



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE  
CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN  
TELECOMUNICACIONES Y REDES**

**“ANÁLISIS Y VERIFICACIÓN TÉCNICA DE LA CALIDAD DE LA  
RADIODIFUSIÓN EN FRECUENCIA MODULADA EN LA CIUDAD DE  
RIOBAMBA; RECOMENDACIONES PARA SU MEJORAMIENTO”**

**TESIS DE GRADO**

**Previo a la obtención del título de:**

**INGENIERO EN ELECTRÓNICA, TELECOMUNICACIONES Y REDES**

**Presentado por:**

**ANDREA MARIBEL CABRERA ÑAÑAY**

Riobamba – Ecuador

2013

## **AGRADECIMIENTO**

El desarrollo de este trabajo de tesis lleva la inmensa gratitud a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, de manera especial a la Escuela de Ingeniería Electrónica Telecomunicaciones y Redes, a mis maestros por haberme impartido el conocimiento científico y poderlo aplicar.

## **DEDICATORIA**

En primer lugar a Dios por haberme guiado por el camino del bien y permitirme alcanzar la meta al culminar mi carrera.

A mi familia, en especial a mi abuelita, a mi madre y a mis tías por siempre haberme dado su fuerza y apoyo incondicional, gracias por sus enseñanzas que me han hecho crecer como persona y valorar el esfuerzo de cada día al ver plasmado este sueño en realidad, a mi hijo Ariel David por ser lo más grande y valioso que Dios me ha regalado, quien es mi fuente de inspiración y la razón que me impulsa a salir adelante.

*Andrea Cabrera*

**FIRMAS DE RESPONSABLES Y NOTA**

**NOMBRE**

**FIRMA**

**FECHA**

Ing. Iván Menes

**DECANO DE LA FACULTAD  
DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA**

.....

.....

Ing. Wilson Baldeón

**DIRECTOR DE LA ESCUELA DE  
INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN  
TELECOMUNICACIONES Y REDES**

.....

.....

Ing. William Calvopiña  
**DIRECTOR DE TESIS.**

.....

.....

Ing. Ximena Trujillo

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

.....

.....

Tlgo. Carlos Rodríguez

**DIRECTOR DPTO  
DOCUMENTACIÓN**

.....

.....

**NOTA DE LA TESIS**

.....

## **TEXTO DE RESPONSABILIDAD**

**“YO ANDREA MARIBEL CABRERA ÑAÑAY, soy responsables de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta tesis; y, el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado pertenece a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO”.**

.....

Andrea Maribel Cabrera Ñañay

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

<b>ACRÓNIMO</b>	<b>SIGNIFICADO</b>
<b>AM</b>	Amplitud Modulada.
<b>kHz</b>	kilohercio.
<b>km</b>	kilómetro.
<b>kW</b>	kilovatio.
<b>MHz</b>	Megahercio
<b>uV/m</b>	Micro-voltio/metro.
<b>V/m</b>	Voltio/metro.
<b>W</b>	Vatio.
<b>CMM</b>	Coverage Measurement Mode (Modo de Medición de Cobertura)
<b>CONARTEL</b>	Consejo Nacional de Telecomunicaciones
<b>DAB</b>	Digital Audio Broadcasting
<b>dB</b>	Decibelio
<b>dBd</b>	Decibeles sobre radiador estándar.
<b>dBi</b>	Decibeles sobre radiador isotrópico
<b>DDF</b>	Digital Direction Finder (Radiogoniómetro Digital)
<b>Dscan</b>	Modo de Medición de Rastreo Digital
<b>EM</b>	Estación Móvil
<b>fc</b>	Frecuencia de corte
<b>FFM</b>	Modo de Frecuencia Fija
<b>FI</b>	Frecuencia Intermedia
<b>FLS</b>	Frequency List Scan (Rastreo de Lista de Frecuencias)
<b>FM</b>	Frecuencia Modulada
<b>G.P.S.</b>	Global Positioning System (Sistema Global de Posicionamiento)
<b>GHz</b>	Gigahercio
<b>Hz</b>	Hertzio (ciclo/segundo).
<b>ISO</b>	Organización Internacional de Normas (International Standards Organisation).
<b>ITU</b>	International Telecommunication Union (Unión Internacional de Telecomunicaciones).
<b>LAN</b>	Local Area Network (Redes de Area Local)
<b>PER</b>	Potencia Efectiva Radiada
<b>Pscan</b>	Modo de Medición de Rastreo Panorámico
<b>R&amp;S</b>	Rohde-Schwarz
<b>RDS</b>	Radio Data System.
<b>RF</b>	Radiofrecuencia
<b>RFI</b>	Radio Frequency Interference (interferencia de radio frecuencia)
<b>S/N</b>	Relación Señal/Ruido.
<b>SACER</b>	Sistema Automático de Control del Espectro Radioeléctrico
<b>Scan</b>	Modo de Medición de Rastreo

<b>SUPERTEL</b>	Superintendencia de Telecomunicaciones
<b>TV</b>	Televisión
<b>UHF</b>	Ultra High Frecuencia (Frecuencias Ultra Altas)
<b>VHF</b>	Very High Frecuency (Muy Alta Frecuencia).

## ÍNDICE GENERAL

PORTADA	
AGRADECIMIENTO	
DEDICATORIA	
FIRMAS DE RESPONSABLES Y NOTA	
TEXTO DE RESPONSABILIDAD	
ÍNDICE DE ABREVIATURAS	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FORMULAS	
INTRODUCCIÓN	
CAPÍTULO I	
MARCO REFERENCIAL .....	18
1.1 INTRODUCCIÓN .....	18
1.2 ANTECEDENTES .....	18
1.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO DE TESIS. ....	- 20 -
1.4 OBJETIVOS .....	- 21 -
1.4.1 Objetivo general.....	- 21 -
1.4.2 Objetivos específicos .....	- 21 -
1.5 HIPÓTESIS. ....	- 22 -
CAPÍTULO II	
MARCO TEÓRICO .....	23
2.1 INTRODUCCIÓN .....	23
2.2 RADIODIFUSIÓN EN FRECUENCIA MODULADA .....	- 24 -
2.3 CONCEPTOS BÁSICOS .....	- 24 -
2.4 ESTACIONES DE RADIODIFUSIÓN .....	- 25 -
2.5 ESTACIONES DE RADIODIFUSIÓN EN FRECUENCIA MODULADA-	26
-	
.....	- 27 -
2.6 ANTENAS .....	- 27 -
2.6.1 Características de las antenas.....	- 27 -
2.6.1.1 Patrones de Radiación .....	- 27 -
2.6.1.2 Ganancia.....	- 29 -
2.6.1.3 Directividad.....	- 29 -
2.6.1.4 Polarización.....	- 29 -
2.6.1.4.1 Polarización Vertical.....	- 30 -
2.6.1.4.2 Polarización Horizontal.....	- 30 -
2.6.1.5 Ancho de banda de la antena.....	- 31 -
2.7 Tipos de antenas para radiodifusión .....	- 31 -
2.7.1 Antenas Colineales .....	- 32 -
2.7.2 Antenas Dipolo en V.....	- 33 -
2.7.3 Dipolos de alta potencia.....	- 33 -
2.7.4 Antenas Yagi.....	- 34 -
2.7.5 Antenas Parabólicas .....	- 35 -
2.8 ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO Y RADIOELÉCTRICO. ....	- 36 -
2.8.1 Espectro electromagnético .....	- 36 -

2.8.2	El espectro radioeléctrico.....	- 37 -
2.8.3	Administración del espectro .....	- 40 -
2.9	INTERFERENCIAS .....	- 40 -
2.9.1	Tipos básicos de interferencias .....	- 40 -
2.9.2	Los armónicos.....	- 41 -
2.9.3	La intermodulación .....	- 41 -
2.9.4	Interferencia Cocanal .....	- 42 -
2.9.5	Interferencia por Canal Adyacente .....	- 43 -
2.10	PROPAGACIÓN Y COBERTURA .....	- 43 -
2.10.1	Onda electromagnética .....	- 43 -
2.11	POTENCIA DE TRANSMISIÓN .....	- 45 -
2.11.1	Calculo de la Potencia Efectiva Radiada (PER) .....	- 46 -
2.12	EQUIPOS DE RADIODIFUSIÓN FM .....	- 47 -
2.12.1	Equipo Transmisor.....	- 48 -
2.12.2	Modulación en Frecuencia (FM) .....	- 49 -
2.12.3	Equipo Receptor .....	- 50 -
2.12.4	Cable Coaxial.....	- 51 -
2.13	FILTROS .....	- 51 -
2.13.1	Filtro pasobajos.....	- 52 -
2.13.2	Filtro Paso alto .....	- 52 -
2.13.3	Filtro Pasabanda.....	- 53 -
2.13.4	Filtro Rechaza Banda.....	- 54 -
2.14	REQUISITOS DE CONCESIÓN DE UNA ESTACIÓN DE RADIODIFUSIÓN EN EL ECUADOR. ....	- 55 -
2.14.1	CONATEL.....	- 55 -
2.14.2	SENATEL.....	- 55 -
2.14.3	SUPERTEL.....	- 56 -
2.14.4	SUPERINTENDENCIA DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN.....	- 56 -
2.14.5	Requisitos específicos.....	- 56 -
<b>CAPÍTULO III</b>		
3.1	INTRODUCCIÓN .....	61
3.2	ESTACIÓN MATRIZ. ....	- 60 -
3.3	ESTACIÓN REPETIDORA.....	- 61 -
3.4	ESTACIONES DE BAJA POTENCIA .....	- 61 -
3.5	FRECUENCIAS AUXILIARES: DE ENLACE FIJO O MÓVIL.....	- 62 -
3.6	BANDA DE FRECUENCIAS FM.....	- 62 -
3.6.1	Canalización de la banda FM.....	- 62 -
3.6.2	Grupos de Frecuencias.....	- 64 -
3.7	DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIA.....	- 65 -
3.8	ASIGNACIÓN DE FRECUENCIAS.....	- 68 -
3.9	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS .....	- 69 -
3.9.1	Ancho de banda .....	- 69 -
3.9.2	Frecuencias de banda base para audio .....	- 70 -
3.9.3	Separación entre portadoras.....	- 70 -
3.9.4	Porcentaje de modulación .....	- 70 -
3.9.5	Potencia de operación o potencia efectiva radiada (P.E.R.) .....	- 71 -
3.9.6	Potencias máximas.....	- 72 -
3.9.7	Intensidad de campo .....	- 73 -
3.9.8	Relaciones de protección señal deseada / señal no deseada (S/N).....	- 73 -

3.9.9	Tolerancia de frecuencia .....	- 75 -
3.10	UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES .....	- 75 -
3.11	PARÁMETROS TÉCNICOS QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD DE SERVICIO.....	- 76 -
3.11.1	Filtros .....	- 76 -
3.11.2	Ubicación de las antenas .....	- 76 -
3.11.3	Conexión a tierra.....	- 77 -
3.11.4	Filtro de la línea de energía.....	- 78 -
3.12	DRIVE TEST.....	- 78 -
	CAPÍTULO IV .....	- 80 -
	MEDICIÓN DE PARÁMETROS TÉCNICOS .....	- 80 -
4.1	INTRODUCCIÓN .....	- 80 -
4.2	CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS DE MEDICIÓN .....	- 80 -
4.3	DISTRIBUCIÓN DE LOS EQUIPOS EN LA ESTACIÓN MÓVIL .....	- 82 -
4.4	EQUIPOS ESTACIÓN MÓVIL.....	- 82 -
4.4.1	Antena R&S@HE500 (20-3000MHz) polarización vertical.....	- 83 -
4.4.2	DDF255 (Digital Direction Finder) Analizador de espectro, receptor y radiogoniómetro .....	- 83 -
4.4.3	Receptor GPS de posicionamiento GPS16LVS.....	- 84 -
4.5	ARGUS SOFTWARE .....	- 84 -
4.5.1	Mapa View.....	- 85 -
4.5.2	Ventana principal del DDF con la opción FFM - software ARGUS.....	- 87 -
4.6	DEFINICIÓN DE LOS VALORES DE LOS PARÁMETROS DE MEDICIÓN EN EL DDF .....	- 88 -
4.6.1	Detector.....	- 88 -
4.6.2	Ancho de banda frecuencia intermedia (FI).....	- 88 -
4.6.3	Atenuación .....	- 88 -
4.6.4	Tiempo de Medición .....	- 88 -
4.6.5	Demodulación .....	- 89 -
4.6.6	Modo de Radiofrecuencia (RF) .....	- 89 -
4.6.7	Squelch.....	- 89 -
4.6.8	Control de Ganancia (GC): .....	- 89 -
4.6.9	Frecuencia BFO: (Beat, Frequency, Oscillator) .....	- 89 -
4.6.10	Filtro Notch.....	- 90 -
4.6.11	Control de Ganancia .....	- 90 -
4.6.12	Parlantes.....	- 90 -
4.6.13	Span FI.....	- 90 -
4.6.14	Ancho de paso de Frecuencia Intermedia (FI).....	- 90 -
4.6.15	Los valores seleccionados dependerán del Span FI.....	- 91 -
4.6.16	Modo FI .....	- 91 -
4.6.17	Modo PIF .....	- 91 -
4.6.18	Tiempo PIF 100% .....	- 91 -
4.6.19	Persistencia PIF.....	- 92 -
4.6.20	. RDS.....	- 92 -
4.6.21	Valor Ancho de banda .....	- 92 -
4.6.22	Botones de Inicio y parada.....	- 92 -
4.6.23	Botones de Nivel (Level),.....	- 92 -
4.6.24	Gráficas .....	- 93 -

4.7	PROCEDIMIENTOS PARA REALIZAR LAS MEDICIONES DE COBERTURA EN LA CIUDAD DE RIOBAMBA.....	- 94 -
4.7.1	Procedimiento para medición de cobertura – niveles de intensidad de campo...	- 95 -
4.7.2	Procedimiento para procesamiento de la información.....	- 101 -
4.8	PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR LAS MEDICIONES DE ANCHO DE BANDA, MODULACIÓN Y OFFSET EN LA CIUDAD DE RIOBAMBA ...	- 104 -
4.8.1	Consideraciones .....	- 104 -
4.8.2	Consideración sobre la automatización .....	- 104 -
4.8.3	Procedimiento .....	- 104 -
	Paso 1. Configuración de la medición .....	- 105 -
	Paso 2. Consolidación de los resultados .....	- 110 -
	Paso 3. Procesamiento de los datos .....	- 111 -
	Paso 4. Análisis de Resultados .....	- 113 -
	<b>CAPÍTULO V</b>	
5.2	COMPARACIÓN DE LAS MEDICIONES OBTENIDAS CON LA NORMA TÉCNICA REGLAMENTARIA PARA RADIODIFUSIÓN EN FRECUENCIA MODULADA ANALÓGICA. ....	- 116 -
5.2.1	ANCHO DE BANDA.....	- 116 -
5.2.2	MODULACIÓN .....	- 118 -
5.2.3	TOLERANCIA DE FRECUENCIA (OFFSET) .....	- 119 -
5.2.4	INTENSIDAD DEL CAMPO ELÉCTRICO .....	- 120 -
5.2.5	Bajo ancho de banda .....	- 121 -
5.2.6	Potencias .....	- 122 -_Toc372189298
5.3	POSIBLES CAUSAS DE SEÑALES DEFICIENTES .....	- 122 -
5.3.1	Excesivo Ancho de Banda .....	- 122 -
5.3.2	Valores de Modulación .....	- 122 -
5.3.3	Niveles Bajos de Intensidad de Campo .....	- 122 -
5.3.4	Distancia de los transmisores.....	- 123 -
5.3.5	Antenas .....	- 124 -
5.3.6	Pérdidas en cables .....	- 125 -
5.3.7	Interferencias .....	- 125 -
5.3.8	Ubicación de las Antenas.....	- 125 -
	<b>CAPÍTULO VI</b>	
	<b>CONCLUSIONES</b>	
	<b>RECOMENDACIONES</b>	
	<b>RESUMEN</b>	
	<b>ABSTRACT</b>	
	<b>GLOSARIO</b>	
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
	<b>A N E X O S</b>	

## INDICE DE FIGURAS

Figura II. 1	Proceso de Radiodifusión.....	- 25 -
Figura II. 2	Diagrama de bloques de un transmisor de ondas de radio .....	- 25 -
Figura II. 3	Funcionamiento de una estación de radiodifusión FM.....	- 26 -
Figura II. 4	Patrón de radiación de una antena .....	- 28 -
Figura II. 5	Representación de un diagrama de radiación en coordenadas polares .....	- 28 -
Figura II. 6	Polarización Vertical .....	- 30 -
Figura II. 7	Polarización Horizontal .....	- 30 -
Figura II. 8	Antenas colineales .....	- 32 -
Figura II. 9	Antenas Dipolo en V .....	- 33 -
Figura II. 10	Dipolos de alta potencia .....	- 33 -
Figura II. 11	Antena Yagi-Uda para FM .....	- 35 -
Figura II. 12	Patrón de radiación de una antena Yagi-Uda .....	- 35 -
Figura II. 13	Patrón de radiación de una antena parabólica .....	- 36 -
Figura II. 14	Antena parabólica.....	- 36 -
Figura II. 15	Espectro electromagnético.....	- 37 -
Figura II. 16	Espectro radioeléctrico. ....	- 38 -
Figura II. 17	Interferencia Co canal.....	- 42 -
Figura II. 18	Interferencia por Canal Adyacente .....	- 43 -
Figura II. 19	Ondas electromagnéticas .....	- 44 -
Figura II. 20	Equipamiento de un sistema de radiodifusión FM .....	- 48 -
Figura II. 21	Filtro pasa bajos.....	- 52 -
Figura II. 22	Filtro pasa alto .....	- 53 -
Figura II. 23	Filtro Pasabanda .....	- 54 -
Figura II. 24	Filtros rechaza banda.....	- 54 -
Figura III. 25	Estación Matriz de un Sistema de Radiodifusión .....	- 60 -
Figura III. 26	Características de Estaciones de Baja Potencia.....	- 61 -
Figura III. 27	Asignación de frecuencias auxiliares .....	- 62 -
Figura III. 28	División geográfica del Ecuador para radiodifusión FM.....	- 68 -
Figura III. 29	Ancho de banda de una señal de radio FM .....	- 70 -
Figura III. 30	Potencia efectiva radiada (P.E.R.).....	- 72 -
Figura III. 31	Relaciones de protección a señal deseada / señal no deseada.....	- 74 -
Figura IV. 32	Estación Móvil (EM) para realizar el Drive Test.....	- 81 -
Figura IV. 33	Distribución de los equipos de la Estación Móvil (EM).....	- 82 -
Figura IV. 34	2 Distribución de los equipos de la Estación Móvil (EM).....	- 82 -
Figura IV. 35	ANTENA R&S®HE500 (20-3000MHz) .....	- 83 -
Figura IV. 36	DDF255 receptor y radiogoniómetro.....	- 83 -
Figura IV. 37	Equipo GARMIN GPS16LVS .....	- 84 -
Figura IV. 48	Software de monitoreo ARGUS .....	- 85 -
Figura IV. 59	Mapa de la ciudad de Riobamba - Open Street Map. ....	- 85 -
Figura IV. 40	Mapa de los lugares en donde se encuentra el sistema SACER. ....	- 86 -
Figura IV. 41	Configuración de parámetros técnicos en el DDF - software ARGUS .-	- 87 -
Figura IV. 42	Ventana de configuración de mediciones de cobertura (CMM) en la estación móvil.....	- 95 -
Figura IV. 43	Guardar la medición de cobertura.....	- 96 -
Figura IV. 44	Mapa de medición de cobertura.....	- 97 -
Figura IV. 45	Guardamos la medición de cobertura. ....	- 97 -

Figura IV. 46	Ingreso al navegador para verificar la grabación de las mediciones ....	98 -
Figura IV.67	Datos a ser presentados en el software MapView .....	98 -
Figura IV. 48	Configuración de colores para los distintos niveles de señal.....	99 -
Figura IV. 49	Datos presentados en el software MapView de R&S. ....	99 -
Figura IV. 50	Presentación de los datos mediante Google Earth .....	100 -
Figura IV. 51	Datos presentados en el software GoogleEarth .....	100 -
Figura IV. 52	Obtención del archivo de resultados de medición. ....	101 -
Figura IV. 53	Definición de colores para determinar los niveles de intensidad de campo-	101 -
Figura IV. 54	Presentación de las mediciones en el mapa digital. ....	102 -
Figura IV. 55	Visualización de la medición realizada en el mapa digita MapView -	102 -
Figura IV. 56	Almacenamiento del gráfico de cobertura. ....	103 -
Figura IV. 57	Presentación de la cobertura en el software Google Earth. ....	103 -
Figura IV. 58	Elección de la estación remota para realizar las mediciones .....	105 -
Figura IV. 59	Selección del modo de medición automático.....	105 -
Figura IV. 60	Definición de los parámetros de medición automática .....	106 -
Figura IV. 61	Selección del tipo de antena.....	106 -
Figura IV. 62	Configuración de los parámetros técnicos en el DDF255 en la opción FFM .....	107 -
Figura IV. 63	Configuración de los parámetros técnicos en el DDF255 en la opción FLS-	107 -
Figura IV. 64	Configuración de la Banda de frecuencia y antena.....	108 -
Figura IV. 65	Configuración de equipo.....	108 -
Figura IV. 66	Configuración del tiempo en el cual va a realizar la medición.....	109 -
Figura IV. 67	Inicialización de la tarea de medición automático .....	110 -
Figura IV. 68	Resultados de la medición en la estación remota. ....	110 -
Figura IV. 69	Procesamiento de los resultados de Medición. ....	111 -
Figura IV. 70	Resultado comprimido con intervalo de tiempo de la medición.....	111 -
Figura IV. 71	Resultados anidados con datos del trasmisor.....	112 -
Figura IV. 72	Agregación de datos estadísticos a los resultados de medición.....	112 -
Figura IV. 73	Umbral para arrojar resultado con porcentaje de ocupación .....	113 -
Figura IV. 74	Archivos exportado en formato .xls.....	113 -
Figura V. 75	Excesivo ancho de banda .....	116 -
Figura V.76	Estación que no cumple con una buena modulación con un valor superior a 75 kHz .....	119 -
Figura V.87	Ubicación geográfica de los transmisores de las estaciones de radio FM ....	124 -

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico V. 1 Ancho de banda. ....	- 117 -
Gráfico V. 2 Valores de Modulación de frecuencia .....	- 118 -
Gráfico V. 3 Tolerancia de frecuencia (OFFSET). ....	- 120 -
Gráfico V. 4 Intensidad de campo .....	- 121 -

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II. 1 Nomenclatura de las Bandas de Frecuencias del espectro radioeléctrico.-	38 -
Tabla II. 2 Nomenclatura de las Bandas de Frecuencias para radiodifusión.....	39 -
Tabla II. 3 Potencia de transmisión vs distancia de alcance de la onda .....	45 -
Tabla III.4 Canalización de la banda de frecuencias para FM .....	63 -
Tabla III.5 Grupos de frecuencias para distribución y asignación a nivel nacional ...	65 -
Tabla III. 6 Distribución de frecuencias por zonas geográficas para el Ecuador .....	67 -
Tabla III.7 Valores de intensidad de campo eléctrico .....	73 -
Tabla III.8 Relaciones de protección señal deseada / señal no deseada. ....	74 -
Tabla IV. 9 Valores del control de ganancia. ....	89 -
Tabla IV. 10 Opciones para determinar el modo IF. ....	91 -
Tabla IV.11 Opciones de los valores de ancho de banda .....	92 -
Tabla IV.12 Parámetro a utilizar para diferentes tipos de medición .....	94 -
Tabla IV. 13 Parámetros para medición para medición de cobertura (Unidad móvil).-	96 -
-	
Tabla IV. 14 Valores para determinar la intensidad de campo. ....	112 -
Tabla V. 15 Datos obtenidos en la medición.....	116 -
Tabla V. 16 Ancho De Banda.....	117 -
Tabla V.17 Porcentaje de modulación.....	118 -
Tabla V.18 Tolerancia de Frecuencia.....	119 -
Tabla V.19 Intensidad Del Campo Eléctrico.....	120 -

## ÍNDICE DE FORMULAS

Fórmula II. 1 Ganancia de una antena en dBd .....	- 29 -
Fórmula II. 2 Porcentaje de ancho de banda de la antena .....	- 31 -
Fórmula II. 3 Cálculo de la ganancia de un arreglo lineal.....	- 46 -
Fórmula II. 4 Cálculo de la ganancia compuesto de un arreglo compuesto.....	- 47 -
Fórmula II. 5 Cálculo de la potencia efectiva radiada.....	- 47 -
Fórmula III. 6. Ancho de banda.....	- 69 -
Formula III. 7 Porcentaje de modulacion de una frecuencia.....	- 70 -
Fórmula III. 8 Tolerancia de frecuencia .....	- 75 -
Fórmula III. 9 Cálculo de la velocidad del vehículo .....	- 79 -

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el uso de sistemas de las comunicaciones es cada vez más difundido y la radiodifusión es muy popular en nuestro medio, ya que tiene una gran acogida por parte del público radioescucha.

Siendo la radiodifusión un medio de comunicación basado en el envío de señales de audio a través de ondas de radio, posibilita la transmisión de señales mediante modulación de ondas electromagnéticas, las cuales requieren de un medio de propagación para poder transportarse.

Es así como la radiodifusión, es considerada como el medio de transmisión masiva de mayor alcance, que permite establecer un contacto más estrecho entre el radio escucha, llegando a todas las clases sociales y aportando cierto grado de participación en la programación transmitida.

Es por eso que este trabajo realizó el estudio de la Norma Técnica Reglamentaria para Radiodifusión en Frecuencia Modulada Analógica que se encuentra vigente en el Ecuador, se realizaron mediciones de los parámetros técnicos (intensidad de campo, ancho de banda, modulación, tolerancia de frecuencia conocida como OFFSET, potencias entre otros), se analizaron los resultados obtenidos, investigaron las causas y se emiten las recomendaciones para mejorar la calidad de la señal de radiodifusión en frecuencia modulada en la ciudad de Riobamba.

La Superintendencia de Telecomunicaciones como organismo de control de las telecomunicaciones en el país, dispone de nuevos equipos automáticos de medición de

parámetros técnicos y realización de drive test, con la ayuda del Sistema Automático de Control del Espectro Radioeléctrico (SACER) y el software ARGUS, con las que se llevan a cabo la medición de los parámetros técnicos que indica la Norma Técnica Reglamentaria para Radiodifusión en Frecuencia Modulada Analógica, cuyos resultados pueden ser analizados para verificar el estado real de las estaciones de radiodifusión y encontrar las causas de carácter técnico que dificulten la buena difusión y propagación de las ondas electromagnéticas que afectan a la calidad de servicio que no permiten una buena señal recibida por el usuario.

Una vez realizada las mediciones de los parámetros técnicos se podrá determinar si existen factores de índole técnicos como la potencia de transmisión, parámetros de antenas, altura de la fuente de emisión de las ondas electromagnéticas, ubicación geográfica, calidad de equipos, distancia al lugar de cobertura, entre otros, que influyen de manera relevante en el cumplimiento de la Norma Técnica y en la calidad de servicio receptada por el usuario.

# **CAPÍTULO I**

## **MARCO REFERENCIAL**

### **1.1 INTRODUCCIÓN**

El presente capítulo hace referencia a la importancia de la radiodifusión en el país, la necesidad de realizar la verificación del cumplimiento de los parámetros técnicos con la Norma Técnica Reglamentaria para Radiodifusión en Frecuencia Modulada Analógica en la ciudad de Riobamba, para determinar el estado real de las estaciones de radiodifusión en frecuencia modulada y encontrar los problemas de calidad de servicio que no permiten una buena señal recibida por el usuario. Y de la misma manera se plantea la hipótesis para dar solución y recomendar mejoras a la calidad de servicio ofrecido por las radiodifusoras.

### **1.2 ANTECEDENTES**

La radiodifusión ha sido uno de los medios de comunicación más importantes en el Ecuador y en el mundo, conocido también como “el medio masivo por excelencia”

debido a la gran cobertura que presenta y su capacidad de mantener enlazados continuamente a una gran cantidad de personas, ha sido también el medio más importante en tiempos de crisis. Constituye además un medio de entretenimiento como no ha sido hasta la actualidad ningún otro medio de comunicación. La ventaja más grande que tiene la radiodifusión es el bajo costo, el fácil acceso y la capacidad de comunicación hacia los oyentes en tiempo real.

El espectro radioeléctrico es fundamental para poder transmitir todo tipo de información a través del espacio libre, las emisiones deben llegar con calidad y brindar un buen servicio al usuario, por esa razón existe la necesidad de un adecuado control técnico con monitoreo constante y la verificación de los parámetros técnicos de funcionamiento de los sistemas de transmisión, para evitar interferencias entre estaciones, el uso indebido del mismo, garantizar su uso eficiente y el cumplimiento de los parámetros de calidad.

En nuestro país se encuentra vigente la Norma Técnica Reglamentaria para Radiodifusión en Frecuencia Modulada Analógica, la cual establece principalmente normas y parámetros técnicos que deben ser cumplidos por parte de las estaciones que brindan servicio de radiodifusión a través de éste medio.

Existen estaciones de radiodifusión FM que no brindan una señal de buena calidad para los usuarios, especialmente en ciertas zonas de la ciudad de Riobamba.

### **1.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO DE TESIS.**

Sobre la base de lo establecido en la Norma Técnica Reglamentaria para Radiodifusión en Frecuencia Modulada Analógica, es necesario analizar su cumplimiento por parte de las estaciones de radiodifusión que brindan servicio en la ciudad de Riobamba. Conforme la experiencia personal y la realización de encuestas informales se desprende que varias estaciones de radiodifusión FM no brindan una buena señal en ciertos

sectores de la ciudad de Riobamba, por lo que es necesario realizar un análisis exhaustivo de las posibles causas para su mala calidad.

La Superintendencia de Telecomunicaciones como organismo de control de las telecomunicaciones en el país, dispone de nuevos equipos automáticos de medición de parámetros técnicos y realización de drive test, cuyos resultados pueden ser analizados para verificar el estado real de las estaciones de radiodifusión en frecuencia modulada y encontrar los problemas de calidad de servicio que no permiten una buena señal recibida por el usuario.

Una vez analizados los resultados de las mediciones a realizarse en la ciudad de Riobamba, es oportuno encontrar las causas de la baja calidad como un aporte a la sociedad y a los concesionarios de las estaciones de radiodifusión FM, así como para los futuros proveedores de éste servicio, razón por la cual se pretenden emitir recomendaciones para su mejoramiento.

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 Objetivo general**

Realizar el estudio de la Norma Técnica, medir los parámetros técnicos, analizar los resultados obtenidos, investigar las causas y emitir las recomendaciones para mejorar la calidad de la señal de radiodifusión en frecuencia modulada en la ciudad de Riobamba.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Estudiar la Norma Técnica Reglamentaria para Radiodifusión en Frecuencia Modulada Analógica para determinar los parámetros técnicos que influyen en la calidad de servicio recibida por los usuarios.

- Realizar las mediciones de los parámetros técnicos de las estaciones de radiodifusión FM en la ciudad de Riobamba, con ayuda de los equipos disponibles en la Superintendencia de Telecomunicaciones.
- Comparar los datos obtenidos con los establecidos en la Norma Técnica, verificar las estaciones con más baja calidad y los lugares con problemas de cobertura de señal.
- Buscar las causas de carácter técnico que dificulten la buena difusión y propagación de las ondas electromagnéticas.
- Recomendar la modificación de ciertos parámetros de carácter técnico, que sirva de guía para concesionarios, organismo de regulación de las telecomunicaciones, futuros prestadores de éste servicio y usuarios en general.

### **1.5 HIPÓTESIS.**

Existen factores de índole técnicos como la potencia de transmisión, parámetros de antenas, altura de la fuente de emisión de las ondas electromagnéticas, ubicación geográfica, calidad de equipos, distancia al lugar de cobertura, entre otros, que influyen de manera relevante en el cumplimiento de la Norma Técnica y en la calidad de servicio receptada por el usuario de la calidad de la radiodifusión en frecuencia modulada en la ciudad de Riobamba.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 INTRODUCCIÓN**

El presente capítulo trata los elementos más relevantes que conforman un sistema de comunicación, ya que es la base de partida para los capítulos que se abordarán más adelante, teniendo en cuenta que el correcto uso del espectro radioeléctrico tendrá como resultado la optimización de este recurso.

Además, se da una explicación breve de lo que son las estaciones de radiodifusión FM, sus características principales, así como los equipos y herramientas que se utiliza para que la señal se propague en el espacio libre.

## **2.2 RADIODIFUSIÓN EN FRECUENCIA MODULADA**

La frecuencia modulada (FM) o modulación de frecuencia es una modulación angular que transmite información a través de una onda portadora variando su frecuencia, contrastando ésta con la amplitud modulada o modulación de amplitud (AM), en donde la amplitud de la onda es variada mientras que su frecuencia se mantiene constante.

En otras palabras, la modulación por frecuencia (FM) es el proceso de información, la cual puede estar tanto en forma digital como analógica, en una onda analógica mediante la variación de su frecuencia instantánea de acuerdo con la señal de entrada.

El ancho de banda asignado a cada estación de radio FM, es suficientemente amplio para la difusión de señales en estéreo de alta fidelidad. La frecuencia de la portadora está modulada directamente, con la suma de las señales de sonido de los canales izquierdo y derecho. Una subportadora de 38 kHz, también modula la portadora y esa subportadora, está modulada con la diferencia de las señales de audio de los canales izquierdo y derecho. El sintonizador de FM decodifica luego esta señal y la separa en los canales de audio izquierdo y derecho.

## **2.3 CONCEPTOS BÁSICOS**

Por lo antes dicho se puede decir que en el proceso de radiodifusión se distinguen tres fases:

- a) La transmisión, que comienza en los estudios y termina en la estación emisora concretamente en la antena.
- b) La propagación por el espacio, donde una vez iniciada la transmisión cobra especial importancia la modulación.
- c) La recepción de las ondas, llevada a cabo en el receptor, que transforma las ondas moduladas en señales audibles.

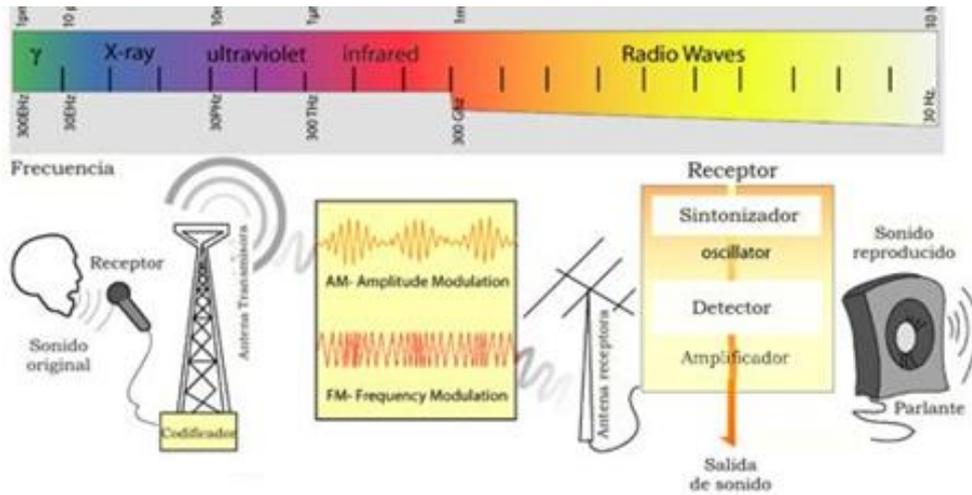


Figura II. 1 Proceso de Radiodifusión.  
Fuente: (PianoRed, 2005)

## 2.4 ESTACIONES DE RADIODIFUSIÓN

El funcionamiento de una estación de radio se basa en la emisión y recepción de ondas electromagnéticas de la longitud de onda correspondiente a la radio. El espectro electromagnético es muy amplio y comprende desde los rayos gama hasta las microondas. Las ondas de radio se encuentran entre las microondas y el espectro infrarrojo. La música y todos los sonidos que escucha el ser humano se encuentran dentro del mencionado espectro.

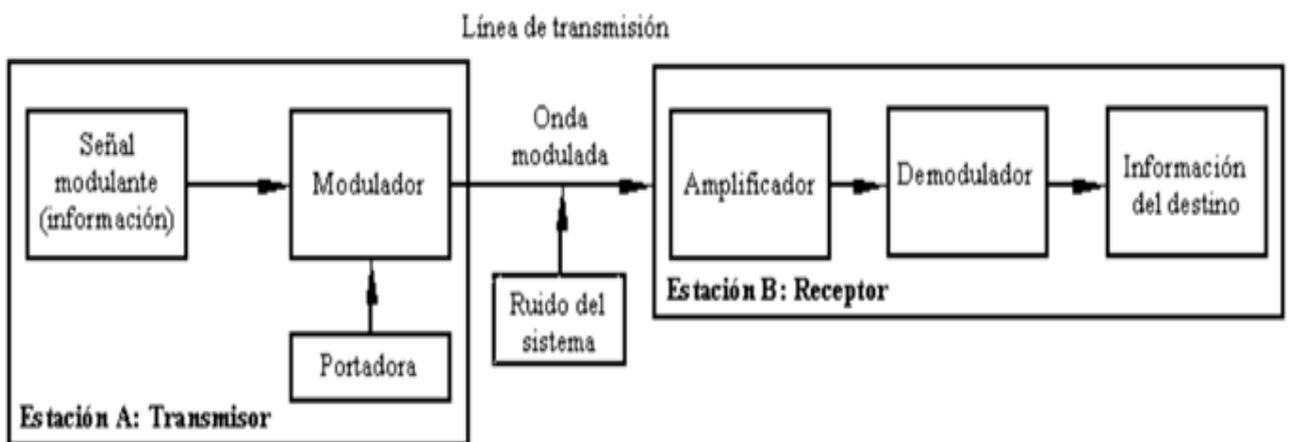


Figura II. 2 Diagrama de bloques de un transmisor de ondas de radio<sup>1</sup>  
Fuente: <http://www2.fe.ccoo.es/andalucia/docu/p5sd6996.pdf>

<sup>1</sup> Generación y recepción de ondas de radio  
[Http://sites.google.com/sites/soliedra/radio](http://sites.google.com/sites/soliedra/radio)

Según la modulación que posea la señal emitida principalmente en la radiodifusión, nos encontraremos con una señal de amplitud modulada u otra de frecuencia modulada. Luego, la antena receptora comienza el proceso de recepción de la señal de la estación de radio. El sintonizador se ocupa de separar las distintas frecuencias de las mismas para dar con la que es de nuestro interés.

Finalmente, un amplificador tiene la capacidad de aumentar el sonido o la música que se ha emitido a través de un parlante puede ser escuchada por el oído. De esta manera se cierra todo el ciclo de emisión y recepción que hace la radiodifusión<sup>2</sup>.

## 2.5 ESTACIONES DE RADIODIFUSIÓN EN FRECUENCIA MODULADA

También conocida como modulación de frecuencia, transmite información a través de una onda portadora variando su frecuencia. Para transmitir en FM se necesita un mayor ancho de banda, es decir ocupan espacio en el espectro radioeléctrico y en consecuencia se necesita disponer de más espacio entre una emisora y otra, generalmente se transmite en frecuencias más altas.



**Figura II. 3 Funcionamiento de una estación de radiodifusión FM**

Fuente: <http://www.ieslaaldea.com/documentos/tecnologia/tecnocomunic01.pdf>

<sup>2</sup>Radiodifusión - Transmisión a distancia, por medio de ondas hercianas, de voz y sonido en forma de programas, de información, música, etc., destinada al público.

## **2.6 ANTENAS**

Las antenas son un componente muy importante de los sistemas de comunicación.

Por definición, una antena es un dispositivo utilizado para transformar una señal de RF que viaja en un conductor, en una onda electromagnética en el espacio abierto. Las antenas exhiben una propiedad conocida como reciprocidad, lo cual significa que una antena va a mantener las mismas características sin importar si está transmitiendo o recibiendo. La mayoría de las antenas son dispositivos resonantes, que operan eficientemente sólo en una banda de frecuencia relativamente baja. Una antena debe ser sintonizada en la misma banda que el sistema de radio al que está conectada, para no afectar la recepción y transmisión. Cuando se alimenta la antena con una señal, emitirá radiación distribuida en el espacio de cierta forma. La representación gráfica de la distribución relativa de la potencia radiada en el espacio se llama diagrama o patrón de radiación.

### **2.6.1 Características de las antenas**

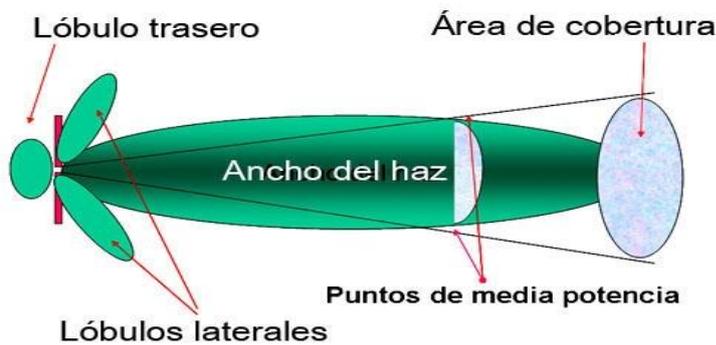
Son importantes de una antena que deben de ser consideradas al momento de elegir una específica para su aplicación:

- ✓ Patrón de radiación
- ✓ Ganancia
- ✓ Directividad
- ✓ Polarización
- ✓ Ancho de banda

#### **2.6.1.1 Patrones de Radiación**

El diagrama de radiación o patrón de radiación es una gráfica de la potencia de la señal transmitida en función del ángulo espacial, en ellos podemos apreciar la ubicación de los lóbulos laterales y traseros, los puntos en los cuales no se irradia potencia(NULOS)y adicionalmente los puntos de media potencia.

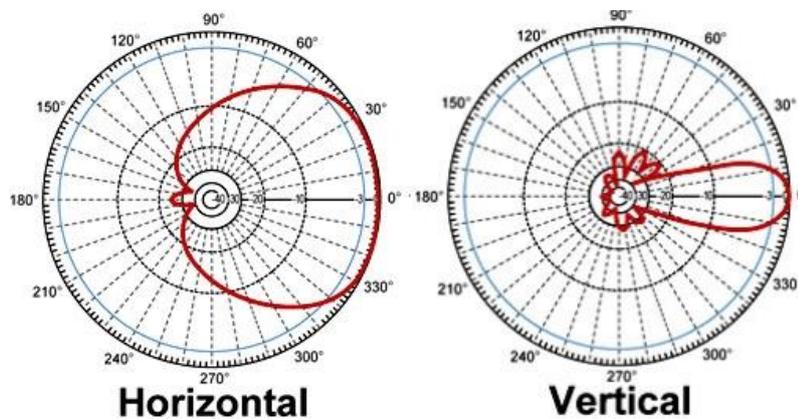
Los diseñadores de antenas se esmeran por reducir al mínimo los lóbulos secundarios, laterales y traseros ya que generalmente son perjudiciales, esto se logra mediante la modificación de la geometría de la antena. Desde el punto de vista formal, el campo electromagnético producido por una antena a gran distancia corresponde a la transformada de Fourier en dos dimensiones de la distribución de cargas eléctricas en la antena.



**Figura II. 4 Patrón de radiación de una antena**

Fuente: <http://www.radioenlaces.es/articulos/antenas-para-radiodifusion/#sthash.kxvTeZMo.dpuf>

Normalmente los diagramas de radiación se representan de forma bi-dimensional en dos planos, el vertical y el horizontal, estos planos son presentados en coordenadas rectangulares o en coordenadas polares como se muestra a continuación:



**Figura II. 5 Representación de un diagrama de radiación en coordenadas polares**

Fuente: <http://www.radioenlaces.es/articulos/antenas-para-radiodifusion/#sthash.kxvTeZMo.dpuf>

### 2.6.1.2 Ganancia

La ganancia de una antena es la relación entre la potencia que entra en una antena y la potencia que sale de esta. Esta ganancia es comúnmente referida en dBi, y se refiere a la comparación de cuanta energía sale de la antena en cuestión, comparada con la que saldría de una antena isotrópica. Una antena isotrópica es aquella que cuenta con un patrón de radiación esférico perfecto y una ganancia lineal unitaria.

Algunas veces a ganancia de las antenas es expresada en dBd. En tal caso la antena de referencia es una antena dipolo. Una antena dipolo tiene una ganancia de 2.14dBi comparado con una antena isotrópica. Por ello, si la ganancia de una antena dada se expresa en dBd resultará en un valor inferior en 2,14 dB respecto a la ganancia de la misma antena expresada en dBi.

$$\text{Ganancia en dBd} = \text{Ganancia en dBi} - 2,14$$

#### **Fórmula II. 1 Ganancia de una antena en dBd**

Fuente: <http://www.radioenlaces.es/articulos/antenas-para-radiodifusion/#sthash.kxvTeZMo.dpuf>

### 2.6.1.3 Directividad

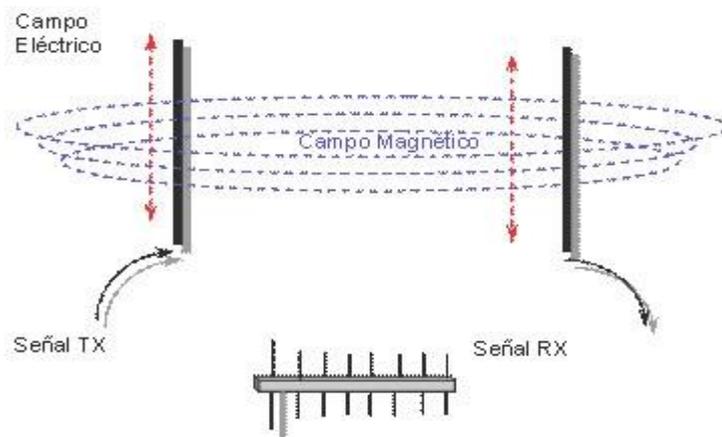
La directividad de la antena es una medida de la concentración de la potencia radiada en una dirección particular. Se puede entender también como la habilidad de la antena para direccionar la energía radiada en una dirección específica. Es usualmente una relación de intensidad de radiación en una dirección particular en comparación a la intensidad promedio isotrópica.

### 2.6.1.4 Polarización

La polarización de una antena corresponde a la dirección del campo eléctrico emitido por una antena. Esta polarización puede ser: **Vertical, Horizontal, Elíptica y Circular** (Hacia la derecha o hacia la izquierda)

#### 2.6.1.4.1 Polarización Vertical

Si el campo eléctrico permanece en la dirección vertical durante toda la trayectoria de una onda decimos que tiene polarización vertical, para un dipolo el movimiento de los electrones dentro del alambre responde al campo eléctrico y por lo tanto define la polarización.

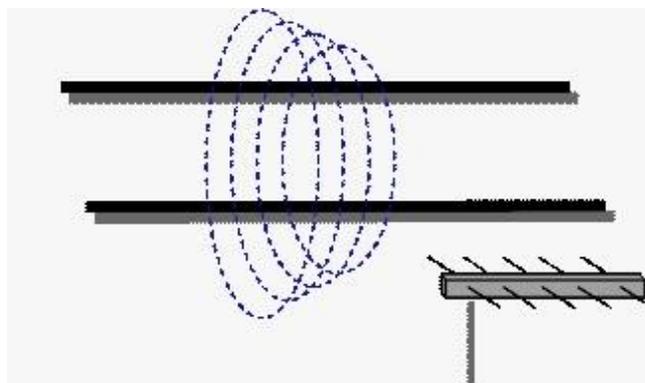


**Figura II. 6 Polarización Vertical**

Fuente: <http://www.radioenlaces.es/articulos/antenas-para-radiodifusion/#sthash.kxvTeZMo.dpuf>

#### 2.6.1.4.2 Polarización Horizontal

Si colocamos el alambre horizontalmente, tendremos polarización horizontal.



**Figura II. 7 Polarización Horizontal**

Fuente: <http://www.radioenlaces.es/articulos/antenas-para-radiodifusion/#sthash.kxvTeZMo.dpuf>

### 2.6.1.5 Ancho de banda de la antena

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

$$\text{Ancho\_de\_Banda}[\%] = 100 \frac{f_H - f_L}{f_C}$$

**Fórmula II. 2 Porcentaje de ancho de banda de la antena**

Fuente: <http://www.radioenlaces.es/articulos/antenas-para-radiodifusion/#sthash.kxvTeZMo.dpuf>

$f_H$  es la frecuencia más alta de la banda,  $f_L$  es la frecuencia más baja, y  $f_C$  es la frecuencia central. De esta forma, el ancho de banda porcentual es constante respecto a la frecuencia central. Los diferentes tipos de antenas tienen variadas limitaciones de ancho de banda.

## 2.7 Tipos de antenas para radiodifusión

Los sistemas de radiodifusión necesitan abarcar una amplia zona de cobertura, lo que se consigue empleando transmisores de alta potencia junto con unos sistemas radiantes adaptados a ello. En su gran mayoría, los elementos de radiación se componen de diversas antenas básicas que se agrupan en configuraciones en array para conformar un determinado diagrama de radiación, generalmente de tipo omnidireccional, y se colocan en torres de comunicaciones o mástiles elevados para conseguir buena visibilidad y grandes alcances.

A diferencia de los radioenlaces punto a punto, en donde normalmente se emplean reflectores parabólicos en ambos extremos, en este caso los elementos radiantes se construyen fundamentalmente a partir de antenas de tipo dipolo en diversas

configuraciones. Es por ello por lo que resulta habitual expresar la ganancia del conjunto en términos de la ganancia de un dipolo en  $\lambda/2$ .

De este modo, la ganancia de las antenas o elementos radiantes utilizados en sistemas de radiodifusión se expresa en dBd de acuerdo con la siguiente expresión:

A continuación presentaré algunos ejemplos de antenas típicas utilizadas en sistemas de radiodifusión FM, comentando algunas de sus características fundamentales.

### 2.7.1 Antenas Colineales



**Figura II. 8 Antenas colineales**

Fuente: <http://www.radioenlaces.es/articulos/antenas-para-radiodifusion/#sthash.kxvTeZMo.dpuf>

Se caracterizan por un diagrama de radiación omnidireccional ( $360^\circ$ ), por lo que constituyen una opción muy adecuada para sistemas de radiodifusión. Son fáciles de montar, tienen bajo coste y ocupan poco espacio, aunque como desventaja poseen baja ganancia (en torno a 3-8 dBd en UHF para longitudes de 1 a 4 metros). Su ancho de banda no es muy grande, pero suelen cubrir fácilmente cuatro canales de TV UHF consecutivos. Las potencias de entrada están limitadas a unos 250 W.

### 2.7.2 Antenas Dipolo en V



**Figura II. 9 Antenas Dipolo en V**

Fuente: <http://www.radioenlaces.es/articulos/antenas-para-radiodifusion/#sthash.kxvTeZMo.dpuf>

Poseen polarización circular y son utilizados normalmente para radiodifusión FM (88-108 MHz). Su ancho de banda, no obstante, está limitado a unos 5 MHz. Pueden emplearse con potencias elevadas, por encima de 5 kW. Para configurar el diagrama deseado se suelen colocar en configuraciones en array, donde además pueden instalarse reflectores para mejorar la ganancia en una determinada dirección. Dado que operan a frecuencias bajas, los reflectores pueden construirse mediante rejillas que además reducen la carga del viento.

### 2.7.3 Dipolos de alta potencia



**Figura II. 10 Dipolos de alta potencia**

Fuente: <http://www.radioenlaces.es/articulos/antenas-para-radiodifusion/#sthash.kxvTeZMo.dpuf>

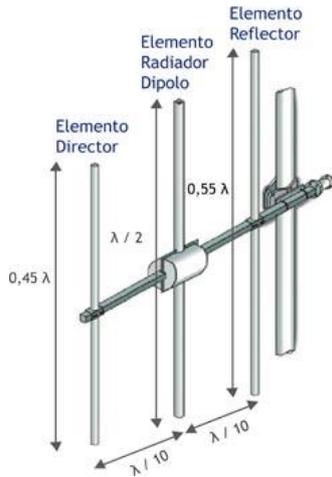
Es una antena elemental utilizada en sistemas de radiodifusión, en gran parte gracias a su diagrama de radiación omnidireccional. Normalmente, agrupando varios de éstos en configuraciones en array conseguimos el diagrama de radiación deseado, a la vez que reducimos la potencia de alimentación de cada uno de los dipolos individuales. Para aquellos casos en donde se necesiten potencias más elevadas, la solución pasa por aumentar la sección cruzada o superficie de los elementos conductores, pudiendo alimentarse con potencias de hasta 5 kW. Como antena elemental, su ganancia oscila a valores cercanos a 0 dBd, pero puede aumentarse teóricamente a 3 o 6 dBd en arreglos de 2 o 4 dipolos, respectivamente, en una configuración en array. Esta antena constituye una opción tanto para sistemas analógicos como para emisiones de radio digital DAB (Digital Audio Broadcasting). De hecho, empleando elementos sintonizados pueden obtenerse anchos de banda de 50 MHz.

#### **2.7.4 Antenas Yagi**

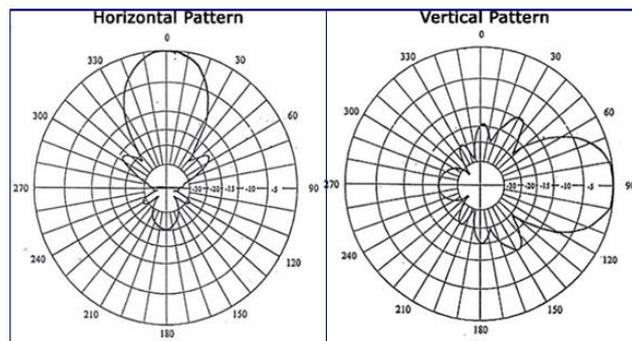
Son usadas en FM como antenas receptoras o para radioenlaces, aunque la mayor parte de Yagis que vemos en los tejados son antenas para recibir los canales de TV.

La particularidad de este tipo de antenas es que tienen varios elementos. Esto aporta dos ventajas: son muy directivas, ya que los elementos adicionales, llamados precisamente directores, tienen la misión de dirigir la señal hacia un solo lugar; la otra ventaja es su ganancia que aumenta con los elementos directores.

En las antenas Yagi, a mayor número de elementos, mayor directividad y mayor ganancia. Pero la construcción de estas antenas respecto al tamaño y distancia de separación de cada elemento no es aleatoria como puedes ver en la imagen.



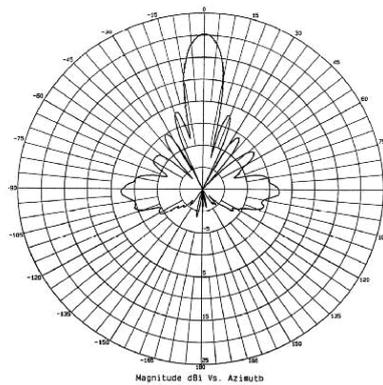
**Figura II. 11 Antena Yagi-Uda para FM**  
Fuente: <http://www.arieldx.com.ar>



**Figura II. 12 Patrón de radiación de una antena Yagi-Uda**  
Fuente: <http://www.arieldx.com.ar>

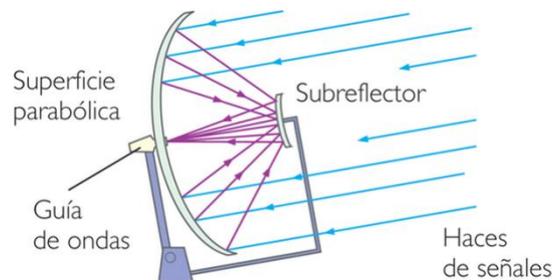
### 2.7.5 Antenas Parabólicas

Las antenas parabólicas usan características físicas así como antenas de elementos múltiples para alcanzar muy alta ganancia y direccionalidad. Estas antenas usan un plato reflector con la forma de una parábola para enfocar las ondas de radio recibidas por la antena a un punto focal. La parábola también funciona para capturar la energía radiada por la antena y enfocarla en un haz estrecho al transmitir. Como puede verse en la Figura II.13, la antena parabólica es muy direccional. Al concentrar toda la potencia que llega a la antena y enfocarla en una sola dirección, este tipo de antena es capaz de proveer muy alta ganancia.



**Figura II. 13** Patrón de radiación de una antena parabólica

Fuente: [http://www.wni.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&catid=31%3Ageneral&id=62%3Aantenassoporte&Itemid=79](http://www.wni.mx/index.php?option=com_content&view=article&catid=31%3Ageneral&id=62%3Aantenassoporte&Itemid=79)



**Figura II. 14** Antena parabólica

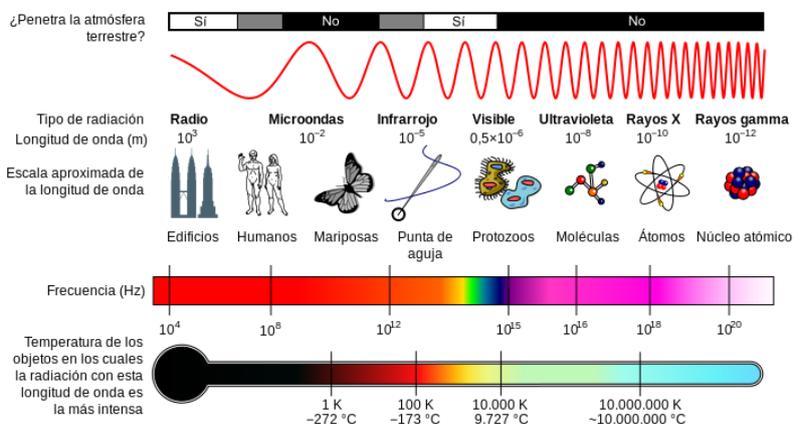
Fuente: <http://maam891.wordpress.com/category/antena-parabolica-de-foco-primario-y-offset-focalizada/>

## 2.8 ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO Y RADIOELÉCTRICO.

### 2.8.1 Espectro electromagnético

Se denomina espectro electromagnético a la distribución energética del conjunto de las ondas electromagnéticas. El término campo electromagnético se utiliza para indicar la presencia de energía electromagnética en un punto dado.

Es el conjunto de todas las radiaciones electromagnéticas posibles<sup>3</sup>. Estas radiaciones tienen como principal variables su frecuencia y longitud de onda, se propagan por el espacio libre en forma de ondas de radio.



**Figura II. 15**Espectro electromagnético.

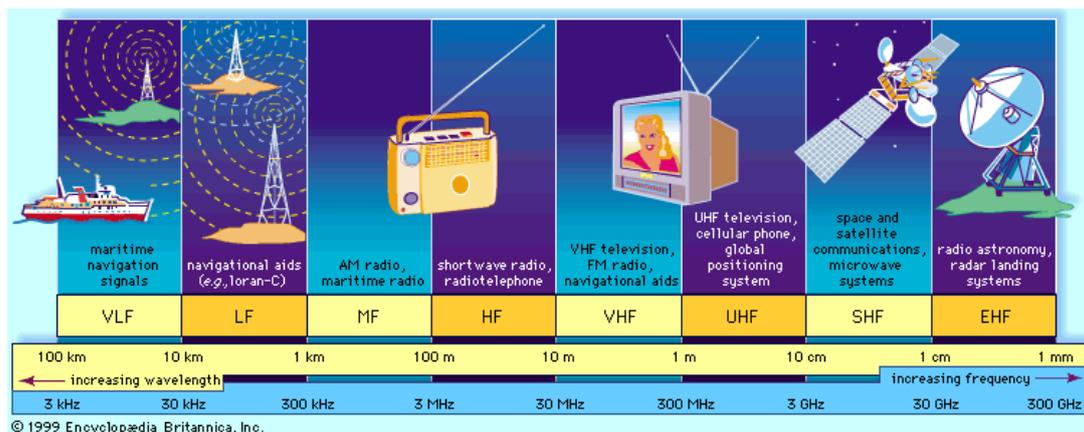
**Fuente:** [http://www.espectrometria.com/espectro\\_electromagnetico](http://www.espectrometria.com/espectro_electromagnetico)

## 2.8.2 El espectro radioeléctrico

El espectro radioeléctrico, es un recurso de gran valor que se utiliza para todas las formas de comunicaciones inalámbricas en el sector comercial y el sector público: móvil, radiodifusión sonora y de televisión, enlaces de banda ancha, navegación marítima y aeronáutica, control y comunicaciones por satélites.

Las ondas de radiofrecuencia son especialmente útiles porque en esta pequeña región del espectro las señales producidas pueden penetrar las nubes, la niebla y las paredes. Estas son las frecuencias que se usan para las comunicaciones vía satélite y entre teléfonos móviles.

<sup>3</sup> [http://www.espectrometria.com/espectro\\_electromagnetico](http://www.espectrometria.com/espectro_electromagnetico)



**Figura II. 16** Espectro radioeléctrico.

Fuente: <http://obsoletos.org/tag/radio/>

El espectro radioeléctrico o de ondas de radio comprende desde los 3 kHz de frecuencia, con una longitud de onda de 100 km, hasta los 300 GHz de frecuencia, con una longitud de onda de 1 mm.

El espectro radioeléctrico está dividido en bandas de frecuencias, esta división está dada por la UIT-R2 para evitar las interferencias de las señales generadas por los diferentes servicios radioeléctricos.

BANDA	SIGNIFICADO	LONGITUD DE ONDA	GAMA DE FREC.	USO TÍPICO
ELF	Frecuencias Extremadamente Bajas	1000 Km a 100 Km	0.3 kHz a 3 kHz	Comunicación con submarinos
VLF	Frecuencias Muy Bajas	100 Km a 10 Km	3 kHz a 30 kHz	Enlaces de radio a gran distancia
LF	Frecuencias Bajas	10 Km a 1 Km	30 kHz a 300 kHz	Enlaces de radio a gran distancia, ayuda a la navegación aérea y marítima.
MF	Frecuencias Medias	1000 m a 100 m	300 kHz a 3 MHz	Radiodifusión
HF	Frecuencias Altas	100 m a 10 m	3 MHz a 30 MHz	Comunicaciones de todo tipo a media y larga distancia
VHF	Frecuencias Muy Altas	10 m a 1 m	30 MHz a 300 MHz	Enlaces de radio a corta distancia, televisión, frecuencia modulada
UHF	Frecuencias Ultra Altas	1 m a 10 cm	300 MHz a 3 GHz	Enlaces de radio, Radar, Ayuda a la navegación aérea, televisión
SHF	Frecuencias Súper Altas	10 cm a 1 cm	3 GHz a 30 GHz	Radar, Enlaces de radio
EHF	Frecuencias Extremadamente Altas	1 cm a 1 mm	30 GHz a 300 GHz	Radar, Enlaces de radio

**Tabla II. 1** Nomenclatura de las Bandas de Frecuencias del espectro radioeléctrico

Fuente: SUPERTEL. (Ley s/n, R.O. 691, 95)

A su vez, desde el punto de vista de la atribución de las bandas de frecuencias, la UIT ha dividido al mundo en tres regiones, de las cuales, el Ecuador se encuentra en la Región 2, dentro de la Zona Tropical.

### BANDAS DE FRECUENCIA

BANDA	GAMA DE FRECUENCIAS (MHz)	CANALES
I	54 a 88	2 al 6 VHF
II	88 a 108	FM
III	174 a 216	7 al 13 VHF
IV	500 a 644	19 al 42 UHF
V	644 a 686	43 al 49 UHF

**Tabla II. 2 Nomenclatura de las Bandas de Frecuencias para radiodifusión.**

Fuente: SUPERTEL. (Ley s/n, R.O. 691, 95)

El Estado ecuatoriano ejerce la función de control del espectro radioeléctrico, de los servicios de telecomunicaciones y de los servicios de radiodifusión y televisión a través de la Superintendencia de Telecomunicaciones.

“De acuerdo al Capítulo I, Art 2 de la LEY ESPECIAL DE TELECOMUNICACIONES (Ley No. 184), El espectro radioeléctrico es un recurso natural de propiedad exclusiva del Estado y como tal constituye un bien de dominio público, inalienable e imprescriptible, cuya gestión, administración y control corresponde al Estado.”<sup>4</sup>

El art. 408 (Constitución Política de la República del Ecuador, 2008) “ Son de propiedad inalienable, imprescriptible e inembargable del Estado los recursos naturales no renovables y, en general, los productos del subsuelo, yacimientos minerales y de hidrocarburos, sustancias cuya naturaleza sea de la del suelo, incluso los que se encuentren en las áreas cubiertas por las aguas del mar territorial y las zonas marítimas; así como la biodiversidad y su patrimonio genético y el espectro radioeléctrico. Estos bienes sólo podrán ser explotados en estricto cumplimiento de los principios ambientales establecidos en la Constitución”

<sup>4</sup> [http://www.conatel.gov.ec/site\\_conatel/?option=com\\_content&view=article&catid=48:normas-del-sector&id=96:ley-especial-de-telecomunicaciones-reformada&Itemid=241](http://www.conatel.gov.ec/site_conatel/?option=com_content&view=article&catid=48:normas-del-sector&id=96:ley-especial-de-telecomunicaciones-reformada&Itemid=241)

### **2.8.3 Administración del espectro**

El CONATEL tiene las facultades de gestión, administración y control del espectro radioeléctrico comprenden, entre otras, las actividades de planificación y coordinación, la atribución del cuadro de frecuencias, la asignación y verificación de frecuencias, el otorgamiento de autorizaciones para su utilización, la protección y defensa del espectro, la comprobación técnica de emisiones radioeléctricas, la identificación, localización y eliminación de interferencias perjudiciales, el establecimiento de condiciones técnicas de equipos terminales y redes que utilicen en cualquier forma el espectro, la detección de infracciones, irregularidades y perturbaciones, y la adopción de medidas tendientes a establecer el correcto y racional uso del espectro, y a reestablecerlo en caso de perturbación o irregularidad.<sup>5</sup>

## **2.9 INTERFERENCIAS**

La interferencia es cualquier proceso que altera, modifica o destruye una onda durante su trayecto en el medio en que se propaga. La palabra destrucción, en este caso, debe entenderse en el sentido de que las ondas cambian de forma al unirse con otras, después de detectar y solucionar la interferencia normalmente vuelven a ser las mismas ondas con la misma frecuencia.

### **2.9.1 Tipos básicos de interferencias**

Existen tres tipos de interferencias básicas:

- La interferencia de radio frecuencia (RFI - Radio Frequency Interference), se produce por los transmisores de radio y de televisión, los equipos de comunicaciones, los sistemas de televisión por cable y otros tipos de equipos que generan energía de radio frecuencia como parte de su funcionamiento,

---

<sup>5</sup>SUPERTEL. (Ley s/n, R.O. 691, 92)

- La interferencia eléctrica es causada por las computadoras y el equipo digital, equipo fuertemente eléctrico, los sistemas de iluminación, los dispositivos eléctricos defectuosos.
- La de intermodulación

### **2.9.2 Los armónicos**

Se llaman armónicos a todas las frecuencias que son múltiplos enteros de una señal que para este fin denominamos "fundamental" o "primer armónica". Por ejemplo si la frecuencia fundamental fuera 88,1 MHz, el primer armónico sería 88,1 MHz ( $88,1 \times 1$ ), el segundo armónico 176,2 MHz ( $88,1 \times 2$ ), el tercer armónico 264,3 MHz ( $88,1 \times 3$ ), y así sucesivamente.

Las frecuencias armónicas juegan un papel muy importante en los sistemas de radio porque toda onda periódica que sufra la más ligera deformación respecto de una senoide pura, se compone de una onda cuya frecuencia es la fundamental, más la suma de una o más ondas de diversa amplitud (y fase) que son armónicas de ella. Siempre que una onda periódica sufre alguna deformación respecto de una senoide pura aparecerán armónicas. Idénticamente puede decirse que cualquier onda periódica que una forma diferente a la senoide perfecta, estará compuesta por una fundamental más un grupo característico de armónicas.

Los circuitos electrónicos no siempre son capaces de producir o amplificar señales entregando ondas perfectamente sinusoidales. Esta distorsión que conlleva a la producción de armónicas se aprovecha para fines prácticos, sobre todo en etapas denominadas "multiplicadoras" de frecuencia, en las cuales se explota la aparición de armónicos para utilizarlos como señales útiles separándolos con circuitos apropiados de la fundamental y el resto de los armónicos.

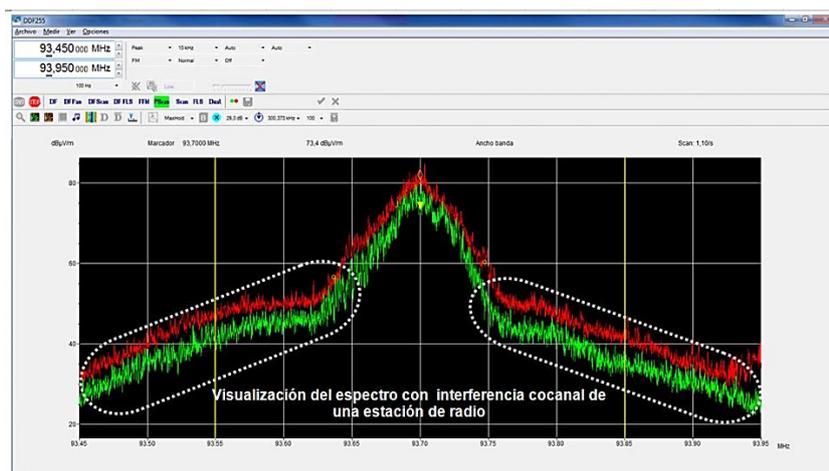
### **2.9.3 La intermodulación**

Intermodulación o la distorsión de intermodulación es la modulación de amplitud de las señales que contienen dos o más frecuencias diferentes en un sistema con no linealidades. La intermodulación entre cada componente de frecuencia se formará señales adicionales en las frecuencias que no son sólo en las frecuencias armónicas de cualquiera, sino también en la suma y diferencia de las frecuencias de las frecuencias originales y en los múltiplos de esas frecuencias suma y diferencia.

Intermodulación no es deseable en la radio o de procesamiento de audio, ya que crea emisiones no esenciales no deseadas, a menudo en forma de bandas laterales. Para las transmisiones de radio que esto aumenta la anchura de banda ocupada, que conduce a la interferencia de canal adyacente, lo que puede reducir la claridad del audio o el aumento del uso del espectro.

### 2.9.4 Interferencia Cocanal

Es una interferencia que se presenta en la misma banda de frecuencia que la señal útil, ocurre cuando la misma frecuencia de portadora de dos transmisores separados físicamente, llega a un mismo receptor al mismo tiempo. Este problema no solo ocasiona una limitación en la capacidad del sistema, sino también calidad de servicio bajo.



**Figura II. 17** Interferencia Cocanal  
Fuente: La Autora

## 2.9.5 Interferencia por Canal Adyacente

La interferencia de canal adyacente son perturbaciones que ingresan al receptor desde otra estación cercana, este tipo de interferencia es muy común en las estaciones de radiodifusión FM. Normalmente por malos filtrados o producidos por los receptores de entrada de radio frecuencia.

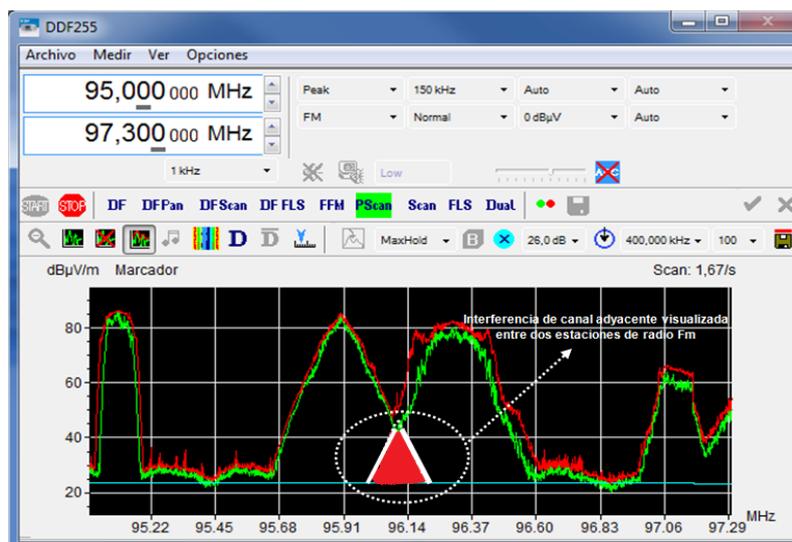


Figura II. 18 Interferencia por Canal Adyacente

Fuente: La Autora

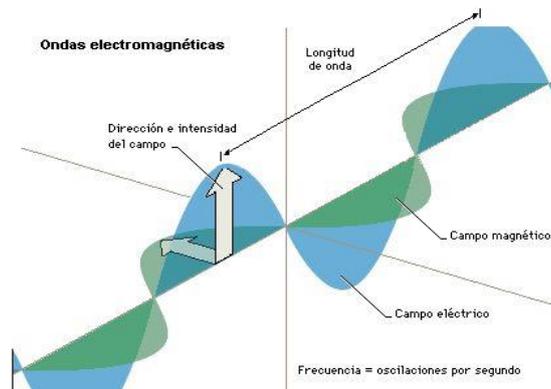
## 2.10 PROPAGACIÓN Y COBERTURA

### 2.10.1 Onda electromagnética

Una onda electromagnética es la forma de propagación de la radiación electromagnética a través del espacio, y sus aspectos teóricos están relacionados con la solución en forma de onda que admiten las ecuaciones de Maxwell. A diferencia de las ondas mecánicas, las ondas electromagnéticas no necesitan de un medio material para propagarse; es decir, pueden desplazarse por el vacío<sup>6</sup>.

Las ondas luminosas son ondas electromagnéticas cuya frecuencia está dentro del rango de la luz visible.

<sup>6</sup><http://es.scribd.com/doc/76805187/03-Propagacion-y-Cobertura-Sept-2010-Radio-en-Laces-Wlc>



**Figura II. 19 Ondas electromagnéticas**

Fuente: <http://es.scribd.com/doc/76805187/03-Propagacion-y-Cobertura-Sept-2010-Radio-en-Laces-Wlc>

La propagación de ondas se refiere al “viaje” o “dispersión” de las ondas electromagnéticas en el espacio libre.

Espacio libre como tal, implica realmente vacío, normalmente la propagación por la atmósfera terrestre se denomina “propagación en el espacio libre”.

La principal diferencia es que la atmósfera de la Tierra produce o genera pérdidas adicionales. Las ondas electromagnéticas se propagan a través de cualquier material dieléctrico, incluyendo el aire, pero no se propagan bien a través de conductores con pérdidas como el agua de mar, debido a que la energía se disipa con rapidez.

Las ondas de radio se propagan por la atmósfera terrestre gracias a la energía transmitida por la fuente, posteriormente esa energía se recibe a través de la antena receptora.

Entre los equipos que hacen posible la transmisión FM, tenemos precisamente al transmisor de FM, que emiten frecuencia en el rango de 88-108 MHz.

Dependiendo de la frecuencia y de la distancia, los circuitos radioeléctricos pueden establecerse en la porción inferior de la atmósfera, y la propagación de la señal podrá ser bien por:

- Línea de vista,
- Por reflexiones múltiples,

- Por difracción en la superficie terrestre,
- Por dispersión en la troposfera (hasta 15 Km),
- Por reflexión en la ionosfera (entre 60 – 600 Km) o,
- Por una combinación de varios de los procesos anteriores.

Las ondas de radiofrecuencia debido a sus propiedades ópticas pueden propagarse de las siguientes maneras:

- **Onda Directa:** Son aquellas que siguen una trayectoria directa entre el emisor y el receptor.
- **Reflexión:** Son señales reflejadas en obstáculos que pueden alcanzar al receptor.
- **Difracción:** también conocida como filo de navaja, la onda electromagnética es forzada a superar un obstáculo pasando por donde haya espacio.
- **Dispersión:** La onda electromagnética es forzada a superar un obstáculo de tamaño comparable con su Longitud de Onda y la energía se dispersa por este efecto. Se conoce también como scattering.

## 2.11 POTENCIA DE TRANSMISIÓN

Siempre estamos limitados por las leyes de la física. Asimismo, el alcance viene delimitado por varios factores:

POTENCIA	DISTANCIA EN LÍNEA RECTA
1 watt	1 a 5 km
5 watts	5 a 10 km
15 watts	Máximo 15 km
25 watt	Máximo 20 km
50 a 100 watt	25 a 35 km
1000 watt (1kw)	50 km
2000 watt (2kw)	100 km
5000 watt (5 kw)	Máximo 150-200

**Tabla II. 3Potencia de transmisión vs distancia de alcance de la onda**

Fuente: [http://www.pcs-electronics.com/guide\\_how.php?language=es](http://www.pcs-electronics.com/guide_how.php?language=es)

### 2.11.1 Cálculo de la Potencia Efectiva Radiada (PER)

De acuerdo con el artículo dos de la resolución 072-04-CONATEL- 2010, se acoge el procedimiento para determinar P.E.R. (potencia efectiva radiada), en el sitio de transmisión, según lo siguiente:

Con el objeto de determinar la Potencia Efectiva Radiada en el sitio de transmisión, se deberán tomar en cuenta los parámetros técnicos que permitan el cálculo de la referida potencia, de acuerdo a lo siguiente:

- Se verificará la potencia nominal con la cual está operando el transmisor a través de una lectura del medidor de potencia del mismo equipo a través del uso de equipos de medición de potencia.
- Se considera pérdida máxima en la línea de transmisión, conectores, en el caso de la Radiodifusión FM es de 1.5dB.
- Se verificará el tipo de sistema radiante, número de antenas del arreglo, azimut de máxima irradiación y ganancia en dBd, esto último tomando de información disponible en catálogos técnicos de los equipos, en caso de no contar con esta información, se aplicarán las siguientes ecuaciones:

Para un arreglo lineal:

$$G_T = G_A + 10 * \log (A_T)$$

**Fórmula II. 3 Cálculo de la ganancia de un arreglo lineal**

Fuente: [http://www.regulaciontelecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/07/072\\_04\\_conatel\\_2010.pdf](http://www.regulaciontelecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/07/072_04_conatel_2010.pdf)

- Dónde:
- $G_T$  Es la ganancia del arreglo de dBd.
  - $G_A$  Es la ganancia de la antena individual en dBd.
  - $A_T$  Es el número total de antenas del arreglo.

Para un arreglo compuesto:

$$G_T = G_A + 10 \cdot \log(A_{MR}) + 10 \cdot \log\left(\frac{A_{MR}}{A_T}\right)$$

**Fórmula II. 4 Cálculo de la ganancia compuesto de un arreglo compuesto**

Fuente: [http://www.regulaciontelecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/07/072\\_04\\_conatel\\_2010.pdf](http://www.regulaciontelecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/07/072_04_conatel_2010.pdf)

Dónde:  $G_T$  Es la ganancia del arreglo de dBd.

$G_A$  Es la ganancia de la antena individual en dBd.

$A_{MR}$  Es el número de antenas en la dirección de máxima radiación-

$A_T$  Es el número total de antenas del arreglo.

Siendo un arreglo compuesto en el que las antenas está dispuestas en un mismo plano horizontal y de diferentes azimut.

La potencia efectiva radiada P.E.R. correspondiente a la máxima dirección de irradiación, se obtiene aplicando la siguiente ecuación:

$$P.E.R. (Kw) = P_T (Kw) * 10^{\left[ \frac{G(dBd) - \text{perdidas}(dB)}{10} \right]}$$

**Fórmula II. 5 Cálculo de la potencia efectiva radiada**

Fuente: [http://www.regulaciontelecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/07/072\\_04\\_conatel\\_2010.pdf](http://www.regulaciontelecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/07/072_04_conatel_2010.pdf)

Dónde:  $P_T$ : Es la potencia nominal del transmisor.

$G(dBd)$ : Es la ganancia del arreglo (sistema radiante).

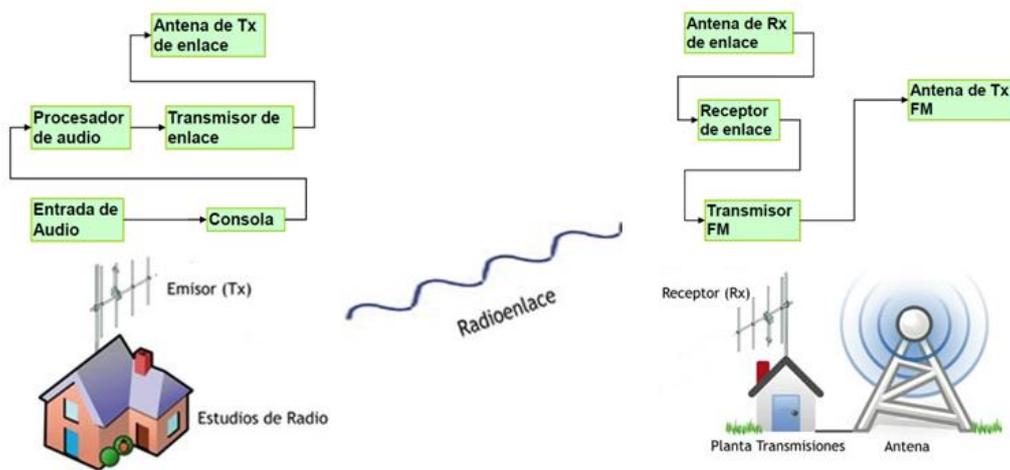
Pérdidas (dB): correspondientes a las líneas de transmisión, conectores.

## 2.12 EQUIPOS DE RADIODIFUSIÓN FM

Todas las emisoras poseen la base de un equipamiento técnico común, para el caso de radiodifusión FM se utilizan equipos de alta frecuencia que son los transmisores de la

señal, es decir, los que modulan y transmiten la señal de baja frecuencia en ondas electromagnéticas que viajan libremente por el espacio.

Una vez que la señal de audio sale del mezclador de la sala de control de la emisora, comienzan a actuar los equipos de alta frecuencia. Al tratarse de potencias elevadas, es aconsejable separar físicamente la alta frecuencia de los equipos de baja frecuencia, al objeto de que no produzcan interferencias y realimentaciones que distorsionarían la señal entregada por el mezclador.



**Figura II. 20** Equipamiento de un sistema de radiodifusión FM

Fuente: La Autora

### 2.12.1 Equipo Transmisor

Cuando la señal de audio llega al transmisor, directamente o mediante radioenlace, en primer lugar se introduce en el limitador, equipo que tiene por misión la adecuación del nivel y banda de paso de frecuencias de audio a unos niveles permitidos para evitar distorsiones e interferencias.

En el caso de las emisiones estereofónicas en FM es preciso aplicar un limitador por cada canal. Las señales posteriormente se aplican a un codificador que transforma los dos canales en una sola señal (la señal multiplex), que será la transmitida por la antena. La señal multiplexada es necesaria para mantener la compatibilidad con los receptores monofónicos, y consta de información monofónica, de una señal piloto y de la información estereofónica.

A continuación, tiene lugar la modulación, paso intermedio sin el que sería posible radiar la señal radiofónica, ya que la señal de baja frecuencia no es factible de ser transmitida a largas distancias, así la existente entre la antena emisora y la receptora serían insalvables.

### **2.12.2 Modulación en Frecuencia (FM)**

Consiste en la variación de la frecuencia central de la onda portadora en más o menos según la intensidad o amplitud de la señal moduladora. Esta variación es la profundidad de modulación. Y además la velocidad con la que se efectúan esta variación es directamente proporcional a la frecuencia moduladora.

Al producirse estas dos operaciones, la portadora modulada en frecuencia, aunque con una amplitud constante, posee dos informaciones de la señal moduladora: su amplitud y su frecuencia.

De tal forma que las bandas laterales que se forman son múltiplos enteros de la frecuencia moduladora y están situados a cada lado. El número de ellas depende del índice de modulación entre la desviación de la frecuencia central de la portadora y la frecuencia de modulación. Así aparecen infinitas bandas laterales, por lo que si tomamos un número relativamente pequeño de ellas, puede recuperarse suficiente información como para poder recomponer la señal. Así da una gran calidad en las transmisiones, pues permite la recomposición de la señal moduladora con muchísimos más puntos de referencia.

Una vez modulada, la portadora se amplifica hasta un cierto nivel por un excitador que entrega la señal al amplificador final, quien suministra la potencia de radiofrecuencia que irá a la antena. Según los alcances deseados, se necesitarán distintas potencias amplificadas.

La antena transmisora está sintonizada con la frecuencia de trabajo elegida, que se calcula previamente según la longitud de onda, para obtener el mejor rendimiento.

Así, mientras la emisora suministre energía de alta frecuencia a la antena, los electrones que circulan por ésta se desplazarán de forma periódica de un extremo al otro de la antena, tantas veces por segundo como valor tenga la frecuencia de corriente alterna aplicada a la misma. Como consecuencia de este movimiento de electrones, se producirá la creación de un campo electromagnético, que formará la onda móvil que se desplazará por el espacio.

Para que la onda se propague y llegue al receptor se lo hace por medio de un radioenlace o unión inalámbrica entre dos puntos. Se recurre al uso de antenas muy directivas que son más seguras contra las interferencias, además de radiarse en frecuencias que sean captadas únicamente por el equipo de la emisora y con una potencia que asegure la calidad deseada. Estos equipos modulan la señal en frecuencia lo que garantiza una elevada calidad en la transmisión. En el otro extremo, el receptor extrae la señal de audio, que es la misma que existía a la salida del mezclador.

### **2.12.3 Equipo Receptor**

Para la recepción de las señales se tiene tanto al sintonizador es el aparato que recoge las señales de radio del espacio libre y las trata de forma adecuada para extraer toda la información contenida en ellas mediante la demodulación, como al receptor, que además de lo anterior incluye un amplificador.

Todo sintonizador de alta fidelidad funciona conforme al principio heterodino, que se basa en la utilización de un oscilador local combinado con el circuito de sintonía a través de una etapa mezcladora para mejorarla selección de emisoras del sintonizador. La unidad de sintonía permite el paso de una sola de las señales portadoras moduladas (seleccionada en el dial), la cual es conducida a una etapa mezcladora o restadora, donde el oscilador local o generador local de portadora envía una señal de 10,7 MHz por encima de la señal captada. Así en la etapa restadora, ésta proporciona la señal diferencia entre ambas.

A partir de aquí, la señal sigue una serie de etapas amplificadoras hasta llegar al limitador (sólo en el caso de de sintonizadores FM), que recorta la amplitud de la señal a lo objeto de eliminar cualquier variación en la amplitud que originaría distorsiones en los pasos siguientes.

En el demodulador se extrae la modulación contenida en la señal, es decir, la moduladora. En transmisiones estereofónicas se obtiene la señal multiplex (señal MPX), que está compuesto por la señal suma de los canales izquierdo y derecho, la portadora piloto de 19MHz y la señal de diferencia izquierdo-derecho.

#### **2.12.4 Cable Coaxial**

Transfieren la energía del transmisor a la antena y viceversa al receptor. En función de la longitud del cable, del nivel de potencia y del presupuesto, escogerá el tipo de cable. Los cables cortos para instalaciones de baja potencia funcionan perfectamente con RG-58 o RG-213, para distancias mayores y niveles de potencia superiores se utiliza un cable de mejores prestaciones como pueden ser los cables de tipo 1/2 o de tipo 7/8 (Ver Anexo A)

### **2.13 FILTROS**

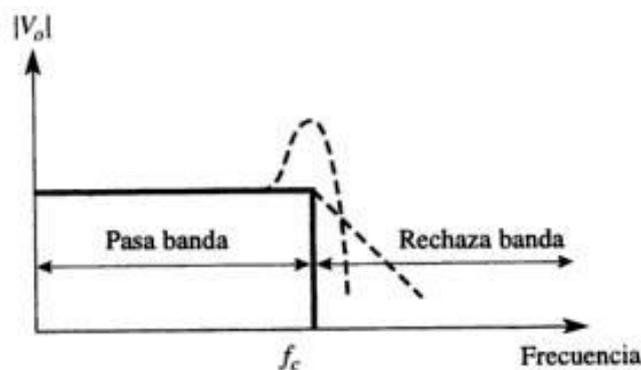
Un filtro electrónico es un sistema que tiene como función manipular y modificar el espectro de frecuencia de la señal de entrada para obtener en la salida la función que se requiera aplicar a los diferentes sistemas, entre sus diversas aplicaciones podemos mencionar:

- Demodular señales.
- Ecualizar y así obtener una calidad de audio con mejor fidelidad.
- Eliminar ruidos en los diferentes sistemas de comunicación.
- Convertir señales muestreadas en señales continuas.
- Detectar señales, como la de la T.V o la radio.

Se definen cuatro categorías de filtros: Pasa bajos, Pasa altos, pasa banda, y rechaza banda.

### 2.13.1 Filtro pasobajos

Un filtro pasa bajo corresponde a un filtro caracterizado por permitir el paso de las frecuencias más bajas y atenuar las frecuencias más altas. El filtro requiere de dos terminales de entrada y dos de salida, de una caja negra, también denominada cuadripolo o bipuerto, así todas las frecuencias se pueden presentar a la entrada, pero a la salida solo estarán presentes las que permita pasar el filtro. De la teoría se obtiene que los filtros están caracterizados por sus funciones de transferencia, así cualquier configuración de elementos activos o pasivos que consigan cierta función de transferencia serán considerados un filtro de cierto tipo.

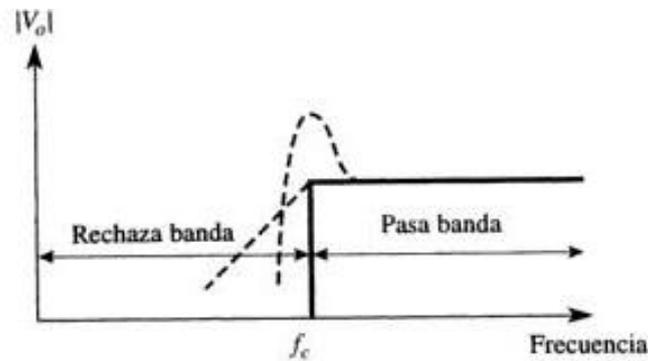


**Figura II. 21**Filtro pasa bajos  
Fuente: <http://electronicandres413.blogspot.com/>

### 2.13.2 Filtro Paso alto

Un filtro paso alto es un tipo de filtro electrónico en cuya respuesta en frecuencia se atenúan las componentes de baja frecuencia pero no las de alta frecuencia, éstas incluso pueden amplificarse en los filtros activos. La alta o baja frecuencia es un término relativo que dependerá del diseño y de la aplicación.

Una posible aplicación de este tipo de filtro sería la de hacer que las altas frecuencias de una señal de audio fuesen a un altavoz para sonidos agudos mientras que un filtro paso bajo haría lo propio con los graves.

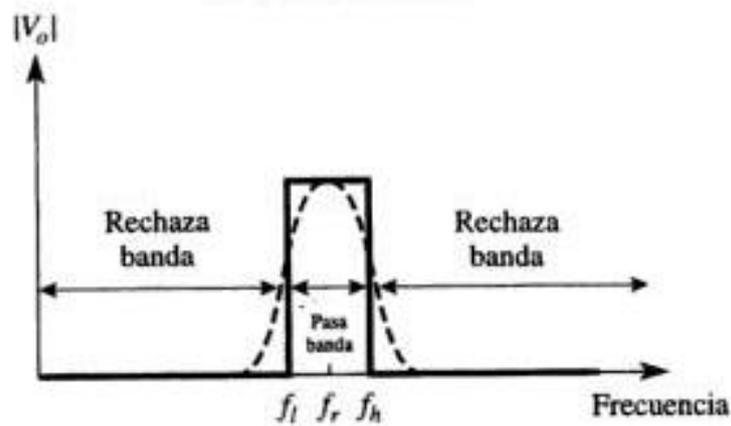


**Figura II. 22 Filtro pasa alto**  
Fuente: <http://electronicandres413.blogspot.com/>

### 2.13.3 Filtro Pasabanda

El filtro pasabanda es un circuito diseñado para pasar señales sólo en cierta banda de frecuencias en tanto que rechaza todas las señales fuera de esta banda.

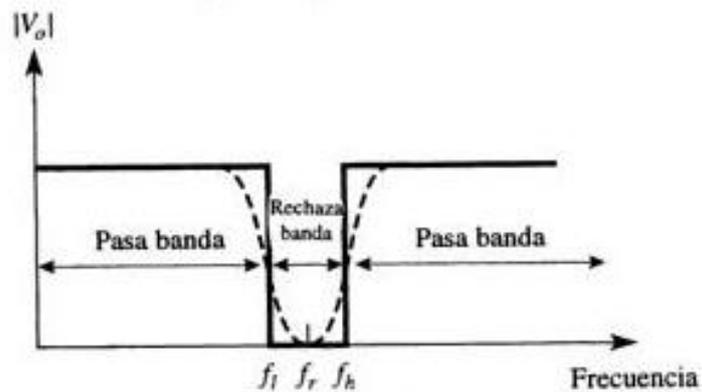
Este tipo de filtro tiene un voltaje máximo de salida o una ganancia máxima, a una frecuencia denominada frecuencia de resonancia. Si la frecuencia varía respecto a la resonancia, el voltaje de salida disminuye. Hay una frecuencia arriba de y una debajo de a las cuales la ganancia de voltaje es 0.707. La banda de frecuencias entre y es el ancho de banda. En radiodifusión son utilizados para dejar pasar únicamente la frecuencia central de transmisor.



**Figura II. 23 Filtro Pasabanda**  
Fuente: <http://electronicandres413.blogspot.com/>

### 2.13.4 Filtro Rechaza Banda

Los filtros rechaza banda son aquellos que no permiten el paso de señales, cuyas frecuencias se encuentren comprendidas entre otras dos, denominadas frecuencias de corte superior e inferior, en radiodifusión sirven para atenuar señales armónicas o intermodulaciones específicas detectadas.



**Figura II. 24 Filtros rechaza banda**  
Fuente: <http://electronicandres413.blogspot.com/>

## **2.14 REQUISITOS DE CONCESIÓN DE UNA ESTACIÓN DE RADIODIFUSIÓN EN EL ECUADOR.**

EL país está regido por la Ley Especial de Telecomunicaciones, la Ley de Radiodifusión y Televisión y la Ley Orgánica de Comunicación, las que están relacionadas con el antes CONARTEL, que en la actualidad tomó todas sus funciones y atribuciones el CONATEL conforme a lo establecido en los Decretos 8, 9<sup>7</sup>:

### **2.14.1 CONATEL**

Administrar de manera técnica el espectro radioeléctrico que es un recurso natural, para que todos los operadores del sector de las telecomunicaciones operen en condiciones de máxima eficiencia.

Dictar las normas que corresponden para impedir las prácticas de leal competencia, y determinar las obligaciones que los operadores deban cumplir en el marco que determinan la Ley y reglamentos respectivos.

Defender los derechos de los ciudadanos en todo momento para que satisfagan su necesidad de comunicarse.

### **2.14.2 SENATEL**

Promueve el desarrollo armónico del sector de las telecomunicaciones, radio, televisión y las TIC, mediante la administración y regulación eficiente del espectro radioeléctrico y los servicios, así como ejecutará las políticas y decisiones dictadas por el CONATEL, con el fin de contribuir con el desarrollo de la sociedad.( Plan estratégico del gobierno de Rafael Correa 2010-2014).

---

<sup>7</sup>[http://www.conatel.gob.ec/site\\_conatel/index.php?option=com\\_content&view=article&catid=48%3Anor-mas-del-sector&id=96%3Aley-especial-de-telecomunicaciones-reformada&Itemid=241&showall=1](http://www.conatel.gob.ec/site_conatel/index.php?option=com_content&view=article&catid=48%3Anor-mas-del-sector&id=96%3Aley-especial-de-telecomunicaciones-reformada&Itemid=241&showall=1)

### **2.14.3 SUPERTEL**

Es la encargada de vigilar, auditar, intervenir y controlar técnicamente la prestación de los servicios de telecomunicaciones, radiodifusión, televisión y el uso del aspecto radioeléctrico, para que se proporcione con eficiencia, responsabilidad, continuidad, calidad, transparencia y equidad; fomentando los derechos de los usuarios a través de la participación ciudadana, de conformidad al ordenamiento jurídico en interés general.

### **2.14.4 SUPERINTENDENCIA DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN**

Conforme a lo establecido en el artículo 55 de la Ley de Comunicación de Ecuador, la Superintendencia de la Información y Comunicación es el organismo técnico de vigilancia, auditoría, intervención y control, con capacidad sancionatoria, de administración desconcentrada, con personalidad jurídica, patrimonio propio y autonomía administrativa, presupuestaria y organizativa; que cuenta con amplias atribuciones para hacer cumplir la normativa de regulación de la información y comunicación.

La Superintendencia tendrá en su estructura intendencias, unidades, divisiones técnicas y órganos asesores que se establezcan en la normativa que para el efecto emita. Las resoluciones que emita la Superintendencia en el ámbito de su competencia son de obligatorio cumplimiento.

### **2.14.5 Requisitos específicos**

Según la ley de radiodifusión y televisión del Ecuador, Art. 3, dice; “Con sujeción a esta Ley, las personas naturales concesionarias de canales o frecuencias de radiodifusión y televisión, deben ser ecuatorianas por nacimiento. Las personas jurídicas deben ser ecuatorianas y no podrán tener más del 25% de inversión extranjera<sup>8</sup>.

---

<sup>8</sup>Reformado por el Art. 3 de la Ley s/n, R.O. 691, 9-V-95  
<http://signis.ec/wp-content/uploads/2012/03/Ley-de-Radio-y-TV-de-Ecuador-hasta-2007.pdf>

Para solicitar frecuencias o canales de radiodifusión y televisión, resolución RTV- 064-02-CONATEL -2011 modificado y ampliada.

**Art. 16.-** Los requisitos que se indican en el artículo 20 de la Ley de Radiodifusión y Televisión deberán ser cumplidos y presentados por el peticionario para la concesión de frecuencias de estaciones de radiodifusión o televisión de la siguiente manera:

1. Para solicitar frecuencias o canales de radiodifusión y televisión

- a) Solicitud escrita dirigida al CONARTEL, en la que conste los nombres completos del solicitante y su nacionalidad;
- b) Nombre propuesto para la estación o sistema a instalarse;
- c) Clase de estación o sistema comercial privado, de servicio público o de servicio público comunal;
- d) Banda de frecuencias: de radiodifusión de onda media, onda corta, frecuencia modulada, radiodifusión por satélite, radiodifusión circuito cerrado, televisión VHF o televisión UHF, televisión codificada, televisión por cable, de audio, video o datos, u otros medios, sistemas o servicios de conformidad con la Ley de Radiodifusión y Televisión y este Reglamento.
- e) Estudio de Ingeniería suscrito por un Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones colegiado y registrado en la Superintendencia de Telecomunicaciones.
- f) Ubicación y potencia de la estación o estaciones.
- g) Horario de trabajo.
- h) Dos certificados bancarios que acrediten la solvencia económica del solicitante;
- i) Currículum vitae, para el caso de persona natural;
- j) Partida de nacimiento del solicitante y del cónyuge;
- k) Fotocopias de las cédulas de ciudadanía y certificado de votación de la persona natural o del representante legal de la persona jurídica; y,

l) Declaración juramentada que el peticionario no se encuentre incurso en ninguna de las limitaciones establecidas en la Ley de Radiodifusión y Televisión en relación con el número de estaciones de las que puede ser concesionario.

La persona jurídica además de lo indicado anteriormente en este artículo, debe presentar los documentos que acrediten su existencia legal y el nombramiento del representante legal. Para el caso de Compañías, Corporaciones o Fundaciones debe adjuntar las partidas de nacimiento de los socios, y de ser el caso, el certificado de porcentaje de inversión extranjera otorgada por la Superintendencia de Compañías.

**CAPÍTULO III**  
**ANÁLISIS NORMA TÉCNICA REGLAMENTARIA PARA RADIODIFUSIÓN**  
**EN FRECUENCIA MODULADA ANALÓGICA (RESOLUCIÓN No. 866-**  
**CONARTEL - 99)**

**3.1 INTRODUCCIÓN**

La Norma Técnica establece el marco técnico que permita la asignación de canales o frecuencias radioeléctricas en el espacio suprayacente del territorio ecuatoriano, minimizando las interferencias, de tal forma que se facilite la operación de los canales y se racionalice la calidad del servicio para el usuario con respecto a la utilización del espacio, de conformidad con la Constitución, recomendaciones de la U.I.T. y realidad nacional.

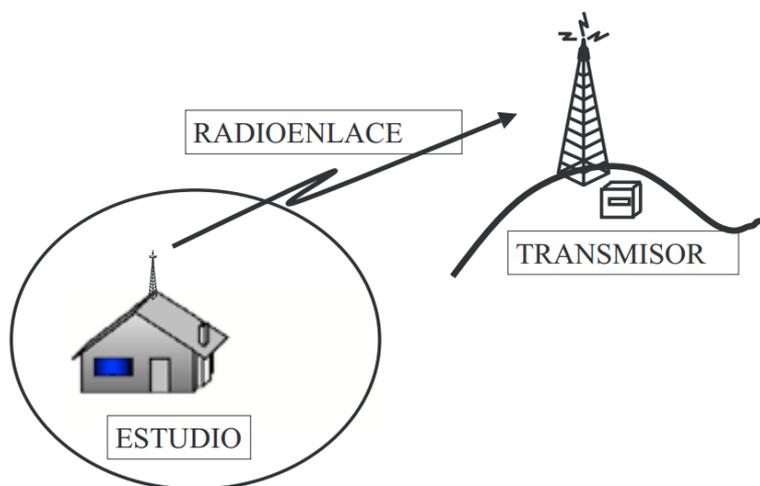
Derogado la Ley de Radiodifusión y Televisión, agregado por Ley s/n, R.O. 691, 9-V-95) a través de CONARTEL otorgar la regulación de las frecuencias o canales para radiodifusión y televisión a nivel nacional<sup>9</sup>El objetivo de la norma técnica es facilitar las operaciones de los canales y se racionalice la utilización del espacio concedido, en conformidad a la constitución, recomendaciones de la U.I.T. y la realidad nacional.

La Norma técnica establece las siguientes definiciones:

### 3.2 ESTACIÓN MATRIZ.

Es donde se genera la programación generada de forma estable y permanente, la misma que dispone de tres instalaciones básicas:

- Estudio
- Enlace estudio-radioenlace
- Sistema de transmisión



**Figura III. 25 Estación Matriz de un Sistema de Radiodifusión**  
Fuente: SUPERTEL 2013

<sup>9</sup>NORMA TÉCNICA REGLAMENTARIA PARA RADIODIFUSIÓN EN FRECUENCIA MODULADA ANALÓGICA

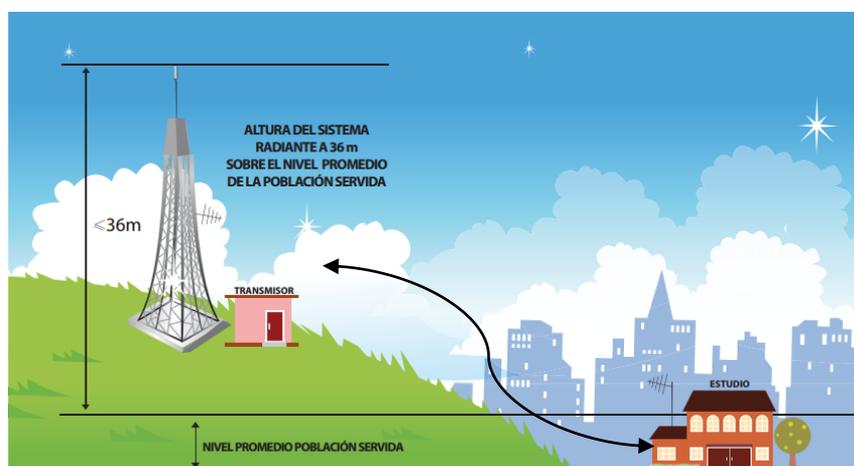
<http://www.advicom.ec/userFiles/files/Norma%20Tecnica%20Fm%20CONARTEL%201999.pdf>

### 3.3 ESTACIÓN REPETIDORA

Es aquella que recibe la totalidad de la programación de la estación matriz y la transmite simultáneamente para ser recibida por el público en general, se puede utilizar las mismas o diferentes frecuencias en la misma u otra zona, de acuerdo al contrato de concesión.

### 3.4 ESTACIONES DE BAJA POTENCIA

De acuerdo a la Norma Técnica de Radiodifusión en Frecuencia Modulada son estaciones de radiodifusión en Frecuencia Modulada (FM), con un máximo de potencia efectiva radiada (P.E.R.) de 250 W, utilizadas para cubrir las cabeceras cantonales o sectores de baja población con un máximo de 200.000 habitantes. Esto da lugar a que en ciudades cercanas, la frecuencia pueda ser reutilizada por diferente concesionario en otro cantón de la misma provincia o zona geográfica, observándose la potencia necesaria para cubrir la población de interés.



**Figura III. 26** Características de Estaciones de Baja Potencia.

Fuente: SUPERTEL 2013

Es importante destacar que la ubicación del transmisor de estas estaciones debe cumplir estrictamente el numeral 13.1.2 de la Norma Técnica Reglamentaria para Radiodifusión en Frecuencia Modulada Analógica, esto es, que debe ubicarse máximo a una altura máxima de 36m sobre la altura promedio de la superficie de la población servida.

### 3.5 FRECUENCIAS AUXILIARES: DE ENLACE FIJO O MÓVIL.

Es un conjunto de frecuencias que permiten transmitir la programación o comunicación a través de enlaces terrestres, satelitales. Son atribuidas al servicio fijo-móvil, que son necesarias para la operación y funcionamiento de las estaciones y sistemas de radiodifusión y televisión.

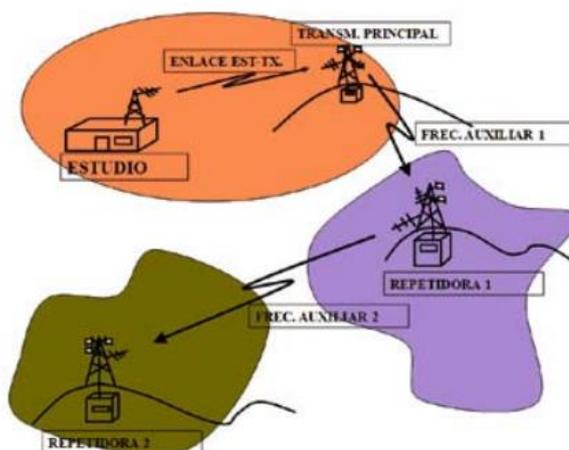


Figura III. 27 Asignación de frecuencias auxiliares  
Fuente: SUPERTEL 2013

### 3.6 BANDA DE FRECUENCIAS FM

Es parte del espectro radioeléctrico que está destinado a la emisión de señales de audio, está definido por la frecuencia central, ancho de banda asociada y toda indicación equivalente. Para el servicio de radiodifusión de frecuencia modulada analógica, se establece frecuencias de 88 a 108 MHz, aprobada en el Plan Nacional de Distribución de Frecuencias.

#### 3.6.1 Canalización de la banda FM

Es la distribución del espectro radioeléctrico en zonas de tal manera que no se genere interferencias.

Se establecen 100 canales con una separación de 200 kHz, numerados del 1 al 100, iniciando el canal 1 en 88.1 MHz.

CANAL	FRECUENCIA (MHz)	CANAL	FRECUENCIA (MHz)
1	88,1	51	98,1
2	88,3	52	98,3
3	88,5	53	98,5
4	88,7	54	98,7
5	88,9	55	98,9
6	89,1	56	99,1
7	89,3	57	99,3
8	89,5	58	99,5
9	89,7	59	99,7
10	89,9	60	99,9
11	90,1	61	100,1
12	90,3	62	100,3
13	90,5	63	100,5
14	90,7	64	100,7
15	90,9	65	100,9
16	91,1	66	101,1
17	91,3	67	101,3
18	91,5	68	101,5
19	91,7	69	101,7
20	91,9	70	101,9
21	92,1	71	102,1
22	92,3	72	102,3
23	92,5	73	102,5
24	92,7	74	102,7
25	92,9	75	102,9
26	93,1	76	103,1
27	93,3	77	103,3
28	93,5	78	103,5
29	93,7	79	103,7
30	93,9	80	103,9
31	94,1	81	104,1
32	94,3	82	104,3
33	94,5	83	104,5
34	94,7	84	104,7
35	94,9	85	104,9
36	95,1	86	105,1
37	95,3	87	105,3
38	95,5	88	105,5
39	95,7	89	105,7
40	95,9	90	105,9
41	96,1	91	106,1
42	96,3	92	106,3
43	96,5	93	106,5
44	96,7	94	106,7
45	96,9	95	106,9
46	97,1	96	107,1
47	97,3	97	107,3
48	97,5	98	107,5
49	97,7	99	107,7
50	97,9	100	107,9

**Tabla III.4 Canalización de la banda de frecuencias para FM**

Fuente: Norma técnica reglamentaria para radiodifusión en frecuencia modulada analógica

### 3.6.2 Grupos de Frecuencias.

Están dadas por las zonas o sub zonas geográficas en las que localizado cada una de las frecuencias concesionadas, de tal manera que se minimice la interferencia de canales y cocanales.

GRUPO 1 [G1]		
#	CANAL	F [MHz]
1	1	88,1
2	7	89,3
3	13	90,5
4	19	91,7
5	25	92,9
6	31	94,1
7	37	95,3
8	43	96,5
9	49	97,7
10	55	98,9
11	61	100,1
12	67	101,3
13	73	102,5
14	79	103,7
15	85	104,9
16	91	106,1
17	97	107,3

GRUPO 2 [G2]		
#	CANAL	F [MHz]
1	2	88,3
2	8	89,5
3	14	90,7
4	20	91,9
5	26	93,1
6	32	94,3
7	38	95,5
8	44	96,7
9	50	97,9
10	56	99,1
11	62	100,3
12	68	101,5
13	74	102,7
14	80	103,9
15	86	105,1
16	92	106,3
17	98	107,5

GRUPO 3 [G3]		
#	CANAL	F [MHz]
1	3	88,5
2	9	89,7
3	15	90,9
4	21	92,1
5	27	93,3
6	33	94,5
7	39	95,7
8	45	96,9
9	51	98,1
10	57	99,3
11	63	100,5
12	69	101,7
13	75	102,9
14	81	104,1
15	87	105,3
16	93	106,5
17	99	107,7

GRUPO 4 [G4]		
#	CANAL	F [MHz]
1	4	88,7
2	10	89,9
3	16	91,1
4	22	92,3
5	28	93,5
6	34	94,7
7	40	95,9
8	46	97,1
9	52	98,3
10	58	99,5
11	64	100,7
12	70	101,9
13	76	103,1
14	82	104,3
15	88	105,5
16	94	106,7
17	100	107,9

GRUPO 5 [G5]		
#	CANAL	F [MHz]
1	5	88,9
2	11	90,1
3	17	91,3
4	23	92,5
5	29	93,7
6	35	94,9
7	41	96,1
8	47	97,3
9	53	98,5
10	59	99,7
11	65	100,9
12	71	102,1
13	77	103,3
14	83	104,5
15	89	105,7
16	95	106,9

GRUPO 6 [G6]		
#	CANAL	F [MHz]
1	6	89,1
2	12	90,3
3	18	91,5
4	24	92,7
5	30	93,9
6	36	95,1
7	42	96,3
8	48	97,5
9	54	98,7
10	60	99,9
11	66	101,1
12	72	102,3
13	78	103,5
14	84	104,7
15	90	105,9
16	96	107,1

**Tabla III.5 Grupos de frecuencias para distribución y asignación a nivel nacional**  
Fuente: Norma técnica reglamentaria para radiodifusión en frecuencia modulada analógica

Las zonas pueden corresponder a un conjunto de cantones de una provincia, provincias completas, integración de una provincia con cantones de otra provincia o unión de provincias. Se establecen seis grupos para distribución y asignación de frecuencias en el territorio nacional. Grupos: G1, G2, G3 y G4 con 17 frecuencias cada uno, y los grupos G5 y G6 con 16 frecuencias.

La separación entre frecuencias del grupo es de 1.200 kHz. Para la asignación de canales consecutivos (adyacentes), destinados a servir a una misma zona geográfica, deberá observarse una separación mínima de 400 kHz entre cada estación de la zona.

### **3.7 DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIA.**

Las zonas geográficas se identifican con una letra del alfabeto.

Esto no modifica las limitaciones o derechos sobre frecuencias que por provincias establece la ley para cada concesionario, pues la norma técnica reglamentaria para

radiodifusión en frecuencia modulada analógica, trata únicamente los requerimientos técnicos.

La Tabla III.6 está en función a la última resolución de la norma técnica reglamentaria para radiodifusión en frecuencia modulada analógica, son las siguientes:

- 1.- Resolución 866-CONARTEL-99 (Registro Oficial 74, 10-V-2000)
- 2.- Resolución 1946-CONARTEL-01 (Registro Oficial 466, 3-XII-2001)
- 3.- Resolución 1947-CONARTEL-01 (Registro Oficial 466, 3-XII-2001)
- 4.- Resolución 2556-CONARTEL-03 (Registro Oficial 103, 13-VI-2003)

ZONAS GEOGRÁFICAS (Norma Técnica)	Nº Frecuencias Establecidas por Zona	Nº Frecuencias para FM de Baja Potencia
<b>FA001:</b> Provincias de <b>Azuay y Cañar</b> , excepto las estribaciones occidentales del ramal occidental de la Cordillera de Los Andes de las provincias de Azuay y Cañar. Grupos de frecuencias <b>1, 3 y 5</b> .	50	3
<b>FB001:</b> Provincia de <b>Bolívar</b> excepto las estribaciones occidentales del ramal occidental de la Cordillera de los Andes e incluye la parroquia Salinas. Grupos de frecuencias 4 y 6.	33	4
<b>FC001:</b> Provincia del <b>Carchi</b> , e incluye el cantón Pimampiro y las parroquias Salinas y Ambuquí de la provincia de Imbabura. Grupos de frecuencias 1, 3 y 5.	50	3
<b>FD001:</b> Provincia de <b>Orellana</b> . Grupos de frecuencias 2 y 4.	34	2
<b>FE001:</b> Provincia de <b>Esmeraldas</b> , excepto Rosa Zárate y La Concordia que pertenecen a la zona P, subgrupo P1. Grupos de frecuencias 2, 4 y 6.	50	4
<b>FF001:</b> Provincia de <b>Santa Elena</b> , e incluye el Cantón Playas (General Villamil) de la provincia de Guayas. Grupos de Frecuencias 1, 3 y 5	50	2
<b>FG001:</b> <b>Provincia del Guayas</b> , excepto los cantones Empalme, Balzar, Colimes, Palestina, Santa Lucía, Alfredo Baquerizo Moreno, Simón Bolívar, Naranjal, Balao e incluye el Cantón Cumandá de la Provincia de Chimborazo y el Cantón La Troncal de la Provincia de Cañar, incluyendo sus estribaciones occidentales del ramal occidental de la cordillera de Los Andes de la Provincia de Cañar. Grupos de frecuencias <b>1, 3 y 5</b> .	50	0
<b>FH001:</b> Provincia de <b>Chimborazo</b> , excepto las estribaciones occidentales del ramal occidental de la Cordillera de los Andes de esta provincia. Grupos de frecuencias 1, 3 y 5.	50	2
<b>FJ001:</b> Provincia de <b>Imbabura</b> excepto el cantón Pimampiro y las parroquias Salinas y Ambuquí. Grupos de frecuencias 2, 4 y 6.	50	3
<b>FK001:</b> Provincia de <b>Santo Domingo de los Sáchilas</b> , e incluye los cantones aledaños: El Carmen (de la provincia de Manabí), Rosa Zárate y la Concordia (de la provincia de Esmeraldas), Puerto Quito, Pedro Vicente Maldonado, San Miguel de los Bancos (de la provincia de Pichincha), Grupos de frecuencias 1, 3 y 5.	50	2

<b>FL001:</b> Provincia de <b>Loja</b> . Grupos de frecuencias 1, 3 y 5	50	6
<b>FM001:</b> Provincia de <b>Manabí</b> ; excepto los cantones El Carmen y Pichincha. Grupos de frecuencias <b>1, 3 y 5</b> .	50	3
<b>FN001:</b> Provincia de <b>Napo</b> . Grupos de frecuencias 1 y 3.	34	2
<b>FP001:</b> Provincia de <b>Pichincha</b> , Grupos de frecuencias 1, 3 y 5. (Quito)	50	1
<b>FO001:</b> Provincia de <b>El Oro</b> , e incluye los cantones Naranjal y Balao de la provincia del Guayas, y las estribaciones del ramal occidental de la Cordillera de los Andes de la provincia del Azuay. Grupos de frecuencias 2, 4 y 6	50	5
<b>FR001:</b> Provincia de <b>Los Ríos</b> , e incluye El Empalme, Balzar, Colimes,. Palestina, Santa Lucía, Pedro Carbo, Isidro Ayora, Lomas de Sargentillo, Daule, El Salitre, Alfredo Baquerizo Moreno y Simón Bolívar de la provincia del Guayas, cantón Pichincha de la provincia de Manabí y las estribaciones occidentales del ramal occidental de la Cordillera de los Andes de las provincias de Cotopaxi y Bolívar. Grupos de frecuencias 2, 4 y 6.	50	5
<b>FS001:</b> Provincia de <b>Morona Santiago</b> excepto el Cantón Palora e incluye el cantón El Pangui de la provincia de Zamora Chinchipe. Grupos de frecuencias 1 y 3.	34	2
<b>FT001:</b> Provincias de <b>Cotopaxi y Tungurahua</b> , excepto las estribaciones occidentales del ramal occidental de la Cordillera de los Andes de la provincia de Cotopaxi y el cantón Baños de la provincia de Tungurahua. Grupos de frecuencias 1, 3 y 5.	50	3
<b>FU001:</b> Provincia de <b>Sucumbios</b> , Grupos de frecuencias 1, 3 y 5.	50	3
<b>FX001:</b> Provincia de <b>Pastaza</b> , incluido el Cantón Baños (de la provincia de Tungurahua y el Cantón Palora de Morona Santiago. Grupos de frecuencias 4 y 6.	33	2
<b>FY001:</b> Provincia de <b>Galápagos</b> . Grupo de frecuencia 2 y 4	33	1
<b>FZ001:</b> Provincia de <b>Zamora Chinchipe</b> excepto el cantón El Pangui. Grupos de frecuencias 3 y 5.	33	2

**Tabla III. 6 Distribución de frecuencias por zonas geográficas para el Ecuador**

Fuente: Norma técnica reglamentaria para radiodifusión en frecuencia modulada analógica

La columna ZONA hace referencia a la definición e identificación de las frecuencias utilizadas, la cual comprende:

- Letra inicial.- Hace referencia a Frecuencia Modulada.
- Segunda letra.- Señala la asignada a cada zona geográfica.
- Número ordinal que corresponda en forma ascendente.

De acuerdo con la Tabla N° 7, la zona de interés para nuestro trabajo de tesis es la FH001, que corresponde a la provincia de Chimborazo, y por ende, a la Ciudad de Riobamba. En el gráfico se observa la división del Ecuador en las zonas geográficas para radiodifusión FM antes descritas.



**Figura III. 28 División geográfica del Ecuador para radiodifusión FM**  
Fuente: SUPERTEL 2013

### 3.8 ASIGNACIÓN DE FRECUENCIAS.

Mediante el Decreto Ejecutivo (D.E.) 8 del Registro Oficial (R.O.) 10, 24-VIII-2009, el CONATEL asume las competencias y atribuciones del último; mientras que los derechos y obligaciones del CONARTEL serán asumidos por la SENATEL.

Por lo antes dicho el CONATEL, asignaba en condiciones específicas las frecuencias, previo informe técnico de la SUPERTEL, emitido en base a los parámetros de la presente norma técnica, observando la disponibilidad de canales y el Plan Nacional de Distribución de Frecuencias.

Actualmente la asignación de frecuencias como se indica en el Art. 106 de la Ley Orgánica de Comunicación publicada en el Registro Oficial No. 22, del 25 de junio de 2013- estará a cargo de la Superintendencia de la Información y Comunicación.

### 3.9 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Los parámetros técnicos de la instalación de una estación, así como sus emisiones deben estar de acuerdo con la norma técnica vigente.

#### 3.9.1 Ancho de banda

El ancho de banda de un canal de comunicaciones es la diferencia entre la frecuencia máxima y mínima que puede pasar por el canal, estas son bandas de paso.

La anchura de banda necesaria puede calcularse mediante la fórmula que figura en la Recomendación UIT-R SM.1138:

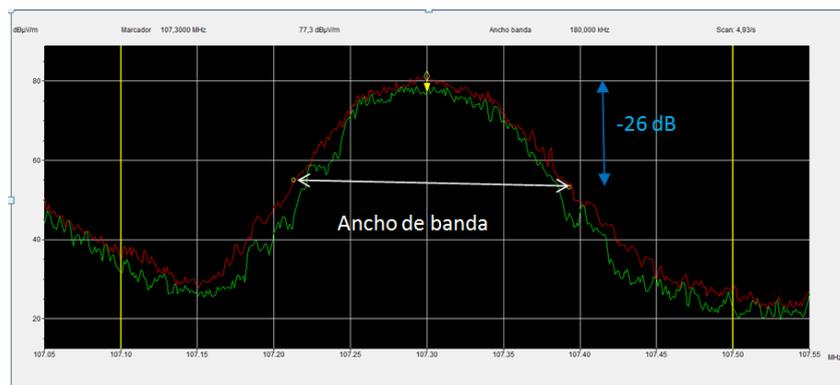
$$B_n = 2 M + 2 D K$$

**Fórmula III.6. Ancho de banda**  
Fuente: Recomendación UIT-R SM.1138

Donde:

- B<sub>n</sub>*: anchura de banda necesaria
- M*: frecuencia de modulación máxima
- D*: desviación máxima con respecto a la portadora RF
- K*: factor igual a 1 si se cumple la condición  $D \gg M$ .

De 220 kHz para estéreo y 180 kHz para monofónica, con una tolerancia de hasta un 5%. Así, el ancho de banda es la diferencia entre las frecuencias en las que su atenuación al pasar a través de filtro se mantiene igual o inferior a 26 dB comparada con la frecuencia central de pico ( $f_c$ ).



**Figura III.29 Ancho de banda de una señal de radio FM**  
Fuente: La Autora

### 3.9.2 Frecuencias de banda base para audio

En la transmisión estereofónica la señal de información se divide especialmente en dos canales, desde 50 Hz hasta 15 kHz, un derecho y un izquierdo. Así con la reproducción estereofónica es posible reproducir música con dos direccionalidades y dimensión espacial exclusiva, además es posible separar la música o sonido por calidad tonal.

### 3.9.3 Separación entre portadoras.

La frecuencia central de cada canal de radiodifusión FM se denomina portadora y la separación entre estas está determinada por los grupos de frecuencia correspondientes a cada zona geográfica como indica en el grupo de frecuencias asignadas para el territorio ecuatoriano, 400 kHz como mínimo.

### 3.9.4 Porcentaje de modulación

Se denomina porcentaje de modulación a la razón entre la desviación de frecuencia efectiva respecto de la desviación de frecuencia máxima permisible.

$$\text{Porcentaje de modulación} = \frac{\Delta f_{\text{efectiva}}}{\Delta f_{\text{máxima}}} \cdot 100$$

**Formula III. 7 Porcentaje de modulación de una frecuencia**  
Fuente: <http://www.textoscientificos.com/redes/modulacion/frecuencia>

La desviación de frecuencias  $\Delta f$  es el cambio o excursión de frecuencia que sucede en la portadora cuando sobre ella actúa la frecuencia de las señales moduladoras, y se expresa en KHz. El límite máximo recomendado por la U.I.T, adoptado en el Ecuador es de  $\pm 75$  KHz<sup>10</sup>.

Sin exceder los siguientes valores en las crestas de recurrencia frecuente:

Para sistemas monofónicos o estereofónicos, únicamente 100%.

Si éstos utilizan una sub-portadora: 95%.

Si utilizan dos a más sub-portadoras: 100%.

### **3.9.5 Potencia de operación o potencia efectiva radiada (P.E.R.)**

Es la potencia radiada en una dirección dada, debido a la potencia suministrada por el transmisor, la ganancia de la antena y las pérdidas.

Los valores a considerarse corresponden a la potencia efectiva radiada, la intensidad de campo necesaria para cumplir con la norma, es el valor determinado para los requerimientos de potencia.

---

<sup>10</sup> Recomendación U.I.T. – R BS.450-3 – Normas de transmisión para radiodifusión sonora con modulación de frecuencia en ondas métricas.

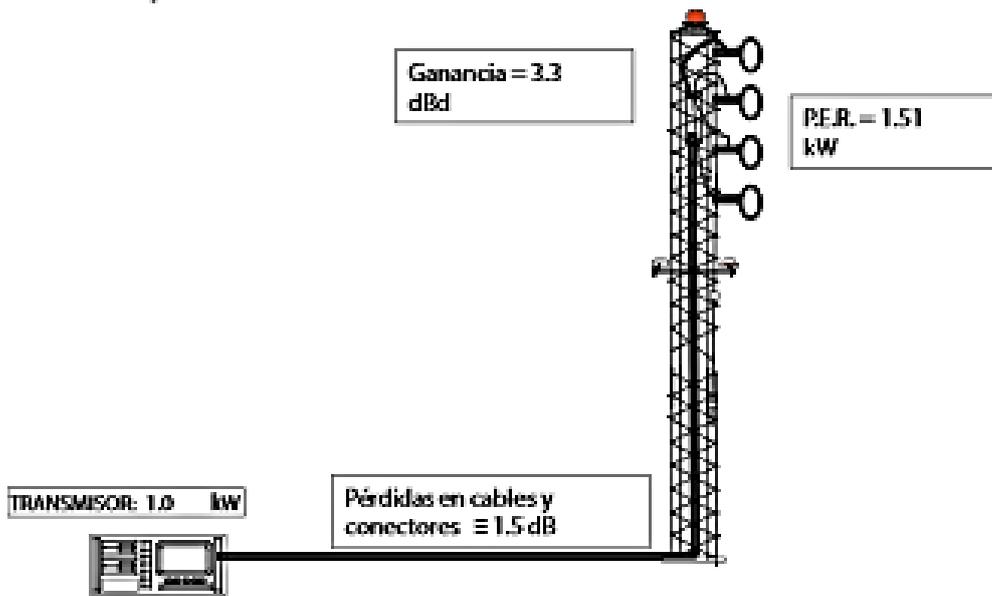


Figura III.30 Potencia efectiva radiada (P.E.R.)  
Fuente: SUPERTEL 2013

Teóricamente la P.E.R con los datos que se observan en la Figura III. 30, se obtiene con la Fórmula II. 6 de la siguiente manera:

$$P.E.R (kW) = P(kW) \times 10^{\left(\frac{G(dBd)-Perd(dB)}{10}\right)}$$

$$P.E.R (kW) = 1(kW) \times 10^{\left(\frac{3.3(dBd)-1.5(dB)}{10}\right)}$$

$$P.E.R (kW) = 1.51(kW)$$

### 3.9.6 Potencias máximas

Las potencias efectivas radiadas, no excederán de aquellas que se requieran para cubrir los valores máximos autorizados de intensidad de campo en el área de cobertura autorizada. Por sus características y cercanía a zonas pobladas, las estaciones de baja potencia tendrán un P.E.R. de 250 vatios máximo.

### 3.9.7 Intensidad de campo

La intensidad del campo eléctrico en un punto, es una magnitud vectorial que se mide por el cociente entre la fuerza que ejerce el campo sobre una carga de prueba positiva +  $q_0$ , colocada en el punto y el valor de dicha carga. Tienen Valores promedios a 10 metros sobre el nivel del suelo mediante un muestreo de por lo menos cinco puntos referenciales.

ESTACIONES	ÁREA DE COBERTURA (dBuV/m)		OTRAS ZONAS GEOGRÁFICAS (dBuV/m)
	PRINCIPAL	SECUNDARIA	
Potencia Normal	$\geq 54$	30 - 54	$< 30$
Baja Potencia	$\leq 43$	30- 43	$< 30$

**Tabla III.7 Valores de intensidad de campo eléctrico.**

Fuente: Norma técnica reglamentaria para radiodifusión en frecuencia modulada analógica

### 3.9.8 Relaciones de protección señal deseada / señal no deseada (S/N).

La U.I.T. define la relación de la señal deseada / señal no deseada, como la relación entre los valores de tensión de la señal deseada y los valores de tensión de la señal no deseada, expresada en dB y que son medidas en determinadas condiciones en los terminales de entrada del receptor.

Entre las condiciones determinadas están parámetros como la diferencia de frecuencia  $\Delta f$  entre la portadora deseada y la no deseada, separación entre portadoras, tolerancia de frecuencia portadora, características de modulación, características de receptor, entre otros<sup>11</sup>.

La relación de protección en radiofrecuencia en cambio, es el valor mínimo de la relación entre las señales deseadas y no deseadas, determinado en condiciones específicas de manera que logre a la salida del receptor una calidad de recepción específica, la cual está definida por la sensibilidad del equipo receptor, siendo esta la

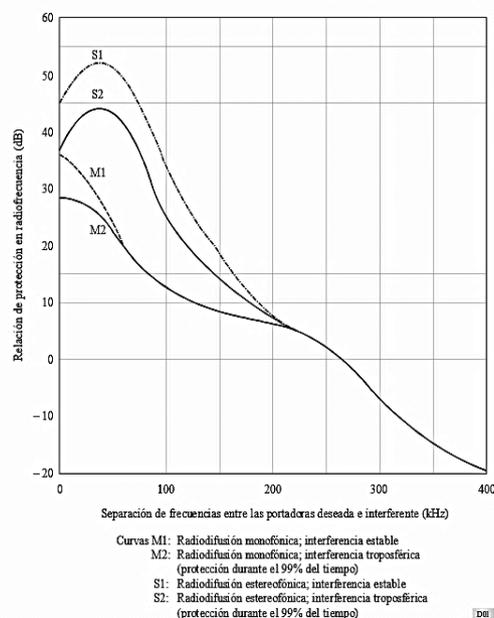
---

<sup>11</sup> Recomendación U.I.T. – R BS.638 – términos y definiciones utilizados en la planificación de frecuencias para radiodifusión sonora.

potencia mínima que debe llegar a la entrada del receptor para que se genere la salida del mismo una relación señal / ruido determinado. La sensibilidad recomendada para receptores FM es generalmente de -75 dBm para una relación señal / ruido de 30 dB<sup>12</sup>, es decir que el ruido introducido debe estar 30 dB por debajo de la señal deseada a la salida del receptor. En la tabla N° 9 se especifica los valores de separación entre sistemas de protección monofónicos y estereofónicos.

Separación de frecuencias (kHz)	Relación de protección en radiofrecuencia (dB) con una excursión máxima de frecuencia de ± 75 kHz			
	Monofonía		Estereofonía	
	Interferencia estable	Interferencia troposférica	Interferencia estable	Interferencia troposférica
0	36,0	28,0	45,0	37,0
25	31,0	27,0	51,0	43,0
50	24,0	22,0	51,0	43,0
75	16,0	16,0	45,0	37,0
100	12,0	12,0	33,0	25,0
125	9,5	9,5	24,5	18,0
150	8,0	8,0	18,0	14,0
175	7,0	7,0	11,0	10,0
200	6,0	6,0	7,0	7,0
225	4,5	4,5	4,5	4,5
250	2,0	2,0	2,0	2,0
275	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0
300	-7,0	-7,0	-7,0	-7,0
325	-11,5	-11,5	-11,5	-11,5
350	-15,0	-15,0	-15,0	-15,0
375	-17,5	-17,5	-17,5	-17,5
400	-20,0	-20,0	-20,0	-20,0

**Tabla III.8 Relaciones de protección señal deseada / señal no deseada.**  
Fuente: Rec. UIT-R BS.412-8. La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT



**Figura III.311 Relaciones de protección a señal deseada / señal no deseada**  
Fuente: Rec. UIT-R BS.412-8. La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT

<sup>12</sup> Recomendación U.I.T. – R BS.415-2 – especificaciones mínimas de los receptores de radiodifusión sonora de precio módico.

### 3.9.9 Tolerancia de frecuencia

Es la diferencia máxima admisible entre la frecuencia portadora ( $F_p$ ) media en ausencia de modulación y la frecuencia asignada ( $F_a$ ) o nominal del trasmisor, la cual no deberá exceder de  $\pm 2$  KHz.

$$TF = \frac{F_p - F_a}{F_a} 10^6 \quad [ppm]$$

#### Fórmula III. 8 Tolerancia de frecuencia

Dónde:

$F_p$  = Frecuencia de portadora media (MHz)

$F_a$  = Frecuencia asignada o nominal (MHz)

### 3.10 UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES

Por lo general están fuera de las áreas urbanas para evitar interferencia de los sistemas de recepción de TV. Los transmisores podrán instalarse dentro de las ciudades exclusivamente cuando existan áreas geográficas aisladas que no estén pobladas y tengan una altura que supere en 60 metros a la altura promedio de la zona urbana.

Los transmisores de baja potencia se ubicarán en áreas periféricas de la población a servir y el sistema radiante estará a una altura máxima de 36 metros sobre la altura promedio de la superficie de la población servida<sup>13</sup>.

El plan y asignación de canales o frecuencias son parte sustancial de este documento.

El número de canales o frecuencias asignadas en cada grupo para cada zona geográfica no podrá ser modificado, salvo imponderables técnicos comprobados y aprobados por el CONARTEL<sup>14</sup>.

---

<sup>13</sup>NORMA TÉCNICA REGLAMENTARIA PARA RADIODIFUSIÓN EN FRECUENCIA MODULADA ANALÓGICA.

<sup>14</sup> Decreto 1041 Registro Oficial 330, 2008

### **3.11 PARÁMETROS TÉCNICOS QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD DE SERVICIO.**

Los equipos que operan con frecuencias radioeléctricas, pueden captar fácilmente señales indeseadas. La interferencia puede aparecer como una variedad de sonidos, voces, chisporroteo, zumbidos fuertes y chasquidos. En algunos casos, puede afectar la operación de ciertas partes del equipo.

Si el equipo está captando señales o sonidos indeseados o está experimentando problemas de funcionamiento intermitente, el inicio de este problema puede estar relacionado con el levantamiento de una antena de otra estación de radio.

#### **3.11.1 Filtros**

La interferencia causada por los transmisores de radio puede ser eliminada instalando determinados filtros en el transmisor, para esto se requiere el procedimiento de “ensayo y error”.

Para seleccionar el filtro apropiado, es necesario saber cuáles la frecuencia radioeléctrica que está interfiriendo a la estación de radiodifusión.

El efecto de estos filtros, es reducir la interferencia causada por los transmisores de banda Ciudadana, Radioaficionados, equipos de uso científico, industrial y médico(ICM), además de las emisiones y armónicas de las estaciones ubicadas en las bandas más cercanas.

#### **3.11.2 Ubicación de las antenas**

Existen dos grupos principales de antenas, direccional (transmite gran parte de la potencia en una dirección y proporcionan una ganancia sustancial y omnidireccional

(transmite en todas las direcciones, ganancia inferior). Debe tener cuidado con lo siguiente:

Si la altura de la antena no es la que corresponde al transmisor, a veces puede generar señales indeseadas que se transmiten con más efectividad que las de la frecuencia de operación utilizada.

Para reducir los posibles problemas, la antena de las estaciones de radio debería estar situada:

- Fuera de la zona urbana de acuerdo a la Ley de Radio y Televisión, Artículo 38.
- Lejos de las líneas de tensión que pudieran afectar su operación.
- Elegir una buena ubicación, la cima de una montaña, un edificio o torre serían buenas opciones.
- No coloque la antena cerca de dispositivos de audio y de otros transmisores, suministradores de energía y sistemas informáticos. Asimismo, bastante lejos de otras antenas como las de TV, cables coaxiales de sistema de televisión por cable (CATV) y otras instalaciones especialmente de transmisión.
- Un buen sistema de antena resulta mejor inversión que un amplificador.

### **3.11.3 Conexión a tierra.**

Todos los equipos de una estación de radio deben estar debidamente conectados a tierra, separada de la tierra del sistema de distribución eléctrica de corriente alterna. Si la conexión a tierra no se mantiene separada, la energía de la radiofrecuencia reflejada bajo la forma de ondas estacionarias puede ser conducida hacia el cableado eléctrico del edificio y hacia las líneas de distribución de energía del barrio.

#### **3.11.4 Filtro de la línea de energía**

Los transmisores de radio diseñados para uso fijo están equipados con fuentes de poder interna que tienen filtros para evitar que la energía de radiofrecuencia entre al equipo por las líneas de energía eléctrica.

Estos cargadores normalmente no están equipados con filtros de línea de energía y pueden permitir que ingresen señales de radio indeseadas en la línea de energía de la casa. Si usted quiere usar un transceptor móvil como una estación base, asegúrese de usar también una fuente de poder con filtrado adecuado.

#### **3.12 DRIVE TEST**

Es una prueba en una determinada zona en donde se han generado quejas debido a fallas de cobertura. Esta prueba se hace con equipo especial que consta de una laptop conectada a 1 GPS que marcará la ubicación actual y 1 equipos medición en el cual estarán conectadas las antenas de recepción de señales en modo ingeniería midiendo la intensidad de campo.

Las denominadas mediciones de cobertura son muy comunes en las redes de comunicaciones móviles o radiocomunicaciones celulares, así como en los servicios de radiodifusión en frecuencia modulada. Estas mediciones se llevan a cabo normalmente durante la fase de planificación de la red, pero también pueden efectuarse durante la fase de explotación para el análisis de cobertura e interferencias, el mantenimiento de la red y los análisis de ampliación, así como para verificar la cobertura de un transmisor con objeto de comprobar la eficacia de las simulaciones por computador de la cobertura radioeléctrica.

La velocidad del vehículo debe ser la adecuada a la longitud de onda, el número de señales medidas simultáneamente a diferentes frecuencias y el tiempo de medida más reducido posible del receptor de prueba.

$$v / \left( \frac{km}{h} \right) = \frac{\lambda / 2}{(f / Mhz) * (tr / s)}$$

**Fórmula III. 9 Cálculo de la velocidad del vehículo**

Fuente: SUPERTEL 2013

Dónde: “tr” es el tiempo mínimo dado por las especificaciones del receptor para la prueba a una frecuencia.

Durante la medición la altura elegida para situar la antena es de 1,5-3 m. El montaje de la antena en el techo del vehículo debe realizarse de tal manera que se logre una recepción omnidireccional.

Para verificar la cobertura de radiodifusión de una estación de televisión o de radio es suficiente disponer de una precisión de 100 m.

Mediante una línea de varios colores se representan los niveles de intensidad de campo procesados (por ejemplo, con una escala de 10 dBμV/m) o la probabilidad de superar el nivel (entre el 1% y el 99%) a lo largo del mapa de la ruta. La escala del mapa debe estar en consonancia con el tamaño de la zona cubierta por las señales de radio que se investigan y la resolución requerida de los resultados de intensidad de campo procesados.

Los requisitos mínimos para efectuar mediciones de cobertura son los siguientes:

- Las mediciones de intensidad de campo rápidas y precisas se logran utilizando una anchura de banda de medición en FI (frecuencia intermedia) adaptada a la señal transmitida.
- Los intervalos de medición durante un recorrido dedicado a este fin deben ser lo suficientemente breves en cada frecuencia como para permitir una evaluación estadística, y la velocidad a la que se realice la medición debe ser tal que la velocidad del vehículo corresponda a la velocidad del tráfico.
- Los resultados de la prueba deben estar ligados a datos geográficos.

## **CAPÍTULO IV**

### **MEDICIÓN DE PARÁMETROS TÉCNICOS**

#### **4.1 INTRODUCCIÓN**

En este capítulo se definirá la configuración en los equipos de medición del SACER de la Superintendencia de Telecomunicaciones de los parámetros técnicos más relevantes como son: la intensidad de campo, el ancho de banda, la tolerancia de frecuencia (Offset) y la modulación, que serán tomados en cuenta en este trabajo de tesis para poder determinar la calidad de servicio ofrecido por las estaciones de radiodifusión en frecuencia modulada en la ciudad de Riobamba.

#### **4.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS DE MEDICIÓN**

En el presente capítulo se describe el diseño del Sistema Automático para el Control del Espectro Radioeléctrico (SACER) que se encuentra a cargo de la Superintendencia de Telecomunicaciones. El sistema está diseñado para proporcionar un servicio automático, de alta calidad y altas prestaciones para el control del espectro radioeléctrico a nivel nacional.

El sistema considera la capacidad de monitoreo en VHF y UHF desde 20MHz hasta 3GHz, fue desarrollado de acuerdo con las recomendaciones aplicables de la UIT, en referencia a los manuales de Gestión del Espectro y de Comprobación Técnica del Espectro y el Reglamento de Radiocomunicaciones.

El sistema de gestión de calidad está certificado de acuerdo con DIN EN ISO 9001 y 14001 (ambiental), si cumple también con los estándares AQAP 110<sup>15</sup> y AQAP 150<sup>16</sup>.

Haciendo uso de la estación móvil (EM) de la Superintendencia de Telecomunicaciones, se realizó el Drive Test en la ciudad de Riobamba, que mediante un sistema informático de comunicaciones y equipos técnicos, efectúa las funciones de monitoreo de las emisiones radioeléctricas.



**Figura IV.32 Estación Móvil (EM) para realizar el Drive Test.**  
Fuente: SUPERTEL 2013

---

AQAP-110 / AQAP-150 Estándares para el desarrollo de sistemas de aseguramiento de la calidad que está fuertemente ligada a la norma ISO 9001.

<sup>15</sup> <http://src.alionscience.com/pdf/AQAP110e.pdf>

<sup>16</sup> <http://www.fisica.uniud.it/~cabras/swe/AQAP/aqap150e.pdf>

### 4.3 DISTRIBUCIÓN DE LOS EQUIPOS EN LA ESTACIÓN MÓVIL



Figura IV.33 Distribución de los equipos de la Estación Móvil (EM)  
Fuente: SUPERTEL 2013

### 4.4 EQUIPOS ESTACIÓN MÓVIL

Figura



IV.34 2

Distribución de los equipos de la Estación Móvil (EM)  
Fuente: SUPERTEL 2013

Los equipos implementados en el proceso de drive test se describen a continuación:

#### 4.4.1 Antena R&S®HE500 (20-3000MHz) polarización vertical.

La antena marca Activa modelo R&S®HE500 ha sido diseñada como antena de monitoreo para polarización vertical y recepción omnidireccional, en el rango de frecuencias entre 20 MHz y 3 GHz.



**Figura IV. 35 ANTENA R&S®HE500 (20-3000MHz)**  
Fuente: SUPERTEL 2013

Esta antena se caracteriza por un diseño compacto y de bajo peso. En consecuencia es ideal para uso en sistemas móviles y en aquellos ambientes donde el espacio es un limitante.

#### 4.4.2 DDF255 (Digital Direction Finder) Analizador de espectro, receptor y radiogoniómetro



**Figura IV.36 DDF255 receptor y radiogoniómetro**  
Fuente: SUPERTEL 2013

El R&S®DDF255 combina las funcionalidades de un receptor de banda ancha y un radiogoniómetro. El R&S®DDF255 puede ser operado completamente a control remoto por medio de la interfaz LAN integrada en el equipo. Para garantizar la fiabilidad de datos de alta velocidad de transmisión (banda base de datos, análisis de datos), así como

la transmisión fiable de control de los comandos que el receptor está equipado con dos interfaces de 1 Gbit LAN.

La síntesis de frecuencia se deriva a partir del patrón de frecuencia con GPS, con exactitud tipo Cesio; o del oscilador interno. R&S®DDF255 también está listo para aplicaciones móviles y transportables.

#### **4.4.3 Receptor GPS de posicionamiento GPS16LVS**

Tiene una antena integrada alojado en un diseño a prueba de agua resistente. El receptor 12 de canal permite el seguimiento continuo de todos los satélites visibles, lo que significa que puede proporcionar precisión de la posición de menos de 3 metros, sin el uso de un receptor de baliza DGPS externa.

El GPS 16 LVS proporciona una anchura ajustable, 1 Hz salida de reloj .Un puerto de salida RS-232 se puede programar para GARMIN binario.

Entrada serie que proporciona mensajes diferenciales. Ambas configuraciones ofrecen un excelente rendimiento para una fácil integración en los sistemas que serán operados cerca de dispositivos de informática móvil y equipos de comunicación inalámbrica. Cable de datos / alimentación normal, papel de aluminio blindado de 8 conductores, 28 AWG Longitud RJ-45, 5 metros.

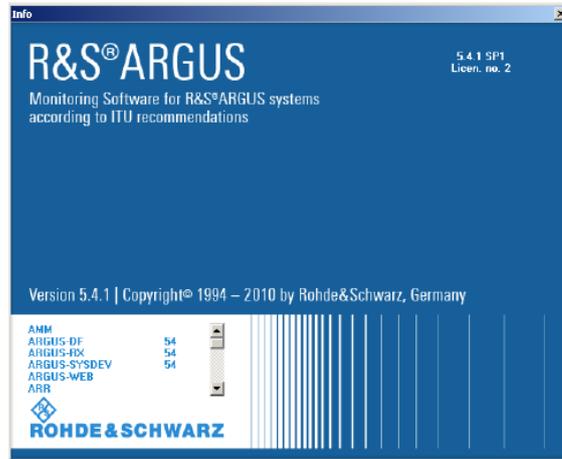


**FiguraIV.37Equipo GARMIN GPS16LVS**  
Fuente: SUPERTEL 2013

#### **4.5 ARGUS SOFTWARE**

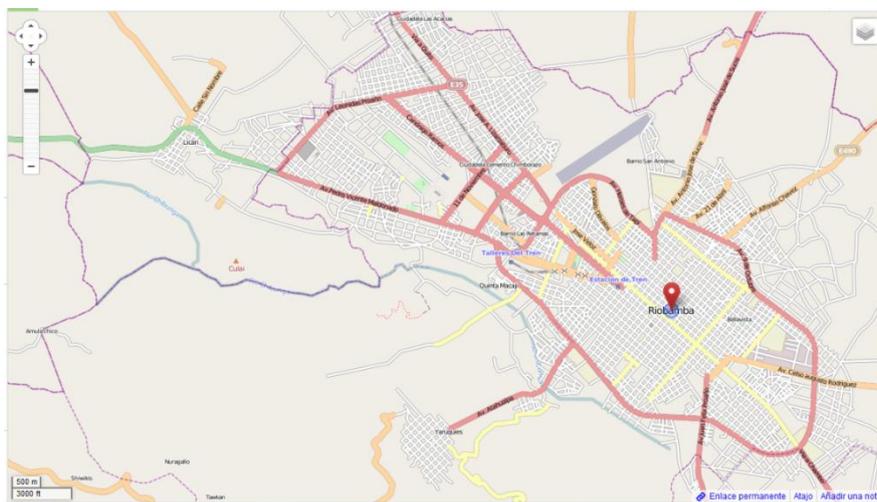
R&S®ARGUS es el software estándar para Mediciones y evaluaciones según las recomendaciones de la UIT. Los modos de medición de R&S®ARGUS reflejan

secuencias de trabajo (workflows) típicas y están diseñadas para simplificar la rutina diaria de medición. Numerosas estadísticas permiten investigación detallada de los valores medidos y la compilación de reportes concisos e informativos.



**FiguraIV.48 Software de monitoreo ARGUS**  
Fuente: La Autora

#### 4.5.1 Mapa View



**Figura IV.59 Mapa de la ciudad de Riobamba - Open Street Map.**  
Fuente: [www.openstreetmap.org](http://www.openstreetmap.org)

Para ciertos parámetros de medición, análisis rápido y fiable es posible solo si estos parámetros son visualizados en un mapa electrónico. Esto incluye sobre todo los resultados de marcación y ubicación. Las ubicaciones de radiogoniómetros y las marcaciones asociadas son presentadas en un mapa junto con las ubicaciones de transmisor exactamente computadas.



**Figura IV.40 Mapa de los lugares en donde se encuentra el sistema SACER.**  
Fuente: SUPERTEL 2013

Las ubicaciones de transmisores licenciados también pueden mostrarse simultáneamente. El mapa inmediatamente revela si el transmisor de interés es conocido o desconocido.

Los parámetros que se utilizarán para medir la calidad de servicio serán configurados en el sistema ARGUS de acuerdo a los Instructivos SACER y a la Norma Técnica Reglamentaria para Radiodifusión en Frecuencia Modulada Analógica.

#### 4.5.2 Ventana principal del DDF con la opción FFM - software ARGUS

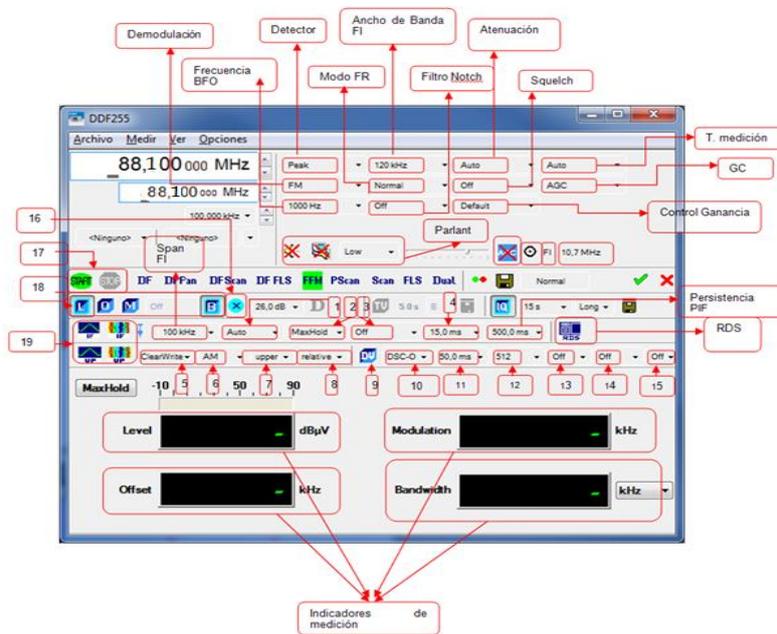


Figura IV.41 Configuración de parámetros técnicos en el DDF - software ARGUS

Fuente: La Autora

1. Ancho de paso FI
2. Modo FI
3. Modo PIF
4. Tiempo PIF 100%
5. Modo video
6. Demodulación video
7. Banda lateral video
8. Escala video
9. Video Digital
10. Modo video digital
11. Resolución
12. Curvas
13. Valor Ancho de banda
14. Inicio, parada
15. Botones de: Nivel (Level), Desviación de Frecuencia (Offset), Índice de Modulación (Modulation), Ancho de banda (Bandwidth)

## 16. Gráficas

### **4.6 DEFINICIÓN DE LOS VALORES DE LOS PARÁMETROS DE MEDICIÓN EN EL DDF**

#### **4.6.1 Detector**

Especifica el tipo de detector que se va a utilizar y que depende de la señal a medirse.

- Posibles Valores: Average, Peak, Fast, RMS.

#### **4.6.2 Ancho de banda frecuencia intermedia (FI)**

Específica el ancho de banda del rango de frecuencias del filtro de frecuencia intermedia.

Posibles Valores : 100 Hz, 150 Hz, 300 Hz, 600 Hz, 1.0 kHz, 1.5 kHz, 2.1 kHz, 2.4 kHz, 2.7 kHz, 3.1 kHz, 4.0 kHz, 4.8 kHz, 6 kHz, 9 kHz, 12 kHz, 15 kHz, 30 kHz, 50 kHz, 120 kHz, 150 kHz, 250 kHz, 300 kHz, 500 kHz, 800 kHz, 1 MHz, 1.25 MHz, 1.5 MHz, 2 MHz, 5 MHz, 8 MHz, 10 MHz, 12.5 MHz, 15.0 MHz, 20.0 MHz

#### **4.6.3 Atenuación**

- Posibles Valores: Auto, de 0 a 40 dB, en pasos de 5 dB.

#### **4.6.4 Tiempo de Medición**

Valor del tiempo de medición. El sistema en modalidad auto realiza 3 mediciones por segundo.

Posibles Valores: Default, Auto, de 1 ms a 900 seg.

#### 4.6.5 Demodulación

Indica el tipo de demodulación de la señal.

- Posibles Valores: FM, AM, PULSE, PM, IQ, ISB, TV (para todos los anchos de banda FI), CW, USB, LSB (si ancho de banda FI  $\leq$  9 kHz).

#### 4.6.6 Modo de Radiofrecuencia (RF)

Modo de funcionamiento del mezclador interno

- Posibles Valores: Normal, Low Noise, Low Distortion.

#### 4.6.7 Squelch

Nivel de referencia sobre el cual se podrá captar la señal, parámetro adecuado para evitar la captura de grandes cantidades de ruido.

- Posibles Valores: Off, -30.0... 130.0 dB $\mu$ V, en pasos de 1 dB $\mu$ V.

#### 4.6.8 Control de Ganancia (GC):

- Posibles Valores:

IF Panorama	Measurement	Bandwidth	
Active	1ms.....900s	On	AGC
No active	Default	Off	AGC, -30 ... 130dBuV; step width: 1dBuV

Tabla IV. 9Valores del control de ganancia.

Fuente: SUPERTEL 2013

#### 4.6.9 Frecuencia BFO: (Beat, Frequency, Oscillator)

Oscilador utilizado para crear una señal de audiofrecuencia a partir de transmisiones de ondas portadoras para hacerlas audibles.

- Posibles Valores: -8.0 kHz ... 1.0 kHz ... 8.0 kHz

#### **4.6.10 Filtro Notch**

Conocido también como filtro suprime banda o filtro elimina banda, filtro electrónico que no permite el paso de señales cuyas frecuencias se encuentran comprendidas entre las frecuencias de corte superior e inferior.

- Posibles Valores: Off, NOTCH, NR, BP.

#### **4.6.11 Control de Ganancia**

La ganancia es una magnitud que expresa la relación entre la amplitud de una señal de salida respecto a la señal de entrada.

- Posibles Valores: Slow, Default, Fast.

#### **4.6.12 Parlantes**

Botones para activar o desactivar los parlantes de la estación remota y poder escuchar las señales receptadas.

#### **4.6.13 Span FI**

Ventana (Rango) de frecuencia intermedia.

- Posibles Valores: 1 kHz, 2 kHz, 5 kHz, 10 kHz, 20 kHz, 50 kHz, 100 kHz, 200 kHz, 500 kHz, 1 MHz, 2 MHz, 5 MHz, 10 MHz, 20 MHz

#### **4.6.14 Ancho de paso de Frecuencia Intermedia (FI)**

Posibles Valores: Auto, 0.625 Hz, 1.25 Hz, 2.5 Hz, 3.125 Hz, 6.25 Hz, 12.5 Hz, 25.0 Hz, 31.25 Hz, 50.0 Hz, 62.5 Hz, 100 KHz, 125 Hz, 250 Hz, 312.5 Hz, 500 Hz, 625 Hz, 1 kHz, 1.25 kHz, 2 kHz, 2.5 KHz, 3.125 kHz, 5.0 kHz, 6.25 kHz, 8.333 kHz, 10 kHz, 12.5 kHz, 20 kHz, 25 kHz, 50 kHz, 100 KHz, 200 kHz, 500 kHz, 1 MHz, 2 MHz

#### 4.6.15 Los valores seleccionados dependerán del Span FI

En general basta con elegir una anchura de paso aproximadamente igual, o inferior, al 10% de la anchura de banda ocupada prevista.

#### 4.6.16 Modo FI

Modo para la visualización de los resultados de la medición de IF.

Bandwith	
Off	ClearWhite, Avg, MaxHold, MinHold
Off	Avg, MaxHold, MinHold

**Tabla IV. 10 Opciones para determinar el modo IF.**  
Fuente: SUPERTEL 2013

#### 4.6.17 Modo PIF

(Polychrome IF Panorama) es una representación espectral de los niveles versus la frecuencia. El color de cada par de nivel/frecuencia indica la ocupación relativa en el tiempo y duración de la señal.

- Posibles Valores: Off, Histogram, Pulse.

#### 4.6.18 Tiempo PIF 100%

Duración máxima de la actividad de PIF.

- Posibles Valores: 100  $\mu$ s ... 15 ms ... 10 s.

#### 4.6.19 Persistencia PIF

Observación de tiempo/persistencia en PIF.

- Posibles Valores: 100  $\mu$ s ... 500 ms ... 10 s.

#### 4.6.20 . RDS

Radio Data System, permite desplegar una ventana para visualizar los parámetros del sistema de datos para radio.

#### 4.6.21 Valor Ancho de banda

Define el método por el cual se va a realizar la medición de ancho de banda.

- Posibles valores:

BandwithMethod	
<X dB <down>	0,.....,26,....100dB
< $\beta$ >	0.1,...1.0,....99.9%

**Tabla IV.11 Opciones de los valores de ancho de banda.**  
Fuente: SUPERTEL 2013

#### 4.6.22 Botones de Inicio y parada

Sirve para iniciar y detener las mediciones realizadas.

#### 4.6.23 Botones de Nivel (Level),

Desviación de Frecuencia (Offset), Índice de Modulación (Modulation), Ancho de banda (Bandwidth).

Parámetros de medición que si están seleccionados estarán siempre activos para realizar la medición, además se podrá observar el valor de estos valores en las pantallas indicadoras de medición.

#### 4.6.24 Gráficas

Estos botones nos permiten ver los gráficos que tenemos, se pueden mostrar la gráfica como un Panorama IF o se puede mostrar como Diagrama en Cascada 2D.

La siguiente tabla contiene ejemplos y recomendaciones para señales de tipo analógicas, para el caso de mediciones de señales digitales las definiciones del AB de FI, pasó de filtro de FI y span de FI corresponden al valor de ancho de banda asignado.

El nivel de Squelch será definido OFF para rastreo de listas de frecuencias ó transmisores, en el caso de que se requiera realizar un Scan (rastreo de frecuencias), este parámetro se le definirá con un valor de 10 dB por encima del pico del piso de ruido. Estos parámetros deberán configurarse en las diferentes opciones de medición como son DF, FFM, PSCAN, SCAN, FLS.

**TABLA DE PARÁMETROS A UTILIZAR**

PARÁMETROS	RADIODIFUSIÓN		
	FM	AM	OC
DETECTOR	RMS	RMS	RMS
ANCHO DE BANDA FI	150 kHz	10 kHz	10 kHz
ATENUACIÓN	0 dB	0 dB	0 dB
TIEMPO DE MEDICIÓN	1 MIN	1 MIN	1 MIN
DEMODULACIÓN	FM	AM	AM
MODO FR	NORMAL	NORMAL	NORMAL
GC	AGC	AGC	AGC
FRECUENCIA BFO (Oscilador de frecuencia)	1000 Hz	1000 Hz	1000 Hz
FILTRO NOTCH	OFF	OFF	OFF
CONTROL DE GANANCIA	DEFAULT	DEFAULT	DEFAULT
SPAN DE FI	500 kHz	20 kHz	20 kHz
ANCHO DE BANDA	X dB (-26 dB)	X dB (-26 dB)	X dB (-26 dB)
ANCHO DE PASO FI	1kHz	1kHz	1kHz

<b>MODO FI</b>	MAX HOLD	MAX HOLD	MAX HOLD
<b>MODO PIF</b>	OFF	OFF	OFF
<b>MAXHOLD</b>	SIEMPRE	SIEMPRE	SIEMPRE

**Tabla IV.12 Parámetro a utilizar para diferentes tipos de medición**

Fuente: SUPERTEL 2013

#### **4.7 PROCEDIMIENTOS PARA REALIZAR LAS MEDICIONES DE COBERTURA EN LA CIUDAD DE RIOBAMBA**

Las mediciones continuas realizadas en la ciudad de Riobamba con el vehículo de monitoreo en movimiento con el objetivo de verificar mediante el método de drive test la cobertura de la señal calculada por el sistema de gestión del espectro.

Para señales analógicas, nivel e interferencia de canal adyacente (relación entre portadora e interferencia) son proporcionados como parámetros de medición. Todos los parámetros pueden ser medidos con el vehículo en movimiento. Un GPS conectado agrega coordenadas geográficas de alta precisión a cada punto de medición. Las Mediciones pueden realizarse ya sea en una sola frecuencia o en múltiples frecuencias definidas en una lista de frecuencias.

El modo View (inspección) integrado le permite al operador barrer rápidamente el espectro y detectar emisiones en canales adyacentes. Para mejorar la utilidad y la asistencia al operador, la velocidad máxima recomendada para el vehículo es presentada en pantalla (UIT recomienda realizar 50 mediciones individuales en una distancia de 40 veces la longitud de onda).

Los resultados son presentados en mapas electrónicos usando el software de información geográfica.

$$x = \frac{c}{f} = \frac{300\text{Mm/s}}{100\text{MHz}} = 3\text{m.}$$

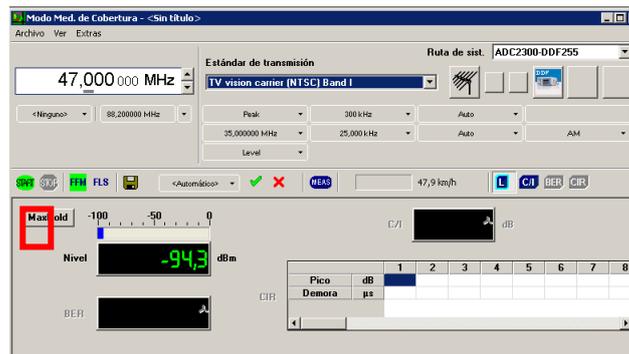
$$\Rightarrow 40x = 120\text{m.}$$

$$\frac{300\text{Mm/s}}{100\text{MHz}} \Rightarrow 2.4\text{m./medición}$$

$$\Rightarrow 1 \text{ medición cada } 2.4 \text{ metros.}$$

#### 4.7.1 Procedimiento para medición de cobertura – niveles de intensidad de campo

Para la realización de las mediciones de cobertura de un listado de frecuencias como es en este caso, en las estaciones móviles del sistema SACER, se deberá iniciar el ARGUS y seleccionar la opción “Modo Medición de Cobertura”, en la que deberán escogerse la opción FLS (*frequency list scan*) y configurarse los parámetros adecuados en la siguiente ventana:



FiguraIV.42 Ventana de configuración de mediciones de cobertura (CMM) en la estación móvil.

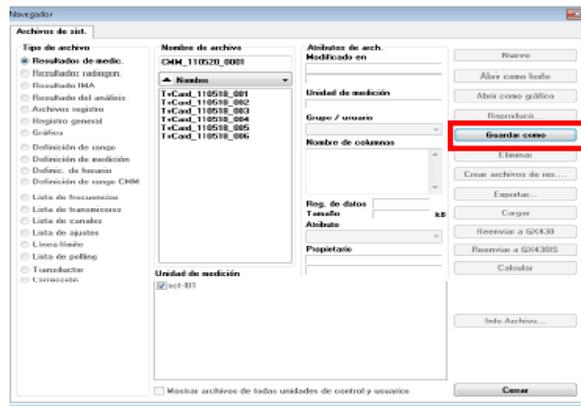
Fuente: La Autora

Para las diferentes mediciones de cobertura de los diferentes sistemas, se considerará la siguiente tabla:

ESTÁNDAR DE TRANSMISIÓN		DETECTOR	IFBW	SPAN	CHANNELS P ACING	DEMOD.
TELEVISIÓN CARRIER	Band I	Peak	300 kHz	35 MHz	25 kHz	AM
	Band III	Peak	300 kHz	40 MHz	25 kHz	AM
	Band IV/V	Peak	300 kHz	40 MHz	25 kHz	AM
ISDB-T	Band I	RMS	6 MHz	35 MHz	6 MHz	FM
	Band III	RMS	6 MHz	35 MHz	6 MHz	FM
	Band IV/V	RMS	6 MHz	40 MHz	6 MHz	FM
NARROWBAND FM RADIO CHANNEL SPACE 12.5 kHz		Peak	8.33 kHz	65 kHz	25 kHz	FM
FM BROADCAST		Peak	120 kHz	250 kHz	200 kHz	FM
TIPO DE MEDICIÓN BANDA		RF ATTENUATI ON	REF. LEVEL	MEAS. TIME	MAP VIEW PARAMETER	
TV VISIONCARRIER	Band I	Auto	-	Auto	Level	
	Band III					
	Band IV/V					
ISDB-T	Band I	Auto	-	Auto	>Ninguno>	
	Band III					
	Band IV/V					
NARROWBAND FM RADIO CHANNEL SPACE 12.5 kHz		Auto	-	Auto	>Ninguno>	
FM BROADCAST		Auto	-	Auto	>Ninguno>	

**Tabla IV. 13 Parámetros para medición para medición de cobertura (Unidad móvil).**  
Fuente: SUPERTEL 2013

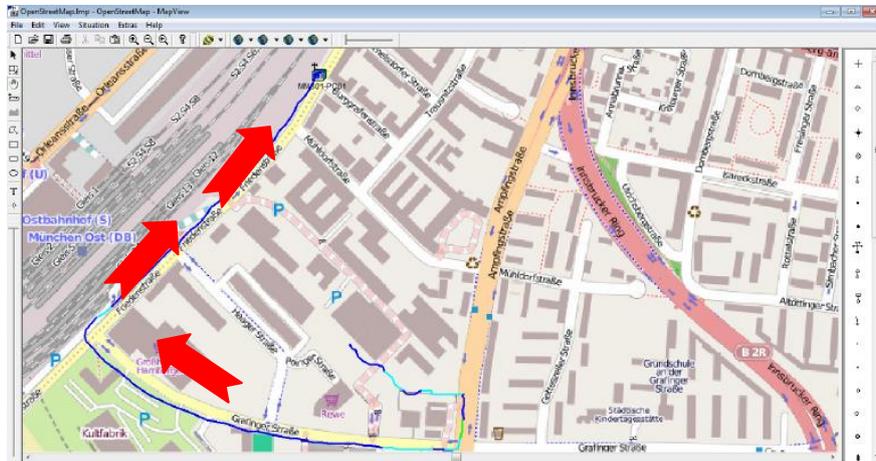
Una vez establecidos los parámetros de medición, se debe presionar el icono “Guardar” y se guardará el archivo de la prueba de cobertura CCM. Presionar el botón “Guardar como”.



**Figura IV. 43 Guardar la medición de cobertura.**  
Fuente: La Autora

Presionar el botón “START” a fin de iniciar la medición de cobertura, e iniciar el recorrido de interés. Luego de haberse presionado el botón “START” se va a mostrar la velocidad máxima a la que se debe realizar la medición.

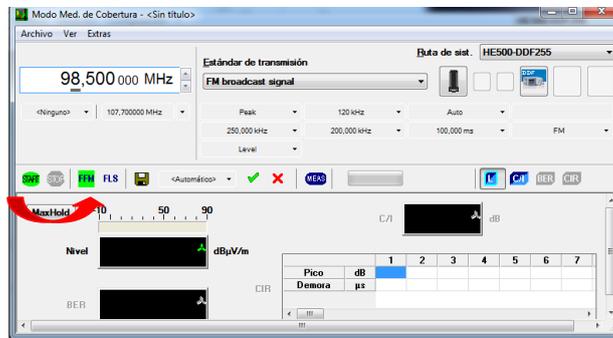
Cuando la estación móvil comience a moverse aparecerá automáticamente en el software MapView el recorrido realizado y la intensidad de la señal en distintos colores, conforme el código definido por el operador.



**Figura IV. 44** Mapa de medición de cobertura.

Fuente: La Autora

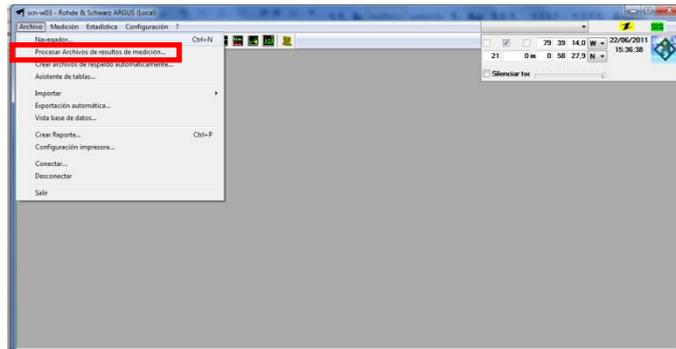
Una vez finalizada la prueba de cobertura se debe presionar el botón “STOP” y realizar un click en el icono “GUARDAR” para finalizar la grabación.



**Figura IV. 45** Guardamos la medición de cobertura.

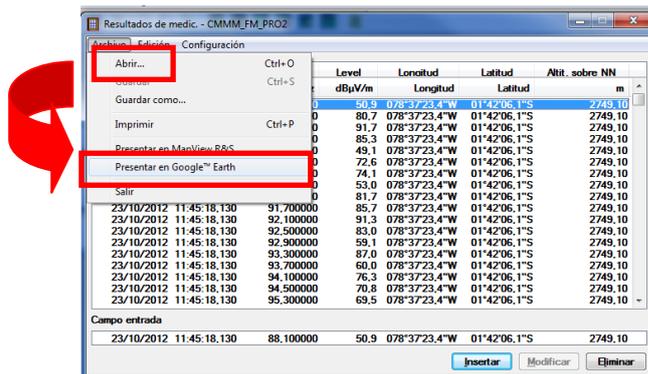
Fuente: La Autora

Para verificar que se grabaron correctamente las mediciones se realiza clic en “Archivo” – “Navegador”.



**Figura IV. 46**Ingreso al navegador para verificar la grabación de las mediciones  
Fuente: La Autora

Desde “Resultados de medición” seleccionar el archivo de cobertura grabado y realizar clic en “Abrir como texto”. Cuando el archivo se encuentre abierto presione clic en “Archivo” – “Presentar en MapViewR&S”, se mostrará la prueba de cobertura en el MapView.

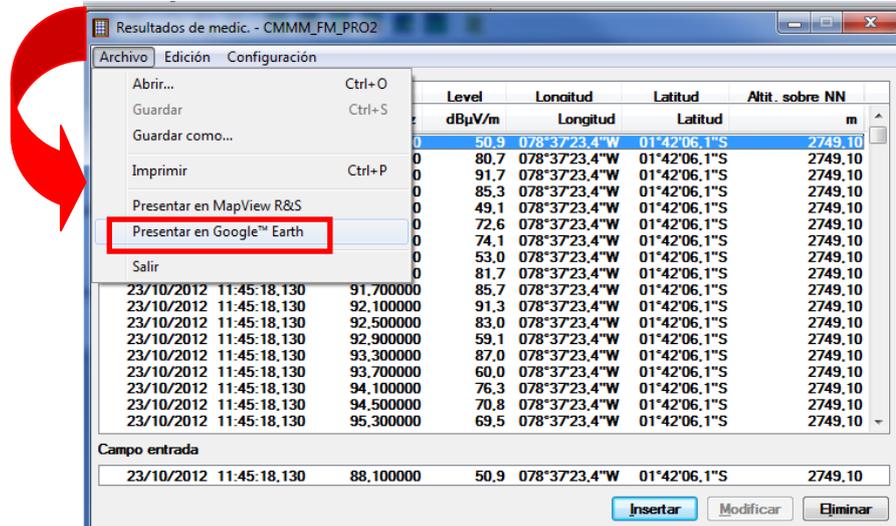


**Figura IV.67**Datos a ser presentados en el software MapView  
Fuente: La Autora

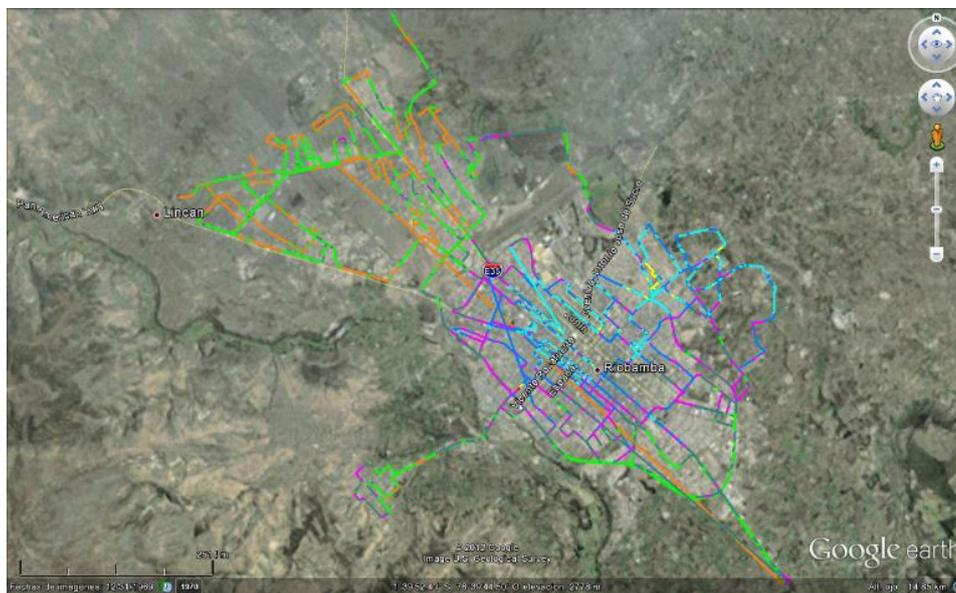
Para configurar la presentación en el mapa del código de colores de la medición efectuada, se ingresará a la opción “Configuración de Software Map....”.



Podemos de igual forma presentar los datos obtenidos en la medición en el Google Earth como se indica a continuación.



**Figura IV. 50** Presentación de los datos mediante Google Earth  
Fuente: La Autora



**Figura IV. 51** Datos presentados en el software GoogleEarth.  
Fuente: La Autora en Google Earth

### 4.7.2 Procedimiento para procesamiento de la información

Para procesar la información que se obtuvo del recorrido desde la estación móvil, se deberán seguir los siguientes pasos:

- a) Abrir el archivo de medición generado CMM. Se debe considerar que los archivos serán del tipo CMM y se debe seleccionar la unidad sct-10X conforme el nombre de la estación en el sistema:

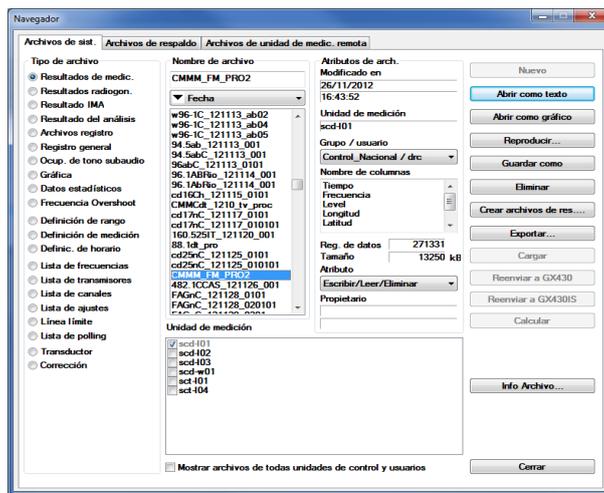


Figura IV. 52 Obtención del archivo de resultados de medición.  
Fuente: La Autora

- b) Ir a configuración de Software Map y definir el código de colores.

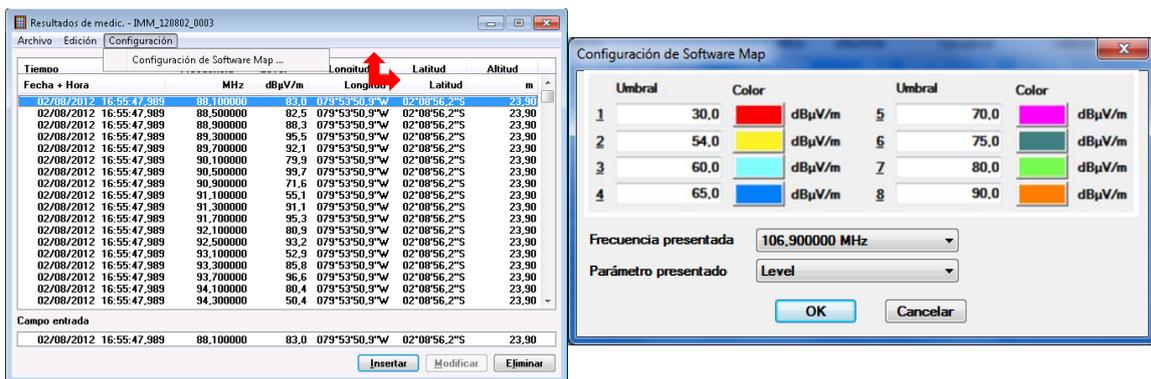


Figura IV. 53 Definición de colores para determinar los niveles de intensidad de campo  
Fuente: La Autora

Level	Longitud	Latitud	Altitud	
dBµV/m			m	
0	83,0	079°53'50,9"W	02°08'56,2"S	23,90
0	82,5	079°53'50,9"W	02°08'56,2"S	23,90
0	88,3	079°53'50,9"W	02°08'56,2"S	23,90
0	95,5	079°53'50,9"W	02°08'56,2"S	23,90
0	92,1	079°53'50,9"W	02°08'56,2"S	23,90
0	79,9	079°53'50,9"W	02°08'56,2"S	23,90
0	99,7	079°53'50,9"W	02°08'56,2"S	23,90
0	71,6	079°53'50,9"W	02°08'56,2"S	23,90
0	55,1	079°53'50,9"W	02°08'56,2"S	23,90
0	91,1	079°53'50,9"W	02°08'56,2"S	23,90
0	95,3	079°53'50,9"W	02°08'56,2"S	23,90
0	80,9	079°53'50,9"W	02°08'56,2"S	23,90
0	33,2	079°53'50,9"W	02°08'56,2"S	23,90
0	52,9	079°53'50,9"W	02°08'56,2"S	23,90
0	85,8	079°53'50,9"W	02°08'56,2"S	23,90
0	96,6	079°53'50,9"W	02°08'56,2"S	23,90
0	80,4	079°53'50,9"W	02°08'56,2"S	23,90
0	50,4	079°53'50,9"W	02°08'56,2"S	23,90

Campo entrada

02/08/2012	16:55:47.989	91,300000	83,0	079°53'50,9"W	02°08'56,2"S	23,90
------------	--------------	-----------	------	---------------	--------------	-------

Insertar    Modificar    Eliminar

Figura IV. 54 Presentación de las mediciones en el mapa digital.  
Fuente: La Autora

c) A continuación se presentará el mapa con el recorrido realizado y los colores configurados:

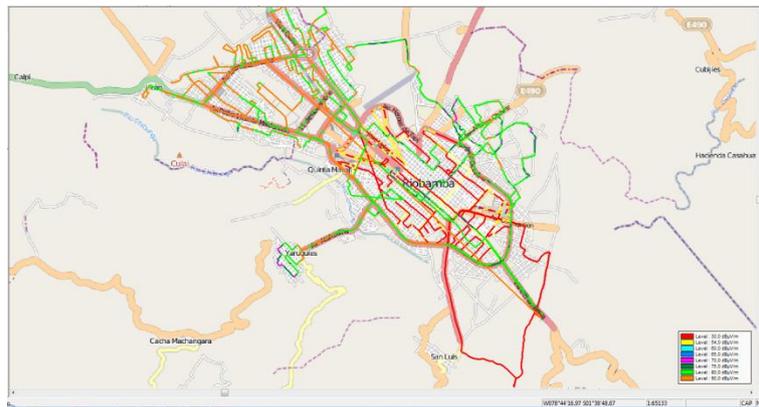
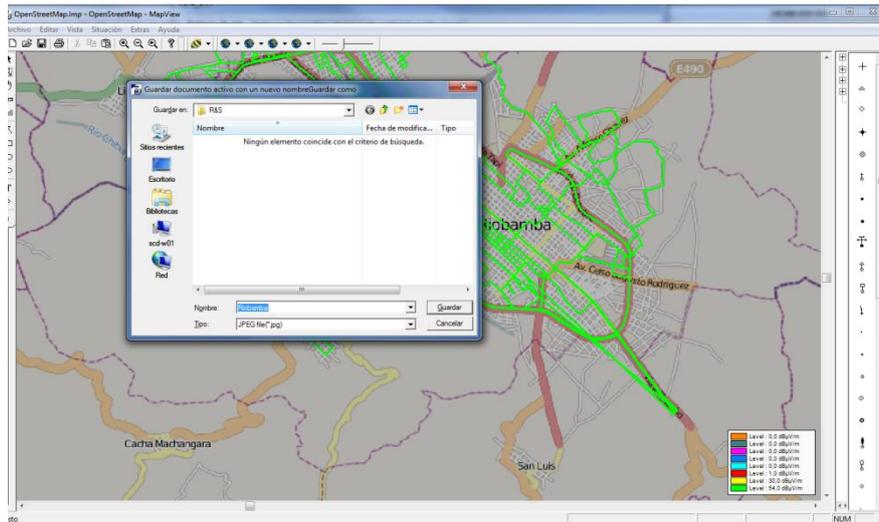


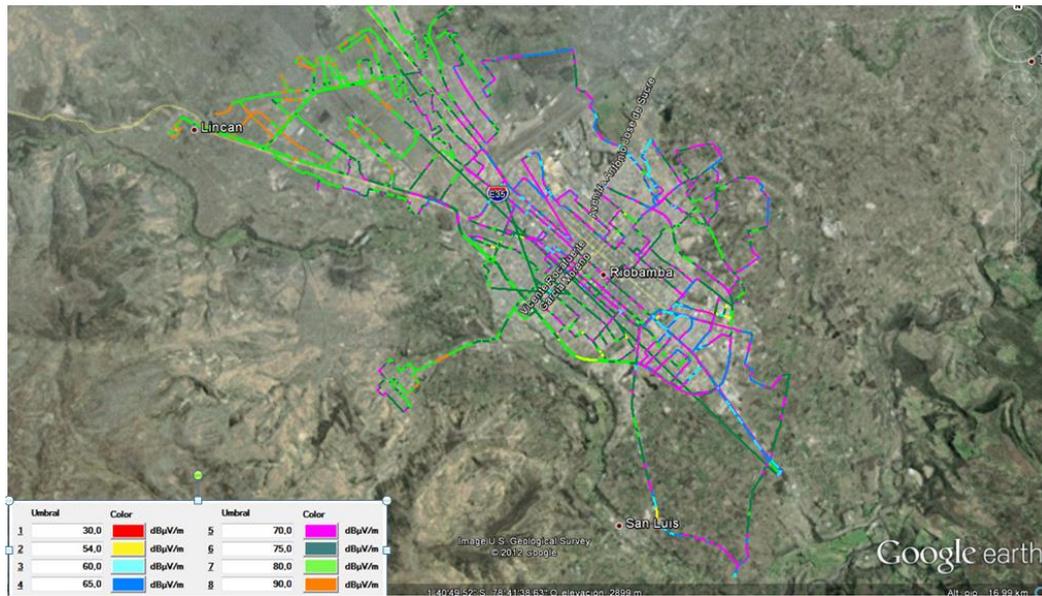
Figura IV. 55 Visualización de la medición realizada en el mapa digital MapView  
Fuente: La Autora

d) Para guardar la imagen se puede utilizar la opción “Guardar como...” que guardará en formato de MapView o se puede exportar, para que se genere un archivo .jpeg:



**Figura IV. 56 Almacenamiento del gráfico de cobertura.**  
Fuente: La Autora

e) De ser el caso, el operador podrá seleccionar la opción de presentar en Google Earth:



**Figura IV. 57 Presentación de la cobertura en el software Google Earth.**  
Fuente: La Autora

## **4.8 PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR LAS MEDICIONES DE ANCHO DE BANDA, MODULACIÓN Y OFFSET EN LA CIUDAD DE RIOBAMBA**

### **4.8.1 Consideraciones**

Las mediciones de anchura de banda, modulación y offset efectuadas en lugares lejanos al transmisor, permiten establecer un nivel de referencia con la finalidad de analizar el grado de cumplimiento de éste parámetro técnico, así mismo determinan la necesidad de realizar la medición de este parámetro en las inmediaciones del transmisor.

### **4.8.2 Consideración sobre la automatización**

La automatización total de la medición de la anchura de banda, modulación y offset en el contexto de la comprobación técnica del espectro es difícil de conseguir en general: la señal a medir debe filtrarse de forma tal que el canal adyacente y el ruido no influyan negativamente en la medición.

Otros parámetros pueden influir en la medición, tales como: la variación del control automático de ganancia en el receptor, el desvanecimiento por la propagación, etc. Por lo tanto, las mediciones de anchura de banda deben realizarse preferentemente con una relación S/N razonablemente elevada (en lo posible  $> 31$  dB) para limitar las contribuciones del ruido cuando el filtro de análisis no se establece de forma óptima alrededor de la señal deseada, y en bandas canalizadas cuando el patrón de las emisiones es bien conocido.

### **4.8.3 Procedimiento**

Paso 1. Configuración de la medición.

Paso 2. Consolidación de los resultados.

Paso 3. Procesamiento de los datos.

Paso 4. Análisis de resultados.

## Paso 1. Configuración de la medición

1. Arrancamos la aplicativo ARGUS,
2. Seguido Selección de Unidad de medición, o F2 en el teclado.
3. Nos conectamos a una estación de monitoreo.

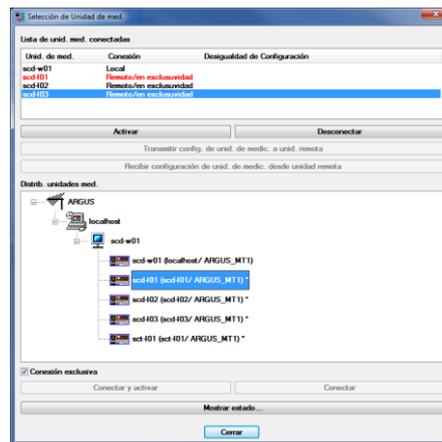


Figura IV. 58 Elección de la estación remota para realizar las mediciones  
Fuente: La Autora

4. Seleccionamos Modo de medición automático, o F8 en el teclado.

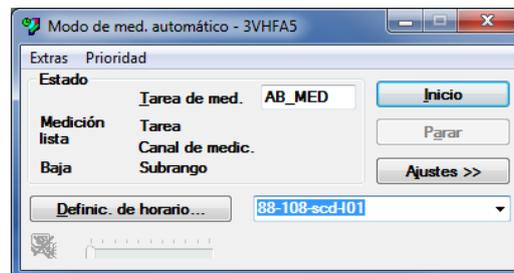


Figura IV. 59 Selección del modo de medición automático  
Fuente: La Autora

1. Definimos el nombre de la tarea en el campo “Tarea de medición” Conforme al instructivo de operación del SACER.
2. Seleccionamos “Definición de horario” y reflejar el mismo nombre (Conforme al instructivo de operación del SACER) en el campo “Definición de medición”.
3. Ingresamos al campo “Definición de medición” y reflejar el mismo nombre en el campo “Definición de rango”.

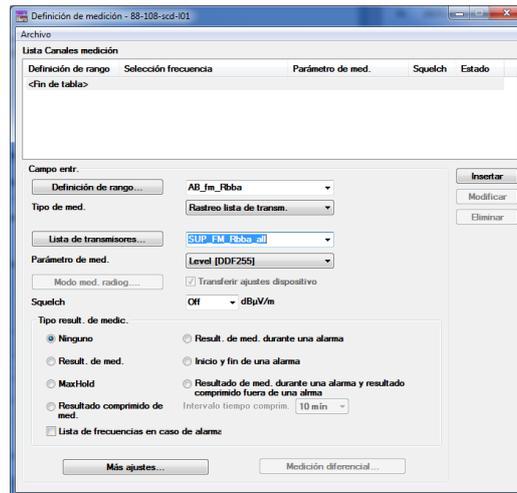


Figura IV. 60 Definición de los parámetros de medición automática  
Fuente: La Autora

4. Se selecciona “Tipo de medición” la opción “Rastreo de lista de transmisores”.
5. Seleccionamos la lista de transmisores a utilizar.
6. Seleccionamos campo “Definición de rango...”.
7. Seleccionamos la antena adecuada conforme al instructivo de operación del SACER (ejemplo: para FM - HE500, para TV- ADC2300).

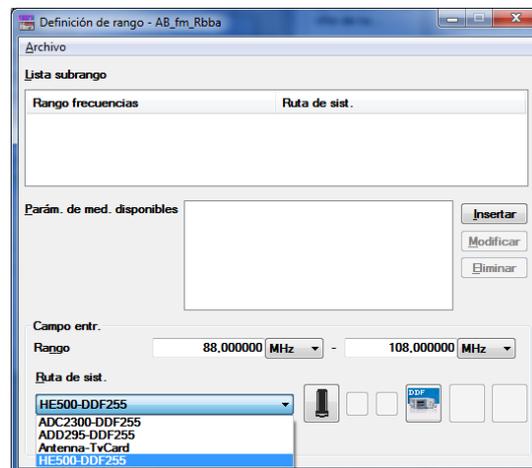


Figura IV. 61 Selección del tipo de antena.  
Fuente: La Autora

8. Botón “DDF”.



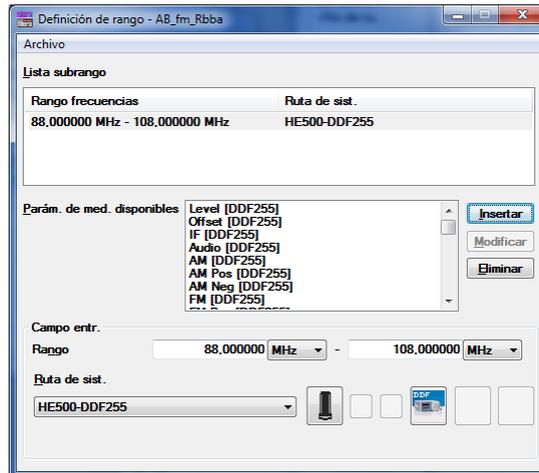


Figura IV. 64 Configuración de la Banda de frecuencia y antena.  
Fuente: La Autora

16. Seleccionamos la opción de salida y guardar cambios.
17. Seleccionamos en el campo “Parámetro de medición” la opción “Bandwidth” e insertar.
18. Seleccionamos en el campo “Parámetro de medición” la opción “Level” e insertar.
19. Seleccionamos en el campo “Parámetro de medición” la opción “Offset” e insertar.
20. Seleccionamos en el campo “Parámetro de medición” la opción “Modulation” e insertar.
21. Mantener ese orden.

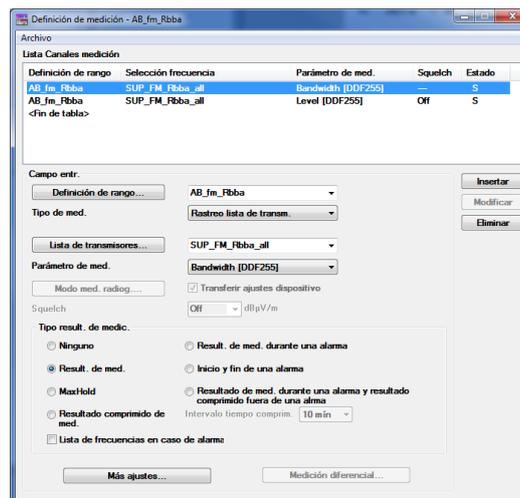
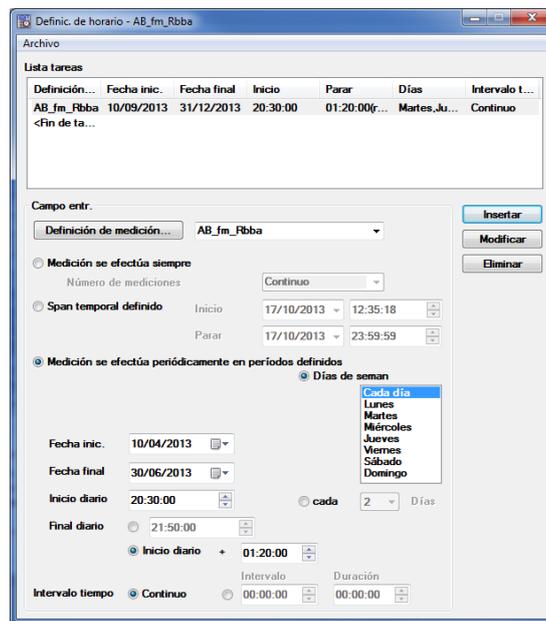


Figura IV. 65 Configuración de equipo.  
Fuente: La Autora

*Nota.- Seleccionar el campo “Bandwidth” como primera opción.*

22. Seleccionamos la opción de salida y guardar cambios.

23. Configuramos los campos “Días de semana” (en los días asignados para medición, ejemplo: “Domingo”), “Fecha inicio”, “Fecha final”, “Inicio diario”, y “Final diario”, según la matriz de pruebas definida.



**Figura IV. 66** Configuración del tiempo en el cual va a realizar la medición.

Fuente: La Autora

*Nota.- Considerar que el tiempo de medición de cada frecuencia es de 80 segundos, por lo cual se debe realizar la medición total por un tiempo superior a este valor multiplicado por el número de estaciones reflejadas en la lista de transmisores a monitorear (por ejemplo, para 50 estaciones se debe considerar al menos  $50 \times 80 \text{ seg.} = 1 \text{ hora } 6 \text{ minutos } 40 \text{ segundos de medición}$ ). Se debe añadir un tiempo de tolerancia del 10% aprox. (1 hora 15 minutos para el ejemplo).*

24. Seleccionamos la opción de salida y guardar cambios.

25. Botón “Inicio” para comenzar la medición.

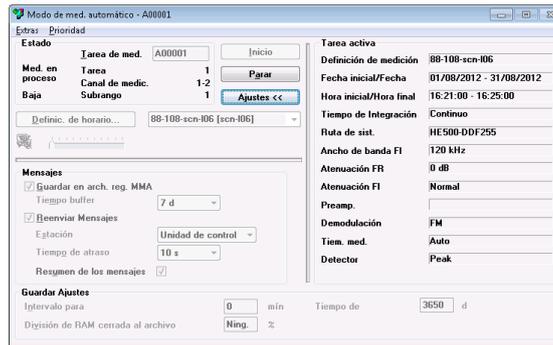


Figura IV. 67 Inicialización de la tarea de medición automático.  
Fuente: La Autora

## Paso 2. Consolidación de los resultados

- En el ARGUS, abrir el Navegador de archivos.
- En la pestaña “Archivos de unidad de medición. remota”, seleccionar los archivos correspondientes al período de medición, y dar clic en el botón “Mover”, y cerrar la ventana.

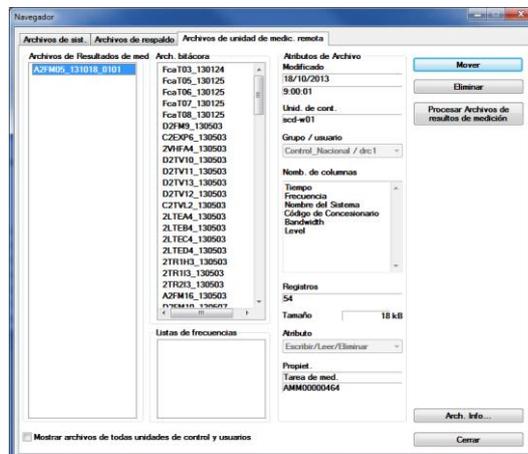


Figura IV. 68 Resultados de la medición en la estación remota.  
Fuente: La Autora

- Seleccionar la opción “Archivo” -> “Procesar Archivos de resultados de medición”
- Para consolidar los resultados, se deben seleccionar los archivos a ser procesados y definir el nombre del archivo de unión en el campo “Nombre de resultado de medición”
- Seleccionar la opción “Ejecutar”.

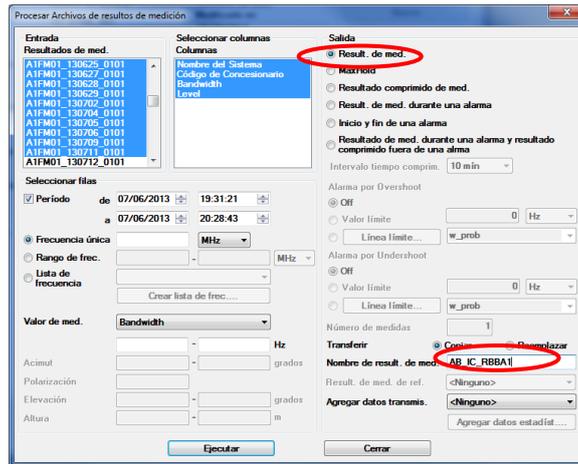


Figura IV. 69 Procesamiento de los resultados de Medición.  
Fuente: La Autora

- Aparecerá una ventana de consulta, seleccionar “Sí”, si desea observar los resultados.

### Paso 3. Procesamiento de los datos

- En la ventana “Procesar Archivos de resultados de medición” seleccionar el archivo generado en el paso anterior y la opción “Resultado comprimido de medición”
- Definir en el campo “Nombre de resultado de medición” el nombre del archivo procesado
- Seleccionar en el campo “Intervalo de tiempo comprimido” un valor mayor al período diario de medición (para el ejemplo 120 min).

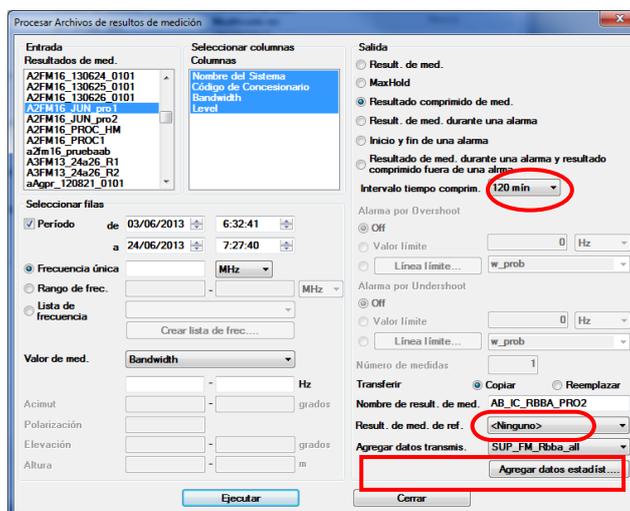


Figura IV. 70 Resultado comprimido con intervalo de tiempo de la medición  
Fuente: La Autora

- Agregar la lista de transmisores del área monitoreada (personalizada en ARGUS) en “Nombre de resultado de medición”

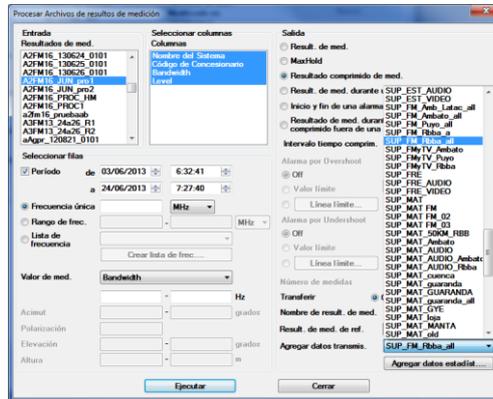


Figura IV. 71 Resultados anidados con datos del transmisor.  
Fuente: La Autora

- Seleccionar “Agregar datos estadísticos” y dar click en “OK”.



Figura IV. 72 Agregación de datos estadísticos a los resultados de medición  
Fuente: La Autora

- Definir el nivel de umbral, que depende del servicio como se muestra a continuación:

FM	INTENSIDAD DE CAMPO ELÉCTRICO	COBERTURA	VALOR (dB $\mu$ V/m)
		Cobertura principal Potencia Normal	$\geq 54$
		Cobertura principal – Baja Potencia	$\geq 43$
	A otras zonas geográficas	$< 30$	
ANCHO DE BANDA	TIPO	ANCHO DE BANDA (kHz)	
	Estéreo	220 + 5%	
	Monofónico	180 + 5%	

Tabla IV. 14 Valores para determinar la intensidad de campo.  
Fuente: La Autora

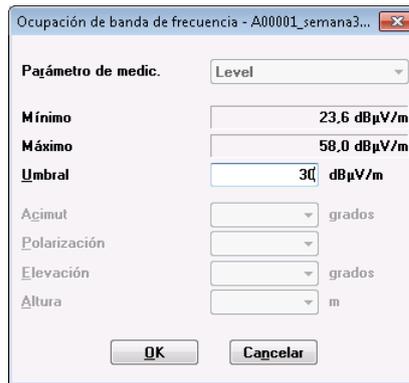


Figura IV. 73 Umbral para arrojar resultado con porcentaje de ocupación  
Fuente: La Autora

- Aparecerá una ventana de información, en la cual se debe seleccionar “Si”.
- Se obtendrá un archivo estadístico de mediciones de promedios diarios de ancho de banda.
- Abrir el Navegador de archivos, en la pestaña “Archivos de sistema” seleccionar el archivo procesado y la opción “Exportar”. Definir el archivo de salida en formato Microsoft Excel bajo el mismo nombre del archivo procesado (ejemplo: “semanal.xls”).

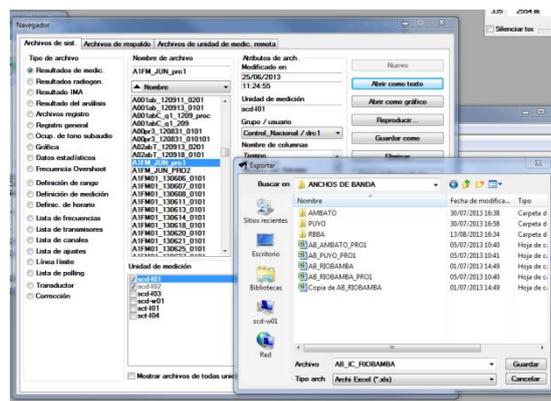


Figura IV. 74 Archivos exportado en formato .xls  
Fuente: La Autora

#### Paso 4. Análisis de Resultados

A partir de los datos obtenidos, se deberá verificar el cumplimiento de éste parámetro para todas las estaciones de radiodifusión monitoreada.

Cuando las mediciones rutinarias evidencian que existe un valor fuera de la tolerancia establecida en la Norma, se hace necesario un estudio específico para disponer datos adicionales y confirmar si el incumplimiento es permanente o transitorio. En estos casos se debe realizar una verificación desde las estaciones del SACER; en el caso de que no exista una señal aceptable ( $C/I < 31$  dB) se debe programar un desplazamiento con la estación móvil del SACER, dependiendo de la factibilidad de movilización y acceso a los sitios cercanos a los transmisores (distancia mayor a 1 km al menos), para verificar la anchura de banda de esas estaciones.

## **CAPÍTULO V**

### **ANÁLISIS DE LOS DATOS OBTENIDOS EN LA MEDICIÓN**

#### **5.1 INTRODUCCIÓN**

En este capítulo se realiza el análisis de los parámetros técnicos obtenidos en las mediciones y verificaciones realizadas.

Se realizara una comparativa de manera estadística de dichos valores con respecto a la Norma Técnica para Radiodifusión en Frecuencia Modulada, así determinar la situación actual de las estaciones radiodifusoras con respecto al nivel de cumplimiento de los parámetros técnicos por parte de los concesionarios de las radios que sirven a la ciudad de Riobamba

## 5.2 COMPARACIÓN DE LAS MEDICIONES OBTENIDAS CON LA NORMA TÉCNICA REGLAMENTARIA PARA RADIODIFUSIÓN EN FRECUENCIA MODULADA ANALÓGICA.

A continuación se presenta el número de estaciones de radiodifusión con los parámetros técnicos medidos con los equipos de SACER, se obtuvo los siguientes valores:

PARÁMETROS TÉCNICOS MEDIDOS	NÚMERO DE ESTACIONES	
	SI CUMPLE	NO CUMPLE
ANCHO DE BANDA	36	5
INTENSIDAD DE CAMPO	37	4
MODULACIÓN	36	5
OFFSET	41	0

Tabla V. 15 Datos obtenidos en la medición

Fuente: La Autora

### 5.2.1 ANCHO DE BANDA

Según la norma Técnica el ancho de banda será de 220 kHz en un sistema Stereo y de 180 kHz para un sistema monofónico, con una tolerancia del 5 %. Es decir, el nivel máximo permitido será de 208 kHz a 231 kHz en estéreo.

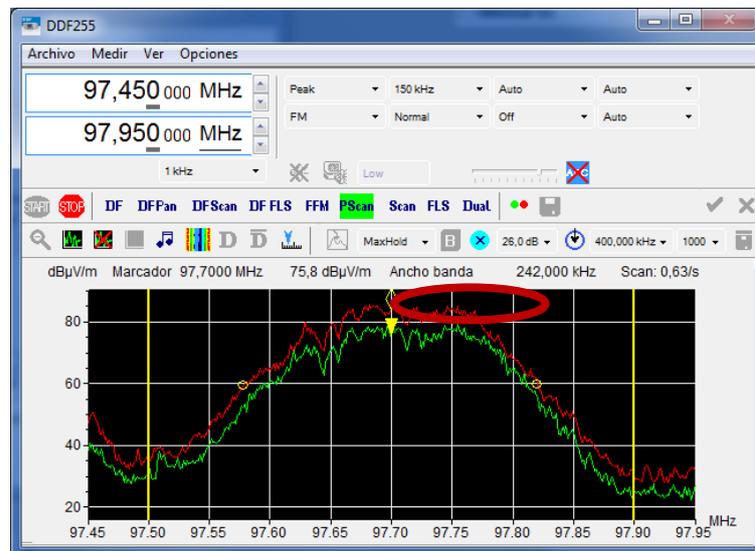


Figura V. 75 Excesivo ancho de banda

Fuente: La Autora

En base a los resultados de ancho de banda de la tabla y tomando en consideración los límites permitidos en la norma técnica, se establecen de manera estadística los siguientes resultados.

ANCHO DE BANDA	Nº de estaciones	Porcentaje
Si cumple	33	81%
Valores<160 kHz	3	7%
No cumple >231 kHz	5	12%
TOTAL	41	100%

Tabla V. 16 Ancho De Banda  
Fuente: La Autora

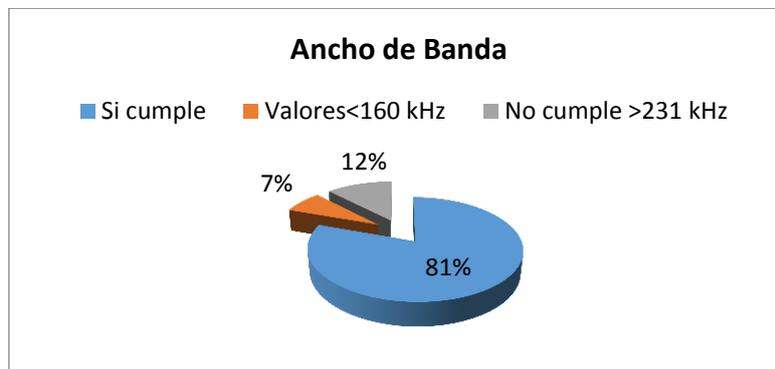


Gráfico V. 1 Ancho de banda.  
Fuente: La Autora

### Análisis

Como se puede observar en la gráfica el 81% de las estaciones de radiodifusión, si cumplen con la norma técnica, permitiendo a las radiodifusoras operar en los niveles permitidos; el valor establecido de la norma técnica es de 220 kHz con una tolerancia de  $\pm 5\%$ , es decir que el valor mínimo que debe tener una estación de radiodifusión es de 208 MHz y como máximo valor es de 231 kHz.

El 7% de estaciones de radiodifusión se encuentran funcionando con un rango menor a 160 kHz, es decir que tienen una baja calidad de la señal, la misma que no podrá ser sintonizada con facilidad en el dial de los equipos del radioescucha.

Se ha tomado en consideración a las estaciones que sobrepasen los 231 kHz, que presenta el 12% del total de estaciones radiodifusoras, este exceso de ancho de banda

provoca interferencia de canal adyacentes en las estaciones vecinas, produciendo una mala calidad en la señal ya que la misma se vuelve ruidosa.

### 5.2.2 MODULACIÓN

En este caso la señal modulada mantendrá fija su amplitud sin exceder el 100% que equivale a 75 kHz para sistema estereofónico, el parámetro de la señal portadora solo modificará la frecuencia.

SITUACIÓN	N ° ESTACIONES	PORCENTAJE
SI CUMPLE	36	88%
NO CUMPLE	5	12%
<b>TOTAL</b>	<b>41</b>	<b>100 %</b>

**Tabla V.17 Porcentaje de modulación**  
Fuente: La Autora



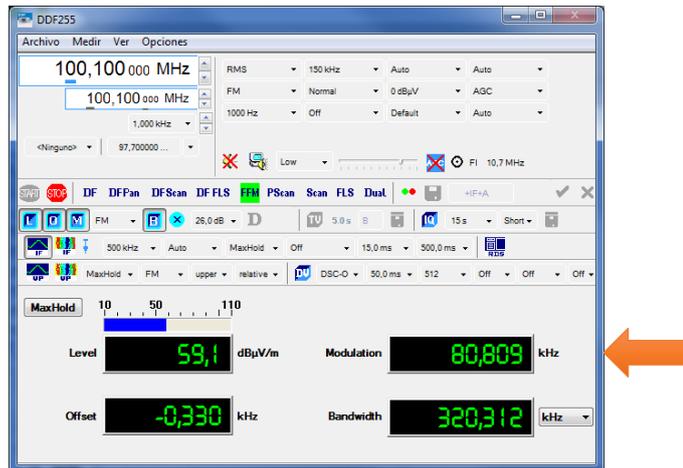
**Gráfico V. 2 Valores de Modulación de frecuencia**  
Fuente: La Autora

### Análisis

Los datos obtenidos en la medición indican que las 36 estaciones que equivalen al 88 % si cumplen por encontrarse en valores permitidos como lo dispone la norma técnica. Mientras que el 12% de las estaciones de radiodifusión no cumple, se detectaron 5 radiodifusoras en el cantón Riobamba que están sobre los 75 kHz del límite

recomendado de modulación, provocando excesivos anchos de banda y mala calidad de servicio.

La sobremodulación consiste en sobrepasar los límites superiores de amplificación y acarrea lo que se conoce como distorsión y por ende se producirá pérdida de información.



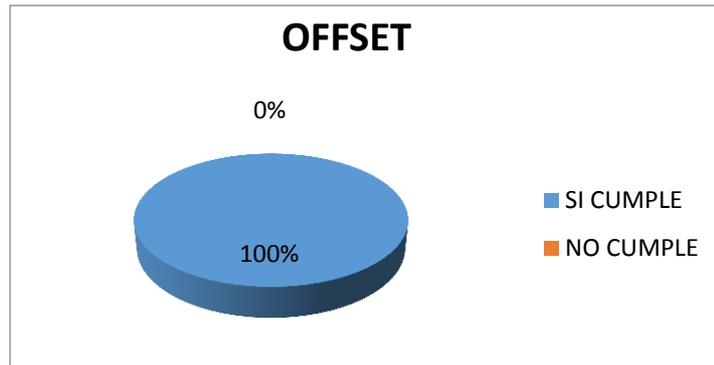
**Figura V.76 Estación que no cumple con una buena modulación con un valor superior a 75 kHz**  
Fuente: La Autora

### 5.2.3 TOLERANCIA DE FRECUENCIA (OFFSET)

Con respecto a este parámetro medido en las estaciones de radiodifusión que sirven a la ciudad de Riobamba, se determina que todas cumplen con el valor establecido en la Norma Técnica, es decir que los valores medidos a la máxima variación de frecuencia en la portadora principal a cada una de ella se encuentran dentro de  $\pm 2$  kHz.

SITUACIÓN	N ° ESTACIONES	PORCENTAJE
SI CUMPLE	41	100%
NO CUMPLE	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>41</b>	<b>100 %</b>

**Tabla V.18 Tolerancia de Frecuencia**  
Fuente: La Autora



**Gráfico V. 3 Tolerancia de frecuencia (OFFSET).**  
Fuente: La Autora.

### Análisis

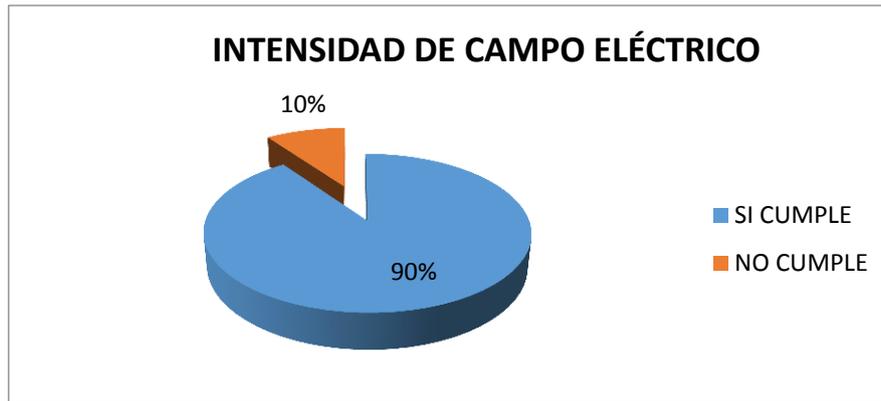
Cabe indicar que si bien todas las estaciones están dentro del 100% de cumplimiento según la norma técnica, la misma no garantiza una buena señal, ya que para tener una excelente calidad de servicio las estaciones deberán cumplir con los valores de los demás parámetros técnicos analizados en este trabajo de tesis.

### 5.2.4 INTENSIDAD DEL CAMPO ELÉCTRICO

En el caso de la intensidad de campo electrónico de acuerdo a la norma técnica Es el valor de intensidad de campo medido a 10 metros de altura sobre el nivel del suelo, el cual no podrá exceder los 54dB $\mu$ V/m en el borde del área de cobertura de operación principal.

SITUACIÓN	N ° ESTACIONES	PORCENTAJE
SI CUMPLE	37	90%
NO CUMPLE	4	10%
<b>TOTAL</b>	<b>41</b>	<b>100 %</b>

**Tabla V. 19 Intensidad Del Campo Eléctrico**  
Fuente: La Autora



**Gráfico V. 4 Intensidad de campo.**

Fuente: La Autora

### **Análisis**

Está expuesto en la norma técnica, los valores deben ser iguales o mayores a 54 dBu/m, de acuerdo a las mediciones realizadas mediante el Drive Test, se determinaron que un alto porcentaje de las estaciones de radiodifusión en frecuencia modulada si cumplen con la norma técnica, es necesario puntualizar que un pequeño número no cumplió con el respectivo parámetro técnico ya que se encuentran bajo los 54 dBuV/m, la mala calidad de la señal se debe a que los transmisores se encuentran ubicados a distancias donde la señal emitida no cubre al área de la ciudad de Riobamba, y solo llega solamente a ciertas zonas de la población.

#### **5.2.5 Bajo ancho de banda**

Las estaciones que se encuentren con anchos de banda inferior a 180 kHz, se consideran que el nivel de señal es deficiente, ya que será difícil sintonizar la estación deseada, y las estaciones adyacentes pueden caer fuera de su señal. Las emisoras tienen asignadas áreas específicas de cobertura. Fuera del área señalada, las señales más fuertes de estaciones vecinas pasarán por encima de las señales más débiles, porque la frecuencia de la estación más cercana cubrirá las señales más distantes.

### **5.2.6 Potencias**

Otro de los factores para determinar que el cumplimiento del valor de intensidad de campo establecido en la norma técnica es verificar que la potencia de operación (P.E.R) sea la óptima, ya que si las estaciones radiodifusoras se encuentran operando en rangos de potencias bajas, la calidad de señal no será garantizada, si se encuentran con un valor inferior de potencia la señal no cubrirá el área de cobertura, en este caso no cubrirá a la ciudad de Riobamba. Para este caso se considera 1500 W de P.E.R para que la señal tenga una buena cobertura.

## **5.3 POSIBLES CAUSAS DE SEÑALES DEFICIENTES**

### **5.3.1 Excesivo Ancho de Banda**

Una de las principales causas de señales deficientes es el Ancho de banda, generalmente cuando se encuentra en valores superiores a los establecidos en la norma técnica. Lo que provoca que la señal produzca interferencias y por ende mala calidad de la misma.

### **5.3.2 Valores de Modulación**

La sobremodulación causa señales deficientes, cuando una señal inteligente excede la señal modulada lo que producirá un porcentaje de modulación mayor al 100%. La brecha producida por la sobremodulación se denomina sidebandsplatter, este efecto resulta en la transmisión de frecuencias fuera del ancho de banda normal separado para esa radio (ancho de banda excesivo), esta es una condición inaceptable y causa interferencias severas en otras estaciones a más de ser causas de intermodulación.

### **5.3.3 Niveles Bajos de Intensidad de Campo**

Los bajos niveles de intensidad de campo hacen que el sonido en la radio sea débil, se producirá un sonido de silbido o zumbido de fondo. Además, será difícil sintonizar la estación deseada, y las estaciones adyacentes pueden caer fuera de su señal. Las emisoras tienen asignadas áreas específicas de cobertura. Fuera del área señalada, las

señales más fuertes de estaciones vecinas pasarán por encima de las señales más débiles, porque la frecuencia de la estación más cercana cubrirá las señales más distantes. Cambiar la orientación de la radio puede maximizar la recepción de la señal deseada. Si las dos estaciones están difundiéndose desde distintas direcciones, con arreglos de antenas se puede amplificar la señal débil.

#### **5.3.4 Distancia de los transmisores**

Otra de las causas que provoca una señal deficiente es la distancia de los transmisores hacia el área de cobertura en este caso hacia la ciudad de Riobamba, influye mucho en la calidad de servicio ofrecido por parte de las estaciones radiodifusoras, es decir si el transmisor se encuentra a distancias lejanas la señal emitida cubrirá una pequeña parte de la población lo que no es óptimo para garantizar una buena señal, ya que la misma se va atenuando en el espacio libre. Los transmisores de las estaciones radiodifusoras que sirven a la ciudad de Riobamba se encuentran en los siguientes cerros: La Mira, Cacha, Zalarón, San Guisel Alto, Bazán, en base a estas distancias se puede determinar que el cerro Cacha es ideal para ubicar los transmisores y de esta manera garantizar un buen servicio de radiodifusión.



**Figura V.87 Ubicación geográfica de los transmisores de las estaciones de radio FM**  
Fuente: La Autora

### 5.3.5 Antenas

Debido a que una antena es diseñada para un uso específico, tiene sus limitaciones. Es elemental seleccionar la antena apropiada y que esté correctamente instalada y trabaje adecuadamente.

A veces, las antenas se encuentran apuntando a la dirección equivocada. Otras veces, el viento puede cambiar su orientación, es por eso que se debe verificar que el mástil o torre que soporten la antena deben estar afirmados apropiadamente mediante riendas y anclajes. En zonas altas y despejadas, es conveniente la protección contra descargas atmosféricas con una adecuada puesta a tierra del soporte de la antena. Es por eso que se debe considerar una antena de alta penetración con polarización circular y tener en cuenta tanto la inclinación eléctrica como la inclinación mecánica deben apuntar al sitio donde se desea brindar mejor cobertura.

### **5.3.6 Pérdidas en cables**

Una causa de la baja calidad de las señales es producida por las pérdidas adicionales que puede existir en los cables, es importante que se tome en cuenta 1.5 dB como pérdidas máximas.

### **5.3.7 Interferencias**

Existen interferencias que pueden ser causadas por los transmisores de radio, por los transmisores de Banda Ciudadana, Radioaficionados, por señales las armónicas y emisiones de las estaciones ubicadas en las bandas más cercanas.

De acuerdo con el estudio realizado estas interferencias provienen principalmente de afectar a los mismos sistemas de radiodifusión, sistemas de televisión abierta y sistemas de radiocomunicaciones.

La interferencia causada por los transmisores de radio puede ser eliminada instalando filtros adecuados en la salida de los mismos.

### **5.3.8 Ubicación de las Antenas**

Las señales deficientes también pueden deberse a la altura y ubicación de las antenas de las estaciones.

Lo primero que sucede es que el campo radiado será impredecible. Esas antenas no propias deformarán el campo y en cada caso, una vez instalada la emisora habrá que hacer una campaña de mediciones en las proximidades para determinar sus contornos de alcance.

Las emisoras generan productos de intermodulación como las sumas y diferencias de las frecuencias en juego y sus armónicos. Estos productos suelen caer encima de otras emisoras produciéndoles interferencias no deseadas. Para que esto no ocurra, deberían tener al menos una separación de 5 Km.

## **CAPÍTULO VI**

### **CONCLUSIONES**

- De acuerdo con el análisis de los parámetros técnicos establecidos en la Norma Técnica Reglamentaria para Radiodifusión en Frecuencia Modulada Analógica, se determinó que el mayor incumpliendo existe en los valores de ancho de banda, ya que al ser valores mayores a 231 kHz causan interferencia, así mismo las estaciones de radiodifusión que se encuentran con valores de ancho de banda menores a 160 kHz presentan problemas de deficiencia de señal ya que la misma no puede ser sintonizada por los radioescuchas de la ciudad de Riobamba.
- En cuanto a la intensidad de campo medido se pudo evidenciar que las estaciones que presentan valores menores a 54 dBuV/m se debe principalmente a las distancia que existe entre la ubicación de los transmisores hacia la ciudad de Riobamba, ya que la señal emitida por los mismos llegará solamente a ciertos puntos de la ciudad

- Al realizar la medición del parámetro de tolerancia de frecuencia se verificó que todas las estaciones de radiodifusión que sirven a la ciudad de Riobamba cumplen con el valor establecido en la Norma Técnica, es decir que todas las estaciones cumplen con la tolerancia de  $\pm 2$  kHz a señales impropias.
- En cuanto al valor de modulación de frecuencia medido se puede decir que el incumpliendo por parte de la estaciones radiodifusoras en mínimo, pero al no ser controlados oportunamente pueden sufrir pérdida de información al emitir sus señales.
- Las estaciones de radiodifusión que trabajan con la potencia menor a la indicada en los contratos establecidos, no brindan buena cobertura por lo que la señal no llegará en su totalidad a cubrir a toda la ciudad de Riobamba.
- Se pudo detectar que en las poblaciones cercanas a la ciudad de Riobamba que trabajan como estaciones radiodifusoras de baja potencia emiten sus señales con potencias mayores a 250 W, ya que las señales emitidas se detectaron al momento que se realizó las pruebas de cobertura de intensidad de campo.
- Otras causas de la baja calidad de servicio de una estación de radiodifusión se deben a la ubicación y altura de las antenas donde se encuentran instaladas, así mismo si la antena no se encuentra correctamente direccionada hacia la ciudad de Riobamba, la señal emitida no cubrirá la misma.
- En el Drive Test realizado con la estación móvil de la Supertel en la ciudad de Riobamba se comprobó que el valor de intensidad de campo correspondiente a 54 dBuV/m es muy bajo, ya que este valor no determina una buena cobertura debido a que las señales no podrán penetrar las edificaciones que se presenta en la misma.

## RECOMENDACIONES

- Las estaciones de radiodifusión deben cumplir con los parámetros establecidos en la Norma Técnica Reglamentaria para Radiodifusión en Frecuencia Modulada Analógica, para garantizar que la calidad de servicio recibida por los usuarios sea óptima y evitar inconvenientes a las demás estaciones de radiodifusión.
- Estaciones de Radiodifusión en Frecuencia Modulada, que de acuerdo al análisis reportan baja calidad, ajustarse a los anchos de banda requeridos, instalar filtros adecuados para reducir las señales armónicas que son causas de interferencias.
- A la Superintendencia de Telecomunicaciones realizar periódicamente las mediciones de los parámetros técnicos de las estaciones de radiodifusión FM en la ciudad de Riobamba, para verificar que los equipos de transmisión cumplan con los requerimientos de la norma técnica.
- Las estaciones de radiodifusión que se encuentran en las parroquias rurales del cantón Riobamba, ubicar correctamente las antenas así como ajustar la potencia a un máximo de 250 W para que la señal emitida no llegue a la cabecera cantonal, y sea causa de posibles interferencias que afecte a la calidad de servicio.
- Para garantizar una buena calidad es recomendable utilizar antenas de alta penetración con polarización circular, ya que las antenas de construcción nacional, no se ajustan a los requerimientos para que cumplan una óptima calidad de servicio.

- Estandarizar la potencia (P.E.R) a 1500 W para que todas las estaciones cubran de igual manera a la ciudad de Riobamba
- Reubicar los transmisores de las estaciones de radiodifusión que se encuentren en los cerros: Zalarón, San Guisel, La Mira, Bazán al cerro Cacha, para que la señal emitida cubra a la ciudad de Riobamba.
- A la SUPERTEL recomendar que los valores de ancho de banda se encuentren en 180 kHz como mínimo y 231 kHz como máximo.
- Que el CONATEL considere la intensidad de campo como un valor mínimo sea 54 dBu/V y como óptimo 70 dBuV/m de esta manera ofrecer una buena señal de transmisión en ciudades.
- Considerar que las pérdidas en los cables y conectores deben ser 1.5 dB como máximos, así como no exceder la longitud del cable para no generar pérdidas extras.
- Utilizar protecciones de transientes, de sobrevoltajes y el uso de pararrayos para garantizar el buen funcionamiento de los equipo.

## **RESUMEN**

Se realizó el análisis y verificación técnica de la calidad de la radiodifusión en frecuencia modulada en la ciudad de Riobamba, en la Intendencia Regional Centro de la Superintendencia de Telecomunicaciones.

Aplicando el método analítico, se realizó el monitoreo de las 41 estaciones de radiodifusión que sirven a la ciudad de Riobamba, utilizando los equipos del Sistema Autónomo de Control del Espectro Radioeléctrico (SACER), el mismo que consta de una laptop, un equipo receptor de banda ancha, antenas de recepción de señales, un GPS y el software ARGUS de la Superintendencia de Telecomunicaciones, para verificar el cumplimiento de parámetros técnicos que indica la Norma Técnica Reglamentaria para Radiodifusión en Frecuencia Modulada Analógica por parte de cada estación de radiodifusión, de esta manera determinar causas y recomendar mejoras al servicio ofrecido por las actuales estaciones.

Según los resultados obtenidos se describe la situación actual de la calidad de servicio de las estaciones radiodifusoras, siendo el 36% con incumplimiento al valor establecido de ancho de banda, el 12 % con modulación fuera de rango, el 10% se encuentran en el borde del área de cobertura secundaria.

Realizado el análisis técnico se concluye que la distancia de los transmisores hacia la ciudad de Riobamba, tipos de antenas utilizadas, la falta de filtros en los transmisores y parámetros no configurados correctamente en los equipos hace que la señal emitida sea deficiente.

Se recomienda que políticas, normas técnicas, y procedimientos metodológicos para radiodifusión sean socializadas de una mejor manera con los concesionarios de cada estación radiodifusora por parte de la Supertel para brindar un servicio de calidad con eficiencia y eficacia para la ciudad de Riobamba.

## **ABSTRACT**

An analysis and technical verification of the broadcasting quality in frequency modulated in Riobamba city was carried out, at the Central-Regional

Intendancy from Superintendent of Telecommunications. The analytical method was applied, it was carried out the 41 radio broadcasting stations monitoring serving in Riobamba city, using autonomous system equipment of radio-electric spectrum control (ASRSC) consisting a laptop, a broadband receiving equipment, signal-receiving antennas, a GPS and ARGUS software from Superintendent of Telecommunications, in order to verify the technical parameters compliancy that indicates the Technical Regulations for Radio broadcasting in Analog frequency modulated for each radio broadcasting station, thus to determine the causes and recommend improvements to the service offered by radio broadcasting stations. With the results obtained the current situation of the service quality of the radio broadcasting stations, the 36% with noncompliance to the valúe set of bandwidth, he 12% with out of range modulation, the 10% is found in the border of the secondary area of coverage.

Once the technical analysis is carried out it is concluded that the distance of the transmitters towards Riobamba city, types of antennas used, lack of filters in transmitters and non-configured parameters properly in the equipment become poor the broadcasted signal. It is recommended that policies and the technical standards and methodological procedures for radio broadcasting stations be socialized in the best way with the concessionaires of each radio broadcasting stations by The Supertel in order to share a good quality service with efficiency and effectiveness to Riobamba city.

## GLOSARIO

**AMPLIFICADOR:** Circuito electrónico para reforzar o incrementar una señal eléctrica o de sonido.

**ANCHO DE BANDA:** es la longitud, medida en kHz, del rango de frecuencias en el que se concentra la mayor parte de la potencia de la señal.

**ANTENA:** Dispositivo utilizado en la transmisión o recepción de ondas electromagnéticas a través del espacio.

**BANDA DE FRECUENCIA:** son intervalos de frecuencias del espectro electromagnético asignados a diferentes usos dentro de las radiocomunicaciones. Su uso está regulado por la Unión Internacional de Telecomunicaciones y puede variar según el lugar.

**CANAL:** es el medio de transmisión por el que viajan las señales portadoras de la información emisor y receptor.

**COBERTURA:** área geográfica que cubre una estación específica de telecomunicaciones, Número de hogares o personas susceptibles de sintonizar una estación de radio en determinada zona previamente definido. Medida de carácter potencial.

**CÓDIGO DE COLORES:** Sistema de colores que se emplea para especificar el valor eléctrico de un componente de radio, terminales o líneas.

**CONCESIONARIO:** Son los operadores habilitados para prestar servicios de telecomunicaciones y aquellas personas habilitadas para desarrollar actividades de telecomunicaciones.

**CONSOLA:** Aparato mezclador de audio que permite grabar y editar diferentes fuentes sonoras para la realización y transmisión de un programa

**Decibelio (db):** La décima parte de un bel, expresa siempre una relación de potencias, intensidades y se suele usar para ver la amplificación o atenuación.

**DEMODULACIÓN:** es el conjunto de técnicas utilizadas para recuperar la información transportada por una onda portadora, que en el extremo transmisor había sido modulada con dicha información.

**EMISIÓN ANALÓGICA:** El sonido es transmitido como una onda electromagnética. El receptor tiene dificultad en separar el sonido original de cualquier otro ruido o interferencia que pudiera ser captado o añadido a la onda en su ruta desde el transmisor

**ESTACIÓN TRANSMISORA:** El lugar en que se encuentran el transmisor, la antena transmisora y el equipo de una estación de radio.

**ESTABILIDAD DE FRECUENCIA:** Capacidad de un transmisor de radio para mantener cualquier frecuencia predeterminada.

**FIDELIDAD:** Grado de precisión con el que el sistema reproduce en su salida las características esenciales de la señal que recibe en su entrada.

**FUENTE:** es el lugar de donde se emite la información, los datos, el contenido que se enviará.

**FM FRECUENCIA MODULADA:** Modelo de transmisión de señal electromagnética que emplea el rango de 88 a 108 megahertz.

**GANANCIA:** se refiere a la relación entre la densidad de potencia radiada en una dirección y la densidad de potencia que radiaría una antena isotrópica, a igualdad de distancias y potencias entregadas a la antena

**GSP (Global Positioning System):** Sistema de Posicionamiento Global. Es un sistema que por medio de 24 satélites situados en diferentes planos, a 20.000km de la tierra y que dan dos vueltas alrededor de ella al día están de forma continua mandando datos relativos al tiempo, sus órbitas, identificación, etc., que permiten calcular la posición en tres dimensiones (latitud, longitud y altura), rumbo y velocidad de desplazamiento de un móvil.

**HERTZ:** Unidad básica que mide la frecuencia de las ondas radioeléctricas (hertzio). Apellido del físico alemán Heinrich Hertz que en 1887 pudo poner en práctica la hasta entonces teoría de que las oscilaciones eléctricas de alta frecuencia podían viajar y propagarse por el espacio

**INTENSIDAD DE CAMPO:** Valor efectivo en microvoltios o milivoltios por otro producido por ondas de radio desde una estación dada.

**INTERFERENCIA:** Es un fenómeno en el que dos o más ondas se superponen para formar una onda resultante de mayor o menor amplitud. El efecto de interferencia puede ser observado en cualquier tipo de ondas, como luz, radio, sonido.

**MODULACIÓN:** es el proceso, o el resultado del proceso, de variar una característica de una portadora de acuerdo con una señal que transporta información.”

**MULTIPLICACIÓN:** es la combinación de dos o más canales de información en un solo medio de transmisión usando un dispositivo llamado multiplexor.

**POLARIZACIÓN:** es el proceso por el cual en un conjunto originariamente indiferenciado se establecen características o rasgos distintivos que determinan la aparición en él de dos o más zonas mutuamente cargadas

**PLANTA TRANSMISORA:** Sitio acondicionado con antenas y transmisores que recibe las señales radiofónicas originadas en una emisora para su radiación al espacio físico

**POTENCIA:** La potencia acústica es la cantidad de energía radiada por una fuente determinada en forma de ondas por unidad de tiempo.

**PROPAGACIÓN:** al conjunto de fenómenos físicos que conducen a las ondas del transmisor al receptor.

**RADIODIFUSIÓN:** es la transmisión por ondas hertzianas de música, noticias, reportajes y otros programas destinados al público.

**RADIOENLACE:** Formas que integran sistemas de transmisión, sean emisoras o equipos móviles.

**RECEPTOR:** realiza un proceso inverso al del emisor, ya que descifra e interpreta los signos utilizados por el emisor; es decir, descodifica el mensaje que recibe del emisor.

**RDS (Radio Data System):** Sistema que permite la transmisión de una señal digital que aprovecha el ancho de banda de la Frecuencia Modulada con el objeto de recibir mensajes breves de texto, estar informado de la situación del tráfico, saber qué emisora se escucha en cada momento, entre otros.

**SISTEMA ANALÓGICO:** es una combinación de dispositivos que manipulan cantidades físicas representadas en forma analógica.

**TRANSMISOR:** es un equipo que emite una señal, código o mensaje a través de un medio. Para lograr una sesión de comunicación se requiere: un transmisor, un medio y un receptor.

**ZUMBIDO:** Ruido de fondo que obstaculiza la audición normal de una emisora

## **CAPÍTULO VII**

### **BIBLIOGRAFÍA**

- 1.FINK, DONALD G.**, Manual de Ingeniería Electrónica: Sistemas y aplicaciones electrónicas: Telecomunicaciones, Volumen IV, 1a.ed., Colombia., McGraw-Hill Interamericana., 1992., Pp.19-71.
- 2. SANCHIS, E.**, Fundamentos y electrónica de las comunicaciones. 1a.ed., Valencia-España., Universitat de Valencia,Servei de Publicacions., 2004., Pp 13-117.
- 3. TOMASI, W.**,Electronics communications system fundamentals through advanced.,4a.ed., Barcelona-España., Prentice Hall., 2004., Pp. 64-112.
- 4. ROBLES, J.**, Revista Técnica., Radioenlace Analógico., 2a.ed.,Quito-Ecuador., 2005., Pp.135.

**5. ECUADOR., CONSEJO NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES (CONARTEL)., Norma Técnica Reglamentaria para Radiodifusión en Frecuencia Modulada Analógica., No. 866., Quito-Ecuador., 1999., Pp.18.**

## **6. COMUNICACIÓN Y RADIODIFUSIÓN**

- <http://www2.fe.ccoo.es/>  
2013 - 03 – 08
- <http://recursos.cnice.mec.es/>  
2013 - 03– 10
- <http://www.diccionariosdigitales.net/>  
2013 - 05 – 28
- <http://www.radiocomunicaciones.net/>  
2013 - 06 – 02

## **7. ORGANISMOS DE CONTROL EN EL ECUADOR**

- <http://www.supertel.gob.ec/>  
2013 - 03 - 12.
- <http://www.conatel.gob.ec/>  
2013 - 04 - 12.

## **8. PROPAGACIÓN Y COBERTURA DE ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS**

- <http://www.solred.com.ar/>  
2013 - 05 – 02
- [http://fralbe.com/docencia/propagacion-de-ondas/#Texto\\_Gua](http://fralbe.com/docencia/propagacion-de-ondas/#Texto_Gua)  
2013 - 05 – 12
- <http://www.uco.es/>  
2013 - 07 – 10

## 9. RADIOENLACES Y ANTENAS

- <http://www.radioenlaces.es/>  
2013 - 05 - 22
- <http://www.wni.mx/>  
2013 - 07 - 03
- <http://www.omb.es/>  
2013 - 07 - 11

# **A N E X O S**

## **ANEXO A**

**TABLAS COMPARATIVAS DE LOS TIPOS DE CABLE COAXIAL  
UTILIZADOS EN RADIODIFUSIÓN FM DE TIPO RG8, 1/2 Y 7/8**

**TABLA COMPARATIVA DE PERDIDAS DE CABLES TIPO RG8**

Frecuencia	Marca	Belden	Times Microwave	Belden	Times Microwave
	Modelo	9913	LMR400	8214	LMR240
	Tipo	RG8	RG8 / 9913	RG8	
30 MHz		s/i	-2,2	s/i	-4,4
50 MHz		-2,95	-2,9	-3,94	-5,7
100 MHz		-4,27	-4,1	-5,58	-8,1
150 MHz		s/i	-5	s/i	-9,9
200 MHz		-5,91	-5,8	-8,53	-11,5
400 MHz		-8,86	-8,4	-12,8	-16,3
450 MHz		s/i	-8,9	s/i	-17,3
700 MHz		-11,81	-11,2	-18,37	-21,8
800 MHz			-12	s/i	-23,3
900 MHz		-13,78	-12,8	-21,33	-24,8
1.000 MHz		-14,76	-13,5	-22,97	-26,2
1.800 MHz		s/i	-18,6	s/i	-35,6
2.000 MHz		s/i	-19,6	s/i	-37,7
4.000 MHz		-36,09	-28,8	-76,44	-54,6

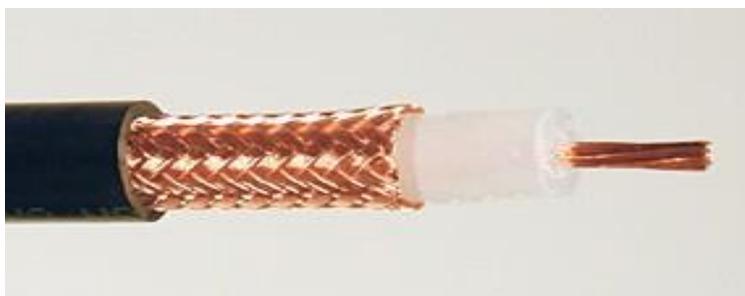


TABLA COMPARATIVA DE PERDIDAS DE CABLES TIPO 1/2"				
Frecuencia	Marca	Andrew	Eupen	RFS Cellflex
	Modelo	LDF4-50A Heliax	EC-4-50	LCF12-50J
	Tipo	Corrugado 1/2"	Corrugado 1/2"	Corrugado 1/2"
30 MHz		-1,17	-1,17	-1,17
50 MHz		-1,52	s/i	-1,51
100 MHz		-2,17	-2,17	-2,16
150 MHz		-2,67	-2,68	-2,66
200 MHz		-3,1	-3,11	-3,08
400 MHz		-4,46	s/i	-4,43
450 MHz		-4,75	-4,79	-4,71
700 MHz		-6,01	s/i	-5,95
800 MHz		-6,46	s/i	-6,39
900 MHz		-6,85	-6,94	-6,8
1.000 MHz		-7,28	-7,22	-7,2
1.800 MHz		-10,1	s/i	-9,91
2.000 MHz		-10,7	-10,88	-10,5
4.000 MHz		-15,8	-16,27	-15,5



TABLA COMPARATIVA DE PERDIDAS DE CABLES TIPO 7/8"				
Frecuencia	Marca	Andrew	Eupen	RFS Cellflex
	Modelo	LDF5-50A Heliax	EC-5-50	LCF78-50JA
	Tipo	Corrugado 7/8"	Corrugado 7/8"	Corrugado 7/8"
30 MHz		-0,64	-0,64	-0,62
50 MHz		-0,83	s/i	-0,8
100 MHz		-1,19	-1,19	-1,15
150 MHz		-1,47	-1,47	-1,42
200 MHz		-1,72	-1,77	-1,65
400 MHz		-2,49	s/i	-2,38
450 MHz		-2,65	-2,64	-2,54
700 MHz		-3,37	s/i	-3,23
800 MHz		-3,63	s/i	-3,47
900 MHz		-3,87	-3,85	-3,71
1.000 MHz		-4,12	-4,1	-3,93
1.800 MHz		-5,75	s/i	-5,48
2.000 MHz		-6,11	-6,1	-5,82
4.000 MHz		-9,23	-9,21	-8,76



**ANEXO B**

**TABLA DE LAS ESTACIONES DE RADIODIFUSIÓN CON LOS  
RESULTADOS OBTENIDOS EN LAS MEDICIONES**

NOMBRE DE LA ESTACIÓN	FRECUENCIA	MATRIZ / REPETIDOR	ANCHO DE BANDA	INTENSIDAD DE CAMPO ELÉCTRICO	MODULACIÓN	OFFSET	UBICACIÓN DE LA ANTENA Tx
RADIO PUBLICA	88,1	R	220	90	49.918	0.163	CERRO HIGNUG CACHA
ROMANCE 88.5 FM	88,5	R	216	86	57.961	-1.361	CERRO HIGNUG CACHA
RUMBA STEREO FM	88,9	R	227	89	69.918	1.371	CERRO HIGNUG CACHA
RIOBAMBA STEREO	89,3	M	225	87	68.940	0.289	CERRO HIGNUG CACHA
GENIAL EXA FM	89,7	R	192	80	56.998	4.046	CERRO HIGNUG CACHA
SULTANA FM	90,1	M	208	76	62.634	-0.101	CERRO HIGNUG CACHA
STEREO MUNDO KDM	90,5	M	219	78	71.699	-2.238	CERRO HIGNUG CACHA
CARACOL FM STEREO	91,3	R	185	88	60.478	-1.150	CERRO HIGNUG CACHA
ESCUELAS RADIOFONICAS POPULARES	91,7	M	198	87	53.609	0.336	CERRO HIGNUG CACHA
FANTASTICA 92.1 FM	92,1	M	208	90	59.057	-3.067	CERRO HIGNUG CACHA
HOLA FM STEREO	92,5	R	295	60	79.547	-0.070	CERRO HIGNUG CACHA
SISTEMA 2 FM	92,9	M	217	35	47.444	0.072	CERRO BAZAN
SUPER ESTEREO FM	93,3	M	189	74	19.150	-0.501	CERRO HIGNUG CACHA
BONITA FM	93,7	R	211	63	33.198	-0.243	CERRO HIGNUG CACHA
CANELA RADIO CORP 94.5 CHIMBORAZO	94,5	M	216	78	67.360	-0.365	CERRO HIGNUG CACHA
STEREO BUENAS NUEVAS	95,3	M	214	65	67.926	6.175	CERRO HIGNUG CACHA
RIO 95.7	95,7	M	319	88	83.918	-1.725	CERRO HIGNUG CACHA
MUNDIAL FM	96,1	M	214	81	65.640	-1.906	CERRO HIGNUG CACHA
SOL 96	96,5	M	210	89	66.354	1.023	CERRO HIGNUG CACHA
AMOR FM STEREO	96,9	R	155	75	57.797	-0.625	CERRO HIGNUG CACHA
J.C. RADIO	97,3	R	212	68	49.991	0.840	CERRO HIGNUG CACHA
TRICOLOR FM	97,7	M	221	90	49.918	-1.303	CERRO HIGNUG CACHA
ALEGRIA FM	98,5	R	196	69	36.825	-0.142	CERRO HIGNUG CACHA
HOLA FM	98,9	M	209	72	49.924	0.254	CERRO HIGNUG CACHA
PUNTUAL FM	99,7	M	220	83	59.918	1.520	CERRO HIGNUG CACHA
EL BUEN SEMBRADOR	100,1	M	220	30	68.252	-0.150	SAN GUISEL ALTO
LA VOZ DEL VOLCAN	100,9	M	228	86	39.696	-0.934	CERRO LOMA SANTA VELA
TERNURA FM	101,3	M	245	85	79.917	-0.332	CERRO HIGNUG CACHA
LA VOZ DE LA AIIECH	101,7	M	215	89	59.918	0.167	CERRO HIGNUG CACHA
LATINA FM	102,1	M	230	88	70.073	-0.729	CERRO AMULA
CUMBRE FM	102,5	M	223	50	66.918	0.175	CERRO ZALARON
SENSACION STEREO	102,9	R	205	65	49.736	-0.463	CERRO HIGNUG CACHA
SONORAMA FM	103,7	R	189	37	39.900	-0.295	CERRO LA MIRA
MARIA	104,1	R	159	88	49.309	0.152	CERRO HIGNUG CACHA
PAZ Y BIEN	104,5	R	220	76	62.575	-1.567	CERRO HIGNUG CACHA
FUTURA	104,9	M	286	69	79.066	0.286	CERRO HIGNUG CACHA
LA RADIO DE LA ASAMBLEA NACIONAL	105,3	R	198	81	59.709	0.321	CERRO HIGNUG CACHA
CATOLICA NACIONAL FM	105,7	M	220	73	55.215	-0.812	CERRO HIGNUG CACHA
ANDINA FM	106,1	M	157	56	48.653	0.802	CERRO HIGNUG CACHA
PANAMERICANA FM	106,9	R	260	86	79.036	0.355	CERRO HIGNUG CACHA
STEREO FAMILIAR	107,3	M	215	82	54.199	0.062	CERRO HIGNUG CACHA

## **ANEXO C**

**NORMA TÉCNICA REGLAMENTARIA PARA RADIODIFUSIÓN EN  
FRECUENCIA MODULADA ANALÓGICA (RESOLUCIÓN 866-CONATEL-  
99)**

**NORMA TÉCNICA REGLAMENTARIA PARA RADIODIFUSIÓN EN  
FRECUENCIA MODULADA ANALÓGICA**

**(Resolución No. 866-CONARTEL-99)**

EL CONSEJO NACIONAL DE RADIODIFUSIÓN Y TELEVISIÓN (CONARTEL)

Considerando:

Que, el Art. 2o. de la Ley Reformatoria a la Ley de Radiodifusión y Televisión, promulgada en el Registro Oficial No. 691 de 9 de mayo de 1995, establece que el Estado a través del Consejo Nacional de Radiodifusión y Televisión CONARTEL otorgue frecuencias o canales para radiodifusión y televisión, regule y autorice dichos servicios en todo el territorio nacional;

Que, es facultad del CONARTEL expedir reglamentos técnicos complementarios y demás regulaciones de esta naturaleza que se requieran para el cumplimiento de sus funciones, conforme consta del literal “b)”, del quinto artículo innumerado, del Art. 6 de la Ley Reformatoria a la Ley de Radiodifusión y Televisión;

Que, el Consejo Nacional de Radiodifusión y Televisión en sesión efectuada el 22 de febrero de 1996 expidió la Resolución CONARTEL No. 003-96 con el propósito de aplicar temporalmente los reglamentos, normas técnicas y más resoluciones que sobre los medios, sistemas o servicios de radiodifusión a televisión hubiere expedido la Superintendencia de Telecomunicaciones;

Que, el CONARTEL debido a la saturación del espectro, determinó la necesidad de realizar un reordenamiento de las frecuencias, considerando la realidad nacional y las zonas geográficas existentes en base a una nueva Norma Técnica para Frecuencia Modulada;

Que, el Consejo en sesiones de 6 y 11 de febrero, 17 y 18 de marzo de 1999, por una parte analizó y discutió el Plan de Distribución de Frecuencias presentado por la SUPTEL con oficio No. 643 de 19 de marzo de 1999; y por otra parte consideró el proyecto de Norma Técnica para Frecuencia Modulada, presentado por la Asociación Ecuatoriana de Radiodifusión “A.E.R.”;

Que, el Consejo Nacional de Radiodifusión y Televisión en sesión de 5 de noviembre de 1999, luego de considerar distintos criterios, autorizó que el señor Presidente del CONARTEL, proceda a incorporar correcciones gramaticales, términos de armonía con el léxico de la UIT o exclusión de disposiciones de derecho que constan en la ley y que involuntariamente se han incorporado en la Norma Técnica; y,

En uso de las atribuciones legales que le corresponden,

**Resuelve:**

# **EXPEDIR LA NORMA TÉCNICA REGLAMENTARIA PARA RADIODIFUSIÓN EN FRECUENCIA MODULADA ANALÓGICA.**

## **1. OBJETIVO:**

Establecer el marco técnico que permita la asignación de canales o frecuencias radioeléctricas en el espacio suprayacente del territorio ecuatoriano, minimizando las interferencias, de tal forma que se facilite la operación de los canales y se racionalice la utilización del espacio, de conformidad con la Constitución, recomendaciones de la U.I.T. y realidad nacional.

Formular planes para la adjudicación de canales y sobre el reordenamiento de emisoras en el espectro radioeléctrico, que sean coherentes y consecuentes con la presente norma técnica y con sus anexos.

## **2. DEFINICIONES:**

Además de las definiciones y términos técnicos que constan en la Ley de Radiodifusión y Televisión, su reforma, Reglamento General y Glosarios de la U.I.T., tómesese en cuenta las que constan a continuación:

**2.1. ESTACIÓN MATRIZ:** Aquella que genera la programación en forma estable y permanente; que señalan la ubicación del estudio, es el domicilio legal del concesionario, que están ubicadas en la ciudad o población autorizada a servir como área de cobertura principal.

**2.2. ESTACIÓN REPETIDORA:** La que repite programación para un sistema de radiodifusión debidamente conformado.

Puede utilizar igual o diferente frecuencia en la misma u otra zona de acuerdo con el contrato.

**2.3. ESTACIONES DE BAJA POTENCIA:** Aquellas de potencia mínima, utilizadas para cubrir las cabeceras cantonales o sectores de baja población, cuya frecuencia pueda ser reutilizada por diferente concesionario, en otro cantón de la misma provincia o zona geográfica, conforme a la presente Norma Técnica.

**2.4. FRECUENCIAS AUXILIARES: DE ENLACE FIJO O MÓVIL:** Son aquellas que permiten circuitos de contribución entre los estudios, distribución primaria a transmisores y recolección de información mediante enlaces terrestres, satelitales y otros, destinados a la transmisión de programación o comunicación.

**2.5. COMITE TÉCNICO PERMANENTE:** Grupo de personas designadas por el CONARTEL, encargadas de entregar evaluaciones, recomendaciones técnicas y sugerencias o proyectos de reforma a los reglamentos y normas técnicas de acuerdo a los términos y políticas que determine la respectiva resolución.

**2.6. ADJUDICACIÓN:** Determinación técnica, temporal y condicionada para que el uso de un canal que conforme un plan, sea utilizado por una o varias personas en un servicio de radiocomunicación terrenal.

**2.7. ASIGNACIÓN:** Autorización que da una administración para que un concesionario o estación radioeléctrica utilice un determinado canal a frecuencia en condiciones específicas, técnicas y oficiales.

**2.8. ZONA GEOGRÁFICA:** Superficie terrestre asociada con una estación en la cual en condiciones técnicas determinadas puede establecerse una radiocomunicación respetando la protección establecida.

### 3. BANDA DE FRECUENCIAS:

Parte del espectro radioeléctrico destinado para emisión de señales de audio y video que se define por dos límites específicos, por su frecuencia central, anchura, de banda asociada y toda indicación equivalente.

Para el servicio de radiodifusión de frecuencia modulada analógica, se establece la banda de frecuencias de 88 a 108 MHz, aprobada en el Plan Nacional de Distribución de Frecuencias de Radiodifusión y Televisión.

3.1. BANDA PARA FRECUENCIAS AUXILIARES: Las destinadas para enlaces de los servicios fijo y móvil, definidas en el numeral 2.4. anterior.

### 4. CANALIZACIÓN DE LA BANDA DE FM:

Se establecen 100 canales con una separación de 200 KHz, numerados del 1 al 100, iniciando el canal 1 en 88.1 MHz (Anexo No. 1).

### 5. GRUPOS DE FRECUENCIAS:

Se establecen seis grupos para distribución y asignación de frecuencias en el territorio nacional.

Grupos: G1, G2, G3 y G4 con 17 frecuencias cada uno, y los grupos G5 y G6 con 16 frecuencias. Anexo No. 2.

La separación entre frecuencias del grupo es de 1.200 KHz.

Para la asignación de canales consecutivos (adyacentes), destinados a servir a una misma zona geográfica, deberá observarse una separación mínima de 400 KHz entre cada estación de la zona.

### 6. DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS:

La distribución de frecuencias se realizará por zonas geográficas, de tal manera que se minimice la interferencia de cocanales y canales adyacentes. Las zonas pueden corresponder a: conjunto de cantones de una provincia, provincias completas, integración de una provincia con cantones de otra provincia o unión de provincias.

Las zonas geográficas se identifican con una letra del alfabeto y corresponden a lo establecido en los anexos No. 3A y 3B.

Esto no modifica las limitaciones o derecho sobre frecuencias que por provincias establece la ley para cada concesionario, pues esta norma trata únicamente los requerimientos técnicos.

### 7. DISTANCIA MÍNIMA ENTRE FRECUENCIAS O CANALES:

Aquella que garantiza que los valores de intensidad de campo establecidos en la norma se cumplan por parte de las estaciones sin que ocurran interferencias.

### 8. ÁREA DE SERVICIO:

Circunscripción geográfica en la cual una estación irradia su señal en los términos y características técnicas contractuales, observando la relación de protección y las condiciones de explotación.

8.1. **ÁREA DE COBERTURA PRINCIPAL:** Ciudad o poblado, específicos, cubiertos por irradiación de una señal de FM, con características detalladas en el respectivo contrato de concesión.

8.2. **ÁREA DE COBERTURA SECUNDARIA O DE PROTECCIÓN:** La que corresponde a los alrededores de la población señalada como área de cobertura principal, que no puede ni debe rebasar los límites de la respectiva zona geográfica.

No se requerirá de nueva concesión cuando dentro de una misma provincia se reutiliza la frecuencia concedida para mejorar el servicio en el área de cobertura secundaria.

8.3. **ÁREA DE COBERTURA AUTORIZADA:** Superficie que comprende el área de cobertura principal, más el área de cobertura secundaria de protección.

Las áreas de cobertura que se hallen definidas, podrán ampliarse en la misma zona geográfica a favor del mismo concesionario, mediante la reutilización de las frecuencias.

#### 9. NOMENCLATURA UTILIZADA PARA DEFINIR E IDENTIFICAR LAS FRECUENCIAS ASIGNADAS A CADA ZONA:

- Letra inicial F = Frecuencia Modulada.

- Segunda letra = La asignada a cada zona geográfica.

En tercer lugar, el número ordinal que corresponda en forma ascendente.

#### 10. ASIGNACIÓN DE FRECUENCIAS:

El CONARTEL, asignará en condiciones específicas las frecuencias, previo informe técnico de la SUPTEL, emitido en base a los parámetros de la presente norma técnica, observando la disponibilidad de canales y el Plan Nacional de Distribución de Frecuencias.

Todo concesionario podrá reutilizar un cocanal en una misma zona geográfica, para servir su provincia con repetidoras.

El intercambio de frecuencias entre concesionarios o cambio por otra frecuencia disponible, de acuerdo con la norma técnica, es factible previa solicitud y autorización del CONARTEL.

Todo concesionario puede solicitar al CONARTEL el cambio de la frecuencia que le corresponde a cualquier otra que hallare disponible, siempre y cuando se observe lo establecido en la presente norma.

10.1. **ESTACIONES DE BAJA POTENCIA:** Aquellas con un máximo de potencia de 250 w, autorizadas para servir en cualquier población de cada zona geográfica que permiten reutilizar su frecuencia para la irradiación de señales a otros cantones de la misma zona, sin que su señal se propague o rebase los límites de la cobertura autorizada.

10.2. **FRECUENCIAS AUXILIARES:** se asignarán las definidas en el numeral 2.4.

Pueden ser reutilizadas por el mismo concesionario, con sujeción al estudio técnico de enlaces para la misma provincia y zona.

## 11. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:

Los parámetros técnicos de la instalación de una estación, así como sus emisiones deben estar de acuerdo con la presente norma y observar:

11.1. ANCHO DE BANDA: De 220 KHz para estéreo y 180 KHz para monofónica, con una tolerancia de hasta un 5%.

11.2. FRECUENCIAS DE BANDA BASE PARA AUDIO: Desde 50 Hz hasta 15 KHz.

11.3. SEPARACIÓN ENTRE PORTADORAS: Será determinada por los grupos de frecuencias correspondientes a cada zona geográfica.

11.4. PORCENTAJE DE MODULACIÓN: Sin exceder los siguientes valores en las crestas de recurrencia frecuente:

Para sistemas monofónicos o estereofónicos, únicamente 100%.

Si éstos utilizan una sub-portadora: 95%.

Si utilizan dos a más sub-portadoras: 100%.

11.5. POTENCIA DE OPERACIÓN O POTENCIA EFECTIVA RADIADA (P.E.R.): Los valores a considerarse corresponden a la potencia efectiva radiada.

La intensidad de campo necesaria para cumplir con la norma, es el valor determinado para los requerimientos de potencia.

11.5.1. POTENCIAS MÁXIMAS: Las potencias efectivas radiadas, no excederán de aquellas que se requieran para cubrir los valores máximos autorizados de intensidad de campo en el área de cobertura autorizada.

Par sus características y cercanía a zonas pobladas, las estaciones de baja potencia tendrán un P.E.R. de 250 vatios máximo.

11.6. INTENSIDAD DE CAMPO: Valores promedios a 10 metros sobre el nivel del suelo mediante un muestreo de por lo menos cinco puntos referenciales.

- En general: En el borde del área de cobertura principal  $\geq 54$  dBuV/m.

En el borde del área de cobertura secundaria o de protección  $< 30$  dBuV/m.

A otras zonas geográficas:  $< 30$  dBuV/m.

- Estaciones de baja potencia y de servicio comunal:

En el borde de área de cobertura principal  $< 43$  dBuV/m.

En otras zonas geográficas  $< 30$  dBuV/m.

11.7. RELACIONES DE PROTECCIÓN SEÑAL DESEADA/SEÑAL NO DESEADA:

Separación entre portadoras deseada	Sistema estereofónico	Sistema monofónico
0 KHz (cocanal)	37 dBu	28 dBu

200 Khz	7	6
400 Khz	- 20	- 20
600 Khz	- 30	- 30 dBu

11.8. TOLERANCIA DE FRECUENCIA: La máxima variación de frecuencia admisible para la portadora principal será de +- 2 Khz.

11.9. DISTORSIÓN ARMÓNICA: La distorsión armónica total de audiofrecuencia desde las terminales de entrada de audio del transmisor, hasta la salida del mismo, no debe exceder del 0.5% con una modulación del 100% para frecuencias entre 50 y 15.000 Hz.

11.10. ESTABILIDAD DE LA POTENCIA DE SALIDA: Se instalarán los dispositivos adecuados para compensar las variaciones excesivas de la tensión de línea u otras causas y no debe ser menor al 95%.

11.11. PROTECCIONES CONTRA INTERFERENCIAS: Será responsabilidad del concesionario que genere interferencias, incorporar a su sistema los equipos, implementos o accesorios indispensables para atenuar en por lo menos 80 dB las señales interferentes.

11.12. NIVELES DE EMISIÓN NO ESENCIALES: deben atenuarse con un mínimo de 80 dB por debajo de la potencia media del ancho de banda autorizado y con una modulación del 100%.

## 12. SISTEMA DE TRANSMISIÓN:

La modificación o sustitución de los equipos, de un sistema de transmisión, será permitida siempre y cuando no se alteren las características originales.

12.1. TRANSMISOR: El diseño del equipo transmisor debe ajustarse a los parámetros técnicos y a las características autorizadas.

Deberá contar con instrumentos de medición básicos.

12.2. LINEA DE TRANSMISIÓN: La línea que se utilice para alimentar la antena debe ser guía de onda o cable coaxial, con características de impedancia que permitan un acoplamiento adecuado entre el transmisor y la antena, con el fin de minimizar las pérdidas de potencia.

12.3. ANTENA: Podrán ser de polarización horizontal, circular o elíptica; darán lugar a patrones de radiación y estarán orientadas para irradiar a sectores poblacionales de acuerdo a los requerimientos y autorizaciones establecidas en el contrato.

Las torres que soporten las antenas podrán ser compartidas con otros concesionarios u otros servicios, siempre y cuando cumplan con sus respectivas normas y parámetros técnicos.

12.4. EQUIPOS DE ESTUDIO: El concesionario tiene libertad para: configurar los equipos y sistemas de estudio, de acuerdo a sus necesidades y para instalar o modificar los estudios en todo aquello necesario para el funcionamiento de la estación.

12.5. ENLACES: Los equipos de enlace se ajustarán a los parámetros técnicos que garanticen la comunicación sin provocar interferencias.

Las frecuencias auxiliares para enlace requieren autorización expresa. La utilización de todo tipo de enlace impone el cumplimiento de las obligaciones previstas en el pliego tarifario.

Los enlaces que no utilizan frecuencias radioeléctricas pueden ser utilizados, siempre y cuando el concesionario informe y notifique lo correspondiente al CONARTEL.

### 13. UBICACIÓN DE LA ESTACIÓN:

#### 13.1. LOS TRANSMISORES:

13.1.1. EN GENERAL: Fuera del área urbana, que no provoquen saturación en los sistemas de recepción de televisión, y podrán ubicarse en áreas físicas compartidas con otros concesionarios de igual o diferente servicio, inclusive de telecomunicaciones.

Los transmisores podrán instalarse dentro de las ciudades exclusivamente cuando existan áreas geográficas aisladas que no estén pobladas y tengan una altura que supere en 60 metros a la altura promedio de la zona urbana.

13.1.2. TRANSMISORES DE BAJA POTENCIA: Se ubicarán en áreas periféricas de la población a servir y el sistema radiante estará a una altura máxima de 36 metros sobre la altura promedio de la superficie de la población servida.

#### 14. INSTALACIÓN DE LAS ESTACIONES:

Se harán de acuerdo a los parámetros técnicos definidos en el contrato de concesión.

La instalación puede ser compartida con otras estaciones y servicios similares.

14.1. DE LOS TRANSMISORES: Se instalarán y operarán de conformidad con lo estipulado en el contrato de concesión, de acuerdo a las normas internacionales, incorporando niveles de seguridad adecuados.

En el exterior del área física que aloja el transmisor y en la torre que soporta el sistema radiante debe existir la respectiva identificación de acuerdo al indicativo señalado en el contrato. Dicha identificación tendrá un formato mínimo de 1000 centímetros cuadrados.

Los transmisores en sitios colindantes a instalaciones de fuerzas armadas requieren autorización expresa, excepto en aquellos lugares donde ya existen otras instalaciones en todo caso, el concesionario dará oportuno aviso al CONARTEL antes de realizar la instalación.

La ubicación de transmisores en sitios contiguos a lugares con instalaciones para equipos de radio ayuda u otros de aeronavegación previo pronunciamiento del CONARTEL, requiere en primer lugar autorización de la Dirección de Aviación Civil, con fundamento en el análisis y estudio de los técnicos de dicha entidad.

Las torres para sistemas radiantes de frecuencia modulada, no pueden ser instaladas en el cono de aproximación de pistas de aterrizaje, salvo autorización expresa de la Dirección de Aviación Civil u organismo competente.

Las torres para sistemas radiantes requieren balizamiento diurno, y nocturno.

14.2. ESTUDIO PRINCIPAL: Es el ambiente y área física cubierta y funcional; parte de la edificación correspondiente al domicilio legal de la estación matriz; y sitio desde el cual se origina la programación diaria de la estación.

El estudio principal podrá recibir y difundir programación mediante frecuencias auxiliares y cualquier otro tipo de enlace debidamente autorizado por el CONARTEL.

Un sistema automatizado e independiente, instalado en el sitio donde se encuentre funcionando el transmisor, no constituye estudio principal, pues se altera la esencia del contrato.

14.3. ESTUDIOS SECUNDARIOS: Aquellos localizados fuera del área de cobertura principal, que pueden ubicarse en la misma o diferente zona geográfica; serán de carácter permanente o temporal y destinados para programación específica, podrán acceder a enlaces para la transmisión o utilizar cualquier otro enlace que no requiera autorización expresa. Las direcciones y ubicación de los sitios deberán notificarse oportunamente al CONARTEL.

14.4. ESTUDIOS MÓVILES: Los que fundamentalmente tienen como origen de la programación, vehículos o sitios especiales del territorio nacional o del exterior, tienen programación de carácter ocasional y utilizan como enlaces frecuencias auxiliares, terrestres, satelitales u otros sistemas.

#### 15. INCUMPLIMIENTO Y SANCIONES:

15.1. Constituye infracción técnica tipo IV del Reglamento a la Ley de Radiodifusión y Televisión, el incumplimiento de las disposiciones impartidas respecto del reordenamiento de frecuencias y del respectivo plan.

15.2. En el caso de que se verifiquen y comprueben interferencias por incumplimiento de las normas técnicas, impondrá como sanción la suspensión de las emisiones hasta que se realicen las correcciones.

#### 16. DISPOSICIONES GENERALES:

16.1. El plan y asignación de canales o frecuencias constante en los anexos FM, son parte sustancial de la presente norma técnica.

El número de canales o frecuencias asignadas en cada grupo para cada zona geográfica no podrá ser modificado, salvo imponderables técnicos comprobados y aprobados por el CONARTEL.

#### 17. DISPOSICIONES TRANSITORIAS:

17.1. El Plan de reubicación de frecuencias FM que llegare a aprobarse por parte del CONARTEL, será parte sustancial de la presente norma técnica y se ejecutará en un plazo de 90 días, con participación de la SUPTEL.

17.2. Efectuada la reubicación de frecuencias con sujeción al Plan de Adjudicación de Canales y Anexos F.M., las interferencias por excesos de potencia o patrones de radiación no definidos para la zona a cubrir, se solucionarán estableciendo potencias efectivas radiadas máximas, desde los cerros donde están ubicados los transmisores. La resolución que al respecto emita el CONARTEL será razonada y tendrá carácter obligatorio para los concesionarios.

17.3. Las modificaciones en los parámetros técnicos en las concesiones afectados por la presente norma, incluyendo el cambio de frecuencia, serán dispuestas mediante resolución por el CONARTEL, registradas por la Superintendencia de Telecomunicaciones y notificadas oficialmente al concesionario para que proceda a la

respectiva modificación del contrato, conforme lo dispone el último inciso del Art. 27 en vigencia de la Ley de Radiodifusión y Televisión.

**18. PREVALENCIA:**

La presente Norma Técnica para Radiodifusión en Frecuencia Modulada actual prevalece por sobre cualquier otra disposición o resolución presente o pasada, consecuentemente queda derogado todo aquello que se le oponga de manera general o expresa.

**19. VIGENCIA:**

A partir de la publicación en el Registro Oficial.

Dado y firmado en Quito, en la sala de sesiones del CONARTEL, a veinticinco de marzo de mil novecientos noventa y nueve.

**ANEXO No. 1**

**CANALIZACIÓN DE LA BANDA FM (88-108 MHz)**

CANAL	FRECUENCIA/ MHZ		
	1	88.1	51
2	88.3	52	98.3
3	88.5	53	98.5
4	88.7	54	98.7
5	88.9	55	98.9
6	89.1	56	99.1
7	89.3	57	99.3
8	89.5	58	99.5
9	89.7	59	99.7
10	89.9	60	99.9
11	90.1	61	100.1
12	90.3	62	100.3
13	90.5	63	100.5
14	90.7	64	100.7
15	90.9	65	100.9
16	91.1	66	101.1
17	91.3	67	101.3
18	91.5	68	101.5
19	91.7	69	101.7
20	91.9	70	101.9
21	92.1	71	102.1
22	92.3	72	102.3
23	92.5	73	102.5
24	92.7	74	102.7
25	92.9	75	102.9
26	93.1	76	103.1
27	93.3	77	103.3
28	93.5	78	103.5

29	93.7	79	103.7
30	93.9	80	103.9
31	94.1	81	104.1
32	94.3	82	104.3
33	94.5	83	104.5
34	94.7	84	104.7
35	94.9	85	104.9
36	95.1	86	105.1
37	95.3	87	105.3
38	95.5	88	105.5
39	95.7	89	105.7
40	95.9	90	105.9
41	96.1	91	106.1
42	96.3	92	106.3
43	96.5	93	106.5
44	96.7	94	106.7
45	96.9	95	106.9
46	97.1	96	107.1
47	97.3	97	107.3
48	97.5	98	107.5
49	97.7	99	107.7
50	97.9	100	107.9

ANEXO No. 2

GRUPOS DE FRECUENCIAS PARA DISTRIBUCIÓN Y ASIGNACIÓN EN EL TERRITORIO NACIONAL

GRUPO 1 [G1]			GRUPO 2 [G2]			GRUPO 3 [G3]		
CANAL	F[MHZ]		CANAL	F[MHZ]		CANAL	F[MHZ]	
01	88.1	1	02	88.3	1	03	88.5	1
07	89.3	2	08	89.5	2	09	89.7	2
13	90.5	3	14	90.7	3	15	90.9	3
19	91.7	4	20	91.9	4	21	92.1	4
25	92.9	5	26	93.1	5	27	93.3	5
31	94.1	6	32	94.3	6	33	94.5	6
37	95.3	7	38	95.5	7	39	95.7	7
43	96.5	8	44	96.7	8	45	96.9	8
49	97.7	9	50	97.9	9	51	98.1	9
55	98.9	10	56	99.1	10	57	99.3	10
61	100.1	11	62	100.3	11	63	100.5	11
67	101.3	12	68	101.5	12	69	101.7	12
73	102.5	13	74	102.7	13	75	102.9	13
79	103.7	14	80	103.9	14	81	104.1	14
85	104.9	15	86	105.1	15	87	105.3	15
91	106.1	16	92	106.3	16	93	106.5	16
97	107.3	17	98	107.5	17	99	107.7	17

GRUPO 4			GRUPO 5			GRUPO 6		
[G1]			[G2]			[G3]		
CANAL	F[MHZ]		CANAL	F[MHZ]		CANAL	F[MHZ]	
04	88.7	1	05	88.9	1	06	89.1	1
10	89.9	2	11	90.1	2	12	90.3	2
16	91.1	3	17	91.3	3	18	91.5	3
22	92.3	4	23	92.5	4	24	92.7	4
28	93.5	5	29	93.7	5	30	93.9	5
34	94.7	6	35	94.9	6	36	95.1	6
40	95.9	7	41	96.1	7	42	96.3	7
46	97.1	8	47	97.3	8	48	97.5	8
52	98.3	9	53	98.5	9	54	98.7	9
58	99.5	10	59	99.7	10	60	99.9	10
64	100.7	11	65	100.9	11	66	101.1	11
70	101.9	12	71	102.1	12	72	102.3	12
76	103.1	13	77	103.3	13	78	103.5	13
82	104.3	14	83	104.5	14	84	104.7	14
88	105.5	15	89	105.7	15	90	105.9	15
94	106.7	16	95	106.9	16	96	107.1	16
100	107.9	17						

ANEXO No. 3A

PLAN DE ADJUDICACIÓN DE CANALES O FRECUENCIAS POR ZONAS  
(Reformado por el Art. 4 de la Res. 2556-CONARTEL-03, R.O. 103, 13-VI-2003)

ZONA A	GRUPOS	3-5
ZONA B	GRUPO	6
ZONA C	GRUPOS	1-3
ZONA D	GRUPO	1
ZONA E	GRUPOS	4-6
ZONA G	GRUPOS	1-3-5
ZONA H	GRUPOS	1-3-5
ZONA J	GRUPOS	2-5
ZONA L	GRUPOS	2-5
ZONA M	GRUPOS	1-3-5
ZONA N	GRUPO	1
ZONA O	GRUPOS	2-4-6
ZONA P	GRUPOS	1-3-5
ZONA R	GRUPOS	2-4-6
ZONA S	GRUPO	1
ZONA T	GRUPOS	1-3-5
ZONA U	GRUPO	1-3
ZONA X	GRUPO	6
ZONA Y	GRUPO	4
ZONA Z	GRUPO	3

ANEXO No. 3B

NOTAS FM SOBRE DEFINICIÓN DE LAS CORRESPONDIENTES ZONAS  
GEOGRÁFICAS Y GRUPOS DE FRECUENCIAS

ZONAS GEOGRÁFICAS (Norma Técnica)	N° Frecuencias Establecidas por Zona	N° Frecuencias para FM de Baja Potencia
<b>FA001:</b> Provincias de <b>Azuay y Cañar</b> , excepto las estribaciones occidentales del ramal occidental de la Cordillera de Los Andes de las 50 provincias de Azuay y Cañar. Grupos de frecuencias <b>1, 3 y 5</b> .		3
<b>FB001:</b> Provincia de <b>Bolívar</b> excepto las estribaciones occidentales del ramal occidental de la Cordillera de los Andes e incluye la parroquia Salinas. Grupos de frecuencias 4 y 6.	33	4
<b>FC001:</b> Provincia del <b>Carchi</b> , e incluye el cantón Pimampiro y las parroquias Salinas y Ambuquí de la provincia de Imbabura. Grupos de frecuencias 1, 3 y 5.	50	3
<b>FD001:</b> Provincia de <b>Orellana</b> . Grupos de frecuencias 2 y 4.	34	2
<b>FE001:</b> Provincia de <b>Esmeraldas</b> , excepto Rosa Zárate y La Concordia que pertenecen a la zona P, subgrupo P1. Grupos de frecuencias 2, 4 y 6.	50	4
<b>FF001:</b> Provincia de <b>Santa Elena</b> , e incluye el Cantón Playas (General Villamil) de la provincia de Guayas. Grupos de Frecuencias 1, 3 y 5	50	2
<b>FG001:</b> <b>Provincia del Guayas</b> , excepto los cantones Empalme, Balzar, Colimes, Palestina, Santa Lucía, Alfredo Baquerizo Moreno, Simón Bolívar, Naranjal, Balao e incluye el Cantón Cumandá de la Provincia de Chimborazo y el Cantón La Troncal de la Provincia de Cañar, incluyendo sus estribaciones occidentales del ramal occidental de la cordillera de Los Andes de la Provincia de Cañar. Grupos de frecuencias <b>1, 3 y 5</b> .	50	0
<b>FH001:</b> Provincia de <b>Chimborazo</b> , excepto las estribaciones occidentales del ramal occidental de la Cordillera de los Andes de esta 50 provincia. Grupos de frecuencias 1, 3 y 5.		2
<b>FJ001:</b> Provincia de <b>Imbabura</b> excepto el cantón Pimampiro y las parroquias Salinas y Ambuquí. Grupos de frecuencias 2, 4 y 6.	50	3
<b>FK001:</b> Provincia de <b>Santo Domingo de los Sáchilas</b> , e incluye los cantones aledaños: El Carmen (de la provincia de Manabí), Rosa Zárate y la Concordia (de la provincia de Esmeraldas), Puerto Quito, Pedro Vicente Maldonado, San Miguel de los Bancos (de la provincia	50	2

de Pichincha), Grupos de frecuencias 1, 3 y 5.

<b>FL001:</b> Provincia de <b>Loja</b> . Grupos de frecuencias 1, 3 y 5	50	6
<b>FM001:</b> Provincia de <b>Manabí</b> ; excepto los cantones El Carmen y Pichincha. Grupos de frecuencias <b>1, 3 y 5</b> .	50	3
<b>FN001:</b> Provincia de <b>Napo</b> . Grupos de frecuencias 1 y 3.	34	2
<b>FP001:</b> Provincia de <b>Pichincha</b> , Grupos de frecuencias 1, 3 y 5. (Quito)	50	1
<b>FO001:</b> Provincia de <b>El Oro</b> , e incluye los cantones Naranjal y Balao de la provincia del Guayas, y las estribaciones del ramal occidental de la Cordillera de los Andes de la provincia del Azuay. Grupos de frecuencias 2, 4 y 6	50	5
<b>FR001:</b> Provincia de <b>Los Ríos</b> , e incluye El Empalme, Balzar, Colimes,. Palestina, Santa Lucía, Pedro Carbo, Isidro Ayora, Lomas de Sargentillo, Daule, El Salitre, Alfredo Baquerizo Moreno y Simón Bolívar de la provincia del Guayas, cantón Pichincha de la provincia de Manabí y las estribaciones occidentales del ramal occidental de la Cordillera de los Andes de las provincias de Cotopaxi y Bolívar. Grupos de frecuencias 2, 4 y 6.	50	5
<b>FS001:</b> Provincia de <b>Morona Santiago</b> excepto el Cantón Palora e incluye el cantón El Panguí de la provincia de Zamora Chinchipe. Grupos de frecuencias 1 y 3.	34	2
<b>FT001:</b> Provincias de <b>Cotopaxi y Tungurahua</b> , excepto las estribaciones occidentales del ramal occidental de la Cordillera de los Andes de la provincia de Cotopaxi y el cantón Baños de la provincia de Tungurahua. Grupos de frecuencias 1, 3 y 5.	50	3
<b>FU001:</b> Provincia de <b>Sucumbios</b> , Grupos de frecuencias 1, 3 y 5.	50	3
<b>FX001:</b> Provincia de <b>Pastaza</b> , incluido el Cantón Baños (de la provincia de Tungurahua y el Cantón Palora de Morona Santiago. Grupos de frecuencias 4 y 6.	33	2
<b>FY001:</b> Provincia de <b>Galápagos</b> . Grupo de frecuencia 2 y 4	33	1
<b>FZ001:</b> Provincia de <b>Zamora Chinchipe</b> excepto el cantón El Panguí. Grupos de frecuencias 3 y 5.	33	2

## DISPOSICIONES GENERALES

(Agregado por el Art. 5 de la Res. 2556-CONARTEL-03, R.O. 103, 13-VI-2003)

1. Zona geográfica FM001 (provincia de Manabí): Disponer que con el fin de evitar la intermodulación cocanal en las zonas de mutua cobertura entre las señales que se irradian desde Cerro de Hojas (Jaboncillo) y Cerro Loma de Viento, las estaciones FM que emitan señal desde el Cerro Loma de Viento, deben utilizar sistemas radiantes directivos, orientados hacia la ciudad de Bahía de Caráquez, de tal manera que cubran exclusivamente esta ciudad.

2. Zona geográfica FG001 (provincia del Guayas): Disponer que a partir de la presente fecha, las estaciones que sirven a la ciudad de Guayaquil deben someterse a los nuevos límites de las zonas geográficas contempladas en las reformas a la norma técnica reglamentaria para radiodifusión en frecuencia modulada analógica.

Disponer que atendiendo la solicitud del Núcleo AER Guayas de fecha 2 de abril de 2003, se excluya de la subzona que depende de la ciudad de Guayaquil, los cantones en donde únicamente se podrá autorizar estaciones de baja potencia, con un nivel adecuado para cubrir dicha población.

3. La limitación de mínima, potencia de transmisión que se puede autorizar a una estación de radiodifusión FM, señalada en el Art. 31 de la Ley de Radiodifusión y Televisión, se refiere únicamente a las estaciones FM de potencia normal, por lo que en el caso de estaciones de baja potencia se puede autorizar potencias efectivas radiadas (P.E.R.) inferiores a 250 W, observándose la potencia necesaria para cubrir la población de interés.

## FUENTES DE LA PRESENTE EDICIÓN DE LA RESOLUCIÓN QUE EXPIDE LA NORMA TÉCNICA REGLAMENTARIA PARA RADIODIFUSIÓN EN FRECUENCIA MODULADA ANALÓGICA

- 1.- Resolución 866-CONARTEL-99 (Registro Oficial 74, 10-V-2000)
- 2.- Resolución 1946-CONARTEL-01 (Registro Oficial 466, 3-XII-2001)
- 3.- Resolución 1947-CONARTEL-01 (Registro Oficial 466, 3-XII-2001)
- 4.- Resolución 2556-CONARTEL-03 (Registro Oficial 103, 13-VI-2003).

## **ANEXO D**

### **DRIVE TEST DE LAS ESTACIONES DE RADIODIFUSIÓN DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA DE FRECUENCIA MODULADA**