sonora en amplitud modulada (A.M.), radiodifusión sonora en frecuencia modulada (F.M.), televisión abierta VHF o televisión abierta UHF., se deben describir los siguientes aspectos:

- Descripción del servicio.
- Descripción y la utilización del espectro radioeléctrico.
- Descripción de enlaces estudio-planta.
- Descripción del enlace móvil-estudios (en caso de adquirirlo).

4.5. Otras bases tomadas para la realización del proyecto.

Se tomaron en cuenta otras bases para poder llevar a cabo la habitación de la estación de radio.

1°. La constitución de la república bolivariana de Venezuela donde menciona en el artículo 101, que el estado garantizara la emisión, recepción y circulación de la información cultural. Los medios de comunicación tienen el deber de coadyuvar 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. Los medios televisivos deberán incorporar subtítulos y traducción a la lengua de señas, para las personas con problemas auditivos. La ley establecerá los términos y modalidades de estas obligaciones.

2°. Cuadro nacional de atribución de bandas de frecuencias (CUNABAF) tiene por objeto establecer la atribución de las bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico, de conformidad con lo establecido en la ley orgánica de telecomunicaciones y en las normas vinculantes dictadas por la unión internacional de telecomunicaciones; así como determinar las porciones del espectro radioeléctrico susceptibles de ser asignadas en concesión de uso y explotación, y aquellas destinadas para uso gubernamental.

Luego de considerar esta serie de leyes y reglamentos tendrán el significado que les atribuye la Unión Nacional de Telecomunicaciones (U.I.T), sin embargo, para los efectos de CONATEL, se establecen una serie de pautas, cuyo significado tendrá preferencia sobre cualquier otro.

CAPITULO V

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE RADIODIFUSIÓN SONORA ACTUAL

5.1. Sistema actual de la empresa

La estación de radiodifusión de la empresa está conformada de un estudio y una planta transmisora, en el estudio ha de estar incluido todo el equipo necesario para la producción de programas, mientras que la planta transmisora comprende del equipo de transmisión y el sistema de antenas.

Partiendo desde el área del estudio, en la figura 5.1 se observa un diagrama, que funciona tomando en cuenta parámetros que jerarquizan el comportamiento de los equipos electrónicos para llegar acabo la transmisión.

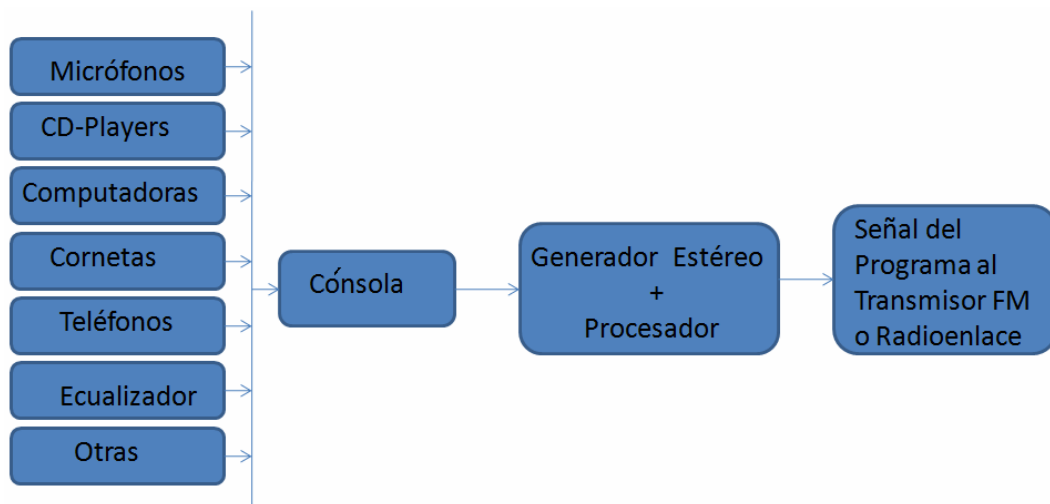


Figura 5.1. Diagrama de la estación de radio (estudio).

Luego de conocer el área donde se lleva a cabo la programación regular de la estación de radio, se crea un radioenlace, este sistema está compuesto por un transmisor de enlace, el cual es el encargado de tomar la

información creada en la estación y enviarla al receptor de enlace que se encuentra ubicado en la planta transmisora.

Este radioenlace trabaja bajo la frecuencia de 950MHz, con una potencia de operación directa de 7 watts. Este sistema se encuentra enlazado mediante antenas Yagui. Se tomó una serie de datos suministrada por la empresa como se observa en la tabla 5.1, necesarios para obtener las imágenes del comportamiento de dicho sistema usando la herramienta radio Mobile.

Tabla 5.1 Variables de entradas exigidas por la herramienta computacional para el radioenlace.

	Transmisor de enlace	Receptor de enlace
Coordenadas	06° 34' 20,6'' N	06° 33' 49,0'' N
	066° 49' 03,1'' O	066° 47' 27,2'' O
Altura de la antena con respecto al nivel del suelo	5 metros	6 metros
Potencia de TX	7 watts	
Sensibilidad del RX	124dBm	
Ganancia de la antena tipo Yagui (direccional)	9 dBi	9 dBi

Luego de tener estos datos, se insertaron en el simulador radio Mobile, donde arrojo las siguientes imágenes del sistema mini-link, en un perfil horizontal, como se observa en la figura 5.2. donde se aprecia el ángulo de azimut de cada antena.

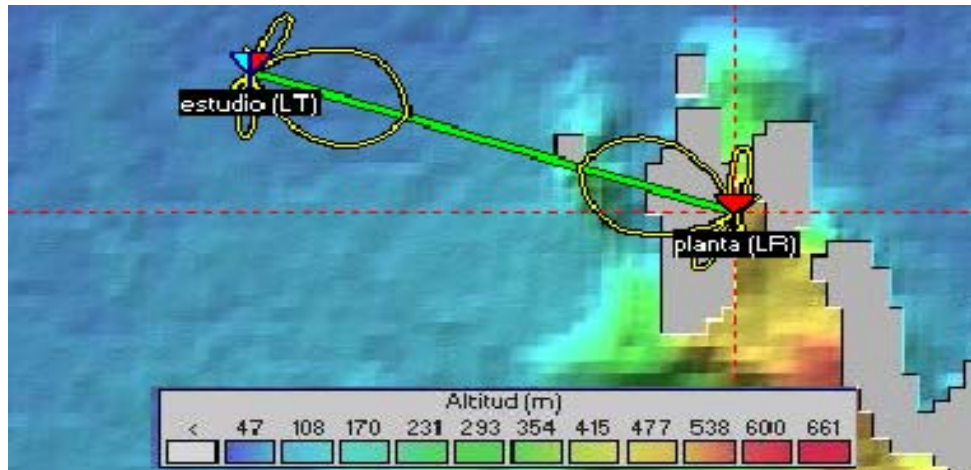


Figura 5.2 Vista horizontal del enlace mini-link

En la figura 4.3 muestra el enlace en vista vertical, la cual nos ilustra el perfil topográfico del terreno, entre el estudio y la planta transmisora, mostrando la línea de vista el cual se encuentra sin obstrucciones, en la parte de arriba de la figura se muestra los datos arrojados como son: la primera zona de fresnel, nivel de la señal recibida, e intensidad del campo eléctrico, las pérdidas, el ángulo de elevación y la distancia que existe entre las estaciones.

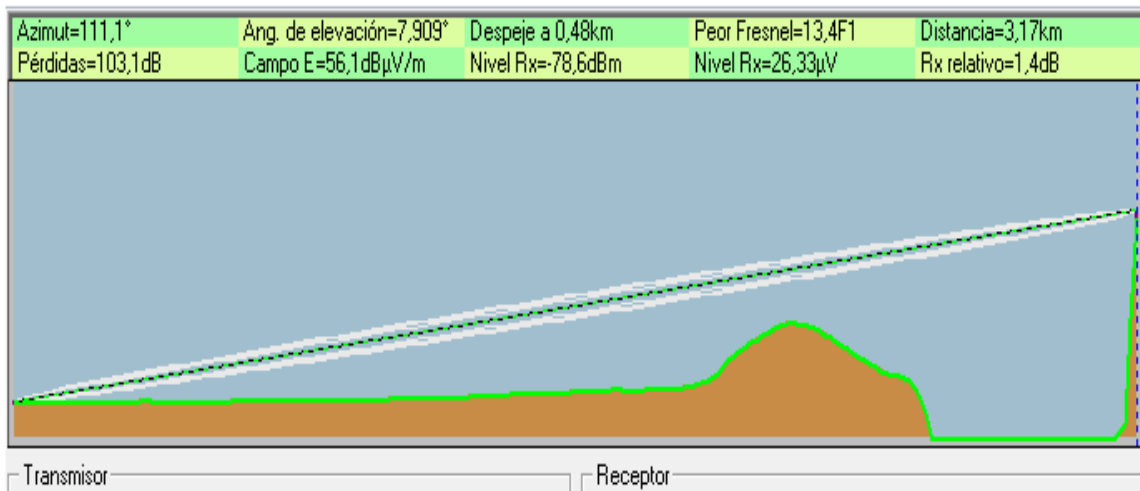


Figura 5.3 Vista vertical del enlace mini-link

Luego de ver el comportamiento del enlace mini-link, donde nos muestra que el nivel de recepción del Rx es de 1,4dB quedando entre el rango de su sensibilidad, observando que las zonas de fresnel no presentan ningún tipo de obstrucción, es por esto que este sistema se dejará ya que presenta una buena conexión entre el Tx y Rx, luego se pasa a la planta transmisora donde se encuentra el sistema de transmisión, que está compuesto por el excitador de señal, el amplificador y el sistema de antenas, como se observa en la figura 5.4.

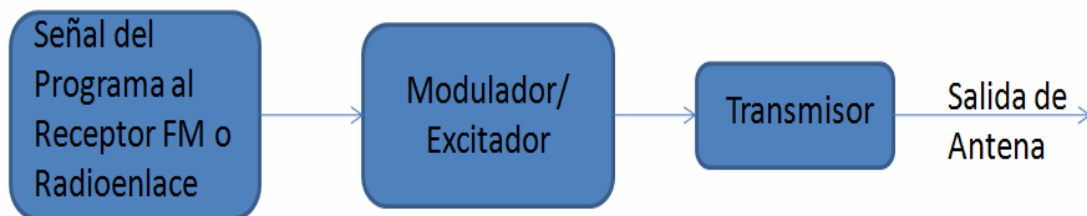


Figura 5.4: Diagrama de la estación de radio (planta transmisora)

Utilizando nuevamente el simulador se ingresan los valores de la frecuencia y potencia con la que opera actualmente la radio F.M., y otros datos necesarios para obtener el comportamiento del área de cobertura que cubre la estación, y así verificar si cumple con los parámetros exigido por la empresa. En la tabla 5.2 se muestran los valores introducidos al simulador.

Tabla 5.2 Variables de entradas exigidas por la herramienta computacional para la cobertura de la emisora.

Frecuencia	106.7 MHz
Potencia	250 W.
Altura de la antena	50 m
Ganancia de la antena	2.15 dB.

Teniendo estas variables el simulador nos ilustra el contorno de cobertura, como se muestra en la figura 5.5, donde se observa que cubre un área aproximadamente de 10 kilómetros, aunque su comportamiento es eficiente, para la empresa este sistema no cumple las expectativas, ya que no llega a las comunidades más pobladas del municipio Cedeño, que se encuentra ubicadas aproximadamente a 50 kilómetros de la estación.

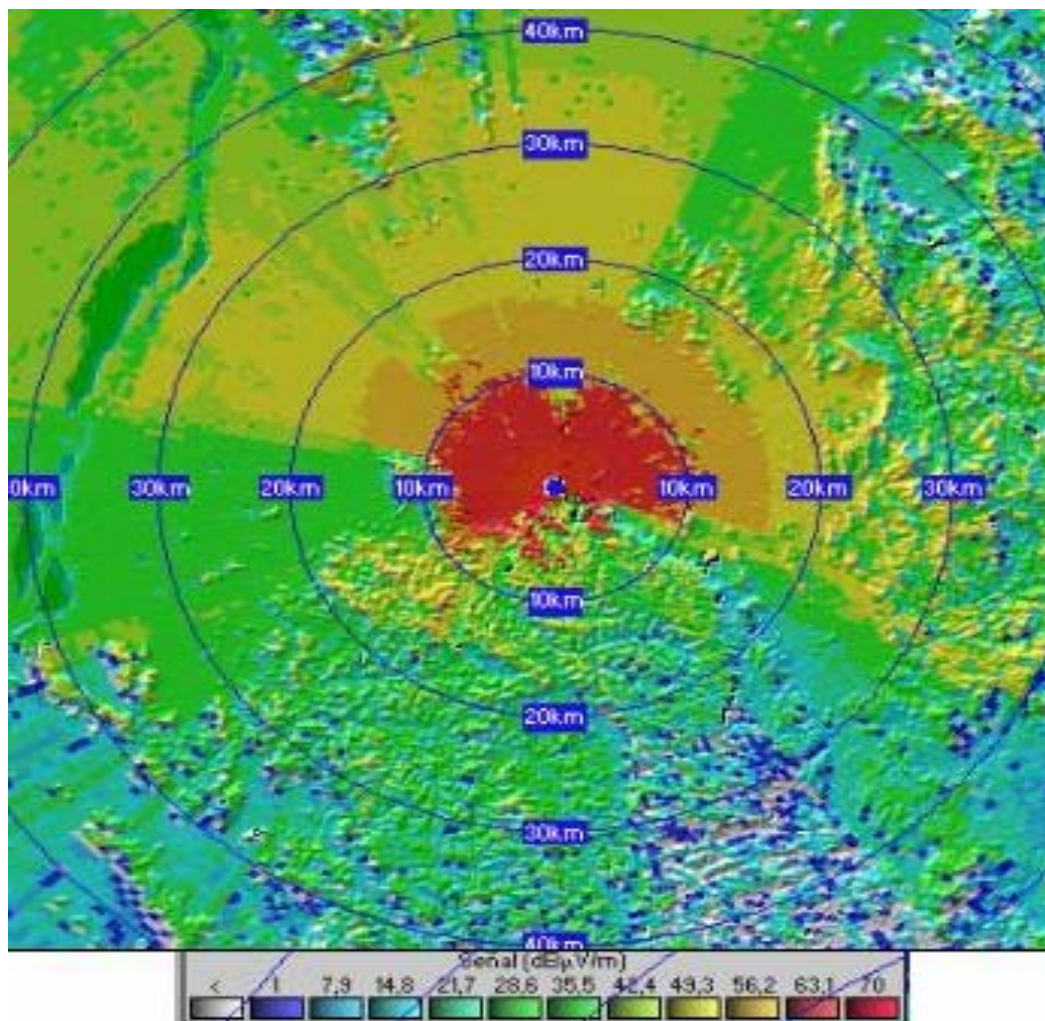


Figura 5.5 Contorno de cobertura con la frecuencia actual.

Es importante mencionar, que en la emisora presente en la empresa no tomaron en cuenta los parámetros de diseño como, distancia, propagación de la onda, rugosidad del terreno, nivel del segundo armónico, zonas de coberturas entre otros aspectos, es debido a esto que se requiere realizar una propuesta técnica para la habilitación de la emisora bajo los parámetros legales de CONATEL.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA TÉCNICA

6.1. Generalidades

A continuación se presenta una propuesta técnica para la habilitación de una emisora F.M que cumple con los requerimientos emanados por CONATEL y con las exigencias de la empresa C.V.G. Bauxilum Operadora de Bauxita, describiendo cada uno de sus componentes, justificando su utilización y configuración. Aunado a esto se establece un sistema bajo la plataforma Internet, la cual ayudará a que la transmisión pueda escucharse a nivel mundial, y poder conocer la factibilidad del proyecto. En la figura 6.1 presentamos el esquema de la propuesta.

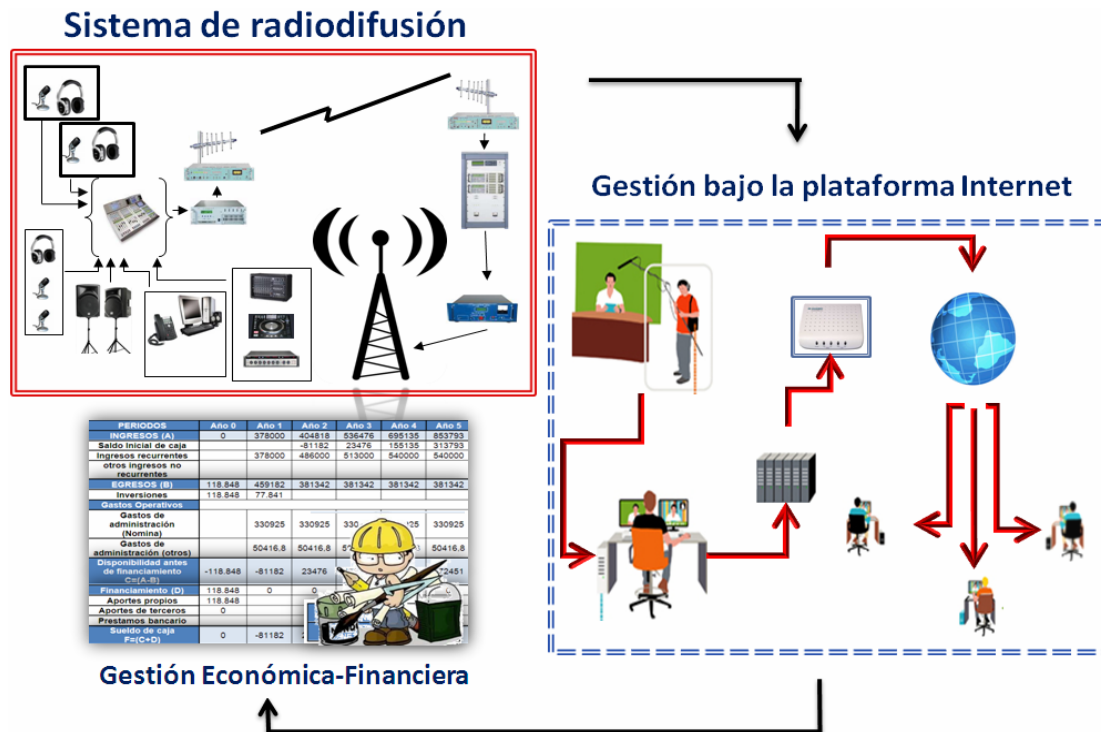


Figura 6.1 Esquema de la propuesta.

6.2. Recaudos Técnicos necesarios para la habilitación de una emisora F.M. cumpliendo con los requerimientos de CONATEL en el sistema de Radiodifusión.

Cabe destacar que varios de los equipos han sido tomados del sistema actual, ya que cumple con los requisitos y parámetros técnicos planteados en el rediseño para la elaboración de la propuesta.

6.2.1. Potencia de Transmisión.

En la actualidad la emisora trabaja con una potencia de 250 W, para efectos del rediseño se propone trabajar con una potencia de 750W, ya que con esta nueva potencia se obtiene mayor radio de cobertura, llegando a las áreas que se desea cubrir. Es importante mencionar que la empresa cuenta con un transmisor que puede operar a un rango de potencia que va desde (0 hasta 1000 W).

El factor que justifica la selección de esta potencia de transmisión, es que C.V.G. Bauxilum recurrió a una contratista encargada de realizar estudios en el ámbito de las telecomunicaciones, realizando un monitoreo y mediciones en los canales de radiodifusión determinando la frecuencia y potencia que cumple con las exigencias hechas por la empresa.

Metodología utilizada para determinar la potencia del diseño es la siguiente:

1º Determinar la potencia sobre la antena transmisora, para ello se conectó un cable al excitador del transmisor que está a 5 Watts y con la frecuencia asignada al sistema y el analizador de espectro da una cantidad de X dB que está sujeta a la potencia y frecuencia de excitación. También se realizó otra medida tomando una pequeña muestra a nivel de 250 o 1000 Watts del transmisor y de la potencia disipada por el equipo. Otra forma de conocer la potencia sobre la base de transmisor es consultar las

especificaciones de fabricante en cuanto a la eficiencia, voltaje y corriente, con estos datos se obtiene la potencia del transmisor.

2° Con la frecuencia del sistema y a una distancia de X km. de la antena transmisora en línea recta, en este caso a 1 km. y con una antena portátil conectada al analizador de espectro para que éste capte la señal que tiene una frecuencia dada (fija) se tiene como resultado la potencia.

Basándose en esta metodología, se tienen dos casos donde se observa el comportamiento de la antena, si está se encuentra transmitiendo o no la potencia adecuada, debe existir relación del resultado de la medida con respecto al del transmisor, por la atenuación que existe debido a la distancia. La empresa contratista emitió un resultado explicando este procedimiento, haciendo la observación sobre la cobertura alcanzada con potencias de 250, 500 y 750 Watts, siendo esta última, la que genera un radio de cobertura que alcanzaba a una población importante para la empresa ubicada a orillas del río Orinoco.

6.2.2. Torre y Antena.

Actualmente la empresa cuenta con una torre, donde se encuentran ubicados varios elementos de radiodifusión para diferentes servicios, tales como: enlace de microondas, radio portátiles, comunicaciones de CANTV; por tal razón, en conjunto con el personal de soporte técnico de la empresa, se realizó un estudio técnico y práctico de no interferencia, que mostró satisfactoriamente la supresión de interferencias de los otros servicios involucrados, así como el cumplimiento de todas las características de radiación autorizadas para cada una de ellas; todo esto basado en los estudios realizados por el personal del departamento de soporte técnico de la empresa.

Para la propuesta se tiene que la antena estará sujeta a la torre a una altura de cincuenta metros (50 m) con respecto al suelo, ubicada en la coordenada $6^{\circ}33'49''\text{N}$, $66^{\circ}47'27.2''\text{O}$, como se observa en la figura 6.2.

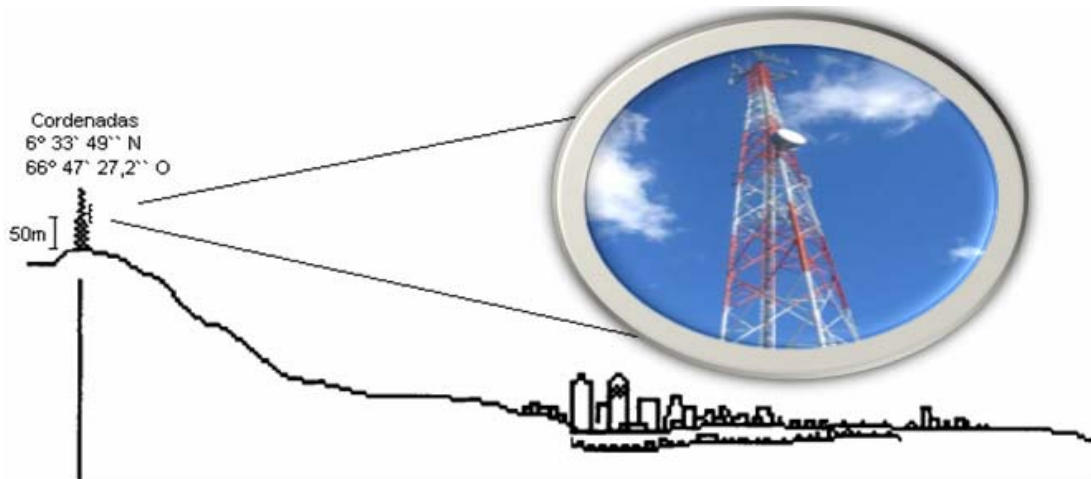


Figura 6.2. Ubicación de la antena en coordenadas [CVG Bauxilum]

La empresa cuenta con una antena el cual será reemplazada para el primer año de operación, debido a que esta no cumple con los requerimientos para la cobertura que tienen como objetivo la empresa por lo cual los cálculos de la propuesta se realiza con el modelo de antena con la que se cubre el área de interés. La antena está formada por cuatros (04) Bays, ajustados a la frecuencia a la cual se transmitirá, con una ganancia de 5.3 dBi que depende del número de Bays conectados y que se resume en la tabla 6.1.

Tabla 6.1. Ganancia de antena según el número de Bays. [Telecom Radio Antenas]

Number of Bays	Gain (dBd)	Power Gain	Gain (dbi)
1	-3.4	0.46	-1.2
2	0.0	0.99	2.1
3	1.9	1.55	4.0
4	3.2	2.12	5.3
5	4.3	2.70	6.4
6	5.2	3.28	7.3
8	6.5	4.40	8.6
12	8.4	6.85	10.5

La antena tendrá una polarización horizontal, es decir, el vector del campo eléctrico se encuentra en el plano horizontal, dada una ventaja derivada del hecho de que, en general, los ruidos radioeléctricos producidos por artefactos industriales (arrancadores suaves, variadores de frecuencias) tienden a ser polarizados verticalmente, por lo cual la polarización horizontal evitará la sumatoria de los vectores del campo eléctrico, manteniendo la resultante o portadora dentro del diseño establecido. Es importante señalar que la antena seleccionada es del tipo omnidireccional las cuales ofrecen una radiación de 360°; la figura 6.3 muestra la radiación de la antena vista horizontal, y cuya especificación técnica se muestran a detalles en el anexo A.

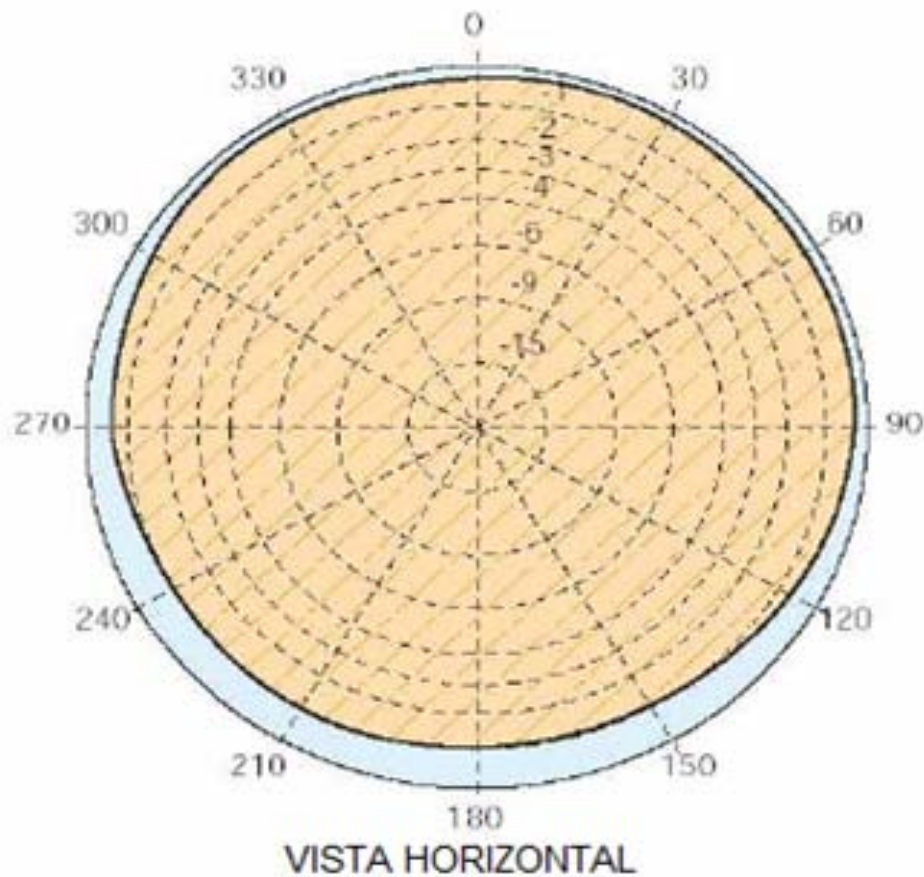


Figura 6.3. Radiación de la antena propuesta. [Telecom Radio Antenas]

6.2.3. Frecuencia de Operación

En los recaudos técnicos que se presentaran ante CONATEL, debe estar incluida una frecuencia de operación tentativa que corresponda al diseño propuesto, para ser evaluada por este ente gubernamental y constatar si cumple con el diseño presentado, verificando su disponibilidad en el espectro radioeléctrico, para asegurar la no interferencia con otros sistemas de comunicaciones cercanos. Una vez concluido el proceso de evaluación de la frecuencia por parte de CONATEL, este tiene la potestad de asignar la frecuencia presentada en el diseño, de lo contrario puede asignar una nueva, el cual, éste ente gubernamental considere factible para la explotación del espectro radioeléctrico, si ocurriese este caso solo se

ajustarían los equipos para el funcionamiento a la nueva frecuencia asignada.

Mediante un barrido de frecuencia se determinó, la frecuencia de 106.7 MHz para la cual operará la emisora, haciéndose un estudio de interferencia para justificar que la frecuencia propuesta por la empresa está disponible y cumple con los requerimientos de las distancias de separación mínimas.

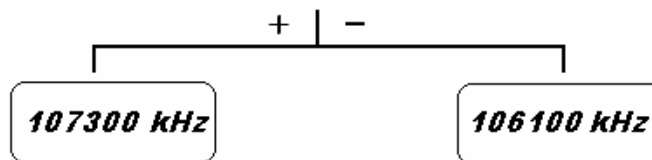
Para verificar tal cumplimiento se realizó el siguiente cálculo:

Frecuencia propuesta es: 106,7 MHz, Canal 94, Estación clase "C"

Estudio con 600KHZ de separación:

La frecuencia se lleva de MHz a KHz: 106700KHz.

Separación mínima = 106700 ± 600



Se puede constatar mediante la lista que CONATEL tiene publicada con las frecuencias habilitadas (Ver en Anexo B), esta frecuencia no produce interferencia alguna y que puede ser tomada para dicha emisora. Cabe destacar que si cumple para 600KHz, de igual forma cumplirá a 400KHz y a 200KHz.

Se propone que la emisora opere a una frecuencia de 106.7 MHz, quedando sujeta a cambio por la Comisión Nacional de Telecomunicaciones. Para esta propuesta técnica de la habilitación de la emisora, se puede decir también que este sistema de radiodifusión sonora funcionara en el canal 94, ya que CONATEL establece que son 100 canales comprendidos en la banda de los 88MHz y los 108MHz las cuales tienen una separación mínima entre canales de 200KHZ, como se obtiene en la figura 6.4.

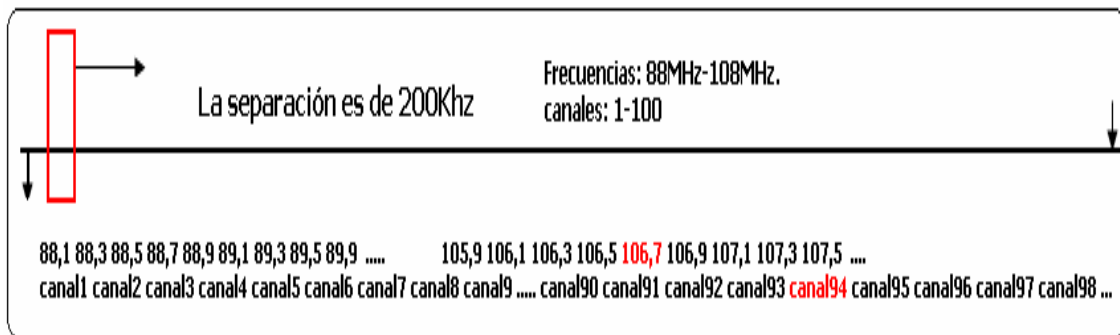


Figura 6.4. Canales en la banda 88 MHz hasta 108 MHz [CONATEL 2008]

6.2.4. Clasificación de la Emisora

El sistema de radiodifusión sonora propuesto, es una emisora de clase C, ya que es una de las exigencias de la empresa, cumpliendo de esta manera con el artículo 96 del Reglamento General del Servicio de Radiodifusión Sonora por Modulación de Frecuencia [3], la cual establece lo siguiente:

La potencia efectiva radiada máxima es de cinco Kilovatios (5 Kw)

La altura de la antena con respecto al nivel promedio del terreno para la potencia efectiva radiada máxima será de hasta noventa metros (90 m).

Partiendo del art. 96 y la potencia máxima de transmisión planteada en el diseño de 750 Kw para una altura de la antena de cincuenta metros (50 m.), se justifica la clasificación de la emisora. La tabla 6.2 muestra las variables con su valor máximo de operación tomados en cuenta para realizar la clasificación.

Tabla 6.2. Clasificación de las estaciones de radio F.M. [CONATEL 2008]

VALORES MÁXIMOS DE OPERACION		
Estación clase	Máxima potencia radiada aparente en cualquier dirección.(KW)	Altura del centro de radiación de la antena sobre el terreno

		promedio.(M)
A	50	600
B	25	150
C	5	90

6.2.5. Atributo, tipo y modalidad de la emisora

El atributo solicitado es de radiodifusión sonora en frecuencia modulada del tipo institucional, es decir, perteneciente a la empresa C.V.G. Bauxilum para la expansión de su política de responsabilidad social, utilizándola para la inclusión de los pueblos cercanos, aportándole a las comunidades entretenimiento, información, programas educativos y ayudando al crecimiento de las microempresas de la zona. La emisora funcionara bajo la modalidad sin fines de lucro.

Una vez definido el atributo, tipo y modalidad de la emisora, CONATEL exige presentar un resumen de la programación la cual debe adaptarse a los conceptos de un sistema de radiodifusión sonora en frecuencia modulada clase C, de tipo institucional sin fines de lucros. La programación que se intenta implementar en este proyecto, está basada fundamentalmente en la integridad de todo tipo de información, noticia y cualquier otro tema que sea transmitido. La emisión será alegre, respetuosa y cordial, donde abundaran los espacios culturales, informativos y educativos. Todo esto lo basamos de la ley de responsabilidad social.

6.2.6. Descripción del enlace microondas (estudio - planta)

El enlace se realiza mediante un sistema Mini-link, que es usado a menudo para los enlaces punto a punto en la banda de microondas, esta se

aplica a cualquier requerimiento donde se necesite acceso y transmisión de banda ancha con características para redes totalmente flexible.

Este sistema está compuesto por un transmisor y un receptor de radioenlace.

El transmisor OMB Sistemas electrónicos, ver figura 5.4, de 10W (200-960MHz). Visualización mediante display de cristal líquido de los siguientes parámetros: frecuencia (6 dígitos), potencia directa y reflejada, nivel de modulación. Dispone de entradas mono balanceadas, estéreo, así como de protección de ROE (fold-back).

El receptor transmisor OMB Sistemas electrónicos, ver figura 6.5, de doble conversión y sintetizado externamente tiene las mismas características de información que el transmisor. Dispone de salidas mono balanceadas, estéreo.

Las características técnicas se resumen en la tabla 6.3.



Figura 6.5. Transmisor y receptor [OMB Sistemas electrónicos]

Tabla 6.3. Características técnicas del Radioenlace. [OMB Sistemas Electrónicos]

Transmisor (TR DIG)

Rango de frecuencias de trabajo:	200 a 960MHz
Modulación:	FM.
Paso de síntesis	25khz
Error en frecuencia	$\pm 2,5\text{ppm tcxo}$
Potencia de salida rf	10 watts ajustable 0
Respuesta decodificada mono/estéreo	30hz ~ 15khz $\pm 0.2\text{db}$
Relación señal / ruido	> 70db, típico 50(mono) > 70db, típico 72 (estéreo)

Alimentación	100 ~ 240vac, 47~63hz
Rango de temperatura de funcionamiento	0 ~ 45°C recomendada
Salida de impedancia mono	600ohm
Rf conectores	Conector: n hembra Impedancia: 50Ω
Dimensiones	2u rack estándar de 19" (483 x 88 x334mm)

Receptor (LR DIG)

Rango de frecuencias de trabajo:	200 a 960MHz
Modulación:	FM.
Paso de síntesis	25khz
Error en frecuencia	± 2,5ppm tcxo
Reflexión	60 db typ.
Separación estéreo	>40 db@ 1khz (45db)
Distorsión	<0.2%(typ 0.1%@1khz)
Relación señal / ruido	> 72db, 0.2mv entrada (78db)
Alimentación	100 ~ 240vac, 47~63hz
Salida de la impedancia banda base	2 Kohm
Salida de impedancia mono	600ohm

Aunado a estos equipos se tienen las antenas del enlace, ver figura 6.6, que son dispositivos encargados de difundir y/o recoger ondas radioeléctricas. Las antenas convierten las señales eléctricas en ondas electromagnéticas y viceversa, estas son las que hacen capaces de que el sistema se pueda enlazar entre sí. En la tabla 6.4 se tienen las características técnicas de las antenas utilizadas en este diseño.

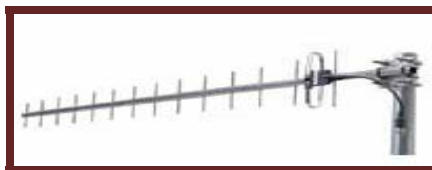


Figura 6.6. Antena del enlace. [OM-V4]

Tabla 6.4. Características técnicas de las antenas. [OM-V4]

Marca:	Om-v4
Tipo de antena:	Yagui
Ganancia	9 dB.

En el capítulo VI se obtiene toda la información relacionado sobre el radioenlace, desde la ubicación hasta su comportamiento.

Luego de conocer los dispositivos con la que se crea el enlace, se continúa haciendo la descripción de los demás equipos que necesita la estación de radio.

- El excitador

Este equipo está ubicado en la planta transmisora, el cual es el encargado de recibir la señal del receptor de enlace, y enviarla al amplificador, en la tabla 6.5 se reflejan las características técnicas.

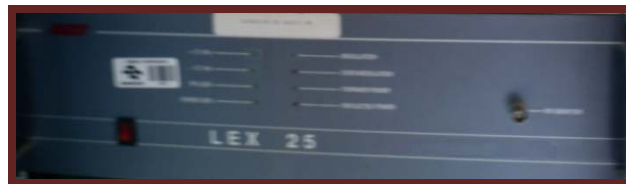


Figura 6.7. El excitador. [BEXT inc.]

Tabla 6.5. Característica del excitador. [BEXT inc.]

Rango de frecuencias:	88 a 108MHz
Potencia de salida:	1-25 Watts
Impedancia	50 Ohm
Entrada de audio	10K Ohm (600 Ohm requeridos) 2 entrada "BNC"
Nivel de audio	3.5 VP-P, 3.64 dBm, ajustable desde 0-12 dBm
Conector de salida	Hembra tipo N
Amplitud de frecuencia	Mono: 0.5 dB, 20 Hz a 15 Khz. Compuesto: 0.1db, 20Hz a 53 Khz.SCA: 0.5 dB, 40Hz a 100khz.

Corriente ac requerida	117-230V+ 10%, 50/60 Hz 90 VA
Dimensiones	19" (483mm)W x 5/4" (132mm)H x 10" (250mm)D
Peso	10Kg
Temperatura	0 to 40 deg.
	Opcional
Dimensiones	3U rack estándar de 19" (483 x 88 x 334mm)

- El amplificador

Una vez que el amplificador recibe la señal del excitador/modulador aumentando la tensión e intensidad de la onda modulada para que al circular por la antena se convierta en una onda electromagnética, en la tabla 6.6 se muestran las características de dicho equipo.

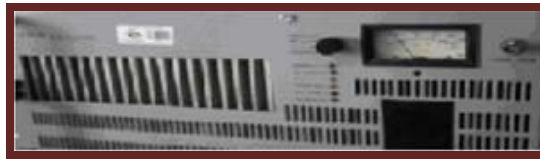


Figura 6.8. Características de amplificador. [BEXT inc.]

Tabla 6.6. Características de amplificador. [BEXT inc.]

Tipo:	Mos-fet amplificador
Rango de frecuencia:	87,5-108 MHz
Potencia de salida	1000 watts
Conector de entrada	Hembra tipo n
Conector de salida	7/16"
Potencia de entrada	20-30 watts

- Cables y conectores

Los conductores coaxiales se utilizan extensamente, para aplicaciones de alta frecuencia, para reducir las pérdidas y para aislar las trayectorias de transmisión. En la tabla 6.7 están las características de los conductores a utilizar.



Figura 6.9. Línea de Transmisión. [ANDREW]

Tabla 6.7. Características de la Línea de Transmisión. [ANDREW]

Tipo de alimentación:	Cable coaxial ldf5 -50 (7/8``)
Atenuación de la línea de transmisión (dB):	1.11 dB/100m
Impedancia (Ω):	50 ohm

Las características del conector seleccionado para este cable, están especificadas en la tabla 6.8, tomando en cuenta la conexión de la antena, ver figura 6.9.



Figura 6.10. Conectores. [HELIAX]

Tabla 6.8. Características del conector [HELIAX]

Modelo:	V7pnm-rcp
Máxima frecuencia de operación	2.5 GHz
Máxima potencia de trabajo	10 kw
VOLTAJE DE operación RF	707 Vrms
Resistencia de aislamiento	50 ohms

En este sistema, la predicción de la señal recibida, depende del tipo de terreno, la frecuencia, altura de las antenas de transmisión y recepción, y de los equipos de radiocomunicación. En este capítulo se diseña, analizando las posibles trayectorias de los enlaces, visualizando los perfiles digitalizados a través de un software. Se realiza la simulación del desempeño del enlace para cada trayecto utilizando el software libre "Radio Mobile".

6.2.7. Niveles de Cobertura

Partiendo de los parámetros ya propuestos como: potencia de transmisión, frecuencia de operación, altura y configuración de la antena, se procede a realizar una serie de cálculos, utilizando la herramienta computacional Radio Mobile.

Para realizar la estimación de la cobertura, se trazan como mínimo 18 radiales espaciados cada 20° distribuidos en el área de servicio proyectada para el nuevo radio de cobertura, todos ellos tomando como referencia de 0° el norte verdadero, como se muestra en la figura 6.11 y determinar para cada uno de ellos:

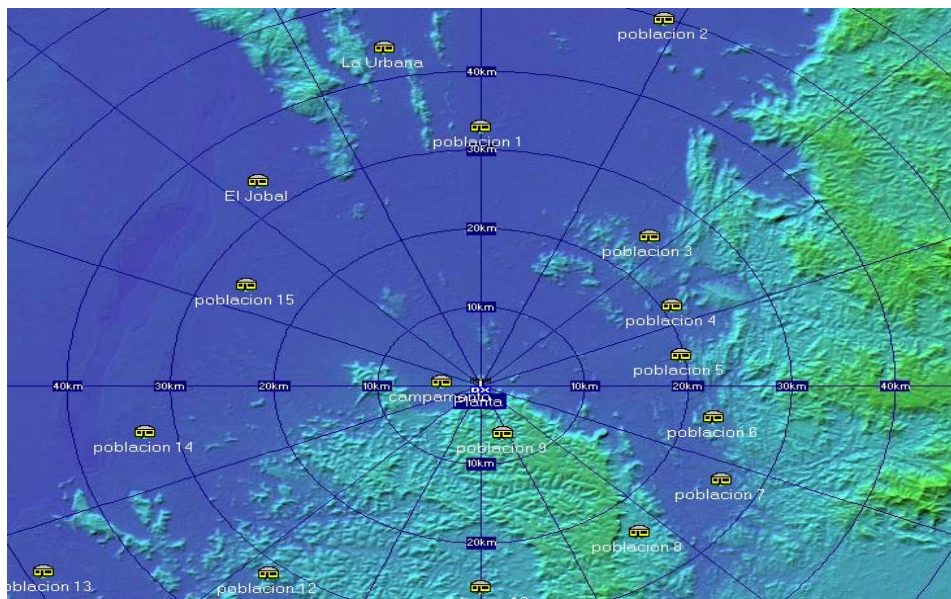


Figura 6.11. Vista de los 18 puntos

- Altura, polarización, ganancia y azimut de las antenas
- Frecuencia de trabajo mínima y máxima.
- Pérdidas en el espacio libre.
- Campo eléctrico presente en la antena receptora.
- PIRE (Potencia Isotrópica Radiada Equivalente).
- Despeje de la Zona de Fresnel.

- Sensibilidad del equipo receptor.
- Pérdidas en las líneas de transmisión.
- Clima de la zona en donde se diseña el radioenlace.

En este caso se utilizó el patrón de radiación horizontal de la antena omnidireccional, está compuesta por 4 elementos (04 Bays), con una ganancia de 5.3 dBi, ya mencionada en la numeración 6.2.2 de dicho capítulo. A continuación se describe paso a paso un ejemplo de cálculo del desempeño de un radioenlace, tomando como referencia la Planta-La Urbana.

PASO 1. Consiste en determinar la posición geográfica de las estaciones, para luego construir el perfil topográfico con la ayuda de mapas topográficos o digitales, como se observa en la figura 6.12:

Lat: 06° 33' 49" N
 Lon: 066° 47' 27,2"
 Elevación: 534,2 [m]

Lat: 06° 58' 58,8" N
 Lon: 066° 52' 13" O
 Elevación: 53,8 [m]

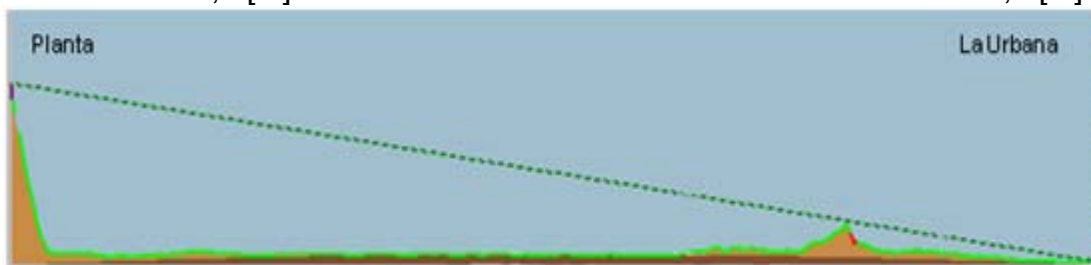


Figura 6.12. Perfil topográfico Planta-La urbana

PASO 2. Se determina la distancia existente entre la estación de transmisión y el receptor, utilizando la ecuación 6.1:

$$D_{(km)} = \sqrt{(\Delta longitud * 111)^2 + (\Delta latitud * 111)^2 + \Delta h^2} \quad \text{ecuación 6.1}$$

Donde:

D = Distancia entre la antena ubicada en Planta-La urbana [Km]

Δ longitud = Diferencia entre longitudes de las dos coordenadas [grados]

Δ latitud = Diferencia entre latitudes de las dos coordenadas [grados]

Δh = Diferencia entre elevaciones de la estación de transmisión y del receptor [km].

111 = Factor para transformar a km (1° equivale aproximadamente 111 km)

Con la ecuación 6.2 se obtiene Δ longitud, que se necesita para la ecuación 6.1.

$$\Delta longitud = longitud_{La Urbana} - longitud_{Planta} \quad \text{ecuación 6.2}$$

$$\Delta longitud = 066^{\circ} 52' 13'' - 066^{\circ} 47' 27,2''$$

$$\Delta longitud = -0^{\circ} 5' 14,2'' = -0,079388889^{\circ}$$

Usando la ecuación 6.3 se usa para obtener el Δ latitud necesario para la ecuación 6.1.

$$\Delta latitud = latitud_{La Urbana} - latitud_{Planta} \quad \text{ecuación 6.3}$$

$$\Delta latitud = 06^{\circ} 58' 58,8'' - 06^{\circ} 33' 49''$$

$$\Delta latitud = -0^{\circ} 25' 9,8'' = -0,41938889$$

Con la ecuación 5.4 se obtiene el Δh necesario para la ecuación 6.1.

$$\Delta Elevacion = Elavacion_{La Urbana} - Elevacion_{Planta} \quad \text{ecuación 6.4}$$

$$\Delta h = 53,8 - 534,2 = -480,2$$

$$D_{(Km)} = \sqrt{(-0,079388889 * 111)^2 + (-0,41938889 * 111)^2 + (-480,2)^2}$$

$$D_{(Km)} = 47,38$$

PASO 3. La frecuencia de operación es 106,7 MHz, de la cual se obtiene una frecuencia mínima una frecuencia máxima, para Radio Mobile

se utiliza una separación de 200 KHz, como ya se obtuvo en la numeración 6.2.3.

Frecuencia mínima	Frecuencia máxima
106,1 MHz	107,3 MHz

PASO 4. Una vez determinada la distancia del radioenlace, tomamos en cuenta la altura del obstáculo más alto del trayecto, que pueda causar obstrucción, para dimensionar las alturas de las antenas de transmisión y del receptor, con el fin de liberar el 60 % de la primera zona de fresnel. Como se observa en la figura 6.13.

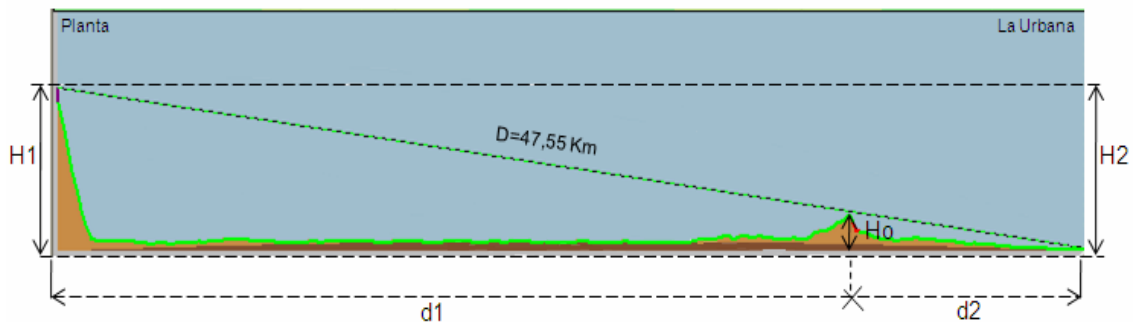


Figura 6.13. Altura de antenas para liberar el 60% de la primera zona de fresnel.

$$H1 = h1 + h'1 \text{ [m].}$$

$$H2 = h2 + h'2 \text{ [m].}$$

Donde:

$h1$ = elevación de planta 534,2 [m]

$h'1$ = altura de la antena situada en planta, asumida en 50 [m]

$h2$ = elevación de La urbana 54[m]

$h'2$ = altura de la antena situada en La urbana, asumida en 1,5 [m]

$d1$ = 36,48 [Km]

$d2$ = 10,90 [Km]

H_o = Altura sobre el nivel del mar del obstáculo 148,9 [m]

Utilizando la ecuación 6.6, se tiene:

$$H_{des(m)} = \frac{H_1(m) \cdot d_2(Km) + H_2(m) \cdot d_1(Km)}{D(Km)} - H_0(m) - 0,0785 \frac{d_1(Km) \cdot d_2(Km)}{K} \quad \text{ecuación 6.6}$$

$$H_{des(m)} = \frac{(534,2 + 50) \cdot 10,90 + (54 + 1,5) \cdot 36,48}{47,38} - 148,9 - 0,0785 \frac{(36,48 \cdot 10,90)}{\frac{4}{3}}$$

$$H_{des(m)} = 4,83$$

Para calcular el radio de la primera zona de fresnel, se aplica la ecuación 6.7.

$$R_{f1(m)} = 547,72 \sqrt{\frac{d_1(Km) \cdot d_2(Km)}{f(Mhz) \cdot D(Km)}} \quad \text{ecuación 6.7}$$

$$R_{f1(m)} = 547,72 \sqrt{\frac{(36,48 \cdot 10,90)}{106,7 \cdot 47,38}}$$

$$R_{f1(m)} = 153,62$$

$$\frac{H_{des}}{R_{f1}} = \frac{4,83}{153,62} = 0,03$$

La primera zona de fresnel se encuentra liberada al 3% en el punto de obstrucción.

PASO 5. Se determina el margen de despeje (M) se aplica la ecuación 6.8 y se analiza si existe obstrucción, para calcular pérdidas.

$$M_{(m)} = H_{des(m)} - R_{f1(m)} \quad \text{ecuación 6.8}$$

$$M_{(m)} = 4,83 - 153,62$$

$$M_{(m)} = -148,79$$

Si $M < 0$, existe obstrucción y $0 < H_{des} < R_{f1}$, Cuando se pierde condición de visión directa es necesario tener en cuenta la pérdida o ganancia adicional sobre propagación en espacio libre que se produce por difracción en obstáculos que interfieren en la zona de fresnel. Este factor

depende del despejamiento del rayo. La Difracción es la responsable de la atenuación por obstáculos. Dependiendo de la forma, el tamaño y de las propiedades eléctricas del obstáculo. Las pérdidas por obstrucción se calculan con la ecuación 6.9.

$$V = \sqrt{2} \frac{(-H_{obst})}{R_{F1}} \quad \text{ecuación 6.9}$$

$$V = \sqrt{2} \frac{(4,83)}{153,62}$$

$$V = -0,04$$

Como $v > -1$, la pérdida por obstrucción se obtiene aplicando la ecuación 6.10.

$$L_D(v)_{(dB)} = 6,9 + 20 \log \left(\sqrt{(v - 0,1)^2 + 1} + v - 0,1 \right) \quad \text{ecuación 6.10}$$

$$L_D(v)_{(dB)} = 6,9 + 20 \log \left(\sqrt{((-0,04) - 0,1)^2 + 1} + -0,04 - 0,1 \right)$$

$$L_D(v)_{(dB)} = 5,65$$

PASO 6. Luego se determina las pérdidas de propagación, tomando en cuenta, perdidas en espacio libre, en líneas de transmisión y conectores.

- Pérdidas en espacio libre, aplicando la ecuación 6.11, se tiene:

$$L_p(dB) = 32,4 + 20 \log f_{(MHz)} + 20 \log D_{(Km)} \quad \text{ecuación 6.11}$$

$$L_p(dB) = 32,4 + 20 \log(106,7) + 20 \log(47,38)$$

$$L_p(dB) = 106,48 \text{ dB}$$

- Pérdidas en líneas de transmisión. Son las pérdidas de los cables que conectan el radio con la antena, para ello se asume que se utiliza cables coaxiales con perdidas típicas de 0,01 dB/m.

En el caso de Planta, la distancia de conexión entre el equipo y la antena, es de: 50m.

$$L_{r-planta}(dB) = 50m * 0.01 dB/m = 0,5$$

- Pérdidas por conectores. Se asumen valores de:

$$L_{c-Planta}(dB) = 1$$

PASO 7. Se calcula la potencia de recepción a partir de la ecuación de balance de potencia (ecuación 6.12).

Se asume que la potencia de transmisión de 750 Watts o 58,75 dBm. El esquema que se muestra en la figura 6.14 se expone de una forma simplificada el concepto de balance de potencia.

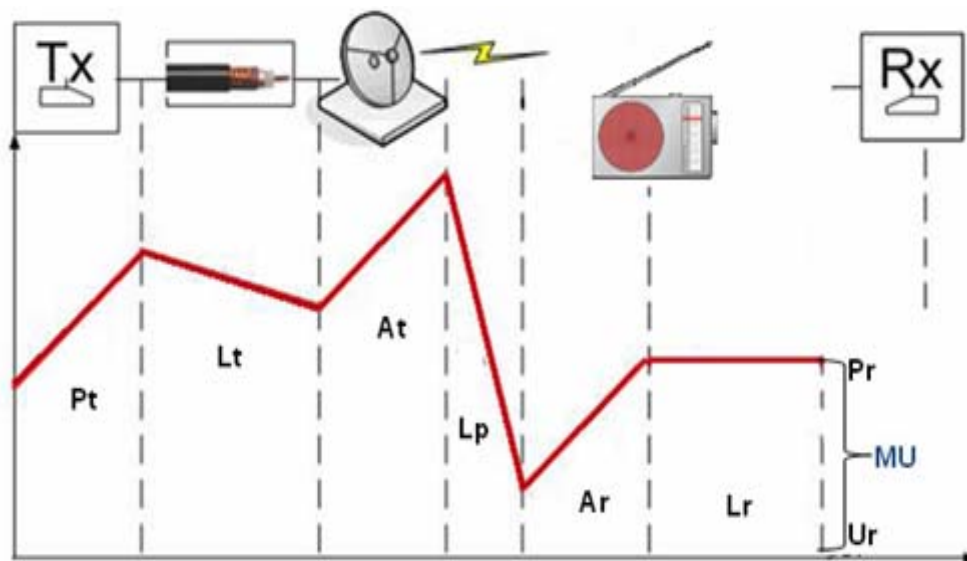


Figura 6.14. Balance de Potencia

$$P_{r(dBm)} = T_{x(dBm)} - L_{r-planta}(dB) + A_{r}(dB) - L_{p}(dB) + A_{r}(dB) - L_{R-La Urbana}(dB) \quad \text{Ec. 6.12}$$

$$P_{r(dBm)} = 58,75 - 1,5 + 5,3 - 106,48 + 2,15 - 0$$

$$P_{r(dBm)} = -41,78$$

PASO 8. Se determina el margen de umbral Mu, asumiendo que la sensibilidad del receptor es de -80 dBm, basándose en la sensibilidad de un

radio superheterodino, que es uno de los valores típicos en los radios y se lo compara con el margen de desvanecimiento FM, para establecer si cumple con el objetivo de confiabilidad, aplicando las ecuaciones:

Para el cálculo del umbral de receptor se utiliza la ecuación (6.11).

$$M_{u(dB)} = P_r - U_r \quad \text{ecuación 6.13}$$

$$M_u = -41,78 - (-80)$$

$$M_u = 38,22$$

Para calcular el margen de desvanecimiento se utiliza la ecuación (6.14).

$$F_M = 30 \log D + 10 \log(6ABf) - 10 \log(1 - R) - 70 \quad \text{ecuación 6.14}$$

Efecto de trayectoria Sensibilidad del Objetivos de
Múltiple Terreno Confiabilidad

Para la sensibilidad del terreno se tiene que:

A=factor de rugosidad (ver tabla 6.9-A).

Tabla 6.9-A: Sensibilidad del terreno (Rugosidad).

Sensibilidad del terreno	A
Agua o sobre un terreno muy liso	4
Un terreno promedio	1
Un terreno muy áspero y montañoso	0,25

B=factor para convertir la peor probabilidad mensual en una probabilidad anual (ver tabla 6.9-B).

Tabla 6.9-B: Sensibilidad del terreno (Conversión).

Sensibilidad del terreno	A
Disponibilidad anual a la peor base mensual	1
Áreas calientes y húmedas	0,5
Áreas continentales promedio	0,25
Áreas muy secas o montañosas	0,125

$(1 - R)$ = objetivo de confiabilidad para una ruta de 90 km en un sentido.
Por lo tanto el factor $(1 - R)$ para una distancia de 50 Km.

Se utiliza la ecuación 6.15, para sustituirla en la ecuación 5.14.

$$(1 - R) = \frac{0,0001 \cdot D}{50} = \frac{0,0001 \cdot 47,38}{50} = 0,000046860 \quad \text{ecuación 6.15}$$

Se asume $A = 0.25$ sobre un terreno muy áspero y montañoso

$B = 0.125$ para áreas montañosas

$$F_M = 30 \log(47,38) + 10 \log(6(0,125)(0,25)(106,7)) - 10 \log(0,000046860) - 70$$

$$F_M = 36,57$$

Para que el sistema diseñado cumpla con el objetivo de confiabilidad, se requiere que el margen de umbral del sistema (M_u), sea mayor al margen de desvanecimiento (F_M), así:

$$M_u \geq F_M$$

$$38,22 \geq 36,57$$

Por lo tanto se cumple el objetivo de confiabilidad.

PASO 9. Se determina la PIRE, el nivel de voltaje recibido por el receptor y la intensidad de campo eléctrico, así:

- PIRE (POTENCIA ISOTROPICA EFECTIVA RADIADA). Aplicando la ecuación (6.16), se tiene:

$$PIRE_{(W)} = P_{ent(W)} * A_e \quad \text{ecuación 6.16}$$

Donde:

$$P_{\text{ent}(W)} = 750 \text{ Watts}$$

$$A_t = \text{anti log} \left(\frac{A_t(\text{dBi})}{10} \right)$$

$$A_t = \text{anti log} \left(\frac{5,3}{10} \right) = 3,39$$

$$PIRE_{(W)} = 750 * 3,39 = 2542,5 \text{ W}$$

$$PIRE_{(kW)} = 2,54 \text{ kW}$$

- Nivel de voltaje recibido por el receptor. Aplicando la ley de OHM, se tiene:

$$P_R = \frac{V_r^2}{R}$$

Donde:

P_R = Potencia de recepción [W]

V_r = Nivel de voltaje [V]

R = Impedancia nominal de la antena [Ω]

$$V_r = \sqrt{P_{R(W)} * R(\Omega)}$$

$$P_{R(W)} = 0,001 * \text{anti log} \left(\frac{P_R(\text{dBm})}{10} \right)$$

$$P_{R(W)} = 0,001 * \text{anti log} \left(\frac{-41,78}{10} \right) = 6,64 * 10^{-8}$$

$$V_r = \sqrt{6,64 * 10^{-8} * 50} = 1,82 * 10^{-3}$$

$$V_{r(\mu V)} = 1820$$

- Intensidad de campo eléctrico:

$$E_{dB(\mu V/m)} = PIRE_{(dBW)} - 20 * \log d_{(Km)} + 74,8$$

$$E_{dB(\mu V/m)} = 10 * \log (PIRE_{(W)}) - 20 * \log d_{(Km)} + 74,8$$

$$E_{dB(\mu V/m)} = 10 * \log (2542,5) - 20 * \log 47,38 + 74,8$$

$$E_{dB(\mu V/m)} = 75,34$$

PASO 10. Finalmente se determina el ángulo de apuntamiento y azimut.

- Ángulo de Apuntamiento. Se determina relacionando la variación de latitud con la variación de longitud con la ecuación 6.17.

$$\theta = \arctan \left(\frac{\Delta \text{latitud}}{\Delta \text{longitud}} \right) \quad \text{ecuación 6.17}$$

$$\theta = \arctan \left(\frac{0,42}{0,08} \right)$$

$$\theta = 79,21^\circ$$

Azimut. Es el ángulo horizontal que se forma entre la dirección de movimiento de una onda electromagnética irradiada por una antena y el plano vertical. El ángulo de azimut se suele medir en grados a partir del norte verdadero, en el sentido de las manecillas del reloj, así:

$$A_{Z(\text{Planta})} = 90^\circ + |\theta|$$

$$A_{Z(\text{Planta})} = 90^\circ + 79,21^\circ$$

$$A_{Z(\text{Planta})} = 169,21^\circ$$

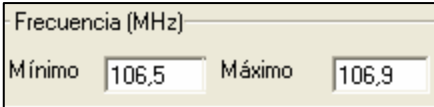
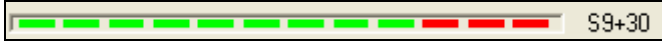
$$A_{Z(\text{La urbana})} = 270^\circ + |\theta|$$

$$A_{Z(\text{La urbana})} = 270^\circ + 79,29^\circ$$

$$A_{Z(\text{La urbana})} = 349,21^\circ$$

6.2.7.1. Cálculo del desempeño de un radioenlace utilizando el software radio Mobile

Como parte preliminar se describen los parámetros de cada una de las ventanas presentes en el software, para de esta manera comprender los resultados obtenidos en la simulación del radioenlace, así:

- **Azimet=349,4°** Corresponde al ángulo Azimuth de Planta hacia La urbana.
- **Pérdidas=107,2dB** Corresponde la suma de las pérdidas en espacio libre y las ocasionadas por obstrucción.
- **Campo E=74,8dBμV/m** Corresponde a la intensidad de campo eléctrico generado por la antena transmisora.
- **Obstrucción a 36,55km** y **Fresnel=0,0F1** Manifiestan que a una distancia de 36,55 Km, medida a partir del transmisor se encuentra el punto con el peor despeje de la primera zona de fresnel (3%).
- **Nivel Rx=-41,0dBm** Corresponde la potencia de recepción.
- **Nivel Rx=1870,81μV** Corresponde al nivel del voltaje recibido en el receptor.
- **Distancia=47,42km** Corresponde la distancia del radioenlace Planta-La urbana.
- **Rx relativo=38,4dB** Corresponde al margen de umbral Mu.
-  Corresponde a la frecuencia mínima y plan de frecuencias para el radioenlace Planta-La urbana.
-  S-meters (Unidades S). Cada una de las luces verdes corresponden a una unidad S, las luces rojas, a un adicional de 10 dB sobre S9. El S-Meter de la derecha corresponde a la señal recibida para una transmisión de izquierda a derecha. El S-Meter de la izquierda al contrario.

Los valores pueden diferir si la ganancia de los sistemas son diferentes en cada caso, en la tabla 6.10 se observan los niveles de señal y el margen umbral.

Tabla 6.10 Correspondencia entre los niveles de señal según S y el margen de umbral (M_u)

Referencia (unidades S)	Margen de umbral (M_u)
S0	($M_u \leq -1.5\text{dB}$)
S1	($M_u > -1.5\text{dB}$ and $M_u < 1.5\text{dB}$)
S2	($1.5\text{dB} \leq M_u \leq 4.5\text{dB}$)
S3	($4.5\text{dB} < M_u < 7.5\text{dB}$)
S4	($7.5\text{dB} \leq M_u \leq 10.5\text{dB}$)
S5	($10.5\text{dB} < M_u < 13.5\text{dB}$)
S6	($13.5\text{dB} \leq M_u \leq 16.5\text{dB}$)
S7	($16.5\text{dB} < M_u < 19.5\text{dB}$)
S8	($19.5\text{dB} \leq M_u \leq 22.5\text{dB}$)
S9	($22.5\text{dB} < M_u < 27\text{dB}$)
S9 + 10	($27\text{dB} \leq M_u < 39\text{dB}$)
S9 + 20	($39\text{dB} \leq M_u < 49\text{dB}$)
S9 + 30	($49\text{dB} \leq M_u < 59\text{dB}$)

- **Potencia Tx** 750 W 58,75 dBm Corresponde a la potencia de transmisión del radio, expresada en [W] y [dBm]
- **Pérdida de línea** 0,5 + 1 dB Corresponden las pérdidas en conectores [1dB] y pérdidas del cable coaxial que conecta la antena con el radio [0,5dB].
- **Potencia radiada** PIRE=2,26 kW PRE=1,38 kW Corresponde a la potencia isotrópica efectiva irradiada de la antena transmisora.

- Ganancia de antena 5,3 dBi 3,15 dBd Corresponde a la ganancia de la antena referida. Pulsando el botón +, podemos visualizar el diagrama de radiación de la antena, como se muestra en la figura 6.15.

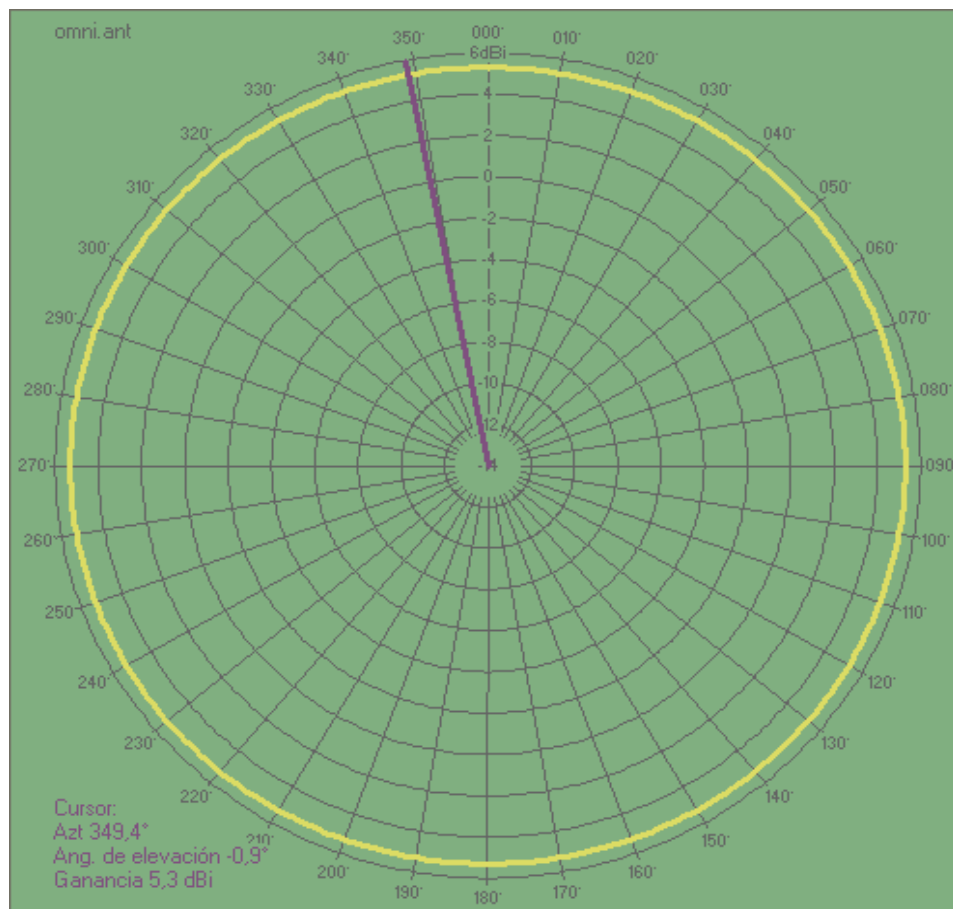


Figura 6.15. Patrón de radiación de la antena omnidireccional.

En la figura 6.16, tenemos un resumen de las características del enlace, distancia, pérdidas en espacio libre, pérdidas causadas por obstrucción, la intensidad del campo Eléctrico, el Azimuth, PIRE, PER y el perfil del Umbral de recepción.

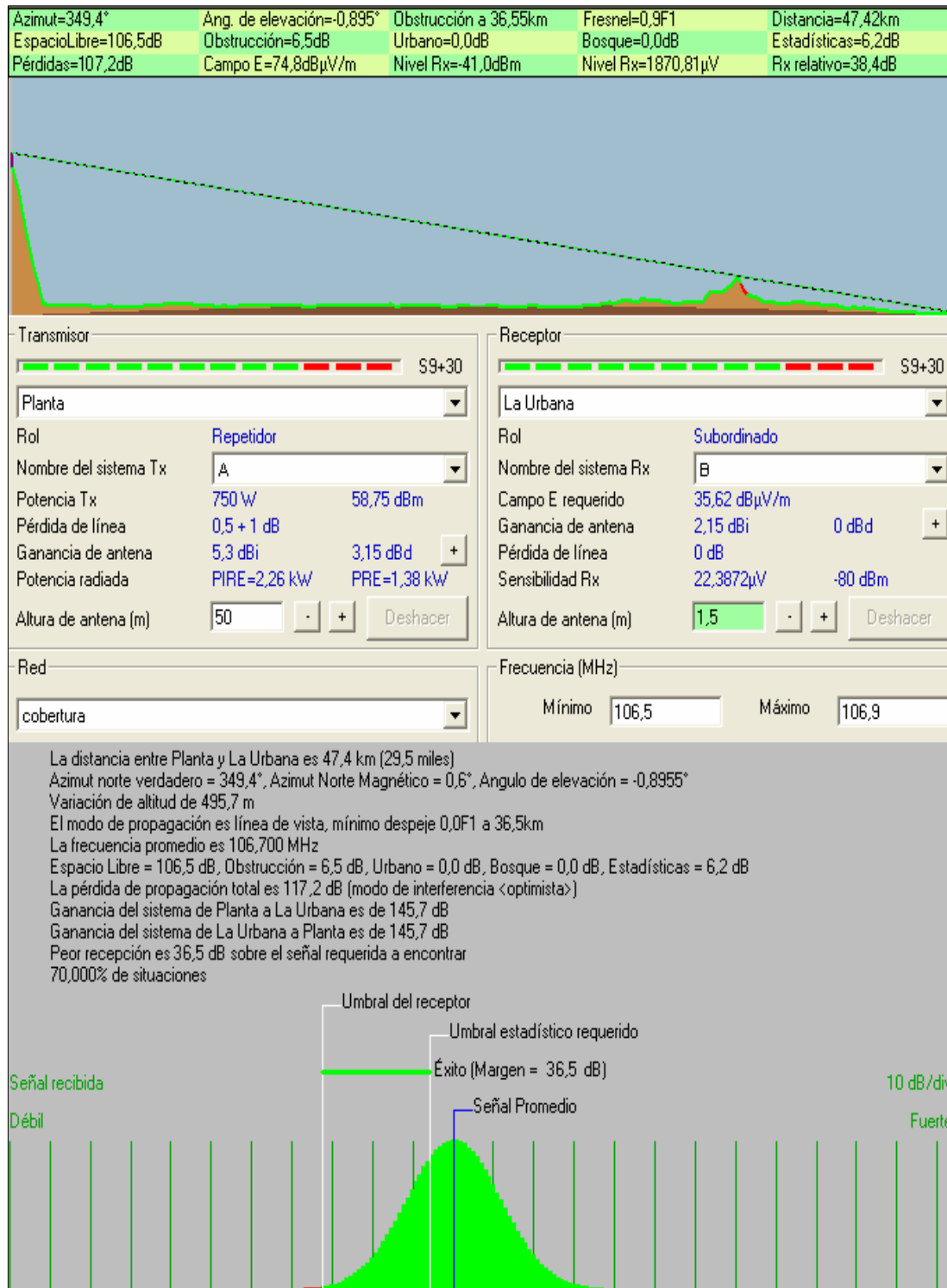


Figura 6.16. Perfil y resultados del radioenlace Planta-La urbana.

6.2.7.2. Comparación del modelo de cálculo teórico y el modelo de cálculo de un radioenlace utilizando el software radio Mobile.

Tomando como modelo los puntos de “Planta y La Urbana”, a continuación se muestra en la tabla 6.11 los datos obtenidos de los cálculos teóricos y los prácticos de la simulación del software Radio Mobile.

Tabla 6.11 Comparación entre el modelo cálculo teórico y el modelo de cálculo con Radio Mobile.

Parámetros	Teóricos	Prácticos
Distancia de enlace “D” [Km]	47,38	47,42
Despeje “Hdes” [m]	4,83	5,56
“Hdes/RF1”	0,03	0,0
Pérdidas en espacio libre “LP”[dB]	106,98	107,2
Pérdidas por obstrucción “LD(v)” [dB]	5,65	6,5
Potencia de recepción “Pr” [dBm]	-41,75	-41,0
Margen de umbral “Mu” [dB]	38,22	36,55
Potencia isotrópica efectiva irradiada “EIRP” [kW]	2,54	2,26
Nivel de voltaje recibido en el receptor “Vr” [μV]	1820	1870,81
Intensidad de campo eléctrico “E” [dB(μV/m)]	75,34	74,8
Azimuth P-L [°]	349,2°	349,4°
Azimuth L-P [°]	169,2°	169,3°

De acuerdo a los datos obtenidos en la simulación con el software Radio Mobile son muy cercanos a los valores obtenidos con el modelo de cálculo teórico, por lo que, para los demás puntos serán válidos la utilización del software Radio Mobile, ver los valores en las tablas 6.12 y 6.13.

Parámetros	Campamento	Jobal	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Distancia de enlace "D" [Km]	3,85	33,75	33,03	49,97	25,15	21,14	19,81	22,76
Angulo Azimuth [°]	279°	320°	360°	20,7°	40,7°	60°	78,2°	99,9°
Potencia de transmisión "TR" [dBm]	58,75	58,75	58,75	58,75	58,75	58,75	58,75	58,75
Margen de umbral "Mu" [dB]	56,66	19,02	25,31	15,78	25,85	37,44	38,18	11,25
Potencia de recepción "Pr" [dBm]	-23,3	-60,8	-54,7	-64,2	-54,1	-42,06	-41,8	-68,8
Campo eléctrico "E" [dB(μV/m)]	92,3	54,8	60,9	51,4	61,5	69,9	73,8	46,9
Pérdidas en espacio libre "Lp" [dB]	89	126,5	120,4	129,9	119,8	111,4	107,5	134,5
Pérdidas por obstrucción [dB]	-2,2	16,7	10,7	16,7	12,4	5,8	2,4	28,0
Peor zona de Fresnel	1,1F1 y 3,68Km	0,7F1 y 33,1Km	0,7F1 y 32,82Km	0,3F1 y 49,65Km	1,5F1 y 21,9Km	0,4F1 y 20,9Km	0,5F1 y 19,6Km	1,2F1 y 22,5Km
Potencia isotrópica efectiva irradiada "EIRP" [kW]	2,26	2,26	2,26	2,26	2,26	2,26	2,26	2,26

Tabla 6.12: Parámetros del sistema de radiodifusión.

Parámetros	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15
Distancia de enlace "D" [Km]	26,11	24,3	6,33	25,50	32,64	31,36	48,33	39,92	26
Angulo Azimuth [°]	116,9°	140°	160°	180°	199,1°	220°	240,9°	260°	299°
Potencia de transmisión "TR" [dBm]	58,75	58,75	58,75	58,75	58,75	58,75	58,75	58,75	58,75
Margen de umbral "Mu" [dB]	26,56	4,60	16,20	10,3	16,71	10,97	16,82	22,79	25,69
Potencia de recepción "Pr" [dBm]	-53,4	-75,4	-63,8	-70,0	-63,3	-69,0	-63,2	-57,2	-54,3
Campo eléctrico "E" [dB(μV/m)]	62,2	40,2	51,8	45,7	52,3	46,6	52,4	58,4	61,3
Pérdidas en espacio libre "Lp" [dB]	119,1	141,1	129	135,7	129	134,7	128,9	122,9	120
Pérdidas por obstrucción [dB]	11,3	33,9	34	28,1	19,2	25,3	15,7	13,1	12,6
Peor zona de Fresnel	0,6Fl y 13,49Km	-3,2Fl y 19,65Km	-1,2Fl y 6,16Km	1,4Fl y 12,14Km	0,6Fl y 29,94Km	1,1Fl y 29,56Km	0,9Fl y 35,40Km	0,6Fl y 8,81Km	1,2Fl y 25,89Km
Potencia isotrópica efectiva irradiada "EIRP" [kW]	2,26	2,26	2,26	2,26	2,26	2,26	2,26	2,26	2,26

Tabla 6.13: Continuación de los parámetros del sistema de radiodifusión.

6.2.8. Diagrama de radiación en el plano horizontal

Una vez obtenido los valores de cada uno de los puntos se crea el diagrama de radiación, como se muestra en la figura 6.17 donde se presenta una vista desde arriba del área a la cual se le va a prestar el servicio de radiodifusión sonora, mostrando los niveles de cobertura y las distancias alcanzadas por la radiación de la antena tomando en cuenta los parámetros del diseño, se tiene que la señal abarca una distancia de 70 Km aproximadamente, teniendo un nivel de recepción de la señal de -70 dBm. Para este caso se utilizó una sensibilidad de un equipo heterodino el cual recibe una señal de -80 dBm.

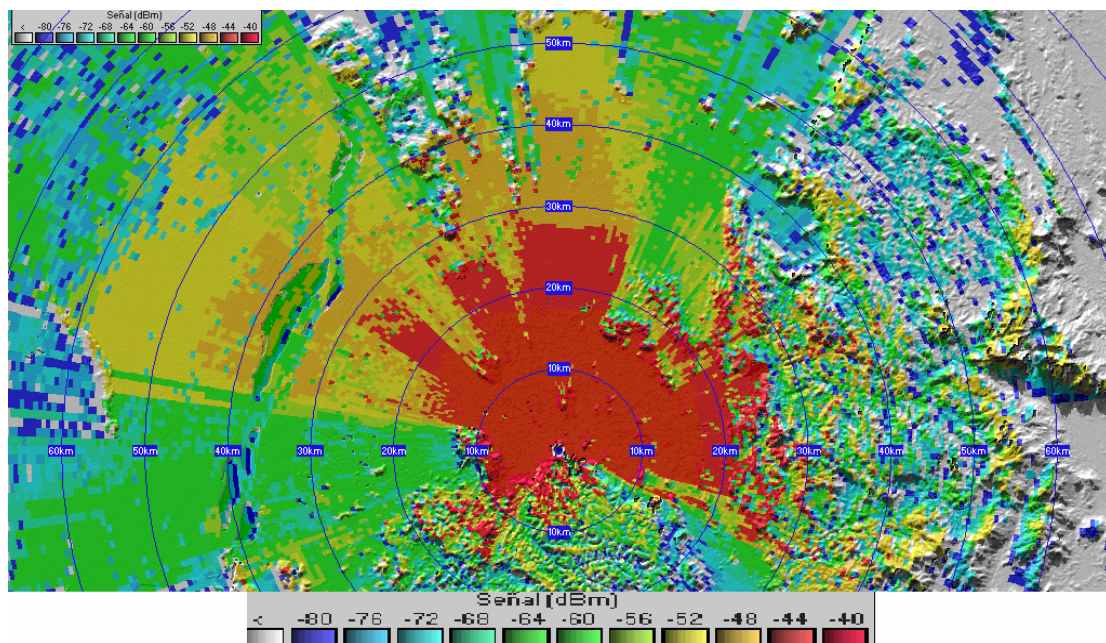


Figura 6.17. Diagrama de radiación en el plano horizontal. [Radio Mobile]

6.2.9. Contornos de intensidad del campo eléctrico

La distancia a los contornos de intensidad del campo eléctrico depende del tipo de servicio que se quiere prestar, en este caso se debe determinar el contorno de operación para la radio FM; CONATEL provee a los interesados

en realizar una solicitud para la utilización del espacio radioeléctrico, de información con respecto al contorno a utilizar dependiendo del servicio que se quiere implementar (tabla 6.14).

Tabla 6.14. Contornos de cobertura. [CONATEL]

 CONATEL Contornos de Cobertura según el tipo de servicio <small>CONSEJO NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES</small> <small>REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA</small>			
Servicio	Contorno 1	Contorno 2	Contorno 3
Radio FM	70 dB μ V/m	60 dB μ V/m	-----
TV VHF (Canales 2 al 6)	74 dB μ V/m	68 dB μ V/m	47 dB μ V/m
TV VHF (Canales 7 al 13)	77 dB μ V/m	71 dB μ V/m	56 dB μ V/m
TV UHF (Canales 21 al 69)	86 dB μ V/m	74 dB μ V/m	64 dB μ V/m

Para un servicio de radio difusión sonora, CONATEL presenta al diseñador dos contornos. En este rediseño partiendo como meta en alcanzar nuevas poblaciones, basándose en las exigencias de la empresa, se crean los dos contornos con la finalidad de ver el comportamiento de cada uno y tener presente de que ninguno de los dos contornos sobrepase la jurisdicción a la cual pertenece la empresa, siendo esta el “Municipio Generalísimo Cedeño; es por tal motivo que se realizo este estudio apoyados con radio móvil 9.1.5 utilizando los parámetros ya establecidos tomando en cuenta la separación del campo eléctrico que establece CONATEL de 70 dB μ V/m para un primer contorno y 60 dB μ V/m para un segundo contorno. La figura 6.18 muestra los resultados generados por el simulador, utilizando como parámetro determinante los contornos establecidos por CONATEL.

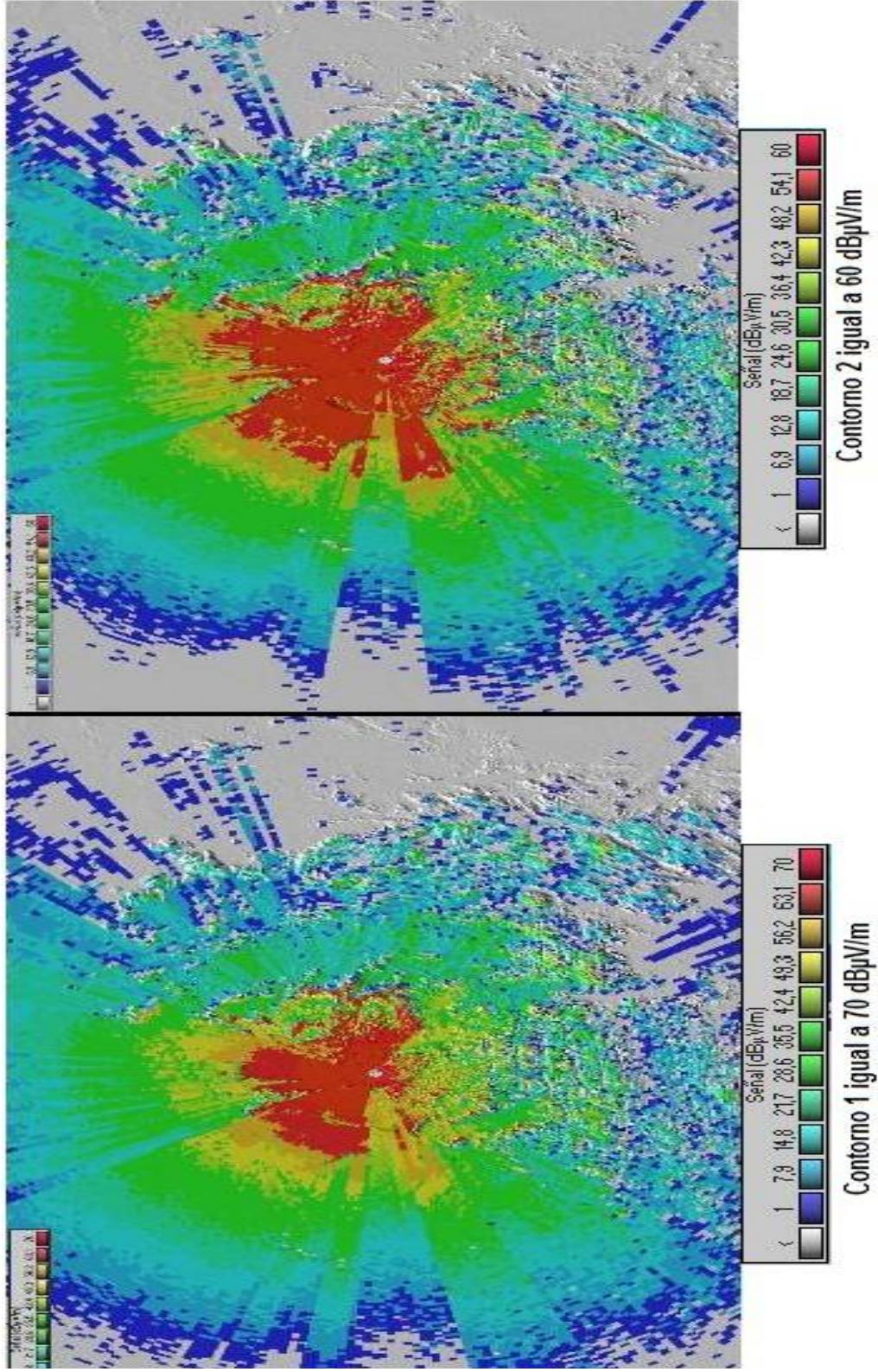


Figura 6.18. Contorno 1 propuesto por CONATEL igual a 70 dBµV/m (lado izquierdo). Contorno 2 propuesto por CONATEL para un radio FM igual a 60 dBµV/m (lado derecho). [Radio Mobile]

En la figura 6.18 se puede apreciar que ambos contornos de cobertura, cumplen con las exigencias de la empresa de querer incluir mayor número de poblaciones cercanas a la esta, pertenecientes al municipio Cedeño. Para el primer contorno de 70 dB μ V/m está claro que el alcance de la cobertura es más reducido, con el de 60 dB μ V/m se tiene que abarca una distancia aproximada de 60 km, por lo que los contornos de intensidad cumplen con las expectativas dentro de la propuesta, y no sobrepasa el límite territorial establecido para el municipio Cedeño.

6.2.10. Niveles de cobertura (área primaria)

Cuando se le realiza un proyecto de radiodifusión la oficina administradora de espectro, se le indica la ubicación exacta de la antena transmisora de la emisora y su cobertura.

Dentro del espacio que define la cobertura existen tres zonas llamadas primaria, secundaria y terciaria definidas en función de los niveles de potencia en decibeles. La zona primaria es la reserva para la emisora, esto quiere decir, que ningún servicio puede utilizarla.

Esta es la zona comercial de la emisora. Las otras zonas están ubicadas a unos cuantos kilómetros del transmisor y hasta allí llegan las ondas radioeléctricas de la emisora con una cierta potencia. Como se observa en la figura 6.19.

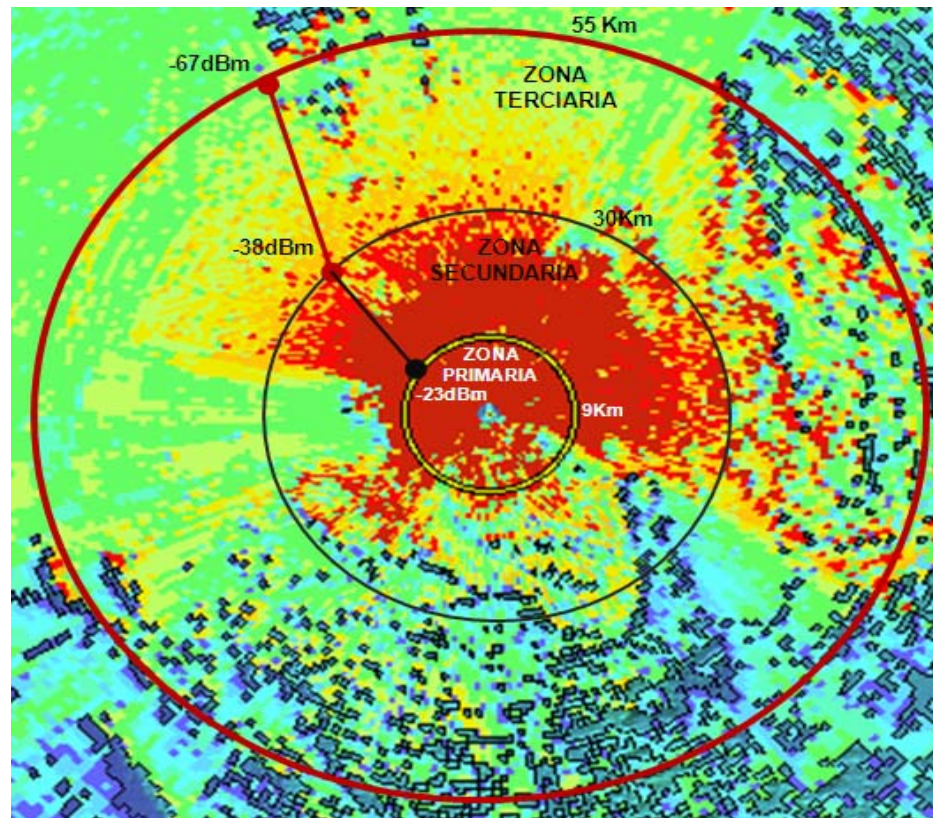


Figura 6.19. Niveles de cobertura. [El autor].

6.2.11. Zona de Sombra

La zona de sombra es aquella parte del área de servicio, que debido a obstáculos orográficos del terreno o por edificaciones hechas por el hombre la señal del servicio es nula. CONATEL establece presentar una vista de perfil de varias zonas, donde la incidencia de la propagación de la señal crea este efecto, describiendo el comportamiento de la cobertura a lo largo de los niveles de cobertura.

La figura 6.20 muestra varias zonas donde el efecto de sombra es mas critico, la cual será presentada ante este ente gubernamental para su posterior verificación.

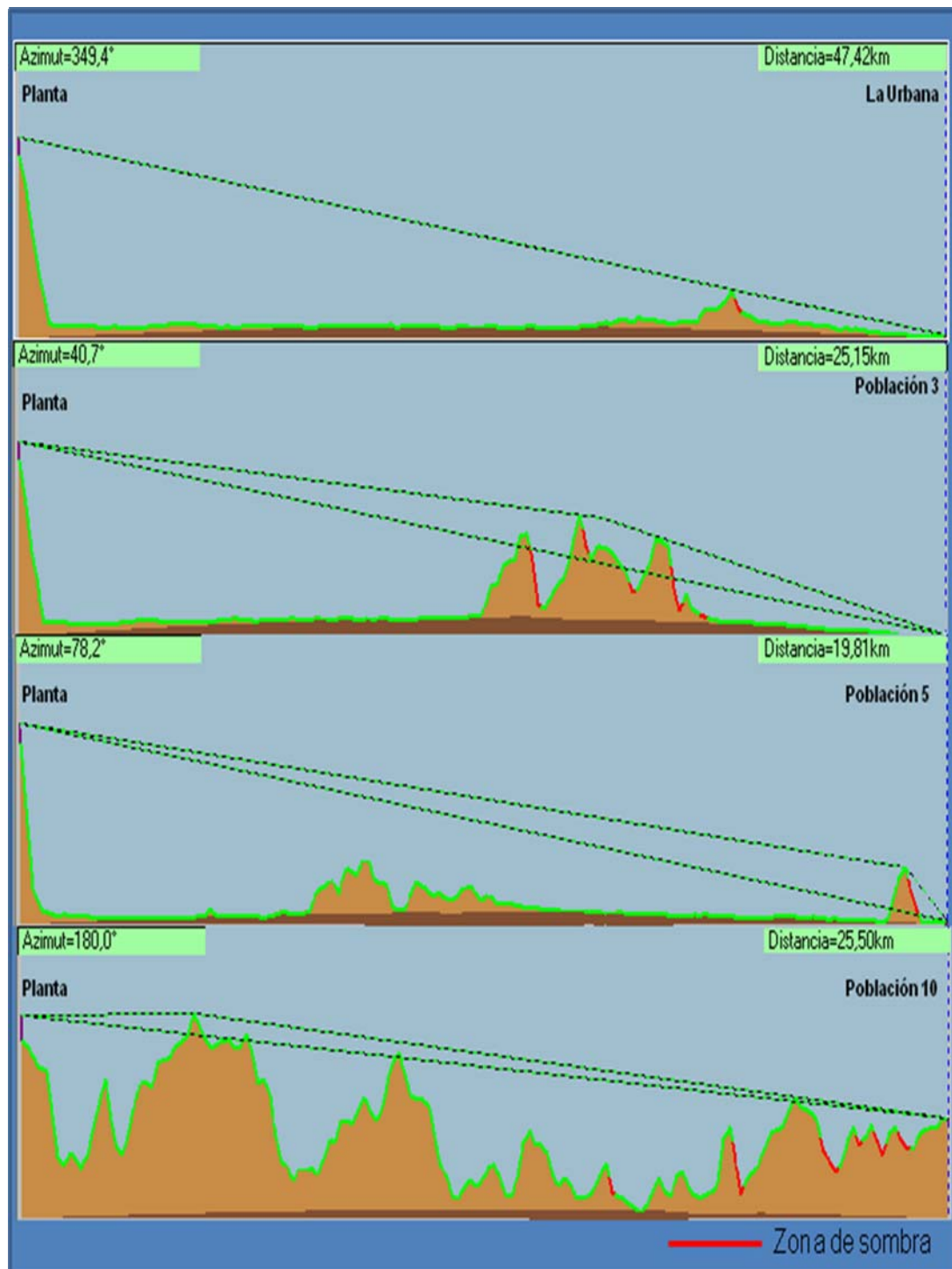


Figura 6.20. Zona de sombra. [El autor].

6.2.12. Nivel del 2^{do} Armónico

Cada servicio de comunicación inalámbrica tiene asignado su frecuencia central del espectro. El primer armónico se forma a dos veces la frecuencia central, esto indica que el transmisor de la antena está ocupando el doble de la frecuencia asignada y esto no debe ser, porque al doble de la frecuencia del primer servicio puede estar ubicado otro proveedor de servicio y causar interferencia. Si el transmisor no tiene filtros de segundo armónico la señal radioeléctrica generada por el transmisor del servicio radial puede estar interfiriendo con los vecinos.

Para ello, todo transmisor debe tener un filtro de segunda armónica, que es un filtro pasabanda que solo va dejar pasar la frecuencia central. La medición para el 2^{do} armónico se hace a un km., esto es porque las normas indican que a 1 km. se debe tener -60dB de atenuación para no causar interferencia con los vecinos. Por lo general los transmisores FM tienen problemas con los canales de televisión, pues rebasan la portadora del color originando TV en blanco y negro.

Otro efecto que ocurre con el servicio de televisión, es que las emisoras cuando hay interrupción del canal las emisoras ven esto como su receptor. Estos dos efectos se deben a la modulación de las FM que es muy alta, y el espectro asignado a los servicios TV y radiodifusión son continuos. Entre más alta sea la intermodulación menor visibilidad para la TV, es por eso que las plantas transmisoras deben ubicarse en zonas bastantes altas y fuera de la ciudad para que no se vean afectadas por el ruido electromagnético. En la figura 6.21 se muestra el sistema de radio difusión sonora propuesta.

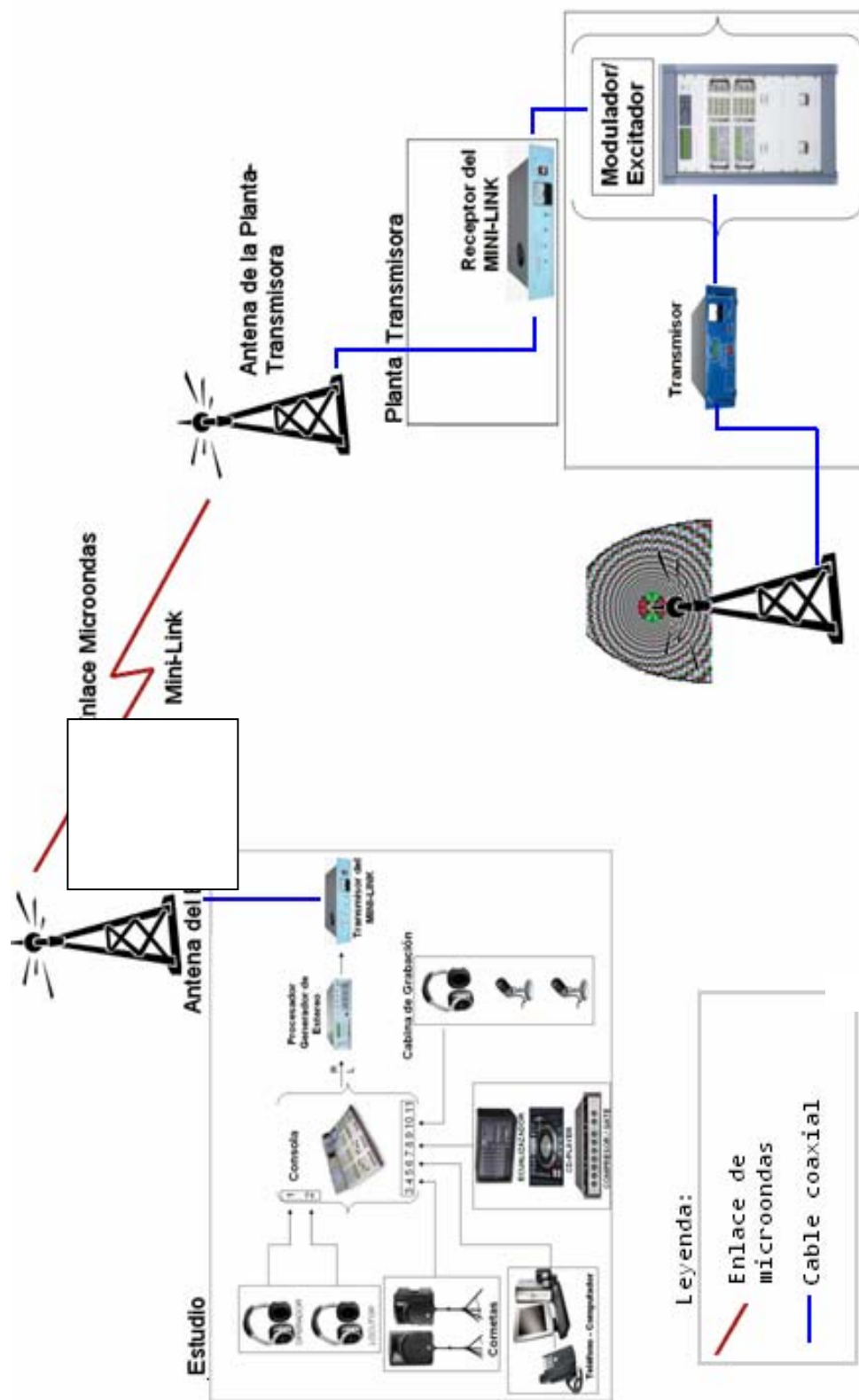


Figura 6.21. Sistema de radiodifusión sonora propuesto.

6.3 Gestión y funcionamiento de la emisora F.M propuesta, bajo la plataforma de internet.

Para establecer el sistema de gestión se decidió por la opción de utilizar un servidor propio, el cual, le asignara una dirección IP para la transferencia de datos hacia la internet, todo esto tomando en cuenta el tema económico, dado que para gestionar un servidor de tecnología Shoutcast además de descargarse todo el software necesario gratuitamente desde Internet, no se requieren máquinas adicionales. Es decir, puede emplearse el mismo equipo desde el cual se está emitiendo la programación.

6.3.1. Elementos técnicos necesarios para la producción de una señal.

Este sistema requiere de un equipo computador con las características presentadas en la tabla 6.15, el cual estará ubicado en el estudio de la emisora para poder emitir la transmisión.

Tabla 6.15: Requerimientos mínimos y recomendados. [El autor]

	Requerimientos Mínimos.	Requerimientos Recomendados
Procesador	Pentium III - 1.0 GHz	Pentium 4 - 2.0 GHz
Memoria RAM	128 Mb	512 Mb
Tarjeta de Sonido	2.1	5.1
Capacidad de HDD	1Gb	5 Gb
S.O.	Win98/Me/2000/XP	Win98/Me/2000/XP

6.3.2. Software a utilizar

Para la gestión de este proyecto se utilizan dos programas:

- ZaraRadio 1.6.2 (Español)
- Winamp 5.57 (Español)

ZaraRadio, es un software para automatizar emisoras de radio. La principal ventaja de Zara Radio no pasa porque sea gratuito, sino porque su interfaz es simple de entender y permite que sea usado por cualquier usuario. El Zara Radio presenta las siguientes características principales:

- Las pistas pueden sonar al azar desde un directorio (subdirectorios incluidos), memorizando lo que ha sonado sin volver a repetirse hasta finalizar la serie entera.
- Reproduce formatos WAV, mp3, ogg, listas de reproducción (ficheros .lst), rotaciones (ficheros .rot), secuencias (ficheros .seq), comandos de stop y play.
- Locuciones de hora (ficheros .time).
- Protección de la configuración del programa por password.
- Búsqueda de canciones en la lista, teniendo en cuenta además los tags ID3.
- Búsqueda de canciones en carpetas y directorios, teniendo en cuenta además los tags ID3.
- Calcula cuánto dura la lista e informa a qué hora finalizará el tema que está sonando.
- Selección de la tarjeta de audio y opción de preescuchas con una segunda tarjeta.
- Cuatro modos de reproducción (normal, repetir, barajar y manual).
- Posibilidad de arrastrar canciones a la lista desde cualquier carpeta, e incluso entre dos ventanas de zaras abiertos (Drag-And-Drop).
- Nueve (9) botones que permiten lanzar nueve (9) cuñas diferentes desde 10 páginas distintas, configurables a gusto del usuario y con la posibilidad Drag-And-Drop. En total puede haber hasta 90 cuñas.
- Detección del final de la canción para mezclas de audio.
- Opción de emisión por entrada de línea (satélite).

- Función "pisador", para bajar el volumen mientras el locutor habla.
- Árbol de ficheros del disco duro con posibilidad de seleccionar la carpeta raíz del mismo.
- Idiomas configurables y ampliables.
- Función AGC que mantiene uniforme el volumen.
- Detección de silencios.
- Log con información de lo emitido.
- Amplia información de número de pista, directorio, ruta, etc.
- Configuración de las fuentes de letra y posibilidad de personalizar el nombre de la emisora.

Winamp (SHOUTcast), es un software reproductor y creador de listas de reproducción, compatible con Windows y también existe para Linux, siendo una de sus principales ventajas su forma de plug-in o programa accesorio que se acopla para proveer servicios adicionales. Algunas características de este software son:

- Formatos de archivos soportados: MID, MIDI, MP1, MP2, MP3, MP4, AAC, Ogg Vorbis, WAV, WMA, FLAC, CDA (CDs de música), KAR (Karaoke), RAW, M3U, PLS, ASX y otros.
- Soporte para vídeos AVI, MPEG y NSV (Nullsoft Streaming Video).
- Plug-ins para entrada y salida de audio, como DSP (Procesamiento digital de Señal para efectos de sonido), o efectos visuales (como el AVS o el MilkDrop).
- Soporte para carátulas "clásicas" (Winamp 2.x) y para "modernas" (Winamp 3.x).
- Servicios gratuitos por internet (streaming) como: Radio y televisión (usando la tecnología SHOUTcast), XM satélite radio, videoclips, y Singingfish (buscador de música y vídeo).
- Soporte para extraer pistas de CD de música en formatos MP3 o ACC.

- Grabación de música a CD (sólo en versión registrada).
- Soporte de canal Alfa (ventanas con transparencia).
- Soporte de sonido 5.1 Surround.
- Reproducción en 24 bits.
- Instalación personalizada.
- Conversión de archivos (Transcoding).

La forma más segura de gestionar una radio en internet, es aprovechar la tecnología Streaming de Winamp (SHOUTcast) que se acopla al reproductor Zara Radio ya que es compatible para recibir y decodificar las señales.

6.3.3. Transmisión a través de Winamp (SHOUTcast) – Zara Radio

Para realizar la transmisión primero se crea una lista de reproducción en ZaraRadio; esta aplicación carece de un software auxiliar para emitir radio por internet, motivo por el cual se usara Winamp solo con la finalidad de obtener por medio de este el SHOUTcast Source, que es el encargado de establecer la conexión entre ZaraRadio y la página de internet, donde se transmitirá como un servicio streaming.

En Winamp se accede a la ventana de preferencias en la cual se crea la configuración de salida donde se modifican los siguientes campos: address (IP), port (puerto), password (clave), de esta manera personalizarlo y dejarlo bloqueado contra cualquier instrucción no deseada, como se muestra en la figura 6.22.

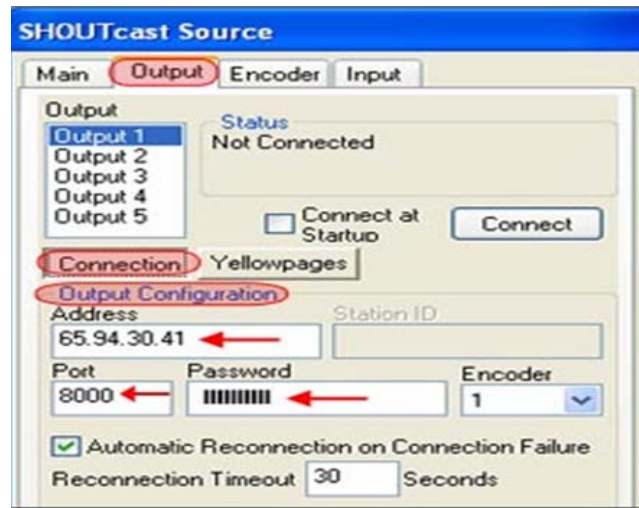


Figura 6.22. Ventana WS – 1. [El autor].

La dirección Ip, va a depender de la configuración enviada por el servidor de la empresa al equipo por la cual se realiza la transmisión. El puerto de salida, será 8000 ya que es el predefinido por el programa.

La codificación del audio se realiza desde el encoder. Si se coloca una calidad muy alta, se consumirá mucho ancho de banda y menos oyentes escucharán la radio. La empresa cuenta con un ancho de banda de 256Kbps, es por esta razón que se transmitirá con una velocidad de 24Kbps. Como se observa en la figura 6.23.

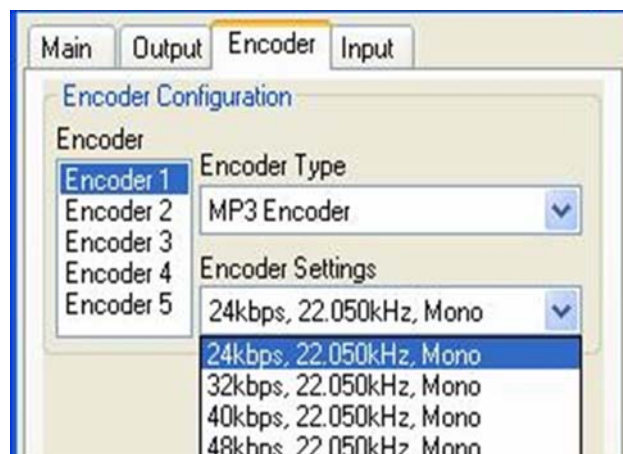


Figura 6.23. Ventana WS – 2. [El autor].

Luego se selecciona la entrada por la cual se emitirá la música que se colocará en el reproductor; para realizar la selección, se despliega la ventana input (seleccionando la pestaña input) y elegimos la opción “Input Device” y se elige “Soundcard Input”, de esta manera se obtiene la entrada de la música, utilizando en este caso para transmitir ZaraRadio, como se muestra en la figura 6.24.

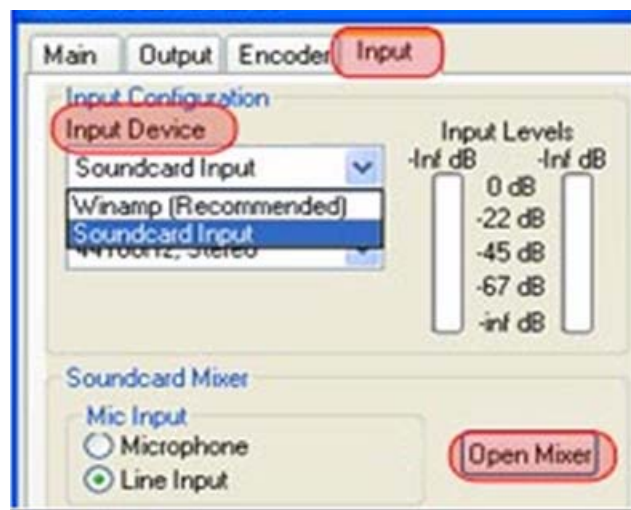


Figura 6.24 Ventana WS – 3. [El autor].

Si se tiene una consola conectada a la tarjeta de sonido esta podrá emitir cualquier programación en vivo, en este caso se cambiara el campo dependiendo de la entrada de audio.

Luego de seguir esta serie de pasos se regresa a la figura 6.22 donde se pulsa la tecla de conectar y ya está listo el sistema para la transmisión en línea bajo la plataforma de Internet. El sistema para la emisora de radio bajo la plataforma de internet queda conformado como se muestra en la figura 6.25.

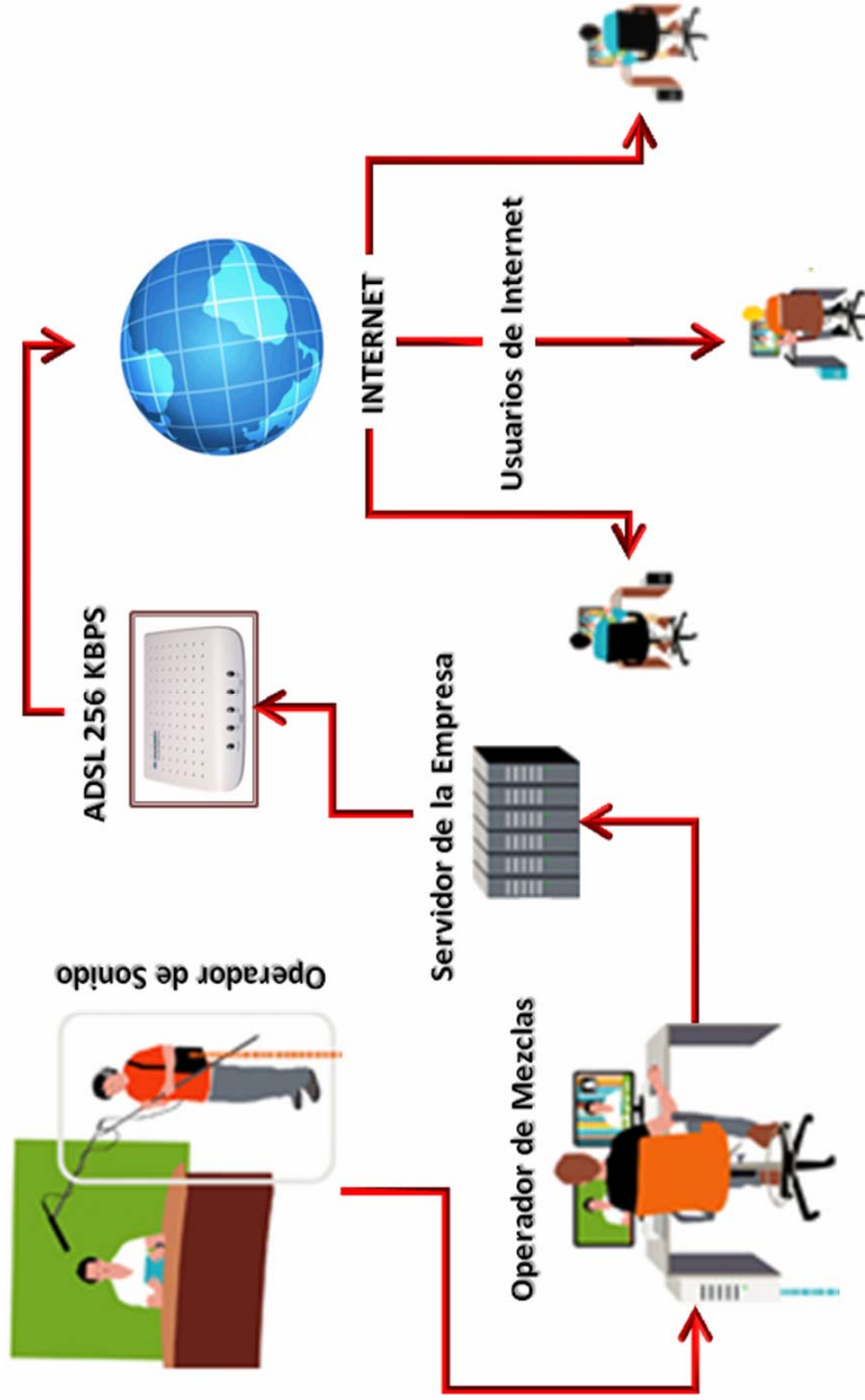


Figura 6.25. Sistema de una emisora de radio bajo la plataforma de internet. [El autor]

6.4. Aspectos económicos y financieros de la propuesta.

Aunado a lo antes descrito se tiene el estudio económico-financiero, que exige CONATEL para un horizonte económico de (5) años.

a. Inversiones requeridas:

El monto para la inversión requerida para esta propuesta es aportada por la CVG. Bauxilum C.A. como se refleja en la tabla 6.16, donde se discriminan las partidas y su fuente de financiamiento.

Tabla 6.16: Fuente de financiamiento.

Rubros	Capital Propio (Bs)	Financiamiento		Total de Inversión (Bs)
		De terceros	Bancarios	
Mobiliarios	2.433			2.433
Equipos	141.989			141.989
Acondicionamiento de las Instalaciones	50.000			50.000
Activos de Operaciones				-
Organización y Promoción				-
Capital de Trabajo				-
Gastos Financieros				-
Otros Gastos				-
Imprevistos	2.267			2.267
TOTAL	196.689	-	-	196.689

Es importante resaltar que la empresa posee aproximadamente el 95% de los equipos de radiodifusión requeridos para las operaciones de la radio.

En la tabla 6.17, se muestra el cronograma de inversiones del proyecto por rubros, recursos económicos y el periodo en el cual se realizara la erogación. El dinero destinado a la inversión del proyecto, no se amortiza debido a que la empresa CVG Bauxilum C.A., destinara dentro de sus

inversiones capitalizables una partida para la adquisición de equipos destinados a la instalación de la emisora de carácter institucional.

Tabla 6.17. Cronograma de inversiones total.

Rubros	Inversión Inicial (Bs)	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Total de Inversión (Bs)
Mobiliarios		2.433					2.433
Equipos	118.848	23.141					141.989
Acondicionamiento de las Instalaciones		50.000					50.000
Activos de Operaciones							-
Organización y Promoción							-
Capital de Trabajo							-
Gastos Financieros							-
Otros Gastos							-
Imprevistos		2.267					2.267
TOTAL	118.848	77.841	-	-	-	-	196.689

La empresa posee una inversión en equipos de 118.847 Bs., los cuales se han adquirido a lo largo de los últimos años, que formaran parte de la presente propuesta y se estima una inversión adicional para el primer año es de 77.841 Bs., representados por los costos del mobiliario y equipos de automatización. Ver tabla 6.18 y 6.19.

Tabla 6.18 Listados de equipos por adquirir.

Ítem	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Total
Equipo de Automatización				
1	1	Generador de Stereo	9.804	9.804
2	4	Antenas Circular Omnidireccional.	2.451	9.804
3	1	Computador	3.533	3.533
Sub Total				23.141
Otros				
4	1	Escritorio Modular	1.683	1.683
5	1	Silla de Escritorio	750	750
6	1	Acondicionamiento del local	50.000	50.000

7	1	Imprevistos	2.267	2.267
Sub Total			54.700	
Total			77.841	

Tabla 6.19: Listados de equipos adquiridos.

Ítem	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Total
Equipos de Estudio al Aire				
1	1	Consola R55, 12 entradas	18.362	18.362
2	4	Equipos audio CD Player Tascam Mo. CD-450	1.912	7.647
3	2	Audífonos Profesionales	1.147	2.294
4	4	Equipo audio. Tascam Mod. MD-350	2.075	8.299
5	1	Equipo audio. Grabador CD Tascam Mod. CDRW-750	1.734	1.734
6	2	Cornetas	534	1.067
7	1	Distribuidor de Audio Marca Audioart engineering. Mod. SDA-8400	1.568	1.568
8	3	Tarjeta Digigram Vx222	1.949	5.846
9	1	Radio Receptor Tascam TU-690	800	800
10	1	OMB real time Fm Modulador Monitor	3.824	3.824
11	3	Sennheriser MD421II Dynamic Micropon	2.187	6.562
Sub Total			58.003	
Equipos de Automatización				
12	2	Computador	4.028	8.055
13	1	Software radio	12.158	12.158
14	1	Software, edición Multitrack (Grabaciones)	1.662	1.662
15	1	Software Logger Digital. (Grabar la programación)	2.628	2.628
Sub Total			24.504	
Equipos de Transmisión				
16	1	Programable FM Excitador	3.677	3.677
17	1	Programable FM Transmisor	24.510	24.510
18	2	Amplificador Simetrix Mod SX 340S	904	1.808
19	1	Amplificador Marca Tascam Modelo PA-30,30 W/H	1.689	1.689
20	1	Transmisor de enlace para banda 950 MHz	3.677	3.677
21	2	Antena Yagui 900 MHz (Polarización Horizontal)	490	980
Sub Total			36.341	
Total			118.848	

b. Programación:

Para el desarrollo de la programación se toma en cuenta lo establecido en los artículos del 30 al 31 del reglamento de radiodifusión sonora y televisión abierta comunitaria de servicios públicos, sin fines de lucro. En tal sentido, los ingresos obtenidos por la prestación de los servicios de radiodifusión sonora serán destinados a garantizar el funcionamiento y mantenimiento de las redes de telecomunicaciones, la continuidad en la prestación del servicio, entre otros.

- Precios y tarifas:

A través de información suministrada por otras empresas relacionadas al ramo, se logró determinar tarifas económicas y atractivas que permitan a los potenciales anunciantes de las pequeñas y medianas empresas promocionar las mismas.

Las tarifas consideradas son las siguientes

Tipo de Publicidad	Tiempo	Costo/ Tipos(Bs)
Cuñas	10 seg.	3,5
Patrocinios	20 seg.	4,0

El espacio de programación estará comprendido entre las 6 am. a 6 am. del día siguiente, es decir las 24 horas del día. Para efectos de estudios y según lo establecido en el reglamento (artículo 30), se consideró un 50% del periodo de transmisión, a la difusión de patrocinios y cuñas publicitarias.

En la tabla 6.20, se presenta el comportamiento de lo antes descrito, considerándose un 70% de capacidad para el primer año en la estación de radio, proyectándose un incremento del 20% para el segundo año, un 5% para el año tercero y cuarto, manteniéndose constante a un 100% en el siguiente año. Esta proyección anual se considera bastante conservadora, por cuanto a la fecha esta estación de radio será la única del área.

Tabla 6.20 Capacidad Utilizada y Programa de Producción.

SUPUESTOS UTILIZADOS					
Día de 6 Am a 6 Am	24				
FRECUENCIA POSIBLE PERMITIDA					
REGLAMENTO DE RADIODIFUSIÓN SONORA Y TELEVISIÓN ABIERTA COMUNITARIAS DE SERVICIO PÚBLICO. SIN FINES DE LUCRO, ESTABLECE LO SIGUIENTE: Se destinará el 50% del periodo de transmisión, a la difusión de patrocinios y cuñas publicitarias.					
Período de Transmisión (h)	12				
Período de Transmisión (min)	720				
Cuñas/horas	30				
Patrocinios/horas	5				
Cuñas/día	360				
Patrocinios/día	60				
Total Cuñas/mes	10800				
Total Patrocinios/mes	1800				
Capacidad de Planta	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
	70%	90%	95%	100%	100%
Cuñas	90720	116640	123120	129600	129600
Patrocinios	15120	19440	20520	21600	21600
Programa de Venta					
Tarifas a Utilizar					
Cuñas: 3,50 Bs	317.520	408.240	430.920	453.600	453.600
Patrocinios: 4,00 Bs	60.480	77.760	82.080	86.400	86.400
TOTAL DE INGRESOS ANUALES	378.000	486.000	513.000	540.000	540.000

Comportamiento de la Capacidad	
Cuñas	75%
Patrocinio	25%

Descripción	Tiempo (seg)
Cuñas	10
Patrocinios	20

c. Costos asociados

Basado en la plantilla organizacional de la empresa y a las modificaciones actuales de la ley del trabajador, se efectúa una estimación de gastos asociados al personal basada en el salario mínimo aprobado por el ejecutivo nacional. En cuanto a los rubros "Prestaciones Sociales" se calcula de acuerdo a la ley de salario por año.

Por otra parte, el rubro “Carga Patronal” incluye lo concerniente a los porcentajes de seguro social obligatorio, (4%) calculado de la siguiente manera.

$$S.S.O. = \frac{\text{sueldo}}{12} \times 52 \text{ semanas} \times \frac{4\%}{N^{\circ} \text{ semanas que tiene el mes}}$$

Así mismo el rubro “Paro Forzoso” se calculo con la misma fórmula anterior, mas sin embargo, varía el porcentaje; es decir, el 0,5%.

$$\text{Paro Forzoso} = \frac{\text{sueldo}}{12} \times 52 \text{ semanas} \times \frac{0,5\%}{N^{\circ} \text{ semanas que tiene el mes}}$$

Los sueldos y salarios se desglosan en la tabla 6.21.

Tabla 6.21 Descripción de sueldos y salarios de los trabajadores

Nº	DESCRIPCION	SUELDOS Y SALARIOS	PRESTACIONES SOCIALES	TOTALES
NO CALIFICADO				
PERSONAL OBRERO				
1	Bedel	959	1.918	13.426
CALIFICADO				
PERSONAL TECNICO				
1	Operador de audio y video	1200	2.400	16.800
2	Técnico electrónico	1500	3.000	42.000
1	Operadores de planta	1860,5	3.721	26.047
2	Locutores y animadores	2900	5.800	81.200
ALTAMENTE CALIFICADO				
1	Ingeniero Electrónico	3200	6.400	44.800
PERSONAL ADMINISTRATIVO EMPLEADOS				
1	Recepcionista	959	1.918	13.426
1	Secretaria	959	1.918	13.426
GERENCIA MEDIA				
1	Administrador	1200	2.400	16.800
ALTA GERENCIA				
1	Director General	4000	8.000	56.000
1	Director técnico	2000	4.000	28.000
TOTAL				330.925

d. Gastos de administración y ventas

Engloba todos los gastos administrativos, tales como seguro de los equipos, papelería, teléfono, publicidad y comercialización de los espacios publicitarios. Este ítem alcanza un monto mensual de Bs. 4201,4, lo que representa anualmente 50416,8 Bs. como se observa en la tabla 6.22.

Tabla 6.22: Gastos Administrativos

Categorías	Gasto mensual Bs./mes	Gasto Anual Bs./año
Seguros	980,3	11763,6
Publicidad	520,5	6246
Gastos Generales	1000	12000
Papelería	1200	14400
Teléfono	500,6	6007,2
Total	4201,4	50416,8

e. Imprevistos

Calculados al 3% de los gastos anteriormente mencionados, es importante que toda empresa tome ciertas precauciones que permitan soportar el proyecto ante una situación coyuntural.

f. Relación de ingresos y egresos

Esta resume el resultado de los ingresos y costos que generaría el funcionamiento de la estación de radio. Como se observa en la tabla 6.23, los egresos superan los ingresos en el primer año de operación de la emisora, pero posteriormente debe considerarse la instalación de los nuevos equipos y trabajar sobre la capacidad a utilizar y en consecuencia la percepción de ingresos superara los costos.

Basados en la recomendación de CONATEL, que establece como criterio de evaluación económico financiero un horizonte de 5 años, y que

sugiere el uso del valor presente neto y la tasa interna de retorno, se procedió a su cálculo de acuerdo a la siguiente premisa:

- Horizonte (5 años).
- Tasa de descuento (42%, tomando como base referencial la inflación)

Tabla 6.23: Relación de ingresos y egresos.

PERIODOS	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
INGRESOS (A)	0	378000	404818	536476	695135	853793
Saldo Inicial de caja			-81182	23476	155135	313793
Ingresos recurrentes		378000	486000	513000	540000	540000
otros ingresos no recurrentes						
EGRESOS (B)	118.848	459182	381342	381342	381342	381342
Inversiones	118.848	77.841				
Gastos Operativos						
Gastos de administración (Nomina)		330925	330925	330925	330925	330925
Gastos de administración (otros)		50416,8	50416,8	50416,8	50416,8	50416,8
Disponibilidad antes de financiamiento C=(A-B)	-118.848	-81182	23476	155135	313793	472451
Financiamiento (D)	118.848	0	0	0	0	0
Aportes propios	118.848					
Aportes de terceros	0					
Prestamos bancario						
Sueldo de caja F=(C+D)	0	-81182	23476	155135	313793	472451
Caja Acumulada	0	-81182	23476	155135	313793	472451

TASA INTERNA DE RETORNO	131%
VALOR ACTUAL NETO	167.660,80

El estudio económico se enfoca en el pronóstico de los costos asociados a la operación de la estación de radio, así como en los ingresos

por concepto de la venta de espacios publicitarios, calculados con métodos sencillos establecidos en la “Guía Para La Obtención De La Habilitación De Radiodifusión Sonora Y Televisión Abierta, Sus Atributos Y Las Concesiones De Radiodifusión”

Se observa que la tasa interna de retorno (TIR) con un al valor presente neto (VAN) positivo y una tasa de descuento de un 42% es proyectada en base a cinco (5) años de proyección. Se concluye que el proyecto es factible.

CONCLUSIONES

- El primer paso necesario para la existencia de una emisora de radiodifusión es cumplir con una buena arquitectura para que pueda garantizar un buen funcionamiento y un óptimo alcance. El producto final de toda producción radiofónica depende de las posibilidades técnicas de los equipos con que se trabajen.
- A través de los datos obtenidos por la empresa y las mediciones de campo se logró configurar el software (Radio Mobile), lo que nos permite asegurar que los resultados arrojados por él, son efectivos para las zonas de estudio.
- De acuerdo a los datos arrojados en la simulación con el software Radio Mobile, se observó que los valores obtenidos presentan un margen de error mínimo con respecto a los cálculos teóricos.
- Los diagramas de coberturas suministrados por el software Radio Mobile nos permite asegurar un alcance entre el 75% y 100 % de los usuarios en las áreas de interés.
- Mediante la herramienta computacional, se garantiza el servicio del sistema a las 18 poblaciones que fueron seleccionadas, cada una a diferentes distancias desde el punto de transmisión, proporcionando una comunicación eficaz a los usuarios que se encuentren establecidos en dichas áreas.
- Los sistemas radiofónicos de frecuencia modulada poseen la cualidad de transmitir una señal de muy buena calidad, siempre y cuando se mantenga un programa de mantenimiento y calibración de sus equipos de manera constante y periódica.

- Al gestionar la emisora bajo la plataforma de internet, la codificación de audio deberá ser mínima, ya que si la calidad de transmisión es elevada se consumirá mucho ancho de banda y menos oyentes escucharán la radio.
- El análisis de inversión realizado para la construcción de la emisora, muestra que el capital invertido, puede ser recuperado en su totalidad en el primer año de trabajo, incluyendo los costos operativos del sistema, costos de mantenimiento y tasas de interés convirtiéndose así viable por tratarse de una emisora de carácter institucional para C.V.G Bauxilum.

RECOMENDACIONES

- Realizar un conjunto de pruebas a los equipos presentes en la empresa, evaluando los parámetros técnicos, durante la operación del sistema, con la finalidad de garantizar el rendimiento necesario.
- Una vez que el sistema este en funcionamiento es necesario realizar pruebas de campo, para determinar la zona de cobertura real, comparándola con la obtenida teóricamente y así poder realizar los ajustes necesarios para optimizar el servicio.
- Equipar la estación de radio con un transmisor auxiliar, donde su potencia será menor o igual al del transmisor principal. Así mismo deberá estar siempre en condiciones de operación para los casos en que falle el trasmisor principal.
- Realizar el estudio de puesta a tierra para todos los equipos electrónicos que poseerá la estación de radio, tanto en la planta transmisora como en el estudio.
- Se recomienda realizar una campaña publicitaria para ofertar al público en general el servicio de radiodifusión sonora.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Tomas, W., **“Sistemas de Comunicaciones Electrónicas”**, 2da edición, Prentice Hall, (1996)

[2] Maza, M., **“Diseño de un Sistema de Comunicaciones de Alta Capacidad SDH para el Proyecto CIGMA (Complejo Industrial Gran Mariscal de Ayacucho), Ubicado en el Estado Sucre”**, Tesis de Grado, UDO, Anzoátegui, (2005)

[3] Comisión Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL), **“Reglamento de Radiodifusión Sonora y Televisión Abierta comunitaria de Servicio Público, sin fines de lucro”**. (Gaceta Oficial N° 37.359 del 8 de enero de 2002), Decreto N° 1.521 03 de noviembre de 2001. <http://www.conatel.gov.ve/normativabusqueda.asp>. (Octubre 2008)

[4] Fuentes, C., **“Diseño de un Sistema de Radio Comunicaciones Móviles Troncalizado Multisitio de Área Amplia en la Banda de 800 MHz para el Oriente del País”**, Tesis de Grado, UDO, Anzoátegui, (1999)

[5] **Estructura General Básica De Una Emisora**. Disponible en: <http://www.deRadios.com> (consultada en Septiembre 2008)

[6] Unión Internacional de Telecomunicaciones (U.I.T), **“Reglamento Sobre La Operación De Las Estaciones De Radiodifusión Sonora”**. Decreto N° 2.771. (Enero 1993)

[7] Fernando Zaurin R. **“Selección y Estudios en Estaciones de Radiodifusión Comercial A.M”** Tesis de Grado para optar al título de Ingeniero Electricista, presentada ante la Universidad de Oriente, Núcleo de Anzoátegui. (1980)

[8] **Ley Orgánica de Telecomunicaciones**. Publicada en La Gaceta Oficial No. 36.920 de fecha 28 de marzo del año 2000. <http://www.conatel.gov.ve/normativabusqueda.asp>. (Octubre 2008)

[9] Juan Espinoza de Los monteros, Oscar López Gómez., **Técnico en Telecomunicaciones** (Tomo 1), Madrid-España, Edición (2002)

[10] Comisión Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL), **Guía de Radiodifusión y Televisión.**
<http://www.conatel.gov.ve/normativabusqueda.asp>. (Octubre 2008)

[11] Miguel Sánchez, **Estructura General Básica De Una Emisora.**
<http://www.deRadios.com> (Septiembre 2008)

[12] **Parámetros de Antenas**, [On Line]. Disponible en:
www.lpi.tel.uva.es (2008)

[13] **Antenas**, [On Line]. Disponible en:
<http://web.frm.utn.edu.ar/comunicaciones/antenas> (2008)

[14] **Parámetros de Antenas**, [On Line]. Disponible en:
www.monografias.com (2009)

[15] **Tipos de Antenas**, [On Line]. Disponible en: www.solred.com.ar
(2009)

[16] **Tipos de Antenas**, [On Line]. Disponible en: www.todoantenas.cl
(2009)

[17] **CVG Bauxilum C.A.** (Reseña Histórica, Misión, Visión, Objetivos, Políticas, Estructura Organizativa, etc.). Consultado en Octubre de 2008, de
<http://www.bauxilum.com.ve>. (Noviembre 2008)

[18] Javier Triviño, **Radio Mobile 9.1.5.**
<http://www.cplus.org/rmw/english1.html>. (Diciembre 2008)

[19] **Unión Internacional de Telecomunicaciones (U.I.T-R).**
<http://www.itu.int/ITUR/index.asp?category=information&rlink=&lang=es>.
(Diciembre 2008)

[20] **Unida Organizativa División Soporte Bauxita.** Consultado en Octubre de 2008, de <http://tramen.bauxilum.com.ve>. (Noviembre 2008)

[21] **Cuadro nacional de atribución de bandas de frecuencias (CUNABAF).** http://www.conatel.gov.ve/espectro_radioelectronico.asp.
(Octubre 2008)

[22] Juan J. Morillo, **Formulas de Radiopropagación en Decibelios**, DTSC, Esc. Téc. Sup. Ingenieros, Universidad de Sevilla. (Enero 2007)

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

TÍTULO	"PROPUESTA TÉCNICA PARA LA HABILITACIÓN DE UNA EMISORA F.M CUMPLIENDO LOS REQUERIMIENTOS DE CONATEL PARA LA CVG BAUXILUM LOS PIJIGUAOS EDO. BOLÍVAR."
SUBTÍTULO	

AUTOR (ES):

APELLIDOS Y NOMBRES	CÓDIGO CULAC / E MAIL
LEÓN CH, NEYFI I.	CVLAC: 17.009.218 E MAIL: neyfileon@hotmail.com
	CVLAC: E MAIL:
	CVLAC: E MAIL:
	CVLAC: E MAIL:

PALÁBRAS O FRASES CLAVES:

Radiodifusión _____

Propagación _____

CONATEL _____

Internet _____

Software Radio Mobile _____

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

ÁREA	SUBÁREA
Ingeniería y Ciencias Aplicadas	Ingeniería Eléctrica

RESUMEN (ABSTRACT):

El presente proyecto consiste en desarrollar una propuesta para el rediseño de una emisora FM basándose en los reglamentos y parámetros de diseño de CONATEL debido a que este sistema de radiodifusión no cumple con la perisología de operar en el espectro radioeléctrico nacional. Tomando en cuenta que la tecnología avanza de manera vertiginosa se presenta un sistema de gestión y funcionamiento de la emisora F.M. bajo la plataforma de Internet permitiendo de esta manera la transmisión a cualquier radioescucha a nivel mundial mediante la pagina web de la empresa y junto con ello se realiza un estudio de los aspectos económicos y financieros para comprobar la factibilidad de esta propuesta.

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:**CONTRIBUIDORES:**

APELLIDOS Y NOMBRES	ROL / CÓDIGO CVLAC / E_MAIL				
Ing. Machado, Luis	ROL	CA	AS	TU X	JU
	CVLAC:				
	E_MAIL				
	E_MAIL				
Ing. Peña, José	ROL	CA	AS X	TU	JU
	CVLAC:	8.021.584			
	E_MAIL	penajb@gmail.com			
	E_MAIL				
Ing. Heraoui, Margarita	ROL	CA	AS	TU	JU X
	CVLAC:	9.457.103			
	E_MAIL	margothe@hotmail.com			
	E_MAIL				
Ing. Serrano, Enrique	ROL	CA	AS	TU	JU X
	CVLAC:	2.938.637			
	E_MAIL				
	E_MAIL				

FECHA DE DISCUSIÓN Y APROBACIÓN:

AÑO	MES	DÍA
2010	03	25

LENGUAJE. SPA

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:**ARCHIVO (S):**

NOMBRE DE ARCHIVO	TIPO MIME
TESIS. PROPUESTA TÉCNICA PARA LA HABILITACIÓN DE UNA EMISORA F.M.doc	Aplicación/msword

CARACTERES EN LOS NOMBRES DE LOS ARCHIVOS: A B C D E F G H I
J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z. a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u
v w x y z. 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9.

ALCANCE

ESPACIAL: Departamento de Soporte Técnico /CVB Bauxilum (Los Pijiguaos, Edo. Bolívar) (OPCIONAL)

TEMPORAL: 6 Meses (OPCIONAL)

TÍTULO O GRADO ASOCIADO CON EL TRABAJO:

Ingeniero Electricista

NIVEL ASOCIADO CON EL TRABAJO:

Pre – grado

ÁREA DE ESTUDIO:

Departamento de Electricidad

INSTITUCIÓN:

Universidad de Oriente-Núcleo de Anzoátegui

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:**DERECHOS**

De acuerdo al artículo 41 del reglamento de trabajo de grado:

"Los trabajos de grado son de exclusiva propiedad de la Universidad y solo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, el cual lo participara al Consejo Universitario".

León Neyfi

AUTOR

Prof. José B, Peña

TUTOR

Prof. Margarita Heraoui

JURADO

Prof. Enrique Serrano

JURADO

Prof. Mercado Verena

POR LA SUBCOMISION DE TESIS