

Mapa de Control del Espectro Radioeléctrico

Mapa de Control del Espectro Radioeléctrico

VERONICA KARINA QUINTUÑA RODRÍGUEZ
Egresada de la Carrera de Ingeniería Electrónica
Facultad de Ingenierías
Universidad Politécnica Salesiana

Dirigido por:

ING. EDGAR OCHOA FIGUEROA
Ingeniero Eléctrico
Docente de la Universidad Politécnica Salesiana
Facultad de Ingenierías
Carrera de Ingeniería Electrónica



Cuenca – Ecuador

QUINTUÑA RODRÍGUEZ VERÓNICA KARINA

Mapa de Control del Espectro Radioeléctrico

Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca – Ecuador, 2010

INGENIERÍA ELECTRÓNICA

Formato 170 x 240

Páginas: 324

Breve reseña del autor e información de contacto:



Verónica Karina Quintuña Rodríguez

Egresada de la Carrera de Ingeniería Electrónica
Facultad de Ingenierías
Universidad Politécnica Salesiana
Egresada de la Escuela de Informática
Facultad de Ingeniería
Universidad de Cuenca
veronicakarinaq@hotmail.com

Dirigido por:



Edgar Ochoa Figueroa

Universidad del Azuay: Magíster en Telemática, Universidad Andina Simón Bolívar/Universidad Externado de Colombia: Especialista Superior en Derecho y Gestión de las Telecomunicaciones, Escuela Superior Politécnica del Litoral: Diploma en Administración de Sistemas de Telecomunicación, Universidad de Cuenca: Ingeniero Eléctrico, Docente de la Maestría en Gestión de las Telecomunicaciones y Docente con las cátedras de Comunicaciones Digitales, Comunicaciones I, Comunicaciones II, Comunicaciones III en la Facultad de Ingeniería Electrónica de la Universidad Politécnica Salesiana, Docente de la Maestría en Telemática y Docente con las cátedras de Sistemas de Comunicaciones I, Sistemas de Comunicaciones II, Telefonía, Comunicaciones Ópticas en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cuenca

Todos los derechos reservados.

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la Ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con autorización del titular de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos o investigativos por cualquier medio, con la debida notificación del autor.

DERECHOS RESERVADOS

©2010 Universidad Politécnica Salesiana.
CUENCA – ECUADOR - SUDAMÉRICA

Quintuña Rodríguez Verónica K.

Mapa de Control del Espectro Radioeléctrico

Edición y Producción:

Verónica Karina Quintuña Rodríguez.

Diseño de la portada:

Verónica Karina Quintuña Rodríguez.

IMPRESO EN ECUADOR – PRINTED IN ECUADOR

Índice General

Prefacio	V
Prólogo	VII
PARTE I: Introducción al Proceso de Desarrollo.....	7
CAPITULO 1: DESCUBRIMIENTO DEL CONOCIMIENTO	1
1.1 Introducción al KDD	1
1.2 Concepto del KDD	1
1.3 Metas del KDD.....	2
1.4 Proceso del KDD.....	2
1.5 Tipologías de Patrones.....	3
1.6 Técnicas del KDD	3
1.6.1 Métodos KDD	3
1.7 Retos del Proceso y de su Aplicación.....	4
PARTE II: Estudio del Dominio.....	3
CAPITULO 2: ANÁLISIS DEL SECTOR DE LAS TELECOMUNICACIONES	7
2.1 Descripción del Sector de las Telecomunicaciones	7
2.2 Estudio de los Servicios Controlados por la SUPERTEL.....	8
2.2.1 Servicios de Radiodifusión y Televisión.....	8
2.2.2 Servicios de Radiocomunicaciones.....	9
2.2.3 Servicios Telecomunicaciones.....	11
2.2.4 Espectro Radioeléctrico	12
CAPITULO 3: ESTUDIO DE LA COMPROBACIÓN TÉCNICA DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO.....	13
3.1 Tareas y Estructura del Servicio de Comprobación Técnica	13
3.1.1 Comprobación Técnica en Ayuda a la Gestión del Espectro	13
3.1.1.1 Finalidad de la Comprobación Técnica del Espectro	13
3.1.1.2 Datos de Ocupación del Espectro.....	14
3.1.2 Tareas del Servicio de Comprobación Técnica.....	15
3.1.3 Estructura de un Sistema de Comprobación Técnica	15
3.2 Equipo de Comprobación Técnica.....	16
3.2.1 Antenas de Comprobación Técnica y de Medición.....	17
3.2.2 Receptores de Comprobación Técnica.....	19
3.2.3 Radiogoniometría	19
3.2.4 Equipo Periférico	20
3.2.4.1 Equipo de Medición de Frecuencia.....	20
3.2.4.2 Equipo de Medición de Intensidad de Campo.....	20
3.2.4.3 Equipo de Análisis del Espectro y de Medición del Ancho de Banda.....	21
3.2.4.4 Equipo para la Comprobación Técnica Automática de la Ocupación del Espectro.....	21
3.2.4.5 Equipo de Registro.....	22
3.2.4.6 Equipo de Medición de la Modulación	22
3.2.4.7 Equipo de Identificación	22
3.3 Mediciones de Comprobación Técnica.....	22
3.3.1 Medición de Frecuencia.....	22
3.3.2 Medición de Intensidad de Campo y de Densidad de Flujo de Potencia.....	23
3.3.3 Medición de la Ocupación del Espectro.....	23
3.3.4 Medición de la Anchura de Banda.....	24

3.3.5 Medición de la Modulación	24
3.3.6 Radiogoniometría y Localización	24
3.3.7 Identificación de la Señal	25
3.4 Emplazamiento, Tipos y Automatización de las Estaciones de Comprobación Técnica	25
3.4.1 Tipos de Estaciones de Comprobación Técnica	25
3.4.1.1 Estaciones de Comprobación Técnica Fijas	25
3.4.1.2 Estaciones de Comprobación Técnica Móviles	26
3.4.1.3 Estaciones de Comprobación Técnica Portátiles	26
3.4.2 Emplazamiento de las Estaciones de Comprobación Técnica	27
3.4.3 Automatización de las Estaciones de Comprobación	27

CAPITULO 4: ESTUDIO DE LOS SISTEMAS DE COMPROBACIÓN TÉCNICA DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO DE LA INTENDENCIA SUR..... 29

4.1 Estudio de Sistemas de Comprobación Técnica del Espectro de la Intendencia Sur	29
4.1.1 Sistema de Monitoreo y Gestión del Espectro R&S ARGUS-IT	29
4.1.1.1 Componentes de Hardware del Sistema R&S ARGUS-IT	29
4.1.1.2 Antenas del Sistema R&S ARGUS-IT	31
4.1.1.3 Componentes de Software del Sistema R&S ARGUS-IT	32
4.1.1.4 Modos de monitoreo, medición y radiogoniometría:.....	33
4.1.1.4.1 Modo de Medición Directo - MMD	33
4.1.1.4.2 Modo de Medición Automático - MMA.....	36
4.1.2 Sistema de Monitoreo TES AMERICA	40
4.1.2.1 TESDATA-Software para la Adquisición de Datos	41
4.1.2.1 TESPECTRUM-Software para la Caracterización de los Datos.	42
4.1.3 Receptores ICOM	43
4.1.4 Emplazamiento de los Sistemas de Medición y Monitoreo.....	44
4.1.4.1 Emplazamiento para el Sistema de Comprobación Técnica R&S ARGUS.....	44
4.1.4.2 Emplazamiento del Sistema de Comprobación Técnica TES AMERICA y Receptores ICOM	47
4.2 Análisis de Parámetros Técnicos para la Medición de la Ocupación del Espectro	47
4.2.1 Técnicas de medición.....	47
4.2.2 Mediciones en bandas por debajo de 30 MHz.....	47
4.2.3 Mediciones en bandas por encima de 30 MHz.....	47
4.2.3.1 Medición de la ocupación del canal de frecuencias.....	47
4.2.3.2 Principios de muestreo	48
4.2.3.3 Parámetros del sistema	49
4.3 Análisis de Parámetros Técnicos para el Monitoreo de Frecuencias del Espectro.....	51
4.3.1 Medición de frecuencias	51
4.3.2 Medición de intensidad de campo.....	51
4.3.3 Medición del Ancho de banda.....	52
4.3.4 Medición de la Modulación	53
4.3.5 Medición de la desviación de frecuencia y de fase	54
4.4 Análisis de Parámetros Técnicos para la Investigación de Interferencias	55
4.4.1 Productos de intermodulación y armónicos	55
4.5 Análisis de Parámetros Técnicos Utilizados para la Verificación de Contratos.....	55

PARTE III: Descubrimiento del Conocimiento..... 59

CAPITULO 5: CREACIÓN DEL CONJUNTO DE DATOS PARA EL CONTROL DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO..... 61

5.1 Objetivos y Requerimientos para el Control del Espectro	61
5.2 Análisis de las Fuentes de Información de los Equipos de Comprobación Técnica.....	62
5.2.1 Sistema de Comprobación Técnica R&S ARGUS-IT	63
5.2.1.1 Rastros de Rangos de frecuencias.....	63

5.2.1.2 Mediciones de Listas de Frecuencias	67
5.2.1.3 Mediciones de Radiogoniometría.....	69
5.2.2 Sistema de Comprobación Técnica TES AMERICA.....	71
5.2.3 Fichas del Monitoreo Manual	73
5.3. Modelo del “Mapa de Control del Espectro Radioeléctrico”.....	74
5.3.1 Capa 1: Espectro Radioeléctrico	75
5.3.2 Capa 2: Subsistema de Mediciones.....	75
5.3.3 Capa 3. Gestión de los Datos	77
5.3.4 Capa 4: Procesamiento y Análisis.....	78
5.3.5 Capa 5: Modelo del Espectro	78
5.4 Arquitectura del Mapa de Control del Espectro Radioeléctrico.....	78
5.4.1. Implementación de la Arquitectura para el Mapa de Control del Espectro Radioeléctrico.....	79
5.4.1.1 Implementación de la Base de Datos	79
5.4.1.2 Implementación del Servidor de Aplicaciones.....	80
5.4.1.3 Framework de Desarrollo.....	81
5.4.2 Patrón de Diseño del Mapa de Control del Espectro Radioeléctrico.....	81
5.4.2.1 Implementación del Patrón de Diseño del Mapa de Control del Espectro Radioeléctrico ...	83
5.5 Almacén de Datos para el Control del Espectro	83
5.5.1 Módulo de Comprobación Técnica del Espectro Radioeléctrico	83
5.5.1.1 Modelo Relacional del Módulo de Comprobación Técnica del Espectro Radioeléctrico. ...	84
5.5.1.2 Descripción de los Componentes del Módulo de Comprobación Técnica del Espectro Radioeléctrico.	85
5.5.2 Módulo de Procesamiento de Señales.....	86
5.5.2.1 Modelo Relacional del Módulo de Procesamiento de Señales	87
5.5.2.2 Descripción de los Componentes del Módulo de Procesamiento de Señales	88
5.5.3 Módulo de Concesiones de Frecuencias Vigentes	89
5.5.3.1 Modelo Relacional del Módulo de Concesiones de Frecuencias Vigentes	90
5.5.3.2 Descripción de los Componentes del Módulo de Concesiones Vigentes	92
5.6 Carga y Mantenimiento del Almacén de Datos para el Control del Espectro.....	93
5.6.1 Módulo de Comprobación Técnica del Espectro Radioeléctrico.	93
5.6.1.1 Submódulo de Mediciones y Monitoreos del Sistema R&S ARGUS	93
5.6.1.2 Submódulo de Mediciones del Sistema TESAMERICA	103
5.6.1.3 Submódulo de Monitoreo Manual.....	107
5.6.2 Módulo de Concesiones de Frecuencias Vigentes	110
5.6.2.1 Submódulo de Radiocomunicaciones.	110
5.6.2.2 Submódulo de Radiodifusión y Televisión.	118

CAPÍTULO 6: PREPROCESAMIENTO DE LOS DATOS PARA EL CONTROL DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO.....

6.1 Exploración y Selección de Parámetros para el Control del Espectro	123
6.1.1 Exploración mediante visualización	123
6.1.1.1 Exploración del Espectro de Frecuencias VLF/LF (3KHz-300KHz).....	123
6.1.1.2 Exploración del Espectro de Frecuencias MF (300KHz-3000KHz)	124
6.1.1.3 Exploración del Espectro de Frecuencias HF (3MHz-30MHz).....	126
6.1.1.4 Exploración del Espectro de Frecuencias VHF (30MHz-300MHz).....	127
6.1.1.5 Exploración del Espectro de Frecuencias UHF (300MHz-3000MHz).....	129
6.1.2 Sumarización, Descripción, Generalización y Pivotamiento	132
6.1.2.1 Sumarización y Pivotamiento	132
6.1.2.2 Generalización y descripción.	145
6.1.3 Selección de Datos para el Control del Espectro	147
6.1.3.1 Dimensión Horizontal: Características de Muestreo de las Señales Radioeléctricas.....	147
6.1.3.2 Dimensión Vertical: Parámetros para la construcción del Modelo de Ocupación del Espectro.	147
6.2 Limpieza y Transformación de Parámetros para el Control del Espectro	150

6.2.1 Integración y Limpieza de Datos, Valores Faltantes y Anómalos proporcionados por los Sistemas de Comprobación Técnica..... 150

6.2.2 Transformación de Atributos para el Adecuado Control del Espectro 151

6.2.3 Discretización Numerización y Normalización de Parámetros que influyen en el Control del Espectro 151

CAPITULO 7: MINERÍA DE DATOS PARA EL CONTROL DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO 153

7.1 Determinación de la Tarea de Minería para el Control del Espectro..... 153

7.2 Determinación de la Técnica de Modelación para el Control del Espectro..... 153

7.3. Definición del Modelo del Mapa de Control del Espectro..... 155

7.3.1 Modelo Matemático de las Mediciones del espectro..... 155

7.3.2 Modelo Matemático de la Ocupación del espectro 156

7.3.3 Modelo Matemático del “Electro-Espacio”..... 157

7.3.4 Modelo de Clasificación de los Datos del Espectro 159

7.4 Métodos de Clasificación para la Elaboración del Mapa de Control del Espectro..... 160

7.4.1 Consideraciones para determinar el umbral de clasificación de los datos del espectro. 160

7.4.2 Clasificación Basada en la Función de Densidad Acumulativa (CDF) 162

7.4.2.1 Aplicación del Algoritmo de Clasificación CDF en Monitoreos de Radiodifusión FM 88-108 MHz. 163

7.4.2.2 Aplicación del Algoritmo de Clasificación CDF en monitoreos de Radiodifusión AM 0.525 -1.705 MHz 172

7.4.2.3 Aplicación del Algoritmo de Clasificación CDF en monitoreos de Radiodifusión OC..... 175

7.4.2.4 Aplicación del Algoritmo de Clasificación CDF en monitoreos de Televisión VHF Banda I 54-72 MHz..... 179

7.4.2.5 Aplicación del Algoritmo de Clasificación CDF en monitoreos de Televisión VHF Banda I 76-88 MHz..... 182

7.4.2.6 Aplicación del Algoritmo de Clasificación CDF en monitoreos de Televisión VHF Banda III 174-216 MHz 185

7.4.2.7 Aplicación del Algoritmo de Clasificación CDF en monitoreos de Televisión UHF Banda IV 500-608 MHz 188

7.4.2.8 Aplicación del Algoritmo de Clasificación CDF en monitoreos de Televisión UHF Banda V 644-686 MHz 191

7.4.2.9 Aplicación del Algoritmo de Clasificación CDF en Radiocomunicaciones Fijo-Móvil 138-144 MHz 194

7.4.2.10 Aplicación del Algoritmo de Clasificación CDF en la banda de Aficionados 144-148 MHz 197

7.4.2.11 Aplicación del Algoritmo de Clasificación CDF en Radiocomunicaciones Fijo-Móvil 148-174 MHz 200

7.4.3 Clasificación mediante el Umbral Óptimo Utilizando el Algoritmo de OTSU 204

7.4.3.1 Aplicación del Algoritmo de Clasificación OTSU en monitoreos de Radiodifusión FM 88 – 108 MHz 206

7.4.3.2 Aplicación del Algoritmo de Clasificación OTSU en monitoreos de Radiodifusión AM 0.525 -1.705 MHz 208

7.4.3.3 Aplicación del Algoritmo de Clasificación OTSU en monitoreos de Radiodifusión OC de 7.3 MHz a 7.4 MHz..... 210

7.4.3.4 Aplicación del Algoritmo de Clasificación OTSU en monitoreos de Televisión VHF Banda I 54-72 MHz..... 213

7.4.3.5 Aplicación del Algoritmo de Clasificación OTSU en monitoreos de Televisión VHF Banda I 76-88 MHz..... 215

7.4.3.6 Aplicación del Algoritmo de Clasificación OTSU en monitoreos de Televisión VHF Banda III 174-216 MHz 218

7.4.3.7 Aplicación del Algoritmo de Clasificación OTSU en monitoreos de Televisión UHF Banda IV 500-608 MHz 220

7.4.3.8 Aplicación del Algoritmo de Clasificación OTSU en monitoreos de Televisión UHF Banda V 644-686 MHz	223
7.4.3.9 Aplicación del Algoritmo de Clasificación OTSU en Radiocomunicaciones Fijo-Móvil 138-144 MHz	225
7.4.3.10 Aplicación del Algoritmo de Clasificación OTSU en la banda de Aficionados 144-148 MHz	228
7.4.3.11 Aplicación del Algoritmo de Clasificación OTSU en Radiocomunicaciones Fijo-Móvil 148-174 MHz.....	230
7.4.4 Clasificación mediante el Umbral recursivo utilizando el Algoritmo ROHT	233
7.4.4.1 Aplicación del Algoritmo de Clasificación ROHT en monitoreos de Radiodifusión FM 88 – 108 MHz	235
7.4.4.2 Aplicación del Algoritmo de Clasificación ROHT en monitoreos de Radiodifusión AM 0.525 -1.705 MHz.....	236
7.4.4.3 Aplicación del Algoritmo de Clasificación ROHT en monitoreos de Radiodifusión OC de 7.3 MHz – 7.4 MHz	237
7.4.4.4 Aplicación del Algoritmo de Clasificación ROHT en monitoreos de Televisión VHF Banda I 54-72 MHz.....	239
7.4.4.5 Aplicación del Algoritmo de Clasificación ROHT en monitoreos de Televisión VHF Banda I 76-88 MHz.....	240
7.4.4.6 Aplicación del Algoritmo de Clasificación ROHT en monitoreos de Televisión VHF Banda III 174-216 MHz	242
7.4.4.7 Aplicación del Algoritmo de Clasificación ROHT en monitoreos de Televisión UHF Banda IV 500-608 MHz.....	243
7.4.4.8 Aplicación del Algoritmo de Clasificación ROHT en monitoreos de Televisión UHF Banda V 644-686 MHz	245
7.4.4.9 Aplicación del Algoritmo de Clasificación ROHT en Radiocomunicaciones Fijo-Móvil 138-144 MHz	246
7.4.4.10 Aplicación del Algoritmo de Clasificación ROHT en la banda de Aficionados 144-148 MHz	248
7.4.4.11 Aplicación del Algoritmo de Clasificación ROHT en Radiocomunicaciones Fijo-Móvil 148-174 MHz.....	249
7.4.5 Clasificación mediante el Umbral adaptativo utilizando el concepto de Ventana deslizante.....	251
7.4.5.1 Ventana deslizante a través del tiempo	252
7.5 Procesamiento de las Señales Post clasificación.....	256
7.5.1 Identificación de Señales de Radiodifusión FM.....	257
7.5.2 Identificación de Señales de Radiodifusión AM.....	258
7.5.3 Identificación de Señales de Televisión VHF Banda I 54-88 MHz	259
7.5.4 Identificación de Señales de Televisión Banda III 174-216MHz.....	260
7.5.5 Identificación de Señales de Televisión UHF banda IV y V 500-686 MHz	261
7.5.6 Identificación de Señales Fijo - Móvil de 138-174 MHz	262
7.6 Construcción del Modelo de Ocupación del Espectro	265
7.6.1 Características de las Señales.....	265
7.6.2 Modelo de la Ocupación del Espectro	266
7.6.3 Caracterización de la Utilización del espectro.....	268
7.6.4 Ocupación del Espectro Radioeléctrico por Rangos de Frecuencias.....	270
7.6.4.1 Ocupación de Radiodifusión FM 88-108MHz.....	271
7.6.4.2 Ocupación de Radiodifusión AM de 0.525-1.705 MHz.....	271
7.6.4.3 Ocupación de Televisión VHF y UHF	272
7.6.4.4 Ocupación de Fijo – Móvil	272
7.6.5 Ocupación del Espectro Radioeléctrico por Frecuencia.....	273
7.6.5.1 Ocupación para una Estación de Radiodifusión FM	273
7.6.5.2 Ocupación de una Estación de Radiodifusión AM.....	274
7.6.5.3 Ocupación para una Estación de Televisión.....	274
7.6.5.4 Ocupación para una Estación de Fijo - Móvil.....	275

7.7 Evaluación de los Resultados del Mapa de Control del Espectro	276
7.7.1 Evaluación de Resultados del Método CDF.....	277
7.7.2 Evaluación de Resultados del Método OTSU	278
7.7.3 Evaluación de Resultados del Método ROHT.....	279
PARTE IV: Uso del Conocimiento.....	281
CAPITULO 8: IMPLEMENTACIÓN DEL MAPA DE CONTROL DEL ESPECTRO	
RADIOELÉCTRICO	283
8.1 Metodología de Desarrollo	283
8.2 Modelos del Sistema: “Mapa de control del Espectro Radioeléctrico”.....	283
8.2.1 Modelo del Negocio.....	283
8.2.2 Modelo de Casos de Uso.....	284
8.2.2.1 Modelo de Casos de Uso para el Módulo de Comprobación Técnica	284
8.2.2.2 Modelo de casos de Uso para el Módulo de Concesiones de Frecuencias	285
8.2.2.3 Modelo de casos de Uso para el Módulo de Procesamiento de Señales	286
8.2.3 Modelo de Análisis y Diseño	287
8.2.3.1 Vista Lógica.....	287
8.2.3.2 Vista de Implementación.....	289
8.2.3.3 Vista física	292
8.3 Arquitectura del Sistema: “Mapa de control del Espectro Radioeléctrico”.....	293
8.4 Despliegue, Interpretación y Contextualización del Sistema: “Mapa de control del Espectro Radioeléctrico”.	293
8.5 Documentación del Sistema: “Mapa de control del Espectro Radioeléctrico”.....	295
CAPITULO 9: OBSERVACIONES FINALES	303
9.1 Conclusiones Generales.....	303
9.2 Conclusiones Particulares.....	304
9.3 Recomendaciones	307
ANEXO 1: Emplazamiento del Sistema de Comprobación Técnica R&S ARGUS-IT	309
ANEXO 2: CREACIÓN DE LAS TABLAS DEL	317
Bibliografía.....	321

Índice de Figuras

Figura 1.1. Jerarquía del conocimiento.....	1
Figura 1.2. Proceso de extracción del conocimiento.....	2
Figura 2.1. Entes del Sector de las Telecomunicaciones en el Ecuador.....	7
Figura 3.1. Diagrama de bloques de una estación de comprobación técnica.....	17
Figura 3.2. Sistema de antenas de comprobación técnica de alta calidad de funcionamiento.....	18
Figura 3.3. Diagrama de bloques de una estación de comprobación técnica fija.....	26
Figura 3.4. Sistema automatizado de comprobación técnica.....	28
Figura 4.1. Diagrama de bloques del sistema de comprobación técnica R&S ARGUS-IT.....	30
Figura 4.2. Vista frontal del receptor ESMB.....	31
Figura 4.3. Vista frontal del Procesador DF EBD195.....	31
Figura 4.4. Unidad de conmutación ZS129.....	31
Figura 4.5. Esquema general de R&S ARGUS-IT.....	32
Figura 4.6. Interfaz de paneles virtuales de la unidad de control R&S ARGUS-IT.....	33
Figura 4.7. Interfaz ESMB.....	34
Figura 4.8. Gráficas espectrales del FFM.....	34
Figura 4.9. Interfaz para DSCAN.....	35
Figura 4.10. Interfaz para SCAN.....	35
Figura 4.11. Interfaz del modo FLS.....	35
Figura 4.12. Interfaz del buscador de direcciones DDF195.....	36
Figura 4.13. Interfaz del GPS.....	36
Figura 4.14. Interfaz de configuración del horario de medición del MMA.....	37
Figura 4.15. Interfaz de configuración de la medición del MMA.....	38
Figura 4.16. Interfaz de configuración del rango de frecuencias del MMA.....	38
Figura 4.17. Interfaz del Navegador.....	39
Figura 4.18. Resultados de medición para un rastreo de frecuencias.....	39
Figura 4.19. Diagrama de una estación de monitoreo TES AMERICA.....	40
Figura 4.20. Interfaz de control del analizador de espectros.....	41
Figura 4.21. Caracterización de las señales mediante TESPECTRUM.....	42
Figura 4.22. Reporte de medición de las señales caracterizadas por TESPECTRUM.....	43
Figura 4.23. Interfaz del software de control del receptor ICOM.....	43
Figura 4.24. Emplazamiento – Edificio de la Intendencia Regional Sur.....	45
Figura 4.25. Área de cobertura del emplazamiento IRS.....	45
Figura 4.26. Emplazamiento de las antenas del sistema R&S ARGUS IT.....	46
Figura 4.27. Canalización de cables.....	46
Figura 4.28. Emplazamiento de las unidades de medición y control del sistema R&S.....	46
Figura 4.29. Señal de intensidad variable típica.....	48
Figura 4.30. Ejemplo de representación gráfica de la distribución de niveles de señal.....	50
Figura 4.31. Definición de anchura de banda ocupada tal como se formula en el número 1.153 del RR.....	52
Figura 4.32. Presentación en el dominio del tiempo de la señal modulada en amplitud.....	54
Figura 5.1. Configuración de DSCAN.....	64
Figura 5.2. Definición de la medición –DSCAN.....	64
Figura 5.3. Definición del horario – DSCAN.....	65
Figura 5.4. Diagrama de bloques del receptor ARGUS – IT.....	66
Figura 5.5. Configuración de FLS.....	68
Figura 5.6. Definición de la medición – FLS.....	68
Figura 5.7. Configuración de radiogoniometría.....	70
Figura 5.8. Vista de la caracterización de las señales mediante TESPECTRUM.....	71
Figura 5.9. Interfaz de configuración de una medición – TES AMERICA.....	72
Figura 5.10. Interfaz de configuración y canalización – TES AMERICA.....	72
Figura 5.11. Estructura de alto nivel del Mapa de Control del Espectro Radioeléctrico.....	74
Figura 5.12. Arquitectura del Mapa de Control del Espectro Radioeléctrico.....	79
Figura 5.13. Configuración del servidor de administración.....	80
Figura 5.14. Creación del dominio Web Logic.....	81
Figura 5.15. Framework de desarrollo.....	81
Figura 5.16. Estructura del MVC.....	82
Figura 5.17. Estructura del MVC.....	82
Figura 5.18. Modelo relacional del Módulo de Comprobación Técnica del Espectro Radioeléctrico.....	84
Figura 5.19. Modelo relacional del Módulo de Procesamiento de Señales.....	87
Figura 5.20. Modelo relacional del Módulo de Concesiones de Frecuencias Vigentes.....	90
Figura 5.21. Submódulo de mediciones y monitoreos R&S ARGUS – IT.....	93
Figura 5.22. Interfaz para la carga de monitoreos DSCAN.....	94
Figura 5.23. Interfaz para la administración de monitoreos DSCAN.....	95

Figura 5.24. Gráfica del espectro de frecuencias para el rango de 54-72 MHz rastreado mediante DSCAN.	96
Figura 5.25. Dataset para el rango de frecuencias de 54-72 MHz rastreado mediante DSCAN.....	96
Figura 5.26. Interfaz de eliminación y modificación de monitoreos DSCAN.	97
Figura 5.27. Interfaz para la carga de mediciones FLS.	97
Figura 5.28. Interfaz para la administración de mediciones FLS.	98
Figura 5.29. Gráfica de los resultados de la medición FLS para la	99
Figura 5.30. Dataset de los resultados de la medición FLS para la lista de frecuencias de Radiodifusión FM.	99
Figura 5.31. Interfaz de eliminación y modificación de mediciones FLS.....	100
Figura 5.32. Interfaz para la carga de mediciones de radiogoniometría.....	100
Figura 5.33. Interfaz para la administración de mediciones de radiogoniometría.....	102
Figura 5.34. Gráfica de los resultados de la medición de radiogoniometría para la estación “Activa FM 88”.....	102
Figura 5.35. Dataset de los resultados de la medición de radiogoniometría para la estación “Activa FM 88”.....	103
Figura 5.36. Interfaz de eliminación y modificación de mediciones de radiogoniometría.	103
Figura 5.37. Submódulo de mediciones del sistema TES AMERICA.	104
Figura 5.38. Interfaz para la carga de mediciones TESAMERICA.....	104
Figura 5.39. Interfaz para la administración de mediciones TESAMERICA.....	106
Figura 5.40. Gráfica del espectro de frecuencias para el rango de 88-108 MHz de las señales caracterizadas mediante TESPECTRUM.	106
Figura 5.41. Dataset del espectro de frecuencias para el rango de 88-108 MHz de las señales caracterizadas mediante TESPECTRUM.	107
Figura 5.42. Interfaz de eliminación y modificación de mediciones TES AMERICA.	107
Figura 5.43. Submódulo de monitoreo manual.....	108
Figura 5.44. Interfaz para la carga de Monitoreos DSCAN.	108
Figura 5.45. Interfaz para la administración de monitoreos manuales.	109
Figura 5.46. Interfaz de modificación y eliminación de monitoreos manuales.	109
Figura 5.47. Interfaz de procesamiento del monitoreo manual.	109
Figura 5.48. Gráfico de las señales de Radiodifusión FM registradas del monitoreo manual.	110
Figura 5.49. Interfaz de registro de Contratos de Radiocomunicaciones.	111
Figura 5.50. Interfaz de registro de Circuitos de Radiocomunicaciones.	111
Figura 5.51. Interfaz de registro de Estaciones de Radiocomunicaciones.	111
Figura 5.52. Interfaz de registro de Estructuras y Antenas para una estación fija de Radiocomunicaciones.	112
Figura 5.53. Interfaz de registro de Enlaces de Radiocomunicaciones.	112
Figura 5.54. Listado de Contratos de Radiocomunicaciones.....	113
Figura 5.55. Listado de Circuitos de Radiocomunicaciones.	113
Figura 5.56. Listado de las Estaciones de Radiocomunicaciones.....	113
Figura 5.57. Listado de las Estructuras de Radiocomunicaciones.....	114
Figura 5.58. Listado de los Enlaces de Radiocomunicaciones.	114
Figura 5.59. Interfaz de modificación y eliminación de Contratos de Radiocomunicaciones.....	115
Figura 5.60. Interfaz de modificación y eliminación de Circuitos de Radiocomunicaciones.....	115
Figura 5.61. Interfaz de modificación y eliminación de Estaciones de Radiocomunicaciones.....	115
Figura 5.62. Interfaz de modificación y eliminación de Estructuras de Radiocomunicaciones.....	115
Figura 5.63. Interfaz de modificación y eliminación de Enlaces de Radiocomunicaciones.....	116
Figura 5.64. Interfaz de búsqueda de Contratos de Radiocomunicaciones.....	116
Figura 5.65. Interfaz de búsqueda de Circuitos de Radiocomunicaciones.....	117
Figura 5.66. Interfaz de búsqueda de Estaciones de Radiocomunicaciones.....	117
Figura 5.67. Interfaz de búsqueda de Enlaces de Radiocomunicaciones.....	117
Figura 5.68. Resultado de la búsqueda de Circuitos.....	118
Figura 5.69. Interfaz de registro de un contrato de Radiodifusión y Televisión.	118
Figura 5.70. Interfaz de registro de una estación de Radiodifusión y Televisión.	119
Figura 5.71. Interfaz de registro de un enlace de Radiodifusión y Televisión.	119
Figura 5.72. Listado de Contratos de Radiodifusión y Televisión.	119
Figura 5.73. Listado de Estaciones de Radiodifusión y Televisión.....	120
Figura 5.74. Listado de Enlaces de Radiodifusión y Televisión.	120
Figura 5.75. Interfaz de búsqueda de Contratos de Radiodifusión y Televisión.....	121
Figura 5.76. Interfaz de búsqueda de Estaciones de Radiodifusión y Televisión.....	121
Figura 5.77. Interfaz de búsqueda de Enlaces de Radiodifusión.....	121
Figura 5.78. Interfaz de modificación y eliminación de Contratos de Radiodifusión y Televisión.....	122
Figura 5.79. Interfaz de modificación y eliminación de Estaciones de Radiodifusión y Televisión.....	122
Figura 5.80. Interfaz de modificación y eliminación de Enlaces de Radiodifusión y Televisión.....	122
Figura 6.1. Visualización del espectro radioeléctrico para las frecuencias VLF/LF (3KHz-300KHz).	124
Figura 6.2 Visualización del espectro radioeléctrico para las frecuencias MF (300KHz-3000KHz).	125
Figura 6.3. Visualización del espectro radioeléctrico para las frecuencias HF (3MHz-30MHz).....	128
Figura 6.4. Visualización del espectro radioeléctrico para las frecuencias VHF (30MHz-300MHz).	129
Figura 6.5. Visualización del espectro radioeléctrico para las frecuencias UHF (300MHz-3000MHz).	132
Figura 6.6. Imagen espectral del rango de frecuencias de 10KHz a 300KHz.....	133
Figura 6.7. Imagen espectral del rango de frecuencias de 300KHz a 525KHz.....	133
Figura 6.8. Imagen espectral del rango de frecuencias de 525KHz a 1705KHz.....	134
Figura 6.9. Imagen espectral del rango de frecuencias de 1705KHz a 3000KHz.....	134

Figura 6.10. Imagen espectral del rango de frecuencias de 3MHz a 6.2MHz.....	135
Figura 6.11. Imagen espectral del rango de frecuencias de 6.2MHz a 12.1MHz.	136
Figura 6.12. Imagen espectral del rango de frecuencias de 12.1MHz a 19.02MHz.	136
Figura 6.13. Imagen espectral del rango de frecuencias de 19.02MHz a 26.1MHz.	137
Figura 6.14. Imagen espectral para el rango de frecuencias de 26.1 a 30MHz.	137
Figura 6.15. Imagen espectral para el rango de frecuencias de 54 a 88 MHz.	138
Figura 6.16. Imagen espectral para el rango de frecuencias de 88 a 108MHz.	138
Figura 6.17. Imagen espectral para el rango de frecuencias de 108 a 138 MHz.	139
Figura 6.18. Imagen espectral para el rango de frecuencias de 138 a 174 MHz.	139
Figura 6.19. Imagen espectral para el rango de frecuencias de 174 a 216MHz.	140
Figura 6.20. Imagen espectral para el rango de frecuencias de 216 a 300MHz.	140
Figura 6.21. Imagen espectral para el rango de frecuencias de 300 a 512 MHz.	141
Figura 6.22. Imagen espectral para el rango de frecuencias de 512 a 686 MHz.	142
Figura 6.23. Imagen espectral para el rango de frecuencias de 686 a 806 MHz.	142
Figura 6.24. Imagen espectral para el rango de frecuencias de 806 a 960MHz.	143
Figura 6.25. Imagen espectral para el rango de frecuencias de 869 a 901 MHz.	143
Figura 6.26. Imagen espectral para el rango de frecuencias de 960 a 1710 MHz.	144
Figura 6.27. Imagen espectral para el rango de frecuencias de 1710 y 2025 MHz.	144
Figura 6.28. Imagen espectral para el rango de frecuencias de 1921 a 2025 MHz.	145
Figura 6.29. Imagen espectral para el rango de frecuencias de 2025 a 3000 MHz.	145
Figura 6.30. Frecuencias máximas en las capas E, F1 y F2 durante el día.	146
Figura 6.31. Valores Instantáneos de la Medición de la estación de Radiodifusión AM “La Voz de Tomebamba”.	148
Figura 6.32. Imagen Espectral de la Medición de “Radio La Voz de Tomebamba”.	148
Figura 6.33. Espectro de Frecuencias de Radio “La Voz de Tomebamba”.	149
Figura 6.34. Niveles de Intensidad de Campo para la frecuencia 1.070MHz.	149
Figura 6.35. Modulación para la frecuencia 1.070MHz.	149
Figura 6.36. Anchos de Banda para la frecuencia 1.070MHz.	150
Figura 7.1. Estados de un canal del espectro.	156
Figura 7.2. Representación de las mediciones del espectro como un tren de impulsos.	156
Figura 7.3. Etapas del procesamiento y análisis de las mediciones del espectro.	159
Figura 7.4. Histograma de las muestras de señal y ruido de la banda FM (88-108).	161
Figura 7.5. CDF de los datos de las mediciones de la banda FM. Umbral T para p=0.5.	163
Figura 7.6. Histograma de frecuencias de la Banda de FM.	163
Figura 7.7. Espectro de frecuencias de Radiodifusión FM. BCFM2_100609_0101.	164
Figura 7.8. Espectro de frecuencias de Radiodifusión FM clasificado con CDF, p=0.5. BCFM2_100609_0101.	165
Figura 7.9. Función de Densidad de Probabilidad de las muestras del Monitoreo de Radiodifusión FM. BCFM2_100609_0101.	165
Figura 7.10. Función de Densidad de Probabilidad Acumulativa de las muestras del Monitoreo de Radiodifusión FM, p=0.5. BCFM2_100609_0101.	166
Figura 7.11. Señales identificadas del Monitoreo de Radiodifusión FM aplicando CDF, p=0.5. BCFM2_100609_0101.	167
Figura 7.12. Espectro de frecuencias de Radiodifusión FM clasificado con CDF, p=0.3. BCFM2_100609_0101.	168
Figura 7.13. Función de Densidad de Probabilidad Acumulativa de las muestras del Monitoreo de Radiodifusión FM, p=0.3. BCFM2_100609_0101.	168
Figura 7.14. Señales identificadas del Monitoreo de Radiodifusión FM aplicando CDF, p=0.3. BCFM2_100609_0101.	169
Figura 7.15. Espectro de frecuencias de Radiodifusión FM. BCFM5_100601_0101.	170
Figura 7.16. Espectro de frecuencias de Radiodifusión FM clasificado con CDF, p=0.5. BCFM5_100601_0101.	170
Figura 7.17. Función de Densidad de Probabilidad de las muestras del Monitoreo de Radiodifusión FM. BCFM5_100601_0101.	171
Figura 7.18. Función de Densidad de Probabilidad Acumulativa de las muestras del Monitoreo de Radiodifusión FM, p=0.5. BCFM5_100601_0101.	171
Figura 7.19. Espectro de frecuencias de Radiodifusión AM. BCAM3_100604_0101.	173
Figura 7.20. Espectro de frecuencias de Radiodifusión AM clasificado con CDF, p=0.9. BCAM3_100604_0101.	173
Figura 7.21. Función de Densidad de Probabilidad de las muestras del Monitoreo de Radiodifusión AM. BCAM3_100604_0101.	174
Figura 7.22. Función de Densidad de Probabilidad Acumulativa de las muestras del Monitoreo de Radiodifusión AM, p=0.9. BCAM3_100604_0101.	174
Figura 7.23. Señales identificadas del Monitoreo de Radiodifusión AM aplicando CDF, p=0.9. BCAM3_100604_0101.	175
Figura 7.24. Espectro de frecuencias de Radiodifusión OC. BCOC_100610_0101.	176
Figura 7.25. Espectro de frecuencias de Radiodifusión OC clasificado con CDF, p=0.45. BCOC_100610_0101.	177
Figura 7.26. Función de Densidad de Probabilidad de las muestras del Monitoreo de Radiodifusión OC. BCOC_100610_0101.	177
Figura 7.27. Función de Densidad de Probabilidad Acumulativa de las muestras del Monitoreo de Radiodifusión OC, p=0.45. BCOC_100610_0101.	178
Figura 7.28. Señales identificadas del Monitoreo de Radiodifusión OC aplicando CDF, p=0.45. BCOC_100610_0101.	179
Figura 7.29. Espectro de Frecuencias de Televisión VHF Banda I 51-72 MHz. TV1_100527_0101.	180
Figura 7.30. Espectro de frecuencias de Televisión VHF Banda I 51-72 MHz clasificado con CDF, p=0.3. TV1_100527_0101.	180
Figura 7.31. Función de Densidad de Probabilidad de las muestras del Monitoreo de Televisión VHF Banda I 51-72 MHz. TV1_100527_0101.	181
Figura 7.32. Función de Densidad de Probabilidad Acumulativa de las muestras del Monitoreo de Televisión VHF Banda I 51-72 MHz, p=0.3. TV1_100527_0101.	181
Figura 7.33. Señales identificadas del Monitoreo de Televisión VHF Banda I 51-72 aplicando CDF, p=0.3. TV1_100527_0101.	182
Figura 7.34. Espectro de frecuencias de Televisión VHF Banda I 76-88 MHz. TV1_1_100607_0101.	183

Figura 7.35. Espectro de frecuencias de Televisión VHF Banda I 76-88 MHz clasificado con CDF, $p=0.5$. TV1_1_100607_0101183

Figura 7.36. Función de Densidad de Probabilidad de las muestras del Monitoreo de Televisión VHF Banda I 76-88 MHz.
TV1_1_100607_0101184

Figura 7.37. Función de Densidad de Probabilidad Acumulativa de las muestras del Monitoreo de Televisión VHF Banda I 76-88 MHz,
 $p=0.5$. TV1_1_100607_0101184

Figura 7.38. Señales identificadas del Monitoreo de Televisión VHF Banda I 76-82 MHz aplicando CDF, $p=0.5$. TV1_1_100607_0101.
.....185

Figura 7.39. Espectro de frecuencias de Televisión VHF Banda III 174-216 MHz. TV1_100528_0103186

Figura 7.40. Espectro de frecuencias de Televisión VHF Banda III 174-216 MHz clasificado con CDF, $p=0.4$. TV1_100528_0103 ..186

Figura 7.41. Función de Densidad de Probabilidad de las muestras del Monitoreo de Televisión VHF Banda III 174-216 MHz.
TV1_100528_0103187

Figura 7.42. Función de Densidad de Probabilidad Acumulativa de las muestras del Monitoreo de Televisión VHF Banda III 174-216
MHz, $p=0.4$. TV1_100528_0103187

Figura 7.43. Señales identificadas del Monitoreo de Televisión VHF Banda III 174-216 MHz aplicando CDF, $p=0.4$.
TV1_100528_0103188

Figura 7.44. Espectro de frecuencias de Televisión UHF Banda IV 500-608 MHz. TV1_100528_0104189

Figura 7.45. Espectro de frecuencias de Televisión UHF Banda IV 500-608 MHz, clasificado con CDF, $p=0.5$. TV1_100528_0104. 189

Figura 7.46. Función de Densidad de Probabilidad de las muestras del Monitoreo de Televisión UHF Banda IV 500-608 MHz.
TV1_100528_0104190

Figura 7.47. Función de Densidad de Probabilidad Acumulativa de las muestras del Monitoreo de Televisión UHF Banda IV 500-608
MHz, $p=0.5$. TV1_100528_0104190

Figura 7.48. Señales identificadas del Monitoreo de Televisión UHF Banda IV 500-608 MHz aplicando CDF, $p=0.5$.
TV1_100528_0104191

Figura 7.49. Espectro de Frecuencias de Televisión UHF Banda V 644-686 MHz. TV_4_100607_0101192

Figura 7.50. Espectro de frecuencias de Televisión UHF Banda V 644-686 MHz clasificado con CDF, $p=0.5$. TV_4_100607_0101..192

Figura 7.51. Función de Densidad de Probabilidad de las muestras del Monitoreo de Televisión UHF Banda V 644-686 MHz.
TV_4_100607_0101193

Figura 7.52. Función de Densidad de Probabilidad Acumulativa de las muestras del Monitoreo de Televisión UHF Banda V 644-686
MHz, $p=0.5$. TV_4_100607_0101193

Figura 7.53. Señales identificadas del Monitoreo de Televisión UHF Banda V 644-686 MHz aplicando CDF, $p=0.5$.
TV_4_100607_0101194

Figura 7.54. Espectro de frecuencias de Fijo-Móvil 138-144 MHz. FM01_100531_0102195

Figura 7.55. Espectro de frecuencias de Fijo-Móvil 138-144 MHz clasificado con CDF, $p=0.7$. FM01_100531_0102195

Figura 7.56. Función de Densidad de Probabilidad de las muestras del Monitoreo de Fijo-Móvil 138-144 MHz. FM01_100531_0102.
.....196

Figura 7.57. Función de Densidad de Probabilidad Acumulativa de las muestras del Monitoreo de Fijo-Móvil 138-144 MHz, $p=0.7$.
FM01_100531_0102196

Figura 7.58. Señales identificadas del Monitoreo de Fijo-Móvil 138-144 MHz aplicando CDF, $p=0.7$. FM01_100531_0102197

Figura 7.59. Espectro de frecuencias de Aficionados 144-148 MHz. AF1_100607_0101198

Figura 7.60. Espectro de frecuencias de Aficionados 144-148 MHz clasificado con CDF, $p=0.8$. AF1_100607_0101198

Figura 7.61. Función de Densidad de Probabilidad de las muestras del Monitoreo de Aficionados 144-148 MHz. AF1_100607_0101.
.....199

Figura 7.62. Función de Densidad de Probabilidad Acumulativa de las muestras del Monitoreo de Fijo-Móvil Aficionados 144-148
MHz, $p=0.8$. AF1_100607_0101199

Figura 7.63. Señales identificadas del Monitoreo de Aficionados 144-148 MHz aplicando CDF, $p=0.8$. AF1_100607_0101200

Figura 7.64. Espectro de frecuencias de Fijo-Móvil 148-174 MHz. FM02_100531_0101201

Figura 7.65. Espectro de frecuencias de Fijo-Móvil 148-174 MHz clasificado con CDF, $p=0.9$. FM02_100531_0101201

Figura 7.66. Función de Densidad de Probabilidad de las muestras del Monitoreo de Fijo-Móvil 148-174 MHz. FM02_100531_0101.
.....202

Figura 7.67. Función de Densidad de Probabilidad Acumulativa de las muestras del Monitoreo de Fijo-Móvil 148-174 MHz, $p=0.9$.
FM02_100531_0101202

Figura 7.68. Señales identificadas del Monitoreo de Fijo-Móvil 148-174 MHz aplicando CDF, $p=0.9$. FM02_100531_0101203

Figura 7.69. Espectro de frecuencias de Radiodifusión FM clasificado con OTSU, $L=10$. BCFM2_100609_0101206

Figura 7.70. Función de Densidad de Probabilidad de las muestras del Monitoreo de Radiodifusión FM, $L=10$. BCFM2_100609_0101.
.....207

Figura 7.71. Imagen Espectral de las muestras del Monitoreo de Radiodifusión FM, $L=10$. BCFM2_100609_0101207

Figura 7.72. Espectro de frecuencias de Radiodifusión AM clasificado con OTSU, $L=8$. BCAM3_100604_0101208

Figura 7.73. Función de Densidad de Probabilidad de las muestras del Monitoreo de Radiodifusión AM, $L=8$. BCAM3_100604_0101.
.....209

Figura 7.74. Imagen espectral de las muestras del Monitoreo de Radiodifusión AM, $L=8$. BCAM3_100604_0101209

Figura 7.75. Señales identificadas del Monitoreo de Radiodifusión AM aplicando OTSU, $L=8$. BCAM3_100604_0101210

Figura 7.76. Espectro de frecuencias de Radiodifusión OC clasificado con OTSU, $L=10$. BCOC_100610_0101211

Figura 7.77. Función de Densidad de Probabilidad de las muestras del Monitoreo de Radiodifusión OC, $L=10$. BCOC_100610_0101.
.....211

Figura 7.78. Imagen espectral de las muestras del Monitoreo de Radiodifusión OC, $L=10$. BCOC_100610_0101212

Figura 7.79. Señales identificadas del Monitoreo de Radiodifusión OC aplicando OTSU, $L=10$. BCOC_100610_0101212

Figura 7.80. Espectro de frecuencias de Televisión VHF Banda I 54-72 MHz clasificado con OTSU, $L=10$. TV1_100527_0101213

Figura 7.81. Función de Densidad de Probabilidad de las muestras del Monitoreo de Televisión VHF Banda I 54-72 MHz, $L=10$.
TV1_100527_0101214

Figura 7.82. Imagen espectral de las muestras del Monitoreo de Televisión VHF Banda I 54-72 MHz , L=10. TV1_100527_0101....	214
Figura 7.83. Señales identificadas del Monitoreo de Televisión VHF Banda I 54-72 MHz aplicando OTSU, L=10. TV1_100527_0101.	215
Figura 7.84. Espectro de frecuencias de Televisión VHF Banda I 76-88 MHz clasificado con OTSU, L=10. TV1_1_100607_0101....	216
Figura 7.85. Función de Densidad de Probabilidad de las muestras del Monitoreo de Televisión VHF Banda I 76-88 MHz, L=10. TV1_1_100607_0101.....	216
Figura 7.86. Imagen espectral de las muestras del Monitoreo de Televisión VHF Banda I 76-88 MHz, L=10. TV1_1_100607_0101.	217
Figura 7.87. Señales identificadas del Monitoreo de Televisión VHF Banda I 76-88 MHz aplicando OTSU, L=10. TV1_1_100607_0101.....	217
Figura 7.88. Espectro de frecuencias de Televisión VHF Banda III 174-216 MHz clasificado con OTSU, L=10. TV1_100528_0103.	218
Figura 7.89. Función de Densidad de Probabilidad de las muestras del Monitoreo de Televisión VHF Banda III 174-216 MHz, L=10. TV1_100528_0103.....	219
Figura 7.90. Imagen espectral de las muestras del Monitoreo de Televisión VHF Banda III 174-216 MHz, L=10. TV1_100528_0103.	219
Figura 7.91. Señales identificadas del Monitoreo de Televisión VHF Banda III 174-216 MHz aplicando OTSU, L=10. TV1_100528_0103.....	220
Figura 7.92. Espectro de frecuencias de Televisión UHF Banda IV 500-608 MHz clasificado con OTSU, L=10. TV1_100528_0104.	221
Figura 7.93. Función de Densidad de Probabilidad de las muestras del Monitoreo de Televisión UHF Banda IV 500-608 MHz, L=10. TV1_100528_0104.....	221
Figura 7.94. Imagen espectral de las muestras del Monitoreo de Televisión UHF Banda IV 500-608 MHz L=10. TV1_100528_0104.	222
Figura 7.95. Señales identificadas del Monitoreo de Televisión UHF Banda IV 500-608 MHz aplicando OTSU, L=10. TV1_100528_0104.....	222
Figura 7.96. Espectro de frecuencias de Televisión UHF Banda V 644-686 MHz clasificado con OTSU, L=10. TV_4_100607_0101.	223
Figura 7.97. Función de Densidad de Probabilidad de las muestras del Monitoreo de Televisión UHF Banda V 644-686 MHz, L=10. TV_4_100607_0101.....	224
Figura 7.98. Imagen espectral de las muestras del Monitoreo de Televisión UHF Banda V 644-686 MHz, L=10. TV_4_100607_0101.	224
Figura 7.99. Señales identificadas del Monitoreo de Televisión UHF Banda V 644-686 MHz aplicando OTSU, L=10. TV_4_100607_0101.....	225
Figura 7.100. Espectro de frecuencias de Fijo-Móvil 138-144 MHz clasificado con OTSU, L=8. FM01_100531_0102.....	226
Figura 7.101. Función de Densidad de Probabilidad de las muestras del Fijo-Móvil 138-144 MHz, L=8. FM01_100531_0102.....	226
Figura 7.102. Imagen espectral de las muestras del Monitoreo de Fijo-Móvil 138-144 MHz, L=8. FM01_100531_0102.....	227
Figura 7.103. Señales identificadas del Monitoreo de Fijo-Móvil 138-144 MHz aplicando OTSU, L=10. FM01_100531_0102.....	227
Figura 7.104. Espectro de frecuencias de Aficionados 144-148 MHz clasificado con OTSU, L=10. AF1_100607_0101.....	228
Figura 7.105. Función de Densidad de Probabilidad de las muestras del Monitoreo de Aficionados 144-148 MHz, L=10. AF1_100607_0101.....	229
Figura 7.106. Imagen espectral de las muestras del Monitoreo de Aficionados 144-148 MHz, L=10. AF1_100607_0101.....	229
Figura 7.107. Señales identificadas del Monitoreo de Fijo-Móvil Aficionados 144-148 MHz aplicando OTSU, L=10. AF1_100607_0101.....	230
Figura 7.108. Espectro de frecuencias de Fijo-Móvil 148-174 MHz clasificado con OTSU, L=5. FM02_100531_0101.....	231
Figura 7.109. Función de Densidad de Probabilidad de las muestras del Monitoreo de Fijo-Móvil 148-174 MHz, L=5. FM02_100531_0101.....	231
Figura 7.110. Imagen espectral de las muestras del Monitoreo de Fijo-Móvil 148-174 MHz, L=5. FM02_100531_0101.....	232
Figura 7.111. Señales identificadas del Monitoreo de Fijo-Móvil 148-174 MHz aplicando OTSU, L=5. FM02_100531_0101.....	232
Figura 7.112. Distribución normal de las muestras de mediciones. Ilustración de cuatro iteraciones del algoritmo ROHT.....	234
Figura 7.113. Espectro de frecuencias de Radiodifusión FM clasificado con ROHT, IC=30%. BCFM2_100609_0101.....	235
Figura 7.114. Espectro de frecuencias de Radiodifusión AM clasificado con ROHT, IC=35%. BCAM3_100604_0101.....	236
Figura 7.115. Señales identificadas del Monitoreo de Radiodifusión AM aplicando ROHT, IC=35%. BCAM3_100604_0101.....	237
Figura 7.116. Espectro de frecuencias de Radiodifusión OC clasificado con ROHT, IC=10%. BCOC_100610_0101.....	238
Figura 7.117. Señales identificadas del Monitoreo de Radiodifusión OC aplicando ROHT, IC=10%. BCOC_100610_0101.....	238
Figura 7.118. Espectro de frecuencias de Televisión VHF Banda I 54-72 MHz clasificado con ROHT, IC=5%. TV1_100527_0101.....	239
Figura 7.120. Espectro de frecuencias de Televisión VHF Banda I 76-82 MHz clasificado con ROHT, IC=5%. TV1_1_100607_0101.	241
Figura 7.121. Señales identificadas del Monitoreo de Televisión VHF Banda I 76-82 MHz aplicando ROHT, IC=5%. TV1_1_100607_0101.....	241
Figura 7.122. Espectro de frecuencias de Televisión VHF Banda III 174-216 MHz clasificado con ROHT, IC=5%. TV1_100528_0103.	242
Figura 7.123. Señales identificadas del Monitoreo de Televisión VHF Banda III 174-216 MHz aplicando ROHT, IC=5%. TV1_100528_0103.....	243
Figura 7.124. Espectro de frecuencias de Televisión UHF Banda IV 500-608 MHz clasificado con ROHT, IC=5%. TV1_100528_0104.	244
Figura 7.125. Señales identificadas del Monitoreo de Televisión UHF Banda IV 500-608 MHz aplicando ROHT, IC=5%. TV1_100528_0104.....	244
Figura 7.126. Espectro de frecuencias de Televisión UHF Banda V 644-686 MHz clasificado con ROHT, IC=5%. TV_4_100607_0101.....	245

Figura 7.127. Señales identificadas del Monitoreo de Televisión UHF Banda V 644-686 MHz aplicando ROHT, IC=5%. TV 4_100607_0101.....	246
Figura 7.128. Espectro de Frecuencias de Fijo-Móvil 138-144 MHz clasificado con ROHT, IC=70%. FM01_100531_0102.....	247
Figura 7.129. Señales Identificadas del Monitoreo de Fijo-Móvil 138-144 MHz.....	247
Figura 7.130. Espectro de Frecuencias de Aficionados 144-148 MHz clasificado con ROHT, IC=80%. AF1_100607_0101.....	248
Figura 7.131. Señales Identificadas del Monitoreo de Fijo-Móvil Aficionados 144-148 MHz aplicando ROHT, IC=80%. (gráfico de las señales máximas de la tabla anterior) AF1_100607_0101.....	249
Figura 7.132. Espectro de Frecuencias de Fijo-Móvil 148-174 MHz clasificado con ROHT, IC=90%. FM02_100531_0101.....	250
Figura 7.133. Señales Identificadas del Monitoreo de Fijo-Móvil 148-174 MHz.....	250
Figura 7.134. Tipos de ventana deslizante.....	252
Figura 7.135. Espectro de frecuencias de Fijo-Móvil 138-144MHz. FM03_100531_0102.....	253
Figura 7.136. Espectro de frecuencias para la Ventana deslizante. FM03_100531_0102.....	253
Figura 7.137. Espectro de frecuencias de Fijo-Móvil 138-144MHz clasificado con CDF, p=0.8. FM03_100531_0102.....	254
Figura 7.138. Función de Densidad de Probabilidad de las muestras del Monitoreo de Fijo-Móvil 138-144MHz. FM03_100531_0102.....	254
Figura 7.139. Función de Densidad de Probabilidad Acumulativa de las muestras del Monitoreo de Fijo-Móvil 138-144MHz, p=0.8. FM03_100531_0102.....	255
Figura 7.140. Señales identificadas del Monitoreo de Fijo-Móvil 138-144MHz aplicando CDF, p=0.8. FM03_100531_0102.....	256
Figura 7.141. En la parte superior: Espectro de frecuencias para la banda de 54-62MHz. En la parte inferior: Promedio de la señal en el tiempo.....	256
Figura 7.142. Señales de Radiodifusión FM identificadas de acuerdo al concesionario y tipo de servicio.....	258
Figura 7.144. Señales de Televisión VHF banda I 54-88 MHz identificadas de acuerdo al concesionario y tipo de servicio.....	260
Figura 7.145. Señales de Televisión VHF banda III 174-216 MHz identificadas de acuerdo al concesionario y tipo de servicio.....	260
Figura 7.146. Señales de Televisión UHF banda IV y V 500-686 MHz identificadas de acuerdo al concesionario y tipo de servicio.....	261
Figura 7.147. Señales de Fijo - Móvil de 138-174 MHz identificadas de acuerdo al concesionario y tipo de servicio.....	262
Figura 7.148. Modelo de Markov - Estados de la ocupación del canal.....	267
Figura 7.149. Ocupación de Radiodifusión FM 88-108MHz.....	271
Figura 7.150. Ocupación de Radiodifusión AM 0.525-1.705MHz.....	271
Figura 7.151. Ocupación de Televisión VHF Banda I 54-88MHz.....	272
Figura 7.152. Ocupación de Televisión VHF Banda III 174-216MHz.....	272
Figura 7.153. Ocupación de Televisión VHF Banda IV 500-608MHz.....	272
Figura 7.154. Ocupación de Fijo - Móvil de 138-144MHz.....	273
Figura 7.155. Ocupación diaria de la frecuencia 96.5 MHz de Radio “Más Candela”.....	273
Figura 7.156. Ocupación mensual de la frecuencia 96.5 MHz de Radio “Más Candela”.....	273
Figura 7.157. Ocupación diaria de la frecuencia 1.07 MHz de Radio “La Voz del Tomebamba”.....	274
Figura 7.158. Ocupación mensual de la frecuencia 1.07 MHz de Radio “La Voz del Tomebamba”.....	274
Figura 7.159. Ocupación diaria de la frecuencia 67.25 MHz de la señal de video de “TELERAMA”.....	274
Figura 7.160. Ocupación mensual de la Frecuencia 67.25 MHz de la señal de video de la estación de televisión “TELERAMA”.....	275
Figura 7.161. Ocupación diaria de la frecuencia 139.25 MHz de la señal de Fijo - Móvil del concesionario Gerardo Ortiz e Hijos Cia. Ltda.....	275
Figura 7.162. Ocupación mensual de la frecuencia 139.25 MHz de la señal de Fijo - Móvil del concesionario Gerardo Ortiz e Hijos Cia. Ltda.....	275
Figura 8.1. Modelo del Negocio de la IRS.....	284
Figura 8.2. Modelo de Casos de Uso para el Módulo de Comprobación Técnica.....	285
Figura 8.3. Modelo de Casos de Uso para el Módulo de Concesiones de Frecuencias.....	286
Figura 8.4. Modelo de Casos de Uso para el Módulo de Procesamiento de Señales.....	287
Figura 8.5. Diagrama de Clases del Módulo de Comprobación Técnica del Espectro Radioeléctrico.....	288
Figura 8.6. Diagrama de Clases del Módulo de Concesiones de Frecuencias.....	288
Figura 8.7. Diagrama de Clases del Módulo de Procesamiento de Señales.....	289
Figura 8.8. Diagrama de Secuencia del Mapa de Control del Espectro Radioeléctrico.....	290
Figura 8.9. Diagrama de Estados de las Mediciones y Monitoreos del Espectro Radioeléctrico.....	291
Figura 8.10. Diagrama de Colaboración del Mapa de Control del Espectro Radioeléctrico.....	291
Figura 8.11. Vista Física del Mapa de Control del Espectro Radioeléctrico.....	292
Figura 8.12. Arquitectura del Mapa de Control del Espectro Radioeléctrico.....	293
Figura 8.13. Despliegue del Mapa de Control del Espectro Radioeléctrico.....	294
Figura 8.14. Interfaz del Mapa de Control del Espectro Radioeléctrico.....	294
Figura 8.15. Interfaz para la administración de señales registradas.....	295
Figura 8.16. Interfaz para identificación de señales.....	296
Figura 8.17. Interfaz del espectro radioeléctrico.....	296
Figura 8.18. Interfaz de monitoreos registrados.....	297
Figura 8.19. Interfaz de concesionarios registrados.....	297
Figura 8.20. Interfaz de servicios registrados.....	298
Figura 8.21. Frecuencias autorizadas registradas en el MAPCER.....	298
Figura 8.22. Interfaz del historial de mediciones y monitoreos por frecuencia.....	299
Figura 8.23. Historial de intensidad de campo para la estación de.....	299
Figura 8.24. Interfaz de ocupación por frecuencia.....	300
Figura 8.25. Interfaz de ocupación por rangos de frecuencias.....	300
Figura 8.26. Interfaz de procesamiento de monitoreos DSCAN-ARGUS.....	301

Figura 8.27. Interfaz de procesamiento de mediciones FLS-ARGUS.	301
Figura 8.28. Interfaz de procesamiento de mediciones de radiogoniometría-ARGUS.	302
Figura 8.29. Interfaz de procesamiento del monitoreo Manual.	302
Figura 8.30. Interfaz de procesamiento de mediciones TESAMERICA.	302
Figura A1.1 Antenas del Sistema de Comprobación Técnica R&S ARGUS –IT.	309
Figura A1.2 Antenas HE016V (10KHz-80MHz) y HE016H (0.6MHz-30MHz).	310
Figura A1.3 Antenas HE314A1H (20MHz-500MHz) y HF214H (500MHz-1300MHz).	310
Figura A1.4 Antenas HE309V (20MHz-1300MHz), HF902V (1GHz-3GHz) Y HF902H (1GHz-3GHz).	311
Figura A1.5 Antenas ADD195 (20MHz-1300MHz).	311
Figura A1.6 Antenas ADD071 (1.3GHz-3GHz).	312
Figura A1.7 Oficina de comprobación técnica.	312
Figura A1.8 Vista frontal de la unidad de medición R&S ARGUS-IT.	313
Figura A1.9 Vista posterior de la unidad de medición R&S ARGUS-IT.	313
Figura A1.10 Unidad de control R&S ARGUS-IT.	314
Figura A1.11 Vista frontal del emplazamiento.	314
Figura A1.12 Vista lateral izquierda del emplazamiento.	315
Figura A1.13 Vista lateral derecha del emplazamiento.	315
Figura A1.14 Vista posterior del emplazamiento.	316

Índice de Tablas

Tabla 2.1. Actividades de control para los servicios de radiodifusión y televisión.....	9
Tabla 2.2. Actividades de control para los servicios de radiocomunicaciones.....	11
Tabla 2.3. Actividades de control para los servicios de telecomunicaciones.....	12
Tabla 3.1. Tareas del servicio de comprobación técnica.....	15
Tabla 4.1. Número de muestras dependientes e independientes para conseguir una precisión relativa del 10% y un nivel de confianza del 95% para diversos porcentajes de ocupación.....	49
Tabla 4.2. Infracciones técnicas y administrativas de acuerdo al Reglamento General a la Ley de Radiodifusión y Televisión.....	56
Tabla 4.3. Infracciones de acuerdo Ley Especial de Telecomunicaciones.....	57
Tabla 5.1 Fragmento de medición – TES AMERICA.....	73
Tabla 5.2. Rangos de frecuencias para el Mapa de Control del Espectro Radioeléctrico.....	75
Tabla 5.3. Rangos de frecuencias y parámetros técnicos de configuración de mediciones.....	77
Tabla 5.4. Base de datos Oracle 10g.....	79
Tabla 6.1. Rangos del espectro radioeléctrico para las frecuencias VLF/LF (3KHz-300KHz).....	124
Tabla 6.2. Rangos del espectro radioeléctrico para las frecuencias MF (300KHz-3000KHz).....	125
Tabla 6.3. Rangos del espectro radioeléctrico para las frecuencias HF (3MHz-30MHz).....	127
Tabla 6.4. Rangos del espectro radioeléctrico para las frecuencias VHF (30MHz-300MHz).....	129
Tabla 6.5. Rangos del espectro radioeléctrico para las frecuencias UHF (300MHz-3000MHz).....	131
Tabla 6.6. Rangos del Espectro Radioeléctrico para las frecuencias UHF (300MHz-3000MHz).....	146
Tabla 6.7. Fragmento del conjunto de muestras para la medición de 1.070 MHz Radio “La Voz de Tomebamba”.....	148
Tabla 7.1. Monitoreo de Radiodifusión FM. BCFM2_100609_0101.....	164
Tabla 7.2. Umbral de clasificación – CDF con $p=0.5$ para el Monitoreo de Radiodifusión FM. BCFM2_100609_0101.....	164
Tabla 7.3. Señales identificadas del Monitoreo de Radiodifusión FM aplicando CDF, $p=0.5$. BCFM2_100609_0101.....	166
Tabla 7.4. Umbral de clasificación – CDF con $p=0.3$ para el Monitoreo de Radiodifusión FM. BCFM2_100609_0101.....	167
Tabla 7.5. Monitoreo de Radiodifusión FM. BCFM5_100601_0101.....	169
Tabla 7.6. Umbral de clasificación – CDF con $p=0.5$ para el Monitoreo de Radiodifusión FM. BCFM5_100601_0101.....	170
Tabla 7.7. Señales identificadas del Monitoreo de Radiodifusión FM aplicando CDF, $p=0.5$. BCFM5_100601_0101.....	172
Tabla 7.8. Monitoreo de Radiodifusión AM. BCAM3_100604_0101.....	172
Tabla 7.9. Umbral de clasificación – CDF con $p=0.9$ para el Monitoreo de Radiodifusión AM. BCAM3_100604_0101.....	172
Tabla 7.10. Señales identificadas del Monitoreo de Radiodifusión AM aplicando CDF, $p=0.9$. BCAM3_100604_0101.....	175
Tabla 7.11. Monitoreo de Radiodifusión OC.....	176
Tabla 7.12. Umbral de clasificación – CDF con $p=0.45$ para el Monitoreo de Radiodifusión OC. BCOC_100610_0101.....	176
Tabla 7.13. Señales identificadas del Monitoreo de Radiodifusión OC aplicando CDF, $p=0.45$. BCOC_100610_0101.....	178
Tabla 7.14. Monitoreo de Televisión VHF Banda I 51-72 MHz. TV1_100527_0101.....	179
Tabla 7.15. Umbral de clasificación – CDF con $p=0.3$ para el Monitoreo de Televisión VHF Banda I 51-72 MHz. TV1_100527_0101.....	180
Tabla 7.16. Señales identificadas del Monitoreo de Televisión VHF Banda I 51-72 MHz aplicando CDF, $p=0.3$. TV1_100527_0101.....	182
Tabla 7.17. Monitoreo de Televisión VHF Banda I 76-88 MHz. TV1_1_100607_0101.....	182
Tabla 7.18. Umbral de clasificación – CDF con $p=0.5$ para el Monitoreo de Televisión VHF Banda I 76-88 MHz. TV1_1_100607_0101.....	183
Tabla 7.19. Señales identificadas del Monitoreo de Televisión VHF Banda I 76-88 MHz aplicando CDF, $p=0.5$. TV1_1_100607_0101.....	185
Tabla 7.20. Monitoreo de Televisión VHF Banda III 174-216 MHz. TV1_100528_0103.....	185
Tabla 7.21. Umbral de clasificación – CDF con $p=0.4$ para el Monitoreo de Televisión VHF Banda III 174-216 MHz. TV1_100528_0103.....	186
Tabla 7.22. Señales identificadas del Monitoreo de Televisión VHF Banda III 174-216 MHz aplicando CDF, $p=0.4$. TV1_100528_0103.....	188
Tabla 7.23. Monitoreo de Televisión UHF Banda IV 500-608 MHz. TV1_100528_0104.....	188
Tabla 7.24. Umbral de clasificación – CDF con $p=0.5$ para el Monitoreo de Televisión UHF Banda IV 500-608 MHz. TV1_100528_0104.....	189
Tabla 7.25. Señales identificadas del Monitoreo de Televisión UHF Banda IV 500-608 MHz aplicando CDF, $p=0.5$. TV1_100528_0104.....	191
Tabla 7.26. Monitoreo de Televisión UHF Banda V 644-686 MHz. TV_4_100607_0101.....	191
Tabla 7.27. Umbral de clasificación – CDF con $p=0.5$ para el Monitoreo de Televisión UHF Banda V 644-686 MHz. TV_4_100607_0101.....	192
Tabla 7.28. Señales identificadas del Monitoreo de Televisión UHF Banda V 644-686 MHz aplicando CDF, $p=0.5$. TV_4_100607_0101.....	194
Tabla 7.29. Monitoreo de Fijo-Móvil 138-144 MHz. FM01_100531_0102.....	194
Tabla 7.30. Umbral de clasificación – CDF con $p=0.7$ para el Monitoreo de Fijo-Móvil 138-144 MHz. FM01_100531_0102.....	195
Tabla 7.31. Señales identificadas del Monitoreo de Fijo-Móvil 138-144 MHz aplicando CDF, $p=0.7$. FM01_100531_0102.....	197
Tabla 7.32. Monitoreo de Aficionados 144-148 MHz. AF1_100607_0101.....	197
Tabla 7.33. Umbral de clasificación – CDF con $p=0.8$ para el Monitoreo de Aficionados 144-148 MHz. AF1_100607_0101.....	198
Tabla 7.34. Señales identificadas del Monitoreo de Aficionados 144-148 MHz aplicando CDF, $p=0.8$ (Modo Registrar todas las señales) AF1_100607_0101.....	200
Tabla 7.35. Monitoreo de Fijo-Móvil 148-174 MHz. FM02_100531_0101.....	200

Tabla 7.36. Umbral de clasificación – CDF con $p=0.9$ para el Monitoreo de Fijo-Móvil 148-174 MHz. FM02_100531_0101.....	201
Tabla 7.37. Señales identificadas del Monitoreo de Fijo-Móvil 148-174 MHz aplicando CDF, $p=0.9$. FM02_100531_0101.....	203
Tabla 7.38. Umbral de clasificación – OTSU con $L=10$ para el Monitoreo de Radiodifusión FM. BCFM2_100609_0101.....	206
Tabla 7.39. Señales identificadas del Monitoreo de Radiodifusión FM aplicando OTSU, $L=10$. BCFM2_100609_0101.....	208
Tabla 7.40. Umbral de clasificación – OTSU con $L=8$ para el Monitoreo de Radiodifusión AM. BCAM3_100604_0101.....	208
Tabla 7.41. Señales identificadas del Monitoreo de Radiodifusión AM aplicando OTSU, $L=8$. BCAM3_100604_0101.....	210
Tabla 7.42. Umbral de clasificación – OTSU con $L=10$ para el Monitoreo de Radiodifusión OC. BCOC_100610_0101.....	210
Tabla 7.43. Señales identificadas del Monitoreo de Radiodifusión OC aplicando OTSU, $L=10$. BCOC_100610_0101.....	213
Tabla 7.44. Umbral de clasificación – OTSU con $L=10$ para el Monitoreo de Televisión VHF Banda I 54-72 MHz. TV1_100527_0101.....	213
Tabla 7.45. Señales identificadas del Monitoreo de Televisión VHF Banda I 54-72 MHz aplicando OTSU, $L=10$. TV1_100527_0101.....	215
Tabla 7.46. Umbral de clasificación – OTSU con $L=10$ para el Monitoreo de Televisión VHF Banda I 76-88 MHz. TV1_1_100607_0101.....	215
Tabla 7.47. Señales identificadas del Monitoreo de Televisión VHF Banda I 76-88 MHz aplicando OTSU, $L=10$. TV1_1_100607_0101.....	218
Tabla 7.48. Umbral de clasificación – OTSU con $L=10$ para el Monitoreo de Televisión VHF Banda III 174-216 MHz. TV1_100528_0103.....	218
Tabla 7.49. Señales encontradas del Monitoreo de Televisión VHF Banda III 174-216 MHz aplicando OTSU, $L=10$. TV1_100528_0103.....	220
Tabla 7.50. Umbral de clasificación – OTSU con $L=10$ para el Monitoreo de Televisión UHF Banda IV 500-608 MHz. TV1_100528_0104.....	220
Tabla 7.51. Señales identificadas del Monitoreo de Televisión UHF Banda IV 500-608 MHz aplicando OTSU, $L=10$. TV1_100528_0104.....	223
Tabla 7.52. Umbral de clasificación – OTSU con $L=10$ para el Monitoreo de Televisión UHF Banda V 644-686 MHz. TV_4_100607_0101.....	223
Tabla 7.53. Señales identificadas del Monitoreo de Televisión UHF Banda V 644-686 MHz aplicando OTSU, $L=10$. TV_4_100607_0101.....	225
Tabla 7.54. Umbral de clasificación – OTSU con $L=8$ para el Monitoreo de Fijo-Móvil 138-144 MHz. FM01_100531_0102.....	225
Tabla 7.55. Señales identificadas del Monitoreo de Fijo-Móvil 138-144 MHz aplicando OTSU, $L=8$. FM01_100531_0102.....	228
Tabla 7.56. Umbral de clasificación – OTSU con $L=10$ para el Monitoreo de Aficionados 144-148 MHz. AF1_100607_0101.....	228
Tabla 7.57. Señales identificadas del Monitoreo de Fijo-Móvil Aficionados 144-148 MHz aplicando OTSU, $L=10$.(Modo Registro de Todas las señales) AF1_100607_0101.....	230
Tabla 7.58. Umbral de clasificación – OTSU con $L=5$ para el Monitoreo de Fijo-Móvil 148-174 MHz. FM02_100531_0101.....	230
Tabla 7.59. Señales identificadas del Monitoreo de Fijo-Móvil 148-174 MHz aplicando OTSU, $L=5$. FM02_100531_0101.....	233
Tabla 7.60. Umbral de clasificación – ROHT con $IC=30\%$ para el Monitoreo de Radiodifusión FM. BCFM2_100609_0101.....	235
Tabla 7.61. Señales identificadas del Monitoreo de Radiodifusión FM aplicando ROHT, $IC=30\%$. BCFM2_100609_0101.....	236
Tabla 7.62. Umbral de clasificación – ROHT con $IC=35\%$ para el Monitoreo de Radiodifusión AM. BCAM3_100604_0101.....	236
Tabla 7.63. Señales identificadas del Monitoreo de Radiodifusión AM aplicando ROHT, $IC=35\%$. BCAM3_100604_0101.....	237
Tabla 7.64. Umbral de clasificación – ROHT con $IC=10\%$ para el Monitoreo de Radiodifusión OC. BCOC_100610_0101.....	237
Tabla 7.65. Señales identificadas del Monitoreo de Radiodifusión OC aplicando ROHT, $IC=10\%$. BCOC_100610_0101.....	239
Tabla 7.66. Umbral de clasificación – ROHT con $IC=5\%$ para el Monitoreo de Televisión VHF Banda I 54-72 MHz. TV1_100527_0101.....	239
Tabla 7.67. Señales identificadas del Monitoreo de Televisión VHF Banda I 54-72 MHz aplicando ROHT, $IC=5\%$. TV1_100527_0101.....	240
Tabla 7.68. Umbral de clasificación – ROHT con $IC=5\%$ para el Monitoreo de Televisión VHF Banda I 76-82 MHz. TV1_1_100607_0101.....	240
Tabla 7.69. Señales identificadas del Monitoreo de Televisión VHF Banda I 76-82 MHz aplicando ROHT, $IC=5\%$. TV1_1_100607_0101.....	242
Tabla 7.70. Umbral de clasificación – ROHT con $IC=5\%$ para el Monitoreo de Televisión VHF Banda III 174-216 MHz. TV1_100528_0103.....	242
Tabla 7.71. Señales identificadas del Monitoreo de Televisión VHF Banda III 174-216 MHz aplicando ROHT, $IC=5\%$. TV1_100528_0103.....	243
Tabla 7.72. Umbral de clasificación – ROHT con $IC=5\%$ para el Monitoreo de Televisión UHF Banda IV 500-608 MHz. TV1_100528_0104.....	243
Tabla 7.73. Señales identificadas del Monitoreo de Televisión UHF Banda IV 500-608 MHz aplicando ROHT, $IC=5\%$. TV1_100528_0104.....	245
Tabla 7.74. Umbral de clasificación – ROHT con $IC=5\%$ para el Monitoreo de Televisión UHF Banda V 644-686 MHz. TV_4_100607_0101.....	245
Tabla 7.75. Señales identificadas del Monitoreo de Televisión UHF Banda V 644-686 MHz aplicando ROHT, $IC=5\%$. TV_4_100607_0101.....	246
Tabla 7.76. Umbral de clasificación – ROHT con $IC=70\%$ para el Monitoreo de Fijo-Móvil 138-144 MHz. FM01_100531_0102.....	246
Tabla 7.77. Señales Identificadas del Monitoreo de Fijo-Móvil 138-144 MHz aplicando ROHT, $IC=70\%$. FM01_100531_0102.....	248
Tabla 7.78. Umbral de Clasificación – ROHT con $IC=80\%$ para el Monitoreo de Aficionados 144-148 MHz. AF1_100607_0101.....	248
Tabla 7.79. Señales Encontradas del Monitoreo de Aficionados 144-148 MHz aplicando ROHT, $IC=80\%$.(Modo: Registrar todas las señales) AF1_100607_0101.....	249
Tabla 7.80. Umbral de Clasificación – ROHT con $IC=90\%$ para el Monitoreo de Fijo-Móvil 148-174 MHz. FM02_100531_0101.....	249
Tabla 7.81. Señales identificadas del Monitoreo de Fijo-Móvil 148-174 MHz aplicando ROHT, $IC=90\%$. FM02_100531_0101.....	251
Tabla 7.82. Monitoreo de Fijo-Móvil 138-144MHz. FM03_100531_0102.....	252

Tabla 7.83. Umbral de clasificación – CDF con $p=0.5$ para el Monitoreo de Fijo-Móvil 138-144MHz. FM03_100531_0102.....	253
Tabla 7.84. Señales identificadas del Monitoreo de Fijo-Móvil 138-144MHz aplicando CDF, $p=0.8$. FM03_100531_0102.	255
Tabla 7.85. Señales identificadas de acuerdo al Concesionario y tipo de Servicio. FM03_100531_0102.....	255
Tabla 7.86. Señales de Radiodifusión FM identificadas de acuerdo al Concesionario y tipo de Servicio.....	258
Tabla 7.87. Señales de Radiodifusión AM identificadas de acuerdo al concesionario y tipo de servicio.	258
Tabla 7.88. Señales de Televisión VHF banda I 54-88 MHz identificadas de acuerdo al concesionario y tipo de servicio.....	259
Tabla 7.89. Señales de Televisión VHF banda III 174-216 MHz identificadas de acuerdo al concesionario y tipo de servicio.	261
Tabla 7.90. Señales de Televisión UHF banda IV y V 500-686 MHz Identificadas de acuerdo al concesionario y tipo de servicio.	262
Tabla 7.91. Señales de Fijo - Móvil de 138-174 MHz identificadas de acuerdo al concesionario y tipo de servicio.....	265
Tabla 7.92. Parámetros para la evaluación de resultados.	276
Tabla 7.93. Parámetros para la evaluación de resultados del Método CDF.	277
Tabla 7.94. Evaluación de resultados del Método CDF.	278
Tabla 7.95. Parámetros para la evaluación de resultados del Método OTSU.	278
Tabla 7.96. Evaluación de resultados del Método OTSU.....	279
Tabla 7.97. Parámetros para la evaluación de resultados del Método ROHT.....	279
Tabla 7.98. Evaluación de resultados del Método ROHT.	280

*A Dios,
A todos quienes forman parte de la
Universidad Politécnica Salesiana,
por haber contribuido en mi formación
humana y académica con excelencia.*

Prefacio

El Mapa de Control del Espectro Radioeléctrico, MAPCER, es una herramienta de software destinada a la integración, procesamiento y análisis de mediciones y monitoreos que realiza la Superintendencia de Telecomunicaciones SUPERTEL, para la comprobación técnica del espectro.

El MAPCER permite realizar un control efectivo del espectro basado en las normas técnicas de radiocomunicaciones, radiodifusión y televisión, en las recomendaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones UIT, y en las leyes y reglamentos nacionales que rigen el sector de las telecomunicaciones en el Ecuador.

Esta herramienta de control integra las mediciones y monitoreos de los Sistemas R&S ARGUS, TESAMERICA y observaciones manuales, además procesa los datos de los resultados de barridos de rangos de frecuencias e identifica las señales presentes durante los periodos de medición, para finalmente determinar un modelo de ocupación real del espectro.

El procesamiento de los datos emplea técnicas de minería como parte del proceso de extracción del conocimiento, de ahí la estructura en la que se presenta el contenido de este texto. La primera parte realiza una introducción al proceso de desarrollo. La segunda parte realiza un estudio del dominio, esto es, un análisis del sector de las telecomunicaciones que representan el marco de desarrollo del proyecto. Se realiza también el análisis de las técnicas internacionales de comprobación de las emisiones radioeléctricas, que servirán de fundamento para llevar a cabo las mediciones y monitoreos. Por último, como parte del dominio, se realiza un estudio de los sistemas de comprobación técnica y de los parámetros que intervienen en el control del espectro radioeléctrico. La tercera parte se enfoca en el descubrimiento del conocimiento, que empieza con la creación del conjunto de datos, posteriormente, se evalúan los parámetros que deberán intervenir en la construcción del modelo y finalmente, se describen los métodos de procesamiento empleados por el MAPCER para la identificación de señales. La última parte del texto hace uso del conocimiento

extraído, esto es, realiza una descripción del despliegue y contextualización del MAPCER.

Las cuatro partes en las que se estructura este texto se organizan en capítulos. El Capítulo 1, describe el proceso del descubrimiento del conocimiento empleado para el desarrollo, además de las metas, técnicas y tipologías contempladas por esta metodología. El Capítulo 2, realiza un análisis del sector de las telecomunicaciones y el estudio de los servicios controlados por la SUPERTEL. El Capítulo 3, describe las tareas del servicio de comprobación técnica, los equipos necesarios para la captura de las emisiones radioeléctricas, las mediciones que deben efectuarse para el control del espectro y la características que deben cumplir los emplazamientos de las estaciones de comprobación para que los resultados de los monitoreos sean válidos.

En el Capítulo 4, se realiza un estudio de los sistemas de comprobación técnica que dispone la Intendencia Regional Sur, además se realiza el análisis de los parámetros técnicos que deben considerarse para determinar la ocupación del espectro, realizar mediciones de canales de frecuencias, efectuar investigación de interferencias y verificación de contratos.

En el Capítulo 5, se describe la estructura del MAPCER mediante capas, y se definen las tareas que cumple cada una de ellas. Se establecen los parámetros técnicos necesarios para la configuración de mediciones y monitoreos automáticos. Se realiza el análisis de los resultados de las mediciones para determinar los elementos que intervendrán en la construcción del almacén de datos. Se describe brevemente la plataforma de implementación, la arquitectura y el modelo de desarrollo de software que emplea el MAPCER. Finalmente se muestra el resultado de la creación de la aplicación y la base de datos que permiten realizar la carga y mantenimiento de la información para el control del espectro.

En el Capítulo 6, se describe la etapa de preprocesamiento de los datos de las mediciones y monitoreos, en donde se hace una exploración, selección, limpieza y transformación de los parámetros que intervienen en el control del espectro.

El Capítulo 7, se centra en el procesamiento de los datos mediante la aplicación de métodos estadísticos. Los datos procesados son analizados para construir el modelo de ocupación del espectro. Aquí se describen tres métodos de clasificación empleados por el MAPCER para identificar las señales presentes en un barrido de frecuencias y se evalúa el desempeño de cada uno de estos métodos de acuerdo al tipo de servicio y rango de frecuencias medido.

El Capítulo 8, contiene la documentación del MAPCER, y los modelos de análisis, diseño e implementación de esta herramienta de control.

Prólogo

La presente tesis ha sido desarrollada con la finalidad de contribuir y facilitar las labores de control del espectro radioeléctrico efectuadas por la Superintendencia de Telecomunicaciones, SUPERTEL.

El espectro radioeléctrico puede describirse como un conjunto finito de frecuencias que pueden ser empleadas para emitir ondas radioeléctricas que permiten transportar información.

La SUPERTEL, como organismo gubernamental tiene la misión de controlar el adecuado funcionamiento de los servicios de telecomunicaciones y el uso del espectro radioeléctrico, considerado propiedad inalienable, imprescriptible e inembargable del Estado ecuatoriano, velando por el interés general para contribuir al desarrollo del sector y del país.

En el control del espectro radioeléctrico interviene la comprobación técnica de cada una de las bandas de frecuencia involucradas en los servicios de radiocomunicaciones, radiodifusión y televisión. Para esta labor, la Intendencia Regional Sur, IRS, cuenta con una estación de comprobación fija emplazada en Collaloma, en donde, los técnicos de mediciones realizan el monitoreo manual de los rangos de frecuencias HF, VHF y UHF. Además de la estación de Collaloma, la IRS, dispone de un sistema de comprobación técnica portable R&S ARGUS y otro portátil TESAMERICA.

Para el desarrollo, pruebas y ejecución del Mapa de Control del Espectro Radioeléctrico, el sistema ARGUS, ha sido trasladado, al edificio de la Intendencia Sur, considerando que se encuentra en una zona urbana, densamente poblada de la ciudad de Cuenca, en donde se receptorán gran cantidad de emisiones radioeléctricas.

El equipo portátil TESAMERICA es empleado para realizar mediciones y monitoreos en zonas específicas de las provincias de Azuay, Cañar, Loja, Morona Santiago y Zamora Chinchipe.

El procesamiento realizado por el Mapa de Control del Espectro Radioeléctrico, MAPCER se centra en el tratamiento de los datos de monitoreos automáticos proporcionados por el sistema R&S ARGUS. Estos monitoreos, son barridos o rastreos de rangos de frecuencias que capturan muestras de las señales radioeléctricas presentes en un periodo de tiempo determinado. Como resultado del rastreo de frecuencias se obtienen archivos planos que contienen un registro para cada muestra tomada por el equipo de medición. Dependiendo de la configuración del muestreo, un archivo de resultados puede llegar a registrar millones de datos que no representan una información manejable y adecuada para las labores de control de la intendencia.

El Mapa de Control del Espectro Radioeléctrico, ha sido desarrollado, en este marco, para registrar, integrar y procesar los resultados de las mediciones y monitoreos efectuados con los sistemas de comprobación técnica anteriormente descritos.

PARTE I

Introducción al Proceso de Desarrollo

CAPITULO 1: DESCUBRIMIENTO DEL CONOCIMIENTO

1.1 Introducción al KDD

El valor real de los datos reside en la información que se puede extraer de ellos, empleando métodos analíticos avanzados para su explotación, de tal manera que el conocimiento extraído permita maximizar la eficiencia operativa y reducir costos. El descubrimiento de información oculta dentro de enormes masas de datos es posible gracias a la Minería de Datos, que entre otras sofisticadas técnicas aplica la inteligencia artificial para encontrar patrones y relaciones dentro de los mismos, permitiendo la creación de modelos. Sin embargo, es el descubrimiento del conocimiento (KDD, Knowledge Discovery in Databases) quien se encarga de la preparación de los datos y la interpretación de los resultados obtenidos, los cuales dan un significado a estos patrones encontrados.

1.2 Concepto del KDD

De forma general, los datos son la materia prima bruta, en el momento en que se les atribuye algún significado pasan a convertirse en información y cuando se elabora o encuentra un modelo que los represente, entonces nos referimos al conocimiento.

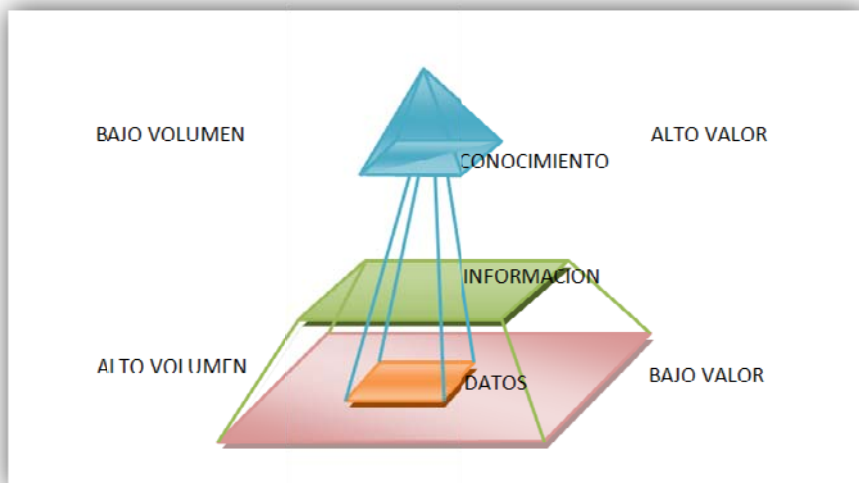


Figura 1.1. Jerarquía del conocimiento.

El Descubrimiento de Conocimiento en Bases de Datos (KDD) apunta a procesar automáticamente grandes cantidades de datos para encontrar conocimiento útil en ellos.

1.3 Metas del KDD

Las metas del KDD son:

- Procesar automáticamente grandes cantidades de datos crudos.
- Identificar los patrones más significativos y relevantes.
- Presentarlos como conocimiento apropiado para satisfacer las metas del usuario.

1.4 Proceso del KDD

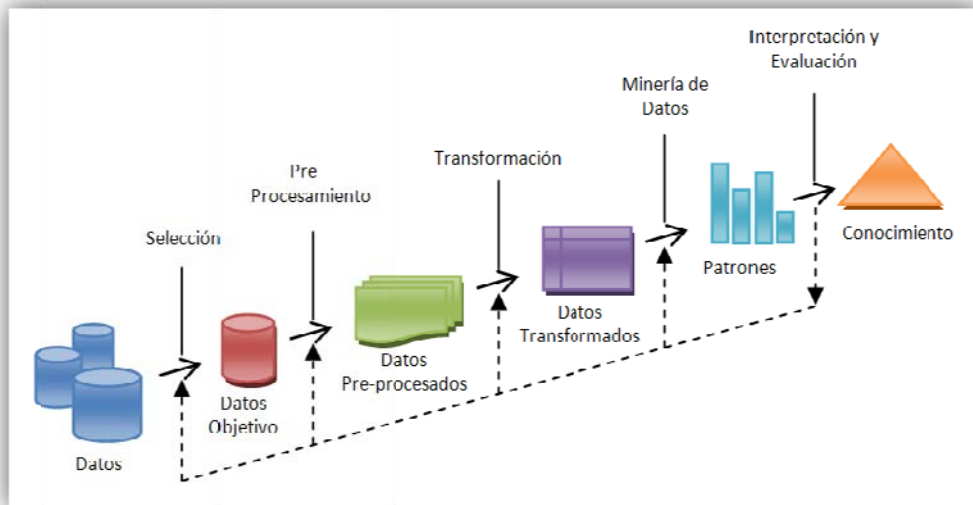


Figura 1.2. *Proceso de extracción del conocimiento.*

El proceso de KDD involucra varios pasos:

1. Determinar las fuentes de información.
2. Diseñar el esquema de un almacén de datos
3. Implantación del almacén de datos.
4. Selección, limpieza y transformación de los datos que se van a analizar.
5. Seleccionar y aplicar el método de minería de datos apropiado.
6. Evaluación, interpretación, transformación y representación de los patrones extraídos.
7. Difusión y uso del nuevo conocimiento.

1.5 Tipologías de Patrones

La elección del tipo de conocimiento que se desea extraer definirá la técnica de minería de datos a utilizar.

Asociaciones: Una asociación entre dos atributos ocurre cuando la frecuencia de que se den dos valores determinados de cada uno conjuntamente es relativamente alta.

Dependencias: Una dependencia establece que uno o más atributos determinan el valor de otro.

Clasificación: Una clasificación se puede ver como el esclarecimiento de una dependencia.

Agrupamiento/Segmentación: La segmentación (o clustering) es la detección de grupos.

Tendencias/Regresión: El objetivo es predecir los valores de una variable continua a partir de la evolución de otra variable continua.

1.6 Técnicas del KDD

Las técnicas de aprendizaje podrán ser supervisadas o no supervisadas.

Algoritmos Supervisados o Predictivos: Estiman una función f que mejor asocia un conjunto de datos X (variables independientes) con un conjunto de datos Y (variables dependientes), dado un conjunto anterior de observaciones (datos a priori). Se desarrolla en dos fases:

1. Fase de entrenamiento o supervisión, encuentra modelos que minimicen el error de predicción de la variable dependiente Y .
2. Fase Prueba.

Algoritmos no Supervisados o el Descubrimiento del Conocimiento: Dado un conjunto de variables aleatorias X_1, X_2, \dots, X_N para los cuales no existe ninguna variable Y que clasifique a estas variables. Se puede aplicar algoritmos de tipo no supervisado que se encargan de estimar o de explorar ciertas propiedades de la distribución conjunta de X_1, X_2, \dots, X_N es decir, $P(X_1, X_2, \dots, X_N)$.

1.6.1 Métodos KDD

Método Probabilístico: Son útiles para aplicaciones que involucran incertidumbre y aplicaciones estructuradas de tal forma que una probabilidad puede asignarse a cada uno de los resultados.

Método Estadístico: Se basa en las relaciones de los datos, se puede utilizar para confirmar asociaciones y dependencias, y para realizar segmentaciones. Son métodos estadísticos: el aprendizaje inductivo, las regresiones lineales y no lineales, y los árboles de regresión.

Método de Clasificación: Agrupa los datos de acuerdo a similitudes o clases. Entre las técnicas de clasificación más importantes tenemos: redes neuronales, algoritmos genéticos, técnicas de visualización, inducción, y sistemas basados en reglas.

1.7 Retos del Proceso y de su Aplicación

Los principales retos en la extracción de conocimiento son:

- Bases de datos muy grandes.
- Alto número de variables o atributos.
- Datos cambiantes.
- Bases de datos con gran cantidad de valores nulos y/o ruido.
- Relaciones complejas en los datos.
- Comprensión de los patrones.
- Interacción con el usuario.
- Integración con otros sistemas.

PARTE II
Estudio del Dominio

CAPITULO 2: ANÁLISIS DEL SECTOR DE LAS TELECOMUNICACIONES

2.1 Descripción del Sector de las Telecomunicaciones

El sector de las Telecomunicaciones en el Ecuador, posee una estructura que separa las funciones de regulación, ejecución y control de las operaciones de los servicios de telecomunicaciones, repartidas en cuatro organismos gubernamentales hasta agosto del 2009, (véase Figura 2.1) fecha en la que el Presidente de la República, Rafael Correa, firmó el decreto mediante el cual se creó el nuevo Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información. En esta nueva cartera de Estado se fusionan el Consejo Nacional de Radio y Telecomunicación, (CONARTEL) con el Consejo Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL). Asimismo, las funciones administrativas que ejercía el presidente del CONARTEL ahora serán ejecutadas por la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones (SENATEL). Parte de las competencias de este ministerio es promocionar el uso del internet y de las tecnologías de la información. Además de hacer un seguimiento y supervisión de las empresas del Estado dedicadas a telecomunicaciones y tecnologías de información.



Figura 2.1. Entes del Sector de las Telecomunicaciones en el Ecuador.

CONATEL - Consejo Nacional de Telecomunicaciones: Ejerce las funciones de administración técnica del espectro radioeléctrico para obtener su máxima eficiencia; dicta normas que impidan la leal competencia; determina las obligaciones que los operadores deben cumplir en el marco que determina la Ley y reglamentos respectivos y defiende los derechos de los ciudadanos de comunicarse.

CONARTEL - Consejo Nacional de Radiodifusión y Televisión: Es responsable de regular, otorgar y autorizar los medios, sistemas y servicios de radiodifusión y televisión, en todo el territorio nacional, mediante la correcta aplicación de la legislación que en materia se encuentre vigente, a fin de satisfacer, en el máximo sentido técnico, la calidad de servicio al usuario.

SENATEL - Secretaría Nacional de Telecomunicaciones: Ejerce la gestión del espectro radioeléctrico; suscribe los contratos de concesión para la explotación de los servicios de telecomunicaciones y los contratos de autorización y/o concesión para el uso del espectro radioeléctrico; su misión es ejecutar la Política de Telecomunicaciones con transparencia, efectividad y eficiencia en beneficio del desarrollo del sector y del país.

SUPERTEL - Superintendencia de Telecomunicaciones: Es un ente autónomo encargado del control de las telecomunicaciones; su misión es vigilar, auditar, intervenir y controlar técnicamente la prestación de los servicios de telecomunicaciones, radiodifusión, televisión y el uso del espectro radioeléctrico, para que se proporcionen 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 e interés general.

2.2 Estudio de los Servicios Controlados por la SUPERTEL

2.2.1 Servicios de Radiodifusión y Televisión

Servicios de Radiodifusión Sonora: Es el servicio de radiocomunicaciones cuyas emisiones sonoras se destinan a ser recibidas directamente por el público en general

- *Estaciones de Onda Corta (OC):* Son estaciones de radiodifusión cuya transmisión es realizada mediante propagación ionosférica. Operan en dos grupos de bandas de frecuencias: bandas tropicales y bandas internacionales.
- *Estaciones de Amplitud Modulada (AM):* Esta banda es la más popular en las áreas rurales por su cobertura extensa debido a su propagación por onda de tierra principalmente.

- *Estaciones de Frecuencia Modulada (FM)*: Son estaciones de radiodifusión que operan en la banda comprendida entre 88 a 108 MHz, su cobertura depende de la propagación por línea de vista así como difracción en obstáculos agudos.

Servicios de Radiodifusión de Televisión: Los servicios de radiodifusión de televisión incluyen:

- *Estaciones de Televisión Abierta VHF y UHF*: Una estación de televisión consta de un transmisor con su antena e instalaciones accesorias, necesarias para asegurar un servicio de televisión en un área de operación autorizada.
- *Sistema de Audio y Video por Suscripción*: Incluye los servicios de Televisión por Cable, Televisión Codificada Terrestre UHF, Servicio de Distribución Multicanal Multipunto MMDS y Televisión Codificada Satelital.

Las actividades de control técnico realizadas por la Superintendencia de Telecomunicaciones para los servicios de radiodifusión y televisión se resumen en la Tabla 2.1.

Actividades de Control - Radiodifusión y Televisión
Administrar las bandas del espectro radioeléctrico destinadas por el Estado para la radiodifusión y televisión.
Tramitar los asuntos relativos a las funciones del Consejo Nacional de Radiodifusión y Televisión y someterlos a su consideración.
Ejecutar las resoluciones del Consejo Nacional de Radiodifusión y Televisión.
Imponer las sanciones que le facultan la Ley y sus Reglamentos.

Tabla 2.1. *Actividades de control para los servicios de radiodifusión y televisión.*

2.2.2 Servicios de Radiocomunicaciones

Implican la transmisión y la emisión o la recepción de ondas radioeléctricas para fines específicos de telecomunicación; los servicios de radiocomunicaciones pueden ser privados o de explotación, entre ellos se tiene:

Radioaficionados: Tiene por objeto la instrucción individual, la intercomunicación y los estudios técnicos, con carácter exclusivamente personal y sin fines de lucro.

Banda Ciudadana: Es el servicio de radiocomunicaciones fijas y móviles terrestres, establecidas para comunicaciones exclusivamente de tipo personal de corta distancia y de experimentación, sin fines políticos, religiosos o de lucro.

Sistemas Buscapersonas: Es un sistema del servicio de radiocomunicaciones móvil terrestre, destinado a cursar mensajes individuales o a grupos, en modo unidireccional o bidireccional, desde redes alámbricas, inalámbricas o ambas hacia una o varias estaciones terminales del sistema.

Sistemas Troncalizados: Sistema de Radiocomunicación de los Servicios Fijo y Móvil terrestre, que utiliza múltiples pares de frecuencias, en que las estaciones establecen comunicación mediante el acceso en forma automática a cualquiera de los canales que estén disponibles.

Enlaces Radioeléctricos: Servicio de radiocomunicación entre puntos fijos determinados con enlaces punto a punto y punto - multipunto (no multiacceso).

Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha: Utilizan técnicas de codificación o modulación digital en una anchura de banda asignada con una densidad espectral de potencia baja compatible con la utilización eficaz del espectro.

Servicio Fijo por Satélite: Servicio de radiocomunicación entre estaciones terrenas situadas en emplazamientos dados, cuando se utilizan uno o más satélites.

Servicio Móvil por Satélite: Servicio de radiocomunicación entre estaciones terrenas móviles y una o varias estaciones espaciales o entre estaciones espaciales utilizadas por este servicio; o entre estaciones terrenas móviles por intermedio de una o varias estaciones espaciales.

Provisión de Segmento Espacial: Tiene por objeto suministrar el segmento espacial de uno o más sistemas de satélites geoestacionarios, para su propio uso o para proveerlo a terceras personas.

Servicio Móvil Aeronáutico: Servicio móvil entre estaciones aeronáuticas y estaciones de aeronave, o entre estaciones de aeronave; también se consideran las estaciones de radiobaliza de localización de siniestros que operen en las frecuencias de socorro.

Sistema Comunal: Sistema Comunal de los Servicios Fijo y Móvil terrestre, es el conjunto de estaciones de radiocomunicación, que comparte en el tiempo un canal radioeléctrico para establecer comunicaciones entre sus estaciones de abonado.

Transmisión de Datos: Es un servicio provisto por estaciones de radiocomunicación utilizadas por una persona natural o jurídica, que utiliza un canal radioeléctrico determinado para el envío y recepción de información en formato digital.

Las actividades de control técnico realizadas por la Superintendencia de Telecomunicaciones para los servicios de radiocomunicaciones se resumen en la Tabla 2.2.

Actividades de Control - Radiocomunicaciones
Realizar inspecciones y monitoreo para medición de parámetros técnicos de operación en las bandas HF, VHF, UHF y otros servicios
Realizar el control administrativo de los contratos de concesión y tomar las acciones que correspondan en caso de incumplimientos.
Aplicar las sanciones correspondientes de acuerdo con los informes técnicos sobre el cometimiento de infracciones señaladas en las leyes, reglamentos, normas técnicas y en los contratos de concesión.
Determinar y resolver interferencias mediante el monitoreo y las inspecciones realizadas por el personal técnico

Tabla 2.2. *Actividades de control para los servicios de radiocomunicaciones.*

2.2.3 Servicios Telecomunicaciones

Acceso a Internet (Servicio de Valor Agregado): Es el servicio de valor agregado que se soporta sobre un servicio final de telecomunicaciones que permite acceder a la red de internet.

Cibercafés: Un Cibercafé es un local público donde se ofrece a los clientes acceso a Internet a cambio de una tarifa fija.

Servicios Portadores: Son servicios que proporcionan al usuario una capacidad necesaria para el transporte de información, entre dos o más puntos de una red mediante redes públicas propias o de terceros, de transporte y de acceso, conmutadas o no conmutadas, físicas, ópticas y radioeléctricas tanto terrestres como espaciales.

Telefonía Fija: Permite el intercambio bi-direccional de tráfico de voz en tiempo real, entre diferentes usuarios fijos; puede ser alámbrica o inalámbrica.

Telefonía Móvil: Permite la comunicación entre usuarios que se desplazan libremente, se basa en la re-utilización de frecuencias a través de una zona geográfica, dividida en celdas.

Servicio Móvil Avanzado: Es un servicio final de telecomunicaciones del servicio móvil terrestre, que permite toda transmisión, emisión y recepción de información de cualquier naturaleza.

Las actividades de control realizadas por la Superintendencia de Telecomunicaciones para los servicios de telecomunicaciones se resumen en la Tabla 2.3.

Actividades de Control - Telecomunicaciones	
Servicio de Valor Agregado	Verificar que los prestadores de SVA, se encuentren operando legalmente y tengan los respectivos títulos habilitantes.
	Supervisar que los prestadores del SVA hayan iniciado sus operaciones en el plazo establecido y operen en las áreas de cobertura autorizadas.
	Controlar que no se estén realizando subsidios cruzados
Cibercafés	Revisar el permiso de registro otorgado por la SENATEL, caso contrario se procede a iniciar el juzgamiento respectivo.
Servicios Portadores	Verificar el estado de funcionamiento de las redes portadoras existentes.
	Verificar el cumplimiento de los estándares de calidad mínimos requeridos.
	Verificar la instalación de la infraestructura inicial para la operación de los portadores nuevos.
	Controlar del uso del espectro radioeléctrico de redes inalámbricas (satelitales-microondas-MDBA) para la prestación de servicios portadores.
Telefonía Fija	Verificar el cumplimiento de los convenios y acuerdos de conexión e interconexión nacional e internacional.
	Conocer y tramitar las controversias que se susciten entre operadores y/o concesionarios.
	Supervisar el cumplimiento de los Planes de Expansión e Índices de Calidad establecidos en los contratos de concesión.
	Elaborar informes sobre la correcta aplicación de los pliegos tarifarios y la correcta facturación.
	Emitir directrices para la supervisión y cumplimiento de las normas de homologación y regulación de equipos de telecomunicaciones.
Telefonía Móvil	Efectuar actividades de Control tarifario pospago, a consumos por llamadas Internacionales, y a promociones.
	Realizar mediciones de calidad del servicio, a fin de verificar la cobertura de las operadoras en ciudades y carreteras, así como, la continuidad y el establecimiento de llamadas.

Tabla 2.3. *Actividades de control para los servicios de telecomunicaciones.*

2.2.4 Espectro Radioeléctrico

Es un recurso natural limitado, requiere utilización racional, equitativa, eficiente y económica, lo cual se refleja en un entorno radioeléctrico libre de interferencias. Entre las actividades de control técnico del espectro están: observaciones auditivas y visuales de señales, mediciones de frecuencia, intensidad de campo, anchura de banda, registro de ocupación del espectro, verificación de parámetros administrativos asignados, radiogoniometría, eliminación de interferencias, cobertura de estaciones radioeléctricas e identificación de estaciones no autorizadas.

CAPITULO 3: ESTUDIO DE LA COMPROBACIÓN TÉCNICA DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO

“La comprobación técnica del espectro puede definirse como el proceso consistente en observar el espectro de radiofrecuencias e informar sobre su utilización.” (UIT, Manual de Comprobación Técnica del Espectro, 2002.)

3.1 Tareas y Estructura del Servicio de Comprobación Técnica

3.1.1 Comprobación Técnica en Ayuda a la Gestión del Espectro

La gestión del espectro incluye procedimientos administrativos, científicos y técnicos necesarios para garantizar una explotación eficaz del espectro de frecuencias radioeléctrico, así como de los equipos y servicios de radiocomunicación sin producir interferencia. Una buena gestión del espectro sólo puede desarrollarse satisfactoriamente si los planificadores reciben una información adecuada sobre la utilización real del mismo.

3.1.1.1 Finalidad de la Comprobación Técnica del Espectro

La comprobación técnica es necesaria puesto que, la autorización para uso del espectro no garantiza que éste se utilice como se ha previsto. La causa puede estar en la complejidad del equipo, en su interacción con otros equipos, anomalías funcionales o manipulación mal intencionada. El sistema de comprobación técnica proporciona un método de verificación y cierra el ciclo del proceso de gestión del espectro.

En términos concretos, los objetivos de la comprobación técnica son:

- Ayudar a resolver las interferencias en el espectro electromagnético, de manera que los servicios y estaciones radioeléctricas puedan coexistir de un modo compatible.
- Ayudar a garantizar una calidad aceptable de la recepción de radio y televisión por el público general.

- Proporcionar datos de comprobación técnica valiosos para el proceso de gestión del espectro en lo que concierne a:
 - La utilización real de las frecuencias y bandas.
 - La verificación de las características técnicas y operativas correctas de las señales transmitidas.
 - La detección e identificación de transmisores ilegales.
 - La generación y verificación de registros de frecuencia.
- Proporcionar información de comprobación técnica valiosa para los programas organizados por la Oficina de Radiocomunicaciones de la UIT.

3.1.1.2 Datos de Ocupación del Espectro

Los datos de utilización u ocupación de un canal indican en qué porción del tiempo ha habido señal presente en una determinada frecuencia o banda de frecuencias durante un intervalo de observación especificado.

Las mediciones pueden combinarse en:

- Una sola frecuencia para exponer cómo varía la utilización durante un día.
- Muchas frecuencias para mostrar la utilización media en todas las frecuencias de una banda o en un grupo escogido de usuarios.

La información de ocupación de canal y congestión de banda es un instrumento valioso para varias funciones de gestión del espectro:

- Identificar los canales vacantes de una banda.
- Prohibir la adición de más asignaciones a los canales intensamente utilizados.
- Investigar señales presentes en canales que según los registros de gestión de frecuencias no están asignados.
- Investigar la no utilización de frecuencias que hayan sido asignadas.
- Revelar tendencias en base a estadísticas.
- Planificar por anticipado la atribución de bandas adicionales cuando se congestionan demasiado las bandas existentes.

Sin embargo, la ocupación del canal indica solamente que se utiliza una frecuencia, no indica cuál es el transmisor que produce la señal, por lo que la existencia de una asignación en una determinada frecuencia y la presencia de una señal en esa frecuencia no significan necesariamente que la señal medida haya sido transmitida por el transmisor asignado, del mismo modo, la ausencia de señal durante el tiempo de medición no indica necesariamente la ausencia de una asignación de frecuencia o que la frecuencia no se utilice, puede suceder que un transmisor asignado no se haya utilizado durante el período de comprobación técnica.

3.1.2 Tareas del Servicio de Comprobación Técnica

Las tareas más importantes que ha de poder realizar una estación de comprobación técnica se resumen en la Tabla 3.1.

Grupo	Tareas
Tareas Obtenidas del Reglamento de Radiocomunicaciones	Comprobación técnica de las emisiones en cuanto al cumplimiento de las condiciones de asignación de frecuencia.
	Observación de las bandas de frecuencias para determinar qué canales o frecuencias se utilizan y quién y de qué manera los utiliza.
	Mediciones de la ocupación de los canales de frecuencia para determinar en qué grado y durante cuánto tiempo se utilizan las frecuencias y por tanto también cuáles son las frecuencias no utilizadas, e implican la identificación de las emisiones junto con sus características básicas.
	Investigación de casos de interferencia.
	Identificación y suspensión de las emisiones no autorizadas.
Tareas Habitualmente Asignadas al Servicio de Inspección Radioeléctrico	Inspección del equipo radioeléctrico.
	Medición del equipo radioeléctrico para descartar riesgos de radiación electromagnética.
	Tratamiento de casos de compatibilidad electromagnética con respecto a equipos no radioeléctricos.
	Actividades de vigilancia del mercado cuando se comercializa el equipo radioeléctrico.
Tareas de Medición	Mediciones de frecuencia.
	Mediciones de intensidad de campo y densidad de flujo de potencia en puntos fijos.
	Mediciones de ancho de banda.
	Mediciones de modulación.
	Mediciones de ocupación del espectro.
Radiogoniometría.	

Tabla 3.1. Tareas del servicio de comprobación técnica.

3.1.3 Estructura de un Sistema de Comprobación Técnica

Un sistema de comprobación técnica puede estructurarse en base al número de estaciones de comprobación técnica y al modelo organizativo de la Administración

El número de estaciones de comprobación técnica en un país depende de las tareas a realizar, de la geografía y, desde luego, de los recursos financieros.

Ondas Decamétricas: En caso de haber más de una estación de comprobación técnica en ondas decamétricas, cada estación podrá a veces proporcionar una cobertura mundial, dependiendo de la banda de frecuencias y de las condiciones de propagación.

Ondas Métricas y Decimétricas: Dado el limitado alcance de las ondas métricas y decimétricas, normalmente no superior a unas decenas de kilómetros, las estaciones de comprobación técnica deberán situarse cerca de donde esté la mayor concentración del trabajo, para permitir la localización de transmisores las estaciones de comprobación técnica atendidas además deberán incorporar. Las estaciones deberán poseer además radiogoniómetros fijos y móviles. Estos últimos deberán tener los medios apropiados para realizar la búsqueda de interferencia y las mediciones de compatibilidad y coordinación en las zonas limítrofe.

Señales de Satélite: Una estación de comprobación técnica de satélite podrá proporcionar una extensa cobertura tanto de satélites geoestacionarios como no geoestacionarios dependiendo de la estampa del haz del satélite, cubriendo así a veces el territorio de varios países fronterizos y por lo tanto se recomienda que las administraciones nacionales cooperen.

3.2 Equipo de Comprobación Técnica

Un conjunto de equipos mínimos para una estación de comprobación técnica estaría compuesto por un receptor y un sistema de antenas para la gama de frecuencias de interés.

En la Figura 3.1 se muestra el diagrama de bloques de una estación de comprobación técnica integrada con un equipo mínimo, en donde:

- La estación utiliza receptores que cubren la gama de 9 KHz a 3000 MHz para proporcionar las funciones básicas de medición como son las de frecuencia, análisis de modulación y radiogoniometría.
- La unidad de control permite efectuar mediciones prolongadas en tiempo tales como la ocupación del espectro.
- Se proporciona una base de datos relacional que contiene información de licencias y de tipo técnico, o una interfaz directa a una base de datos de un sistema de gestión del espectro, permitiendo identificar las frecuencias en las que hay transmisores que carecen de licencia, e identificar transmisores que no funcionan con los parámetros que figuran en la licencia.

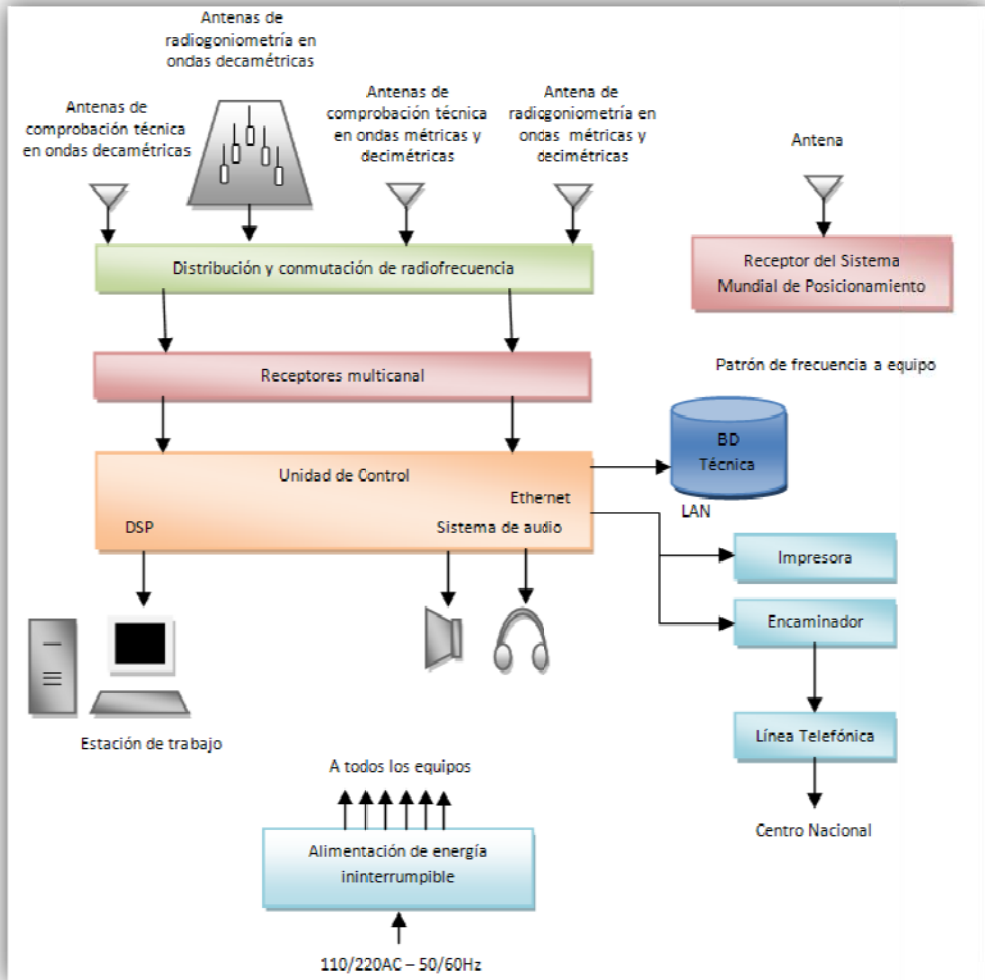


Figura 3.1. Diagrama de bloques de una estación de comprobación técnica.

3.2.1 Antenas de Comprobación Técnica y de Medición

La finalidad de las antenas receptoras consiste en extraer del entorno la máxima señal posible que se propaga a través de la atmósfera y aplicar esta señal a la entrada del receptor, garantizando al mismo tiempo una captación mínima de ruido y de señales interferentes. Para la mejor relación posible, la polarización de las antenas debe corresponder a la del frente de onda de la señal recibida y su impedancia debe adaptarse a la de las líneas de transmisión y circuitos de entrada del receptor a fin de lograr la máxima transferencia de energía.

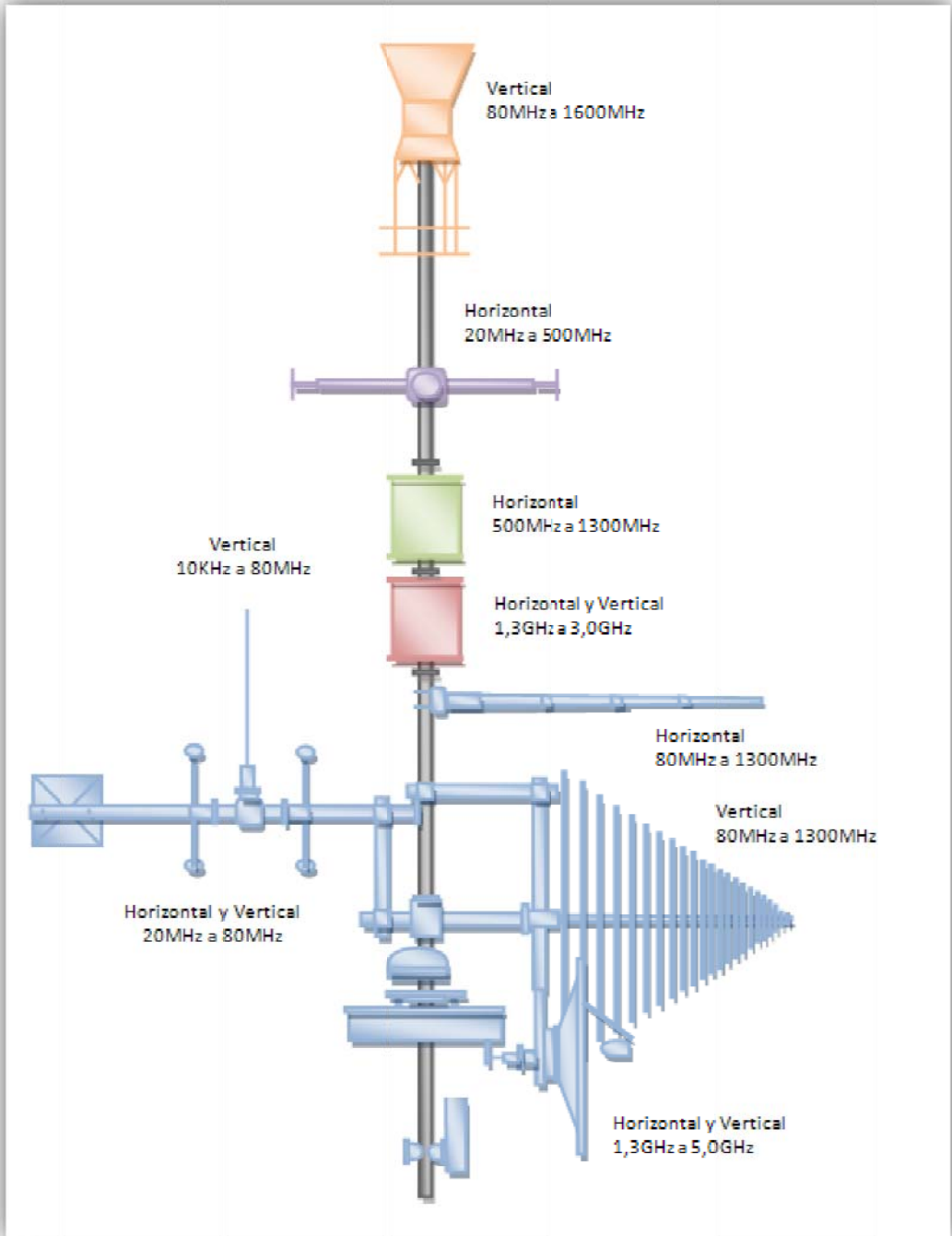


Figura 3.2. Sistema de antenas de comprobación técnica de alta calidad de funcionamiento.

Los diagramas de recepción omnidireccionales han demostrado su utilidad en la comprobación técnica general o para determinaciones del espectro de radiofrecuencia. En cambio, cuando se trata de observar una señal específica transmitida en una banda de frecuencias compartida, puede ser conveniente utilizar antenas directivas, que permitan anular una o más de las señales interferentes o reforzar la señal deseada.

Sistema de Antenas: Un sistema de antenas de comprobación técnica de alta calidad de funcionamiento, incluye antenas con polarización horizontal y vertical, omnidireccionales y direccionales en la gama de frecuencias de 10KHz a 5GHz. Las antenas omnidireccionales activas así como las directivas están instaladas en un sistema de posicionamiento. Las antenas omnidireccionales activas y pasivas se utilizan en la gama de frecuencias de 10KHz a 3GHz. Las antenas log-periódicas y otras antenas directivas cubren la gama de 20MHz a 5GHz.

3.2.2 Receptores de Comprobación Técnica

La función del receptor es seleccionar una señal radioeléctrica entre todas las que se reciben en la entrada de la antena a la que está conectado, y reproducir en la salida del receptor la información que transporta dicha señal radioeléctrica.

Anteriormente, la mayoría de los receptores han utilizado circuitos totalmente analógicos, pero la mayoría de los receptores modernos son digitales y utilizan técnicas de procesamiento digital de la señal (DSP, *Digital Signal Processing*), para introducir muchas funciones del receptor.

3.2.3 Radiogoniometría

El equipo radiogoniométrico permite identificar una estación transmisora desconocida, por medio de triangulación o localización por una sola estación (SSL, *Single Station Location*) o por varias para una determinación más precisa. La gama de frecuencias del equipo de radiogoniometría no sólo viene determinada por la antena de radiogoniometría, sino también por los receptores, que forman parte del equipo.

Una característica muy importante del equipo de radiogoniometría es la posibilidad de funcionar en un modo “exploración radiogoniométrica”, con esta característica, es posible explorar a través de gamas de frecuencias definidas determinando la ocupación del espectro y calculando simultáneamente las marcaciones asociadas de cualesquiera señales por encima de un umbral. Esta función de exploración radiogoniométrica se efectúa con DSP, donde se aplican técnicas de transformada rápida de Fourier (*FFT, Fast Fourier Transform*) para subdividir el ancho de banda del receptor en muchos canales individuales o elementos FFT.

3.2.4 Equipo Periférico

Las modernas estaciones de comprobación técnica del espectro utilizan sistemas integrados automatizados. Estos sistemas realizan las mediciones recomendadas por la UIT de frecuencia, intensidad de campo, anchura de banda y modulación, así como las mediciones de ocupación del espectro y de radiogoniometría con equipo de medición integrado. Sin embargo, hay también equipo separado para efectuar estas mediciones y ayudar en la identificación; algunos de estos equipos se tratan a continuación.

3.2.4.1 Equipo de Medición de Frecuencia

La mayoría de los equipos de medición de frecuencia están concebidos para comparar la frecuencia que ha de medirse con una frecuencia patrón, cuya precisión determina directamente la exactitud de la medición. De aquí que el equipo básico para la medición de frecuencias sea un patrón de frecuencia a partir del cual pueden generarse frecuencias de referencia o intervalos de tiempo de referencia. Se recomienda que este patrón lo proporcione un sistema mundial de posicionamiento. Para esta finalidad puede utilizarse:

- Un oscilador convencional con un divisor de frecuencia que sirve de multiplicador.
- Un sintetizador de frecuencia o un generador de armónicos para frecuencias específicas.

3.2.4.2 Equipo de Medición de Intensidad de Campo

La medición de la intensidad de campo se basa principalmente en la determinación de la respuesta de una antena de recepción a los campos eléctricos o magnéticos que inciden sobre ella. Dicha respuesta la detecta un receptor conectado a la antena. La respuesta al campo electromagnético debe ser analizada en lo que respecta al comportamiento tanto de la antena como del campo. Un medidor de intensidad de campo normalmente se compone de varias unidades que suelen ensamblarse en un aparato único, éstas son:

- Una antena.
- Un receptor que incluye un atenuador por pasos, permitiendo el ajuste de la sensibilidad.
- Un generador para calibrar la sensibilidad del receptor.
- Un dispositivo de medición, calibrado ya sea lineal o logarítmicamente según se haya de medir la tensión de entrada del receptor o la intensidad de campo.

3.2.4.3 Equipo de Análisis del Espectro y de Medición del Ancho de Banda

El análisis espectral permite reconocer y clasificar rápidamente varios tipos de emisiones complejas mediante los siguientes equipos:

- Analizadores de banda ancha, que pueden visualizar porciones seleccionadas del espectro con una definición comprendida entre 10 Hz/div y más de 100 MHz/div.
- Módulos de presentación panorámica, conectados a las salidas de frecuencia intermedia del receptor, que muestran una parte limitada del espectro en torno de la frecuencia de sintonía del receptor.

Puede utilizarse un analizador de espectro para los fines siguientes:

- Análisis de la señal completa (modulación de amplitud, modulación de frecuencia o de impulsos) en función del tiempo y de la frecuencia.
- Supervisión de la forma de onda.
- Detección e identificación de las señales espurias de modulación de amplitud y modulación de frecuencia.
- Medición del tiempo de subida de impulso, anchura de impulso y tasa de repetición de impulsos.
- Medición de las características espectrales de las señales de modulación de impulsos.
- Aplicación como receptor de onda continua.

3.2.4.4 Equipo para la Comprobación Técnica Automática de la Ocupación del Espectro.

Dos métodos de observación pueden utilizarse en las estaciones de comprobación técnica para determinar la ocupación del espectro, éstos son:

- El método subjetivo, en el que las observaciones se realizan manualmente por operadores a lo largo de un cierto periodo de tiempo. Este método se aplica principalmente para identificar una emisión y evaluar su calidad.
- El método objetivo en el que se realizan las mediciones automáticamente durante cierto periodo de tiempo. Los métodos automáticos permiten registrar la frecuencia de una emisión, el tiempo de ocupación, la intensidad de campo, la anchura de banda y si se requiere la relación señal/ruido o la relación señal/interferencia.

El equipo para la comprobación automática de la ocupación del espectro consta de:

- Un receptor convencional o un receptor controlado digitalmente con sintetizador interno.
- Un dispositivo mecánico para accionar el control de sintonía o una unidad de control electrónico de barrido de frecuencia.
- Un amplificador selectivo.

3.2.4.5 Equipo de Registro

Es de utilidad registrar en medios magnéticos u ópticos los datos del sistema de comprobación técnica que contengan información de audio e información del espectro radioeléctrico incluso cronológicamente, además de información sobre el tiempo de detección, la frecuencia, modulación, anchura de banda, dirección, intensidad de campo e ID.

3.2.4.6 Equipo de Medición de la Modulación

Los equipos útiles para medir modulación digital pueden ser analizadores vectoriales de señales (VSA, *Vector Signal Analyser*) o analizadores de espectros con capacidad de análisis vectorial. Las mediciones generales que dan una indicación de la calidad de la modulación global y pueden efectuarse en el emplazamiento del transmisor, o alguna distancia de las emisiones radiadas son: espectro vectorial de errores (para poner de relieve la interferencia), relación de potencia de canal adyacente, anchura de banda ocupada, máscara de misión de espectro, función de distribución acumulativa complementaria, frecuencia portadora, y mediciones en el dominio del código (potencia, temporización y fase).

3.2.4.7 Equipo de Identificación

La identificación de las señales radioeléctricas es una de las tareas más difíciles de la comprobación técnica., debido entre otros aspectos a la dificultad de decodificar las señales a causa del empleo cada vez más extendido de sistemas de transmisión complejos, como son el desplazamiento de frecuencia y la multiplexación por división en frecuencia y/o división en el tiempo.

3.3 Mediciones de Comprobación Técnica

3.3.1 Medición de Frecuencia

La medición de frecuencia significa normalmente establecer una comparación entre una frecuencia desconocida y una frecuencia conocida (frecuencia de referencia). La introducción de técnicas basadas en sintetizadores de frecuencia y procesadores digitales de señal, ha permitido aumentar considerablemente la precisión de dichas mediciones.

3.3.2 Medición de Intensidad de Campo y de Densidad de Flujo de Potencia

Las mediciones de intensidad de campo y de densidad de flujo de potencia normalmente obedecen a las siguientes finalidades:

- Determinar la suficiencia de la intensidad de una señal radioeléctrica y la eficacia de una fuente de emisión para un determinado servicio.
- Determinar los efectos de la interferencia producida por una emisión radioeléctrica intencionada concreta (compatibilidad electromagnética).
- Determinar la intensidad de la señal y los efectos de la interferencia provocada por emisiones no intencionadas de cualquier forma de onda procedentes de equipos que radian energía electromagnética y evaluar la eficacia de las medidas de supresión.
- Medir los fenómenos de propagación para desarrollar y comprobar los modelos de propagación.
- Recopilar datos sobre ruido radioeléctrico.
- Evaluar los peligros de las radiaciones no ionizantes.

La densidad de flujo de potencia es la potencia transmitida por unidad de superficie normal al vector de apuntamiento, en un sector del campo electromagnético. En las frecuencias más elevadas, especialmente por encima de 1 GHz, la medición de la densidad de flujo de potencia proporcionará en muchos casos información más convencional sobre la intensidad efectiva de la emisión.

3.3.3 Medición de la Ocupación del Espectro

La comprobación técnica de espectro puede realizarse de forma manual, para realizar análisis e identificación de las transmisiones observadas y de forma automática para:

- Exploración de una banda de frecuencias determinada desde una frecuencia (F-inicio) hasta otra (F-parada) con un determinado filtro de anchura de banda, normalmente se utiliza un analizador de espectro. Los resultados proporcionan una indicación de cuál es la ocupación de dicha banda de frecuencias durante un periodo de tiempo.
- Medición de una serie de canales preseleccionados, que no tienen necesariamente la misma separación entre canales. Se pueden almacenar numerosos parámetros de las emisiones, tales como la intensidad de la señal y el porcentaje de tiempo que la señal se encuentra por encima de un umbral determinado. Estas mediciones se realizan normalmente con un receptor y se denominan mediciones de ocupación de canales de frecuencia.

Actualmente para el análisis de la ocupación de canales en bandas de frecuencias de radiocomunicaciones, es obligatorio utilizar una configuración de equipos compuesta por un receptor de comprobación técnica y un analizador de espectro controlado por computadora. La misión de tal combinación es explorar, en función del tiempo, las bandas de frecuencia de anchura variable en el espectro comprendido entre 9KHz y 3GHz al objeto de detectar y registrar cualquier señal que se encuentre por encima del nivel de ruido o de un nivel umbral predeterminado.

Además, la exploración con radiogoniometría permite registrar la ocupación distinguiendo cada uno de los transmisores. Asimismo, pueden obtenerse otros parámetros tales como el tipo de modulación e información acerca de la identificación de la señal.

3.3.4 Medición de la Anchura de Banda

Los diversos esquemas de modulación utilizados por los distintos servicios de radiocomunicación producen componentes espectrales de distintas frecuencias. A fin de conseguir un grado de calidad de servicio dado, es necesario reproducir la distribución espectral de la señal emitida en el emplazamiento de recepción con un cierto grado de exactitud. Cuanto mayor sea la diferencia entre el espectro original y el espectro producido, más pobre será la calidad de servicio que se podrá conseguir. Por otro lado, las componentes espectrales procedentes de otras fuentes de señales distintas a las deseadas degradan la calidad en la medida en la que distorsionan la distribución espectral original.

3.3.5 Medición de la Modulación

La modulación es la variación de una onda portadora, que puede ser sinusoidal o un tren de impulsos, producida por una señal. A efectos de comprobación técnica de las emisiones radioeléctricas, sólo se tienen en cuenta las portadoras electromagnéticas sinusoidales (tensión, corriente o campo).

El objeto de la modulación es trasladar las señales en banda base, que normalmente no tiene una forma adecuada ni una frecuencia directamente transmisible, a una frecuencia más elevada que pueda transmitirse a través de una antena.

La señal moduladora puede cambiar la amplitud o la frecuencia/fase (modulación en amplitud, modulación en frecuencia, modulación de fase) de la portadora o ambas. Dicha señal puede ser analógica o digital (por ejemplo, un tren de bits).

3.3.6 Radiogoniometría y Localización

La radiogoniometría tiene por objeto determinar la línea de marcación de una fuente cualquiera de radiaciones electromagnéticas utilizando las propiedades de propagación

de las ondas. En consecuencia, la radiogoniometría es indispensable para los fines siguientes:

- Localización de un transmisor en situación de emergencia.
- Localización de un transmisor no autorizado.
- Localización de un transmisor interferente.
- Determinar el emplazamiento de una fuente de interferencia perjudicial para la recepción, tales como equipos eléctricos, aisladores defectuosos en una línea de alta tensión, etc.
- Identificar los transmisores, tanto conocidos como desconocidos.

3.3.7 Identificación de la Señal

Es necesario identificar las emisiones radioeléctricas para asegurar la recepción de la transmisión de interés y conocer la fuente de transmisión, especialmente en el caso de la radiodifusión. Entre los medios de identificación puede citarse los siguientes: distintivos de llamada, nombre de la estación, marcación o posición de la estación, nombre del organismo de explotación, identidad del servicio móvil marítimo, matrícula, número de identificación de vuelo, señal o número de identificación de llamada selectiva, señal característica, característica de la emisión o cualquier otro rasgo distintivo que permita una fácil identificación internacional. La clase de emisión puede utilizarse en cualquier caso como forma de identificación.

3.4 Emplazamiento, Tipos y Automatización de las Estaciones de Comprobación Técnica

3.4.1 Tipos de Estaciones de Comprobación Técnica

Existen tres tipos de estaciones de comprobación técnica: fijas, móviles y portátiles.

3.4.1.1 Estaciones de Comprobación Técnica Fijas

Las estaciones de comprobación fijas son el elemento central de un sistema de comprobación técnica. Generalmente permiten realizar todas las mediciones dentro de su zona de cobertura, sin limitaciones tales como insuficiencia del espacio de trabajo, dificultad de erigir las antenas y restricciones en suministro de energía. La Figura. 3.3 presenta el diagrama de bloques de una estación fija de comprobación técnica.

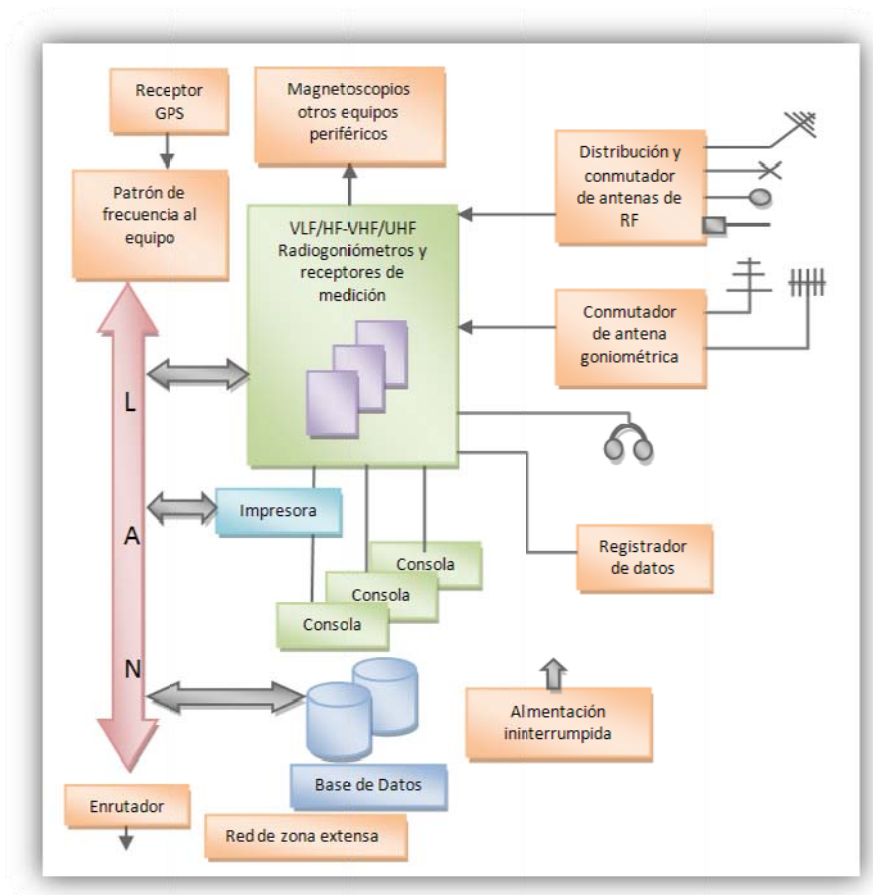


Figura 3.3. Diagrama de bloques de una estación de comprobación técnica fija.

3.4.1.2 Estaciones de Comprobación Técnica Móviles

Las estaciones móviles de comprobación técnica tienen la función de realizar todas aquellas operaciones de supervisión en las que la baja potencia de los transmisores, la gran directividad de las antenas y las especiales características de la propagación imposibilitan que las mediciones sean realizadas por las estaciones fijas.

3.4.1.3 Estaciones de Comprobación Técnica Portátiles

Los instrumentos de medida portátiles completan de manera adecuada los sistemas móviles de comprobación técnica. Su moderado peso permite transportarlos a pie hasta lugares inaccesibles a vehículos. Estos instrumentos son necesarios para determinar la localización exacta de una interferencia, o para comprobar que el equipo radioeléctrico cumple los parámetros técnicos pertinentes en ese emplazamiento.

3.4.2 Emplazamiento de las Estaciones de Comprobación Técnica

Los emplazamientos destinados a estaciones de comprobación técnica del espectro, deben reunir condiciones adecuadas para radiofrecuencias y cumplir tres principios importantes:

- Poseer una cobertura geográfica adecuada.
- Estar protegidos contra obstáculos.
- Tener protección electromagnética.

Para determinar el emplazamiento de una estación de comprobación técnica fija hay dos enfoques posibles:

- Una zona donde cabe esperar una mínima interferencia de ruido artificial y emisiones radioeléctricas. Es particularmente adecuado para estaciones de comprobación técnica de ondas decamétricas, muy sensibles a las interferencias, y en las que las condiciones de propagación permiten alejarse de transmisores.
- Una zona densamente poblada en la que pueden recibirse gran cantidad de emisiones, incluso emisiones de baja potencia. Es adecuada para las estaciones de comprobación en ondas métricas / decimétricas, ya que las condiciones de propagación no permiten situar tales estaciones lejos de los transmisores.

3.4.3 Automatización de las Estaciones de Comprobación.

La automatización y el control remoto de las estaciones de comprobación interconectadas en una red aumenta de sobremanera la eficacia de los sistemas de gestión los cuales pueden contener un extenso soporte lógico para automatizar las tareas de recopilación, pre-procesamiento, evaluación de datos y análisis de interferencias (Figura 3.4). El empleo de sistemas de información y bases de datos que almacenen los resultados de la comprobación técnica del espectro y permitan correlacionar esta información con las bases de datos de usuarios autorizados puede ahorrar un tiempo de investigación apreciable, a la par de que se incrementa la exactitud. Normalmente se detectan:

- Transmisores o frecuencias ilegales o sin licencia.
- Periodos o emplazamientos de funcionamiento no autorizados.
- Clases de emisión ilegales o baja calidad de modulación.
- Excesivo desplazamiento de frecuencia.
- Inexistencia de distintivo de llamada o distintivo de llamada incompleto.
- Anchuras de banda excesivas.
- Potencia excesiva (valor excesivo de la intensidad de campo).

Modos de Operación: Una estación de comprobación técnica distante podrá hacerse operar de dos formas:

- En línea, este modo es particularmente adecuado para la investigación de problemas de interferencia y la identificación de usuarios no autorizados.
- Por lotes o programado, permite cargar un conjunto de parámetros para una medición automática que haya de realizarse durante un periodo de tiempo determinado y extraer los resultados más tarde, es particularmente adecuado para las mediciones de ocupación de canales de frecuencias.

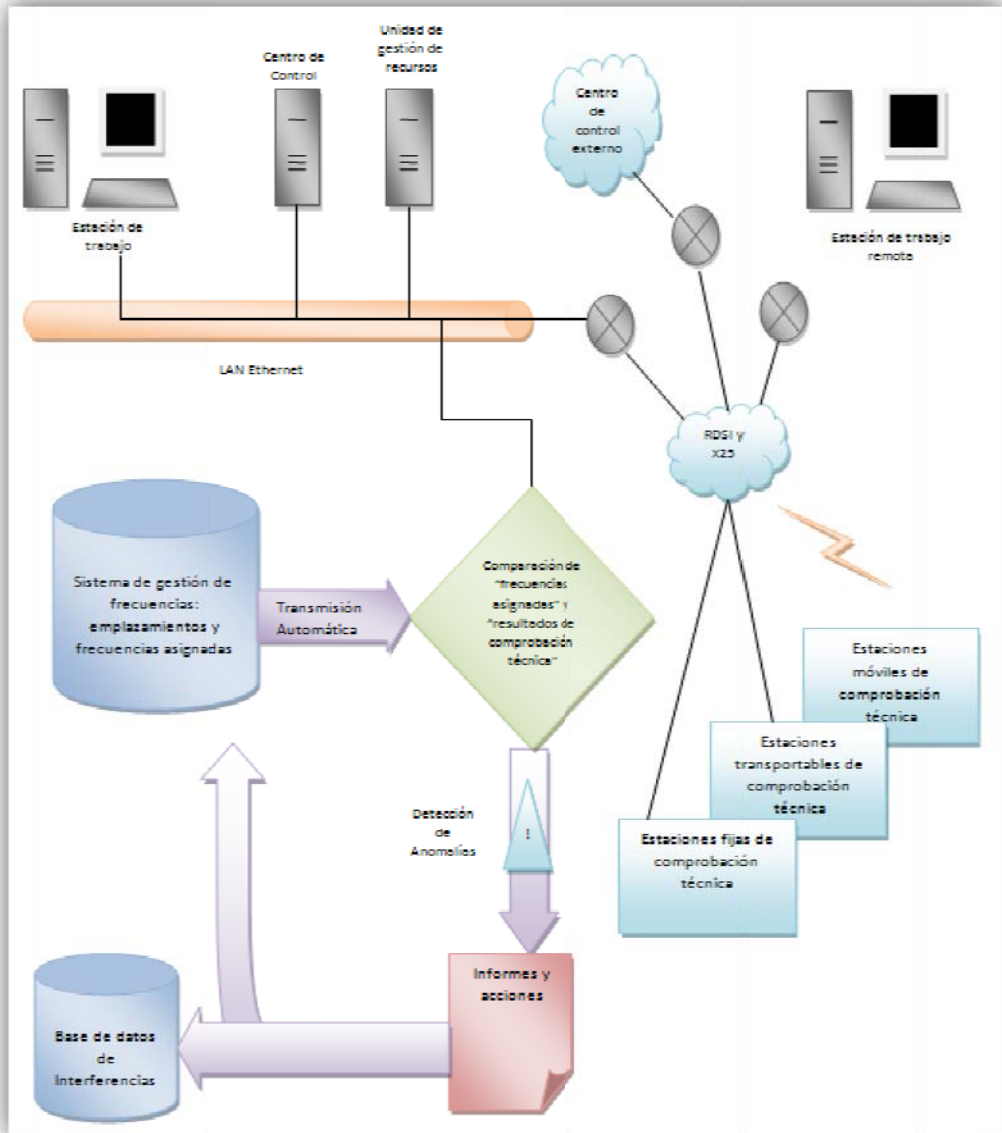


Figura 3.4. Sistema automatizado de comprobación técnica.

CAPITULO 4: ESTUDIO DE LOS SISTEMAS DE COMPROBACIÓN TÉCNICA DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO DE LA INTENDENCIA SUR

4.1 Estudio de Sistemas de Comprobación Técnica del Espectro de la Intendencia Sur.

La Intendencia Regional Sur cuenta con los siguientes sistemas para la comprobación técnica:

- R&S ARGUS-IT.
- TES AMERICA.
- Analizadores de Espectros ANRITSU-HP y Receptores ICOM para el Monitoreo Manual.

4.1.1 Sistema de Monitoreo y Gestión del Espectro R&S ARGUS-IT

R&S ARGUS-IT es un sistema de comprobación técnica modular, escalable y ampliable por lo que sus estaciones de medición pueden ser fijas, transportables o móviles.

El sistema R&S ARGUS-IT está conformado por un conjunto de antenas que cubren el rango completo de frecuencias a ser supervisado 10KHz-3GHz, conectado a un receptor vía un conmutador/selecto de antena. Todo el hardware se opera mediante un controlador que ejecuta el Software de Monitoreo R&S ARGUS. El diagrama de bloques del sistema se muestra en la Figura. 4.1

4.1.1.1 Componentes de Hardware del Sistema R&S ARGUS-IT

Receptor ESMB: El módulo ESMB es el encargado de las tareas de radio monitoreo, su rango de aplicación cubre desde los 9Khz a 3GHz.

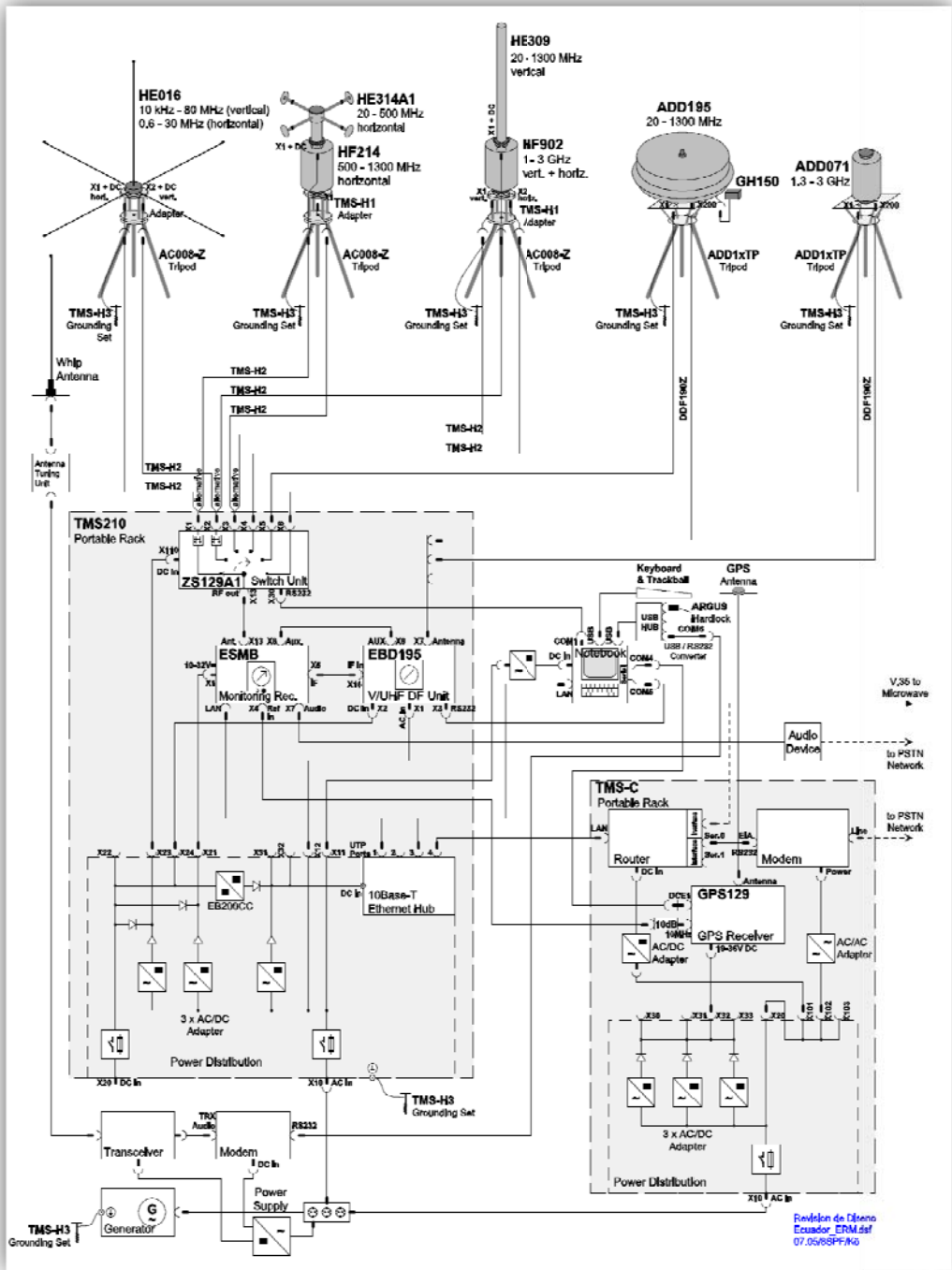


Figura. 4.1. Diagrama de bloques del sistema de comprobación técnica R&S ARGUS-IT.



Figura 4.2. Vista frontal del receptor ESMB.

Procesador DF EBD195: Este modulo es un buscador de direcciones, trabaja en el rango de los 0.5MHz a 3GHz, tiene alta precisión y sensibilidad.



Figura 4.3. Vista frontal del Procesador DF EBD195.

Unidad de Conmutación ZS129 A1: Permite el cambio de antenas dinámicamente mediante software, con el fin de lograr la óptima configuración del sistema para cada una de las tareas.



Figura 4.4. Unidad de conmutación ZS129.

Receptor GPS 129: Proporciona los datos de posición y tiempo con gran precisión. La información se proporciona a través de una interfaz serial.

4.1.1.2 Antenas del Sistema R&S ARGUS-IT

Antena HE309: Dipolo Vertical en el rango de 20MHz a 1300MHz, de alta sensibilidad, gran ancho de banda y un amplio rango dinámico.

Antena HE314A1: Antena Omnidireccional, trabaja en el rango de 20MHz a 500MHz con polarización horizontal. Esta antena consiste en dos dipolos activos conectados a través de un acoplador híbrido de 90°.

Antena HF214: Antena omnidireccional de alta frecuencia, trabaja en el rango de 500MHz a 1300MHz para recepción de ondas polarizadas horizontalmente.

Antena HE016: Antena HF trabaja en el rango de 10KHz a 80MHz en polarización vertical y de 600KHz a 30MHz en polarización horizontal. El sistema de esta antena es una combinación de los dipolos de tal manera que permite obtener una recepción omnidireccional.

Antena HF902: Antena omnidireccional VHF/UHF para recepción de ondas polarizadas vertical y horizontalmente, trabaja en el rango de 1GHz a 3GHz.

Antena ADD071 / ADD195: Este juego de antenas se encuentra disponible para el procesador DF EBD195, la antena ADD198 trabaja en el rango de 20MHz a 1300MHz y la antena ADD071 en el rango de 1.3GHz a 3GHz.

4.1.1.3 Componentes de Software del Sistema R&S ARGUS-IT

R&S ARGUS es una aplicación cliente-servidor pura, que comprende una unidad de medición (servidor) y una unidad de control (cliente).

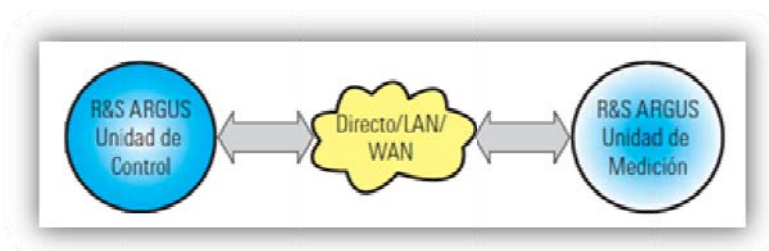


Figura 4.5. Esquema general de R&S ARGUS-IT.

La *unidad de control R&S ARGUS* proporciona una interfaz gráfica de usuario, de fácil operación. Esta interfaz de usuario puede usarse para configurar las unidades de medición y definir tareas de medición.

La *unidad de medición R&S ARGUS* se controla mediante un procesador de medición, recibe las tareas de medición de todas las unidades de control conectadas, las coordina y procesa. Los resultados de medición son depositados en la memoria intermedia y transferidos a las unidades de control.

4.1.1.4 Modos de monitoreo, medición y radiogoniometría:

4.1.1.4.1 Modo de Medición Directo - MMD

El modo de medición directo se usa para controlar el equipo de medición directamente por la vía de paneles de control virtuales. Este modo le proporciona al operador una manera rápida de supervisar, medir, localizar e identificar emisiones. La unidad de control presenta una interfaz de acceso al receptor ESMB, al buscador de direcciones DF EBD195 y a cada una de las antenas.

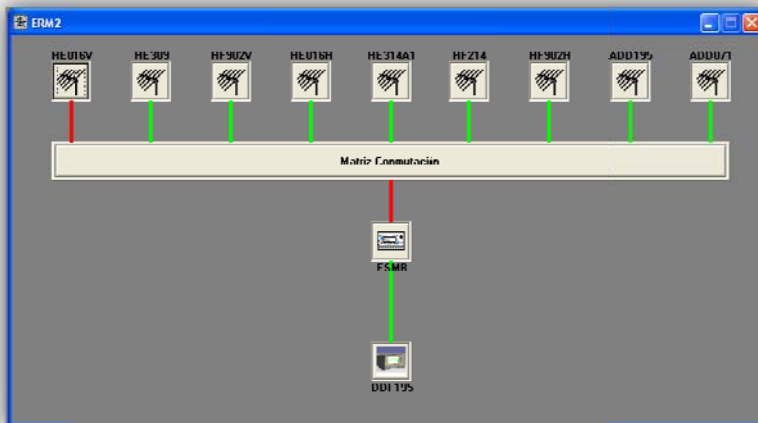


Figura 4.6. Interfaz de paneles virtuales de la unidad de control R&S ARGUS-IT.

Receptor ESMB: La interfaz gráfica del Receptor ESMB permite establecer los parámetros necesarios para la medición, como son: el ancho del filtro FI empleado, el tipo de modulación, la ganancia automática, entre otros.

El receptor ESMB tiene cuatro funciones específicas:

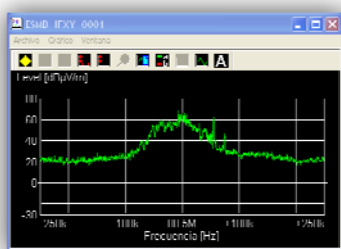
- FFM (Modo de Frecuencia Fija) mediciones para una frecuencia determinada
- SCAN (Rastreo) escaneos de frecuencia
- DSCAN (Rastreo Digital) escaneos rápidos de un rango de frecuencias
- FLS (Rastreo de Listas de Frecuencias) mediciones de listas de frecuencias

FFM Modo de Frecuencia Fija: La unidad de medición toma los valores de intensidad de campo, índice de modulación, offset (corrimiento de frecuencia) y ancho de banda para la frecuencia establecida. Los valores instantáneos de la medición se visualizan tanto en el panel de la unidad de control como en la pantalla de la unidad de medición. Se pueden obtener además las gráficas del espectro de frecuencias centrado en la frecuencia de interés y con un ancho de la ventana establecido de acuerdo a las necesidades definidas por el técnico en el momento de la medición; se presenta

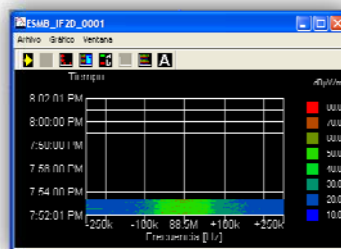
también un gráfico del comportamiento de la señal en el tiempo mediante un diagrama conocido como imagen espectral. La interfaz del receptor ESMB se muestra en la Figura 4.7, las gráficas espectrales se muestran en la Figura 4.8.



Figura 4.7. Interfaz ESMB.



a) Diagrama espectral.



b) Imagen espectral.

Figura 4.8. Gráficas espectrales del FFM.

DSCAN Rastreo Digital de Frecuencias: Un intervalo de frecuencias predefinido es barrido mediante control digital. Digi-scan le da al operador una apreciación global de la ocupación del espectro, proporciona un gráfico del espectro de frecuencias de alta exactitud para el rango establecido. La interfaz de la unidad de control para esta herramienta de medición se muestra en la Figura 4.9.

SCAN Rastreo de Frecuencias: Este modo realiza un rastreo del rango de frecuencias establecido en el panel de la unidad de control y presenta un gráfico del espectro de frecuencias y del offset para dicho rango. Entre los parámetros de configuración del rastreo, se establece un ancho del paso de frecuencias, el tiempo de retención, y el tiempo de establecimiento. La diferencia con el método anterior es el tiempo de respuesta, siendo este modo más lento por las características de muestreo y captura de la señal. La interfaz de la unidad de control para realizar un rastreo de frecuencias se muestra en la Figura 4.10.

FLS Rastreo de una lista de frecuencias: El rastreo de una lista de frecuencias captura los valores de intensidad de campo, índice de modulación, offset y ancho de banda para cada una de las frecuencias que se encuentran en la lista. La interfaz para este modo de medición se muestra en la Figura 4.11.

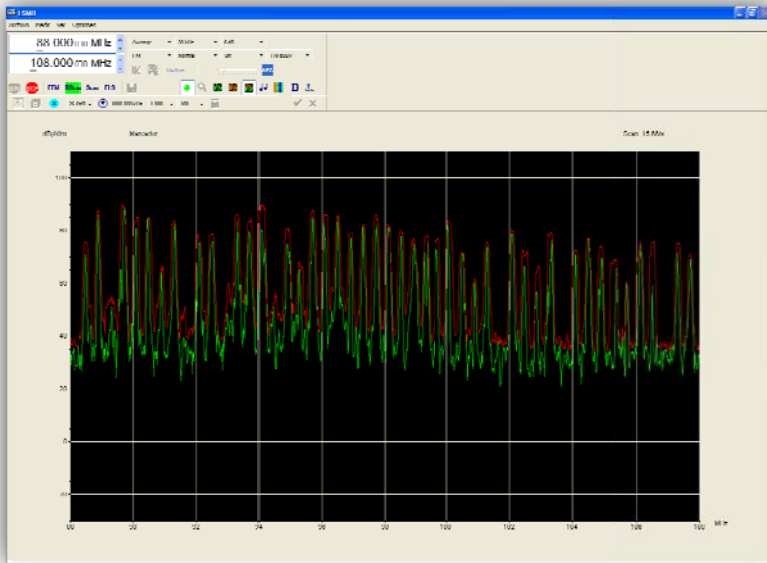


Figura 4.9. Interfaz para DSCAN.

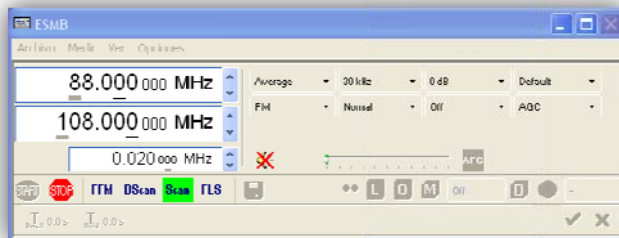


Figura 4.10. Interfaz para SCAN.

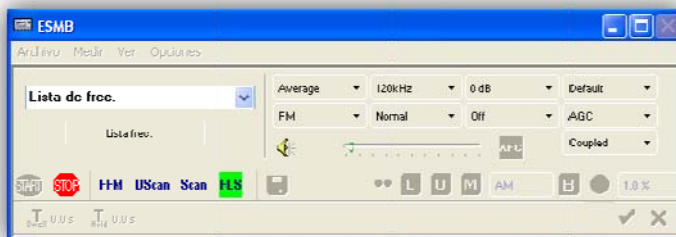


Figura 4.11. Interfaz del modo FLS.

Buscador de Direcciones DDF195: El panel del buscador de direcciones permite ubicar la posición exacta de un transmisor mediante las coordenadas geográficas y el ángulo de posición con respecto al norte.

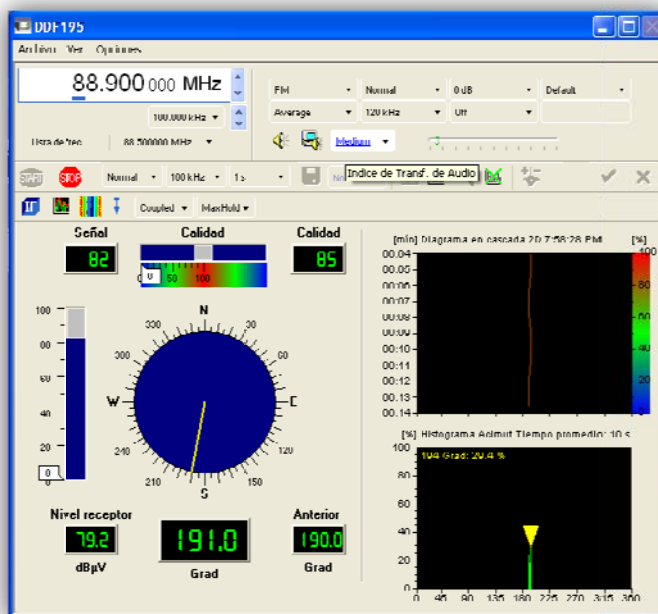


Figura 4.12. Interfaz del buscador de direcciones DDF195.

Para las funciones de ubicación, la unidad de control presenta el panel del GPS del sistema en donde se visualizan las coordenadas, altura y tiempo.

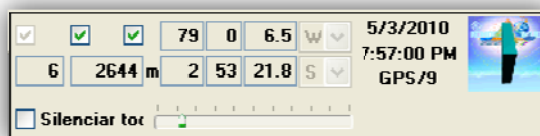


Figura 4.13. Interfaz del GPS.

4.1.1.4.2 Modo de Medición Automático - MMA

El modo de medición automático permite programar tareas de mediciones y rastreos de frecuencias para que se ejecuten sin la necesidad de un operador, durante un período de tiempo establecido. Los resultados de las mediciones pueden evaluarse mientras la tarea está realizándose o cuando ya se ha completado. Para programar una tarea de medición es necesario realizar las siguientes configuraciones:

1. *Definición del horario de medición y el intervalo de tiempo*, las mediciones se efectuarán dentro del periodo comprendido entre la Fecha Inicial y la Fecha Final, comenzado diariamente en las horas establecidas y guardando un registro de la medición cada periodo de tiempo definido en el intervalo. La interfaz para esta configuración se muestra en la Figura 4.14.
2. *Definición de la medición*, se selecciona el tipo de medición ya sea rastreo de una lista de frecuencias, rastreo de frecuencias, rastreo digital de frecuencias o medición de una frecuencia fija y demás parámetros de acuerdo al modo de medición escogido. La interfaz de configuración de la medición se muestra en la Figura 4.15.
3. *Definición del Rango de Frecuencias*, se especifica la antena, las bandas de frecuencias y los parámetros de medición del receptor ESMB. La interfaz para la configuración del rango de frecuencias se muestra en la Figura 4.16.

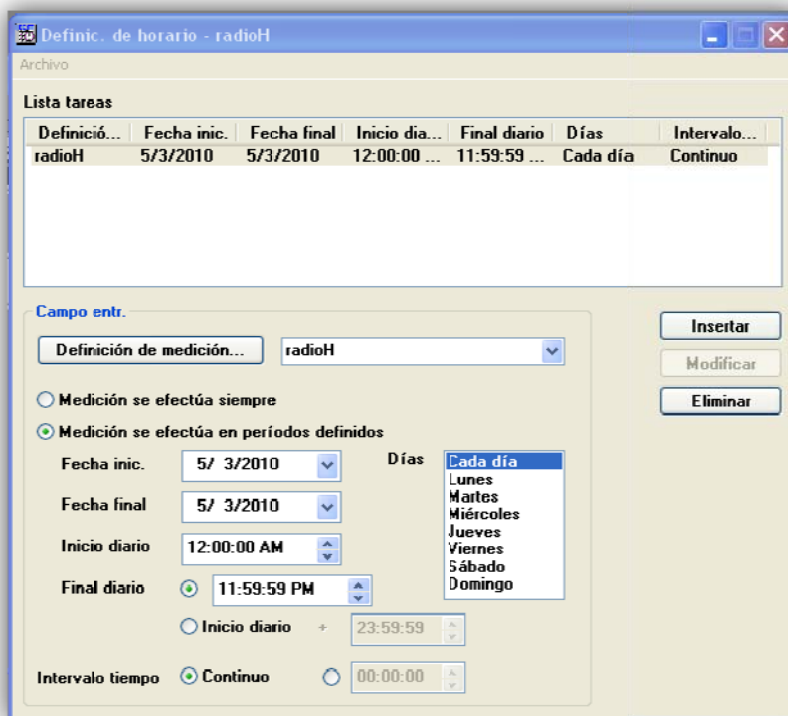


Figura 4.14. Interfaz de configuración del horario de medición del MMA.

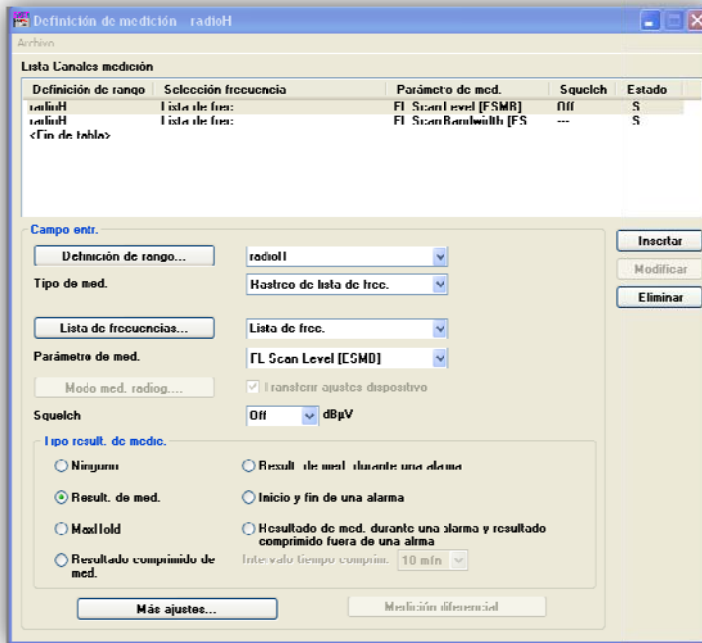


Figura 4.15. Interfaz de configuración de la medición del MMA.



Figura 4.16. Interfaz de configuración del rango de frecuencias del MMA.

La unidad de Control permite el acceso a cada una de las mediciones y monitoreos realizados, mediante un navegador, en donde cada archivo podrá ser abierto como texto o como gráfico. La interfaz del navegador se muestra en la Figura 4.17

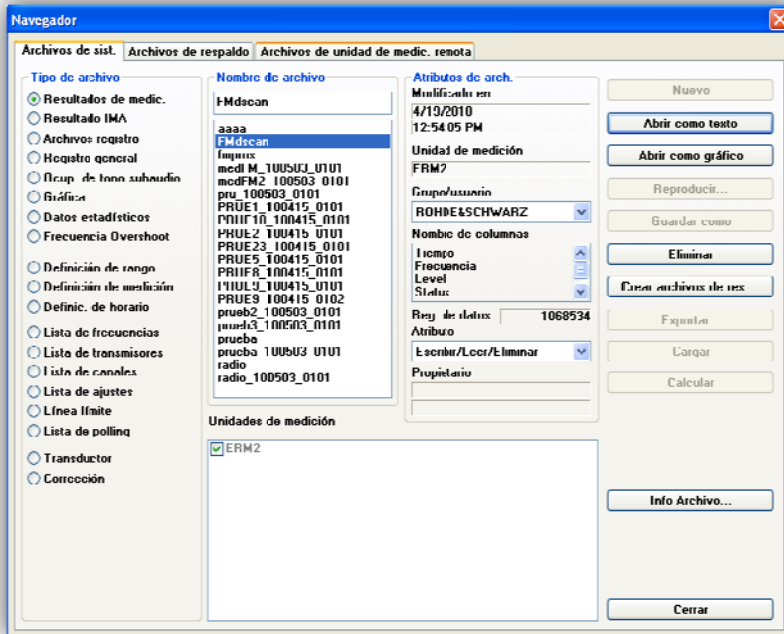


Figura 4.17. Interfaz del Navegador

El formato de los archivos de medición es plano, y se encuentra bajo código propietario por lo que solo puede ser leído mediante el software ARGUS – IT de la unidad de control. La Figura 4.18 muestra un fragmento del contenido de un archivo de medición.

Tiempo	Frecuencia	Level	Status
Fecha + Hora	MHz	dBpV/m	
4/19/2010 12:53:10.142	88.000000	27.0	
4/19/2010 12:53:10.142	88.015000	28.5	
4/19/2010 12:53:10.142	88.030000	33.5	
4/19/2010 12:53:10.142	88.045000	34.5	
4/19/2010 12:53:10.142	88.060000	31.0	
4/19/2010 12:53:10.142	88.075000	31.0	
4/19/2010 12:53:10.142	88.090000	31.0	
4/19/2010 12:53:10.142	88.105000	31.0	
4/19/2010 12:53:10.142	88.120000	29.5	
4/19/2010 12:53:10.142	88.135000	27.5	
4/19/2010 12:53:10.142	88.150000	30.0	
4/19/2010 12:53:10.142	88.165000	31.0	
4/19/2010 12:53:10.142	88.180000	32.0	

Figura 4.18. Resultados de medición para un rastreo de frecuencias.

4.1.2 Sistema de Monitoreo TES AMERICA

Las estaciones de monitoreo están conformadas por los siguientes elementos:

- Analizador de Espectros Portátil Marca Agilent.
- AOR 5000A+3 Receptor de Comunicaciones
- Instreamer 100. Marca Barix.
- Router Wireless 3 COM
- Gateway Dual RS-232 a LAN, Marca LAVALINK.
- Servomotor y antena.
- Computador portátil

El diagrama de una estación de monitoreo se muestra en la Figura 4.19.

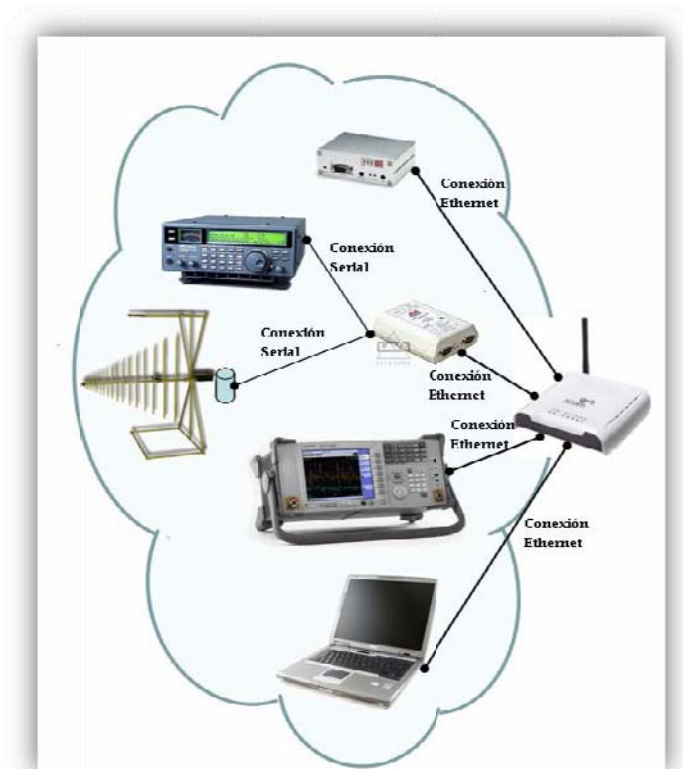


Figura 4.19. Diagrama de una estación de monitoreo TES AMERICA.

El sistema TES AMERICA tiene dos componentes de software TESDATA y TESPECTRUM, el primero está destinado para la adquisición de datos, es decir la configuración y captura de las mediciones y el segundo componente permite la caracterización de los datos capturados y la generación de los archivos con los datos de los resultados de las mediciones. TES AMERICA a diferencia de R&S ARGUS

presenta resultados resumidos de las mediciones, con formatos de archivos no propietarios, sin embargo, no permite acceder a las muestras tomadas para todo el periodo del monitoreo.

4.1.2.1 TESDATA-Software para la Adquisición de Datos

TESData visualiza y controla en tiempo real un Analizador de Espectros. La Figura 4.20 muestra la interfaz de control del analizador de espectros.

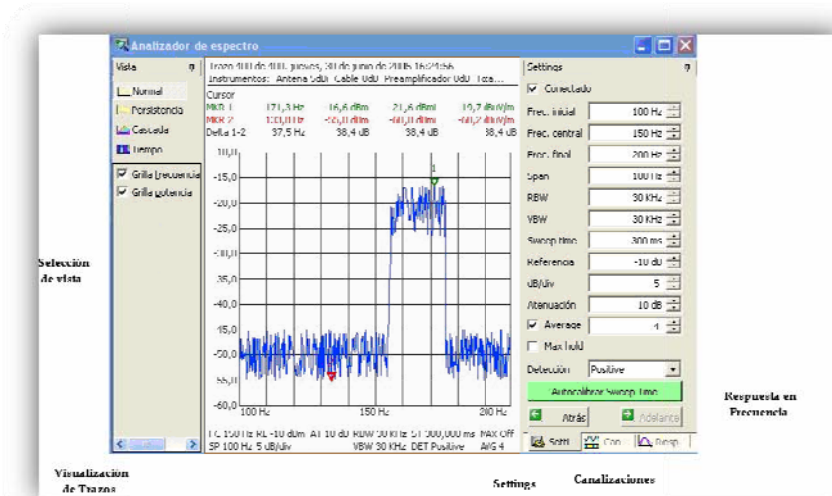


Figura 4.20. Interfaz de control del analizador de espectros.

Existen varios tipos de planes de medición en TESDATA:

- Mediciones en tiempo: Se pueden programar mediciones en intervalos de tiempo que pueden ser de minutos, horas o días, se pueden medir diferentes tipos de canales y servicios en forma simultánea, la programación de la medición se almacena en la base de datos interna del software y se puede activar en el momento que se requiera.
- Mediciones por acimut: Mediciones programadas simultáneamente en diferentes bandas para analizar el comportamiento de las emisiones en un intervalo de 360 grados. La programación de la medición se almacena para poder ser ejecutada en cualquier momento.
- Spread Spectrum: Combina las características de una medición en acimut y tiempo.

- **Monitoreo de Señales Infractoras:** Monitoreo de varias portadoras en forma simultánea, utilizando máscaras de referencia de fácil definición que evalúan las características de ancho de banda y potencia de las emisiones de interés, cuando se supera algunos de los límites establecidos se registran las señales en un archivo de alarmas y se envía por varios medios al interesado.

4.1.2.1 TESPECTRUM-Software para la Caracterización de los Datos.

La creación de reportes se hace a través del software de TESPECTRUM el cual permite agrupar la medición de las bandas registradas en una misma gráfica para facilitar el análisis de ocupación e inventario del espectro radioeléctrico.

Reproduce los eventos registrados con vistas, lo que permite un acceso rápido a la información que se almacena en forma de misiones o proyectos.

Permite un análisis de niveles de señal indicando niveles isotrópicos de la intensidad de campo eléctrico en forma simultánea para efectos de comprobación técnica de emisiones.

En la vista caracterización aparecen utilidades para identificar señales y generar reportes. Es posible de forma manual o automática, sin embargo en la forma automática los picos significativos de una misma señal serán tomados como nuevas señales, por lo que puede resultar un proceso tedioso la verificación de las señales encontradas por el software TESPECTRUM. La Figura 4.21 muestra la identificación de una señal para el rango medido.

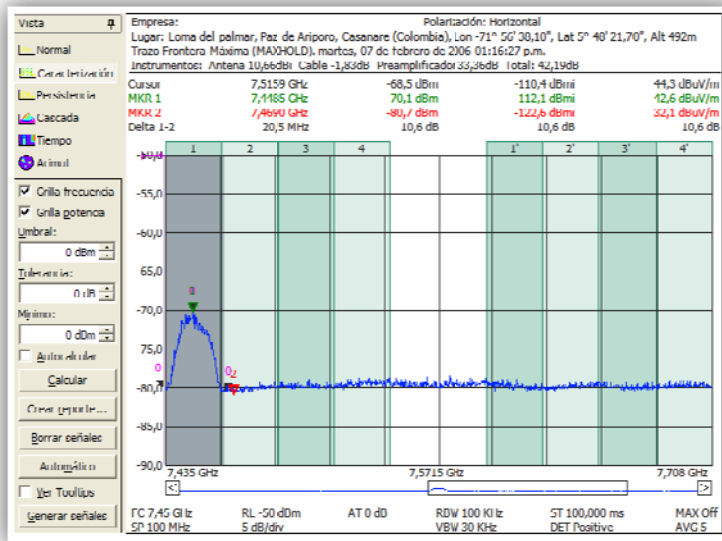


Figura 4.21. Caracterización de las señales mediante TESPECTRUM.

Una vez realizada la caracterización de las señales, manual o automática, es posible generar un reporte que describe el comportamiento del espectro observado. Se crean varios archivos, el primer archivo incluye los campos de frecuencia inicial y final, el ancho de banda, los niveles de potencia, y la polarización de las señales caracterizadas. El segundo archivo llamado *Canalización*, contiene un listado de la ocupación de los canales. El tercer archivo llamado *Ocupación Tiempo* contiene campos de frecuencia inicial y final, el ancho de banda, los niveles de potencia, tiempo de ocupación y porcentaje de ocupación. El cuarto archivo y quinto archivo contienen información administrativa y de configuración respectivamente. La Figura 4.22. muestra los datos resultantes de las señales caracterizadas contenidos en el primer archivo.

Frecuencia Inicial (MHz)	Frecuencia Final (MHz)	Ancho de Banda (MHz)	Frecuencia Máxima (MHz)	Potencia Máxima (dBm)	Potencia Normalizada (dBm)	Potencia Normalizada (dBm)	Normalizado (dBm)	Tiempo (s)	Polarización
0.986874	0.98784	0.000966	0.986901	85.71	85.71	77.91164	7.44014249	Vertical	
0.95777	0.94753	0.000238	0.94	83.71	83.71	76.11077	7.077308744	Vertical	
0.95786	0.96118	0.000352	0.95986	85.68	85.68	80.21952	8.515878342	Vertical	
1.00876	1.01195	0.00032	1.00993	-80.71	-80.71	-75.66344	-3.404140302	Vertical	
1.03859	1.04242	0.000384	1.04001	-73.93	-73.93	-66.00163	3.630742141	Vertical	
1.06231	1.07768	0.01537	1.06991	-59.28	-59.28	-17.42103	18.52715176	Vertical	
1.10101	1.11615	0.01215	1.10991	-71.15	-71.15	-60.30061	0.97290795	Vertical	
1.13777	1.13932	0.00075	1.137001	-72.1	-72.1	-61.80072	0.508198081	Vertical	
1.14689	1.10171	0.000245	1.100017	74.65	74.65	81.94617	4.105499444	Vertical	
1.17004	1.17004	0.00000	1.17004	76.15	76.15	75.74108	0.000000000	Vertical	
1.18888	1.1917	0.00027	1.18994	70.9	70.9	67.04704	8.53147583	Vertical	
1.32004	1.33088	0.00184	1.32995	-76.56	-76.56	-73.01132	3.136603452	Vertical	
1.38731	1.39147	0.00416	1.39	-75.4	-75.4	-60.21401	4.680283002	Vertical	

Figura 4.22. Reporte de medición de las señales caracterizadas por TESPECTRUM.

4.1.3 Receptores ICOM

Los receptores ICOM se utilizan para el monitoreo manual, son equipos que se conectan externamente a las PCs vía USB. Los receptores pueden controlarse mediante la PC o directamente. Poseen un rango de recepción desde los 10KHz a los 3300MHz. Incluyen modos de recepción AM, FM, SSB y CW (SSB y CW para el rango de 0.5-1300MHz). Hay dos receptores ICOM en operación uno destinado a HF y otro para VHF y UHF de modelos R1500 y R2500 respectivamente.

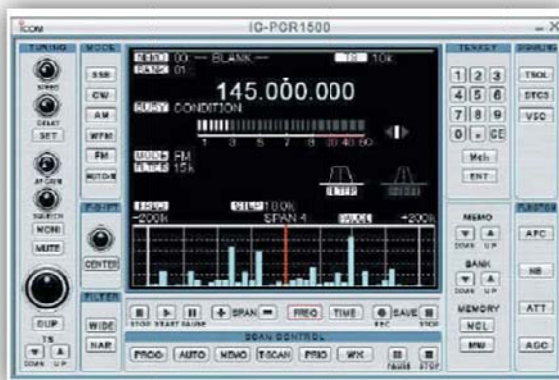


Figura 4.23. Interfaz del software de control del receptor ICOM.

4.1.4 Emplazamiento de los Sistemas de Medición y Monitoreo.

Para determinar el emplazamiento de una estación de comprobación técnica hay dos enfoques posibles. Se puede escoger un lugar donde cabe esperar una mínima interferencia de ruido artificial y emisiones radioeléctricas, o bien una zona densamente poblada en la que pueden recibirse gran cantidad de emisiones, incluso emisiones de baja potencia.

El primer enfoque es particularmente adecuado para estaciones de comprobación técnica en ondas decamétricas, muy sensibles a las interferencias, y en las que las condiciones de propagación permiten alejarse de los transmisores. La segunda opción es adecuada para las estaciones de comprobación en ondas métricas/decimétricas, ya que las condiciones de propagación no permiten situar tales estaciones lejos de los transmisores. Como se dijo en el Capítulo 3, los emplazamientos deben cumplir tres principios importantes: poseer una cobertura geográfica adecuada, estar protegidos contra obstáculos, y tener protección electromagnética.

Los conductores descubiertos, edificios, grandes árboles, colinas y otros accidentes artificiales y naturales de las cercanías pueden distorsionar o perturbar gravemente el frente de ondas de la emisión. El grado en que estas condiciones pueden limitar la validez de las mediciones depende de varios factores entre los que se incluyen la gama de frecuencias y el tipo y orientación de la antena utilizada.

Si se instala un radiogoniómetro conviene que no existan obstáculos tales como montañas, colinas, grandes estructuras artificiales u otras barreras que se eleven a ángulos de más de 3° por encima de la horizontal, según se ve desde el emplazamiento propuesto o desde el radiogoniómetro y tener en cuenta q no existan fuentes de ruido radioeléctrico como soldadoras, aeropuertos, grandes autopistas entre otros.

4.1.4.1 Emplazamiento para el Sistema de Comprobación Técnica R&S ARGUS

Se ha elegido como emplazamiento, el Edificio de la Intendencia Regional Sur, que permitirá una amplia cobertura de la ciudad de Cuenca, por ser una zona densamente poblada en la que pueden recibirse gran cantidad de emisiones.

El edificio de la Intendencia Regional Sur, se encuentra ubicado en la calle Luis Cordero y Héroes de Verdeloma, sus coordenadas geográficas son: 79°0'6.5"W 2°53'21.8"S y a una altura de 2635 m sobre el nivel del mar. La Figura 4.24 muestra la ubicación del edificio IRS.



Figura 4.24. *Emplazamiento – Edificio de la Intendencia Regional Sur.*

Las antenas para la recepción de las señales en el rango de 10KHz a 3GHz (HE309, HE314A1, HF214, HE016, HE902) así como también las antenas para radiogoniometría (ADD071, ADD195), se han emplazado en la terraza del edificio. La unidad de medición y la unidad de control se encuentran en el cuarto piso del edificio, los cables de conexión de las antenas se encuentran canalizados por ductos en el tumbado los cuales conectan la oficina de comprobación técnica con la terraza del edificio.

Cada antena se encuentra sobre un trípode, y posee conexión a tierra. La señal de las antenas de recepción llega a la unidad de medición a través de cables coaxiales doblemente apantallados y las señales adquiridas por los radiogoniómetros mediante guías de onda circulares.



Figura 4.25. *Área de cobertura del emplazamiento IRS.*

Cobertura Geográfica: Desde el edificio de la IRS se recibirán señales de transmisores y repetidores ubicados en los cerros Hicto Cruz, Turi, Barabón Alto, y Guaguazhumi, así como también de transmisores que se encuentran en la ciudad de Cuenca. La Figura 4.25 muestra el área de cobertura del emplazamiento.



Figura 4.26. Emplazamiento de las antenas del sistema R&S ARGUS IT.



Figura 4.27. Canalización de cables coaxiales y guías de onda.



Figura 4.28. Emplazamiento de las unidades de medición y control del sistema R&S.

Si bien el área de cobertura es amplia, se debe evaluar que no existan fuentes de ruido que afecten la recepción de las señales. El nivel de piso de ruido, se encuentra alrededor de los 15 dBuV/m dependiendo del rango de frecuencias medido. La Figura 4.26 muestra la ubicación de las antenas de recepción y radiogoniométricas en el nuevo emplazamiento; la Figura 4.27 muestra los ductos para la canalización de los cables coaxiales y guías de onda, finalmente, la Figura 4.28 muestra la oficina de comprobación técnica en donde se encuentra las unidades de control y medición del

sistema de R&S ARGUS. Imágenes más detalladas del emplazamiento del Sistema ARGUS se encuentran en el Anexo 1.

4.1.4.2 Emplazamiento del Sistema de Comprobación Técnica TES AMERICA y Receptores ICOM

El sistema de comprobación técnica TES AMERICA es un equipo portátil, empleado para realizar monitoreos en distintos puntos de la Región Sur, esto es, las provincias de Azuay, Cañar, Loja, Morona Santiago y Zamora Chinchipe. Los receptores ICOM se utilizan para el monitoreo manual, realizado en la Estación de Comprobación Técnica de Collaloma.

4.2 Análisis de Parámetros Técnicos para la Medición de la Ocupación del Espectro

4.2.1 Técnicas de medición

La comprobación técnica del espectro puede realizarse de forma manual o automática. Manual: Necesaria para realizar análisis e identificación de las transmisiones observadas.

Automática: Exploración de una banda de frecuencia determinada desde una frecuencia (F-inicial) hasta otra (F-final) con un determinado filtro de ancho de banda. Los resultados proporcionan una indicación de cuál es la ocupación de dicha banda de frecuencias, en particular durante un periodo de tiempo, normalmente 24 h.

4.2.2 Mediciones en bandas por debajo de 30 MHz

El funcionario encargado de la comprobación debe observar regularmente la banda a estudiar e introducir en una base de datos (preferiblemente informatizada) toda transmisión detectada.

4.2.3 Mediciones en bandas por encima de 30 MHz

4.2.3.1 Medición de la ocupación del canal de frecuencias

La información relativa a los usuarios con licencia que se recopila de bases de datos de gestión de frecuencias solamente indica que está autorizada la utilización de una frecuencia, sin embargo no siempre proporciona información adecuada sobre la utilización real de dicha frecuencia. Debido al gran volumen de datos que debe producirse, los equipos de comprobación no sólo deben efectuar las mediciones de manera automática sino que también deben ser capaces de procesar los resultados de manera que resulte una información manejable.

4.2.3.2 Principios de muestreo

En la Figura. 4.29 se representa una señal de intensidad variable típica con el umbral indicado. Los instantes de muestreo y las muestras que registran el estado de «ocupado». En este ejemplo 21 de los 44 periodos de muestreo quedaron ocupados, lo que supuso una tasa de ocupación del 48%. Estos datos pueden resumirse para intervalos de 1, 5 ó 15 min, como se prefiera.

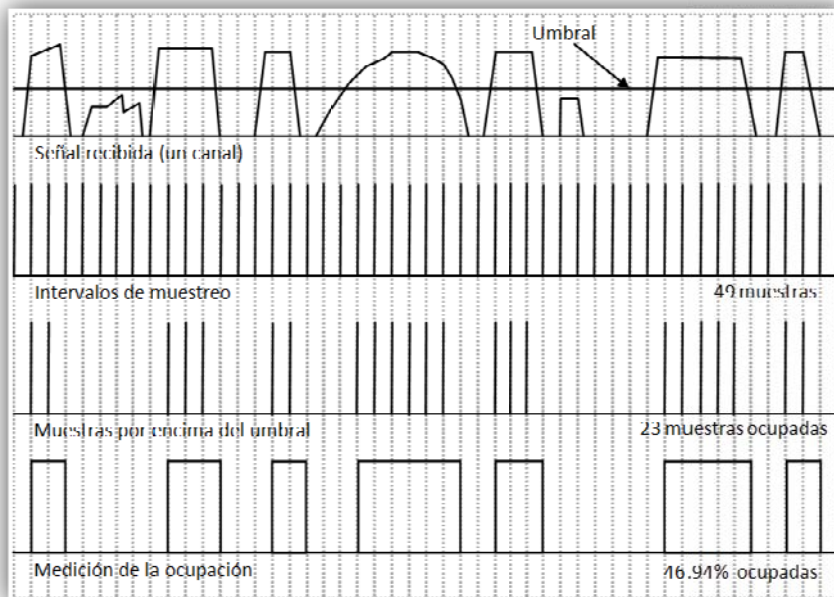


Figura 4.29. Señal de intensidad variable típica.

La técnica de muestreo proporciona normalmente una buena estimación de la ocupación de canal siempre que se tome el número suficiente de muestras para obtener resultados significativos desde el punto de vista estadístico. En la Tabla 4.1, extraída de la Recomendación UIT-R SM.182-4, se indica el número de muestras necesarias para que los resultados presenten un grado de confianza razonable.

Para conseguir una cierta precisión con un determinado nivel de confianza, es necesario un número de muestras mínimo. Si la ocupación del canal es del 100%, sólo se requieren unas pocas muestras para determinarlo con una buena precisión. Con un nivel de ocupación bajo, se necesita un gran número de muestras para conseguir la misma precisión y grado de confianza. Afortunadamente, desde el punto de vista de gestión del espectro, la medición precisa de ocupaciones de nivel bajo no tiene un carácter tan crítico.

Ocupación (%)	Nº de muestras independientes requeridas	Nº de muestras dependientes requeridas	Horas requeridas de muestreo dependiente (intervalos de 4s)
6.67	5850	18166	20.18
10	3900	12120	13.47
15	2600	8080	8.98
20	1950	6060	6.73
30	1300	4040	4.49
40	975	3030	3.37
50	780	2424	2.69
60	650	2020	2.24
70	557	1731	1.92
80	488	1515	1.68
90	433	1346	1.49
100	390	1212	1.35

Tabla 4.1. Número de muestras dependientes e independientes para conseguir una precisión relativa del 10% y un nivel de confianza del 95% para diversos porcentajes de ocupación.

4.2.3.3 Parámetros del sistema

Existe una estrecha relación entre tiempo de observación, número de canales, longitud media de transmisión y duración de la comprobación. El tiempo entre dos mediciones consecutivas es función del tiempo de observación y del número de canales

Tiempo entre mediciones = (tiempo de observación por canal) × (número de canales)

Para este tipo de mediciones el tiempo entre medidas debe ser (mucho) más corto que la longitud media de la transmisión. Para mantener un tiempo entre medidas consecutivas razonablemente corto con un equipo relativamente lento debe reducirse el número de canales a medir.

El sistema de comprobación debe realizar la exploración a una velocidad aceptable para detectar transmisiones cortas individuales a fin de obtener información con una precisión y confianza que sean conformes con la Recomendación UIT-R SM.182, tal como se menciona en el § 4.2.3.2.

Duración de la Comprobación: El tiempo durante el cual un sistema de comprobación técnica necesita medir los canales almacenados depende de una combinación de:

- El tiempo entre medidas consecutivas.
- La longitud típica de la transmisión.
- La precisión deseada.

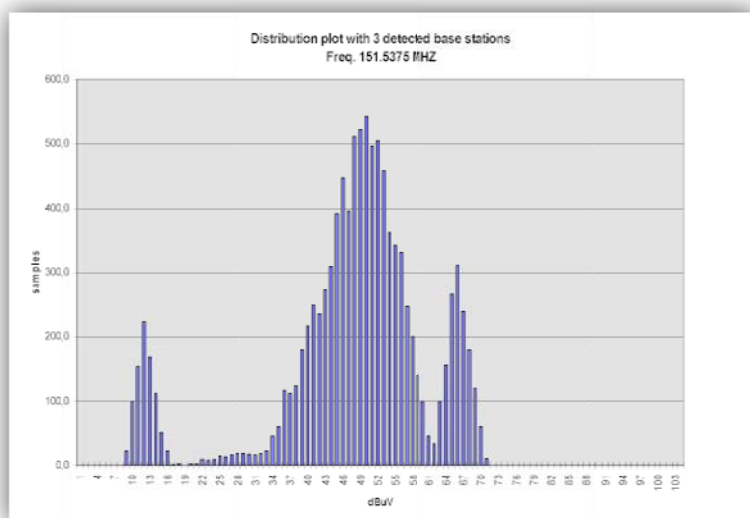
Resolución de las Mediciones: En la inmensa mayoría de los casos, los resúmenes sobre ocupación realizados cada 15 min son adecuados y suponen un buen

compromiso entre resolución de resultados y espacio en disco. El software de comprobación técnica debería ser capaz de producir información de ocupación para las resoluciones elegidas.

Limitaciones de la Comprobación Técnica: Aunque sea previsible obtener resultados de ocupación precisos, es conveniente tener en cuenta las limitaciones asociadas con la supervisión automática de la ocupación y las zonas en las que pueden producirse imprecisiones en las mediciones.

Señales no Deseadas: La mayoría de los sistemas automáticos de comprobación de la ocupación utilizan un nivel umbral para determinar cuándo está ocupada una frecuencia. Aunque el propósito evidente es registrar la actividad de las señales deseadas, la comprobación automática simple no puede discriminar entre emisiones deseadas e indeseadas. Ambos tipos de emisiones se tratan como una ocupación legítima del canal. Las señales indeseadas pueden ser originadas por cualquiera de las fuentes siguientes:

- Transmisiones no autorizadas.
- Usuarios de elevado nivel del canal adyacente.
- Emisiones no esenciales y fuera de banda de transmisores.
- Interferencia producida por el hombre (por ejemplo, motores eléctricos).
- Condiciones de propagación reforzadas debido a condiciones meteorológicas o ambientales.
- Usuarios cocanal en una ubicación distante.



- **Figura 4.30.** Ejemplo de representación gráfica de la distribución de niveles de señal.

Información Adicional sobre Usuarios Específicos: El procesamiento estadístico de la intensidad de campo medida proporciona mucha información. En primer lugar, una representación gráfica de la distribución proporciona información acerca del número de estaciones base a la frecuencia de medición (véase la Figura. 4.30).

También permite distinguir entre ocupación causada por la estación base y ocupación causada por los usuarios móviles. Cuanta más información se deba recopilar, más tiempo deberán dedicar los sistemas a realizar mediciones.

4.3 Análisis de Parámetros Técnicos para el Monitoreo de Frecuencias del Espectro

4.3.1 Medición de frecuencias

Prácticamente todas las mediciones de frecuencia efectuadas en las estaciones de comprobación técnica se hacen a distancia con ayuda de receptores. Las mediciones de frecuencia significan normalmente establecer una comparación entre una frecuencia desconocida y una frecuencia conocida (frecuencia de referencia).

4.3.2 Medición de intensidad de campo

Las intensidades de campo se miden utilizando antenas con factores de antena conocidos. El factor de antena K_e de una antena receptora es la intensidad de campo eléctrico E de una onda plana dividido por la tensión de salida V_o de la antena para su resistencia de carga nominal (que normalmente es 50Ω).

$$K_e = \frac{E}{V_o}$$

Frecuentemente, en lugar del factor de antena, se da la ganancia de la antena en relación con la antena isótropa. La relación entre la ganancia isótropa G y el factor de antena K_e se obtiene mediante la ecuación siguiente:

$$K_e = \frac{1}{\lambda\sqrt{G}} \sqrt{\frac{4\pi Z_0}{R_N}} = \frac{9.73}{\lambda\sqrt{G}} = \frac{f/\text{Mhz}}{30.81\sqrt{G}} \quad \text{donde } Z_0 = 377\Omega \text{ y } R_N = 50\Omega$$

Como los valores de tensión e intensidad de campo normalmente se miden como niveles en $\text{dB}(\mu\text{V})$ y $\text{dB}(\mu\text{V}/\text{m})$, los factores de antena también se utilizan en su forma logarítmica:

donde:

$$K_e = 20\log K_e \text{ y } g = 10 \log G$$

el factor de antena k_e viene dado en $\text{dB}(\text{m}^{-1})$ como:

$$k_e = -29.77 \text{ dB} - g + 20 \log (f \text{ MHz})$$

por consiguiente, el nivel de intensidad de campo e puede medirse a partir del nivel de tensión de salida de antena v_o mediante la siguiente relación:

$$e/\text{dB}(\mu\text{V}/\text{m}) = v_o/\text{dB}(\mu\text{V}) + k_e/\text{dB}(\text{m}^{-1})$$

4.3.3 Medición del Ancho de banda

«anchura de banda ocupada: Anchura de la banda de frecuencias tal que, por debajo de su frecuencia límite inferior y por encima de su frecuencia límite superior, se emitan potencias medias iguales cada una a un porcentaje especificado, $\beta/2$, de la potencia media total de una emisión dada.

Salvo que en una Recomendación UIT-R se especifique otra cosa, para la clase de emisión considerada, se tomará un valor $\beta/2$ igual a 0,5%. En la Figura. 4.31 se representa conceptualmente esta definición.

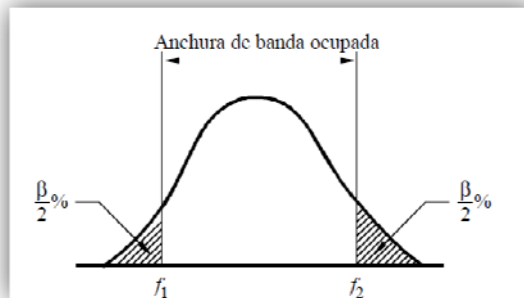


Figura. 4.31. Definición de anchura de banda ocupada tal como se formula en el número 1.153 del RR.

En la Recomendación UIT-R SM.328 se incluye la definición adicional siguiente:

«Anchura de banda entre puntos a x -dB: anchura de una banda de frecuencias fuera de cuyos límites inferior y superior, las componentes del espectro discreto o la densidad de potencia del espectro continuo son inferiores en por lo menos x -dB con relación a un nivel predeterminado de referencia de 0 dB».

La Recomendación UIT-R SM.443 recomienda que las estaciones de comprobación técnica adopten, con carácter provisional, un método de estimación de la anchura de banda consistente en medir la anchura de banda a 26 dB

4.3.4 Medición de la Modulación

Si una onda portadora (véase la Figura. 4.32a)) se modula en amplitud por una oscilación sinusoidal (un tono), se obtiene otra onda como la representada en la Figura. 4.32b). Por consiguiente, la amplitud de la onda varía de acuerdo con la señal sinusoidal moduladora que se corresponde con la envolvente de la onda portadora. Si la amplitud de la señal moduladora aumenta, la variación en amplitud de la onda modulada aumentará también hasta la supresión instantánea de la envolvente, como se muestra en la Fig. 4.32c). Si la amplitud de la señal moduladora aumenta todavía más, el valor máximo de la amplitud de la onda también aumentará pero se producirá una interrupción de la onda durante un breve intervalo de tiempo, como se muestra en la Figura. 4.32d).

Si la amplitud máxima de la onda modulada es E_{max} y la amplitud mínima de la envolvente es E_{min} , la *profundidad de modulación*, m , viene dada por:

$$m = \frac{E_{max} - E_{min}}{E_{max} + E_{min}} \text{ o expresado como un porcentaje: } m(\%) = \frac{E_{max} - E_{min}}{E_{max} + E_{min}} \times 100 \quad (4-1)$$

En consecuencia, la profundidad de modulación se expresará mediante un número comprendido entre 0 y 1 o como un porcentaje entre 0 y 100%.

Se produce sobremodulación si $E_{min} < 0$. Como puede observarse en la Figura. 4.32 d), el porcentaje de sobremodulación no puede medirse de acuerdo con la ecuación (4-1) si sólo se dispone de la señal sobremodulada, pues no puede determinarse el valor E_{min} . Por consiguiente, se utilizan otras definiciones para m relacionadas con el valor medio de la tensión E_c . Estas definiciones dan los mismos valores que la ecuación (4-1) para ondas de modulación sinusoidal, pero con la ventaja de que quedan definidas la simetría y la sobremodulación.

Con E_{max} y E_c se obtiene:

$$m + (\%) = \frac{E_{max} - E_c}{E_c} \times 100$$

Con E_{min} y E_c se obtiene:

$$m - (\%) = \frac{E_c - E_{min}}{E_c} \times 100$$

Considerando E_{max} , E_{min} y E_c puede obtenerse:

$$m \pm (\%) = \frac{E_{max} - E_{min}}{2E_c} \times 100$$

Con $m^+ = m^- = m \pm$, la modulación puede considerarse simétrica; es decir, el valor de la amplitud de la portadora (E_c) no cambia por la modulación, y el porcentaje de modulación es $<100\%$ en cualquier caso. No se produce entonces sobremodulación alguna. La modulación se denomina no simétrica si: $m^+ \neq m^- \neq m \pm$. Las posibles razones son las faltas de linealidad en el transmisor (por ejemplo, saturación a niveles elevados) o la sobremodulación. En este último caso, m^+ es $>100\%$. Como E_{\max} y E_c son cantidades bien definidas y pueden medirse con facilidad, es posible indicar la sobremodulación en porcentaje midiendo únicamente la señal modulada.

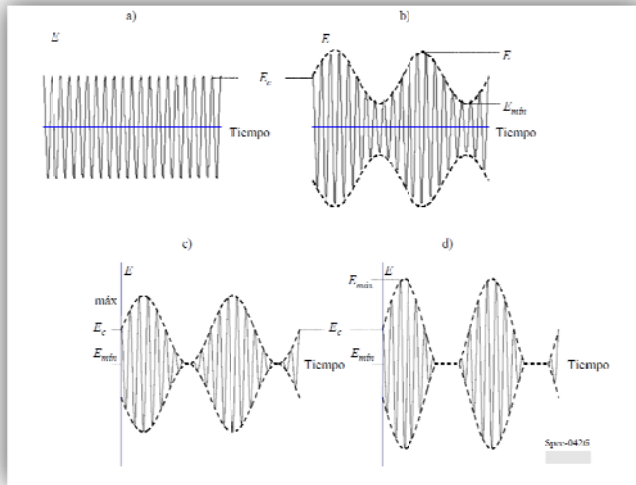


Figura 4.32. Presentación en el dominio del tiempo de la señal modulada en amplitud.

4.3.5 Medición de la desviación de frecuencia y de fase

Desviación en radiodifusión con modulación de frecuencia

Todas las componentes de la señal contribuyen a la desviación total. La suma de todas estas componentes puede depender de la fase entre ellas. La máxima desviación se produce cuando todas las componentes están en fase.

Para evitar que se incumpla la relación de protección establecida en la Recomendación UIT-R BS.412, la desviación máxima no debe superar 75 KHz. Esta desviación debe medirse de conformidad con la Recomendación UIT-R SM.1268, es decir, el valor máximo medido de la desviación en un periodo de 50 ms. Para incluir las variaciones en la desviación causadas por las componentes más elevadas en la señal múltiplex, la velocidad muestral debe ser al menos de 200 KHz.

4.4 Análisis de Parámetros Técnicos para la Investigación de Interferencias.

4.4.1 Productos de intermodulación y armónicos

En un dispositivo no lineal como el amplificador de salida de un transmisor se producen armónicos, que son múltiplos enteros de una frecuencia fundamental. Los armónicos de un transmisor son salidas no esenciales y no deseadas, posible causa de interferencias.

Los productos de intermodulación (IMP) se producen en un dispositivo no lineal cuando dos (o más) señales interactúan y generan una señal no deseada. Un IMP no deseado puede causar interferencia cuando se encuentra:

- En la frecuencia sintonizada de un receptor o cerca de ésta.
- En cualquier otra frecuencia a la cual sea sensible el receptor, como la frecuencia intermedia de un receptor superheterodino.

Los IMP pueden ser producidos en los transmisores o en los amplificadores de salida multicanal (y radiados). También pueden ser producidos en los amplificadores distribuidores, o en la entrada de los receptores y etapas de FI. Es importante que, al resolver los casos de interferencia, el operador de una estación de comprobación técnica sea capaz de determinar si se está midiendo una señal legítima, un IMP o un armónico.

4.5 Análisis de Parámetros Técnicos Utilizados para la Verificación de Contratos.

La Superintendencia de Telecomunicaciones como Organismo Técnico, controla que los servicios de telecomunicaciones que se presten se sujeten al ordenamiento jurídico y atiendan al interés general, para lo cual realiza la verificación de contratos de tal manera que cada concesionario opere de acuerdo a lo autorizado y bajo los preceptos de las Leyes y Reglamentos de Telecomunicaciones, Radiodifusión y Televisión.

Los parámetros técnicos que se evalúan mediante la comprobación técnica automática, semiautomática y manual básicamente son la intensidad de campo, el ancho de banda, y la modulación. Dentro del monitoreo manual, se realiza la comprobación auditiva para poder identificar las emisiones y el contenido de las mismas.

En base a lo establecido en el REGLAMENTO GENERAL A LA LEY DE RADIODIFUSIÓN Y TELEVISIÓN las infracciones sancionadas por la SUPERTEL se clasifican en infracciones de carácter técnico y administrativo y están agrupadas en cinco clases, un resumen de las infracciones técnicas se muestran en la Tabla 4.2.

Clase	Descripción
CLASE I	Instalar la estación sin los dispositivos de seguridad humana y señalización.
	Instalar transmisores de la estación matriz y repetidoras sin los correspondientes instrumentos de medida debidamente identificados.
CLASE II	Impedir el ingreso a las instalaciones de la estación a funcionarios de la Superintendencia de Telecomunicaciones, para la realización de inspecciones.
	Realizar emisiones de prueba de la estación sin autorización de la Superintendencia de Telecomunicaciones.
	Instalar los estudios de una estación fuera del área de servicio autorizada para el transmisor.
	Utilizar la subportadora residual de estaciones en frecuencia modulada sin autorización de la Superintendencia de Telecomunicaciones.
	Señalar en forma escrita o verbal características técnicas diferentes a las autorizadas por la Superintendencia de Telecomunicaciones.
	Incumplir la obligación de solucionar las causas de interferencia que ocasionare a otras estaciones.
	Realizar cambios de carácter técnico que afecten en forma esencial las características de la emisión.
CLASE III	Operar con características diferentes a las autorizadas por la Superintendencia de Telecomunicaciones.
	Cambiar de ubicación los transmisores o repetidoras sin autorización de la Superintendencia de Telecomunicaciones.
	Instalar y operar un transmisor adicional en un lugar distinto al autorizado.
	Instalar un estudio adicional al principal en una zona distinta del área de cobertura autorizada.
CLASE V	Incumplir las disposiciones de la Superintendencia de Telecomunicaciones que tengan por objeto resolver problemas de interferencia o mejorar el servicio de radiodifusión y televisión.
	Suspender las emisiones de una estación por más de 180 días consecutivos, sin autorización de la Superintendencia de Telecomunicaciones.
	Cambiar de lugar de operación la estación de servicio público comunal, sin la correspondiente autorización del CONARTEL.
	Transmitir en forma permanente la señal de una estación extranjera, con el fin de justificar su funcionamiento.

Tabla 4.2. *Infracciones técnicas y administrativas de acuerdo al Reglamento General a la Ley de Radiodifusión y Televisión.*

La Tabla 4.3 muestra las infracciones consideradas en la LEY ESPECIAL DE TELECOMUNICACIONES.

Tipo	Descripción
Infracciones	El ejercicio de actividades o la prestación de servicios sin la correspondiente concesión o autorización, así como la utilización de frecuencias radioeléctricas sin permiso o en forma distinta de la permitida
	El ejercicio de actividades o la prestación de servicios que no correspondan al objeto o al contenido de las concesiones o autorizaciones;
	La conexión de otras redes a la red de telecomunicaciones sin autorización o en forma distinta a la autorizada.
	La instalación, la utilización o la conexión a la red de telecomunicaciones de equipos que no se ajusten a las normas correspondientes.
	La producción de daños a la red de telecomunicaciones como consecuencia de conexiones o instalaciones no autorizadas.
	La importación, fabricación, distribución, venta o exposición para la venta de equipos o aparatos que no dispongan de los certificados de homologación y de cumplimiento de las especificaciones técnicas que se establezcan en los Reglamentos.
	La competencia desleal en la prestación de los servicios de telecomunicaciones.
	Cualquiera otra forma de incumplimiento o violación de las disposiciones legales, reglamentarias o contractuales en materia de telecomunicaciones.
Infracciones graves	La conducta culposa o negligente que ocasione daños, interferencias o perturbaciones en la red de telecomunicaciones en cualquiera de sus elementos o en su funcionamiento.
	La alteración o manipulación de las características técnicas de los equipos, aparatos o de terminales homologados o la de sus marcas, etiquetas o signos de identificación.
	La producción deliberada de interferencias definidas como perjudiciales en el Convenio Internacional de Telecomunicaciones.

Tabla 4.3. *Infracciones de acuerdo Ley Especial de Telecomunicaciones.*

PARTE III

Descubrimiento del Conocimiento

CAPITULO 5: CREACIÓN DEL CONJUNTO DE DATOS PARA EL CONTROL DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO

5.1 Objetivos y Requerimientos para el Control del Espectro

El espectro radioeléctrico puede describirse como un conjunto de frecuencias que pueden ser empleadas para emitir ondas radioeléctricas que permitan transportar información.

Una de las principales características del espectro es que se trata de un medio finito, pues existe una cantidad limitada de bandas de frecuencias que pueden ser empleadas para los diferentes servicios de telecomunicaciones, lo que demuestra la necesidad de realizar un control eficiente de este recurso considerado propiedad inalienable, imprescriptible e inembargable del Estado, de acuerdo al Artículo 408 de la Constitución de la República del Ecuador 2008.

Para realizar un adecuado control del espectro radioeléctrico se requiere, como se dijo en los capítulos anteriores, sistemas de comprobación técnica que permitan evaluar las características de las emisiones y determinar la ocupación del espectro. Para esto la Intendencia Regional Sur cuenta con el sistema de comprobación técnica R&S que tomará mediciones automáticas desde su nuevo emplazamiento. Además se cuenta con el sistema portátil TES AMERCA empleado para realizar monitoreos en diferentes ubicaciones de la región sur controladas por la IRS.

Los resultados de la comprobación técnica automática, semiautomática y manual que se efectúan diariamente, requieren ser, almacenados, procesados y analizados para que representen información válida para realizar un control efectivo del espectro, es por esto que surge la necesidad de contar con un Mapa de Control del Espectro Radioeléctrico, es decir un sistema que permita integrar la información de los monitoreos y mediciones realizadas con los sistemas ARGUS, TES AMERICA y observaciones manuales.

Para contar con un sistema integrado que contenga la información de los dos sistemas de comprobación técnica y del monitoreo manual, y que además sea de fácil acceso; se requiere implementar una arquitectura adecuada sobre una base de datos sólida, que tenga la capacidad de manejar y procesar grandes volúmenes de datos proporcionados por el sistema R&S para integrarlos con los resultados de del sistema TES AMERICA

y monitoreo manual. Los objetivos puntuales que se requieren para elaborar el Mapa para el control del Espectro son:

- Elaborar un plan de mediciones automáticas que contenga las especificaciones técnicas de configuración del sistema R&S ARGUS – IT, de acuerdo al Plan Nacional de Frecuencias y a los reglamentos correspondientes.
- Implementar la plataforma de software sobre la cual residirá el sistema “Mapa de Control del Espectro Radioeléctrico”, que albergará la información de las mediciones y los resultados de los procesamientos, así como también la información de los concesiones de frecuencias para los servicios de radiocomunicaciones, radiodifusión y televisión.
- Implementar los mecanismos e interfaces de carga y almacenamiento de los datos de las mediciones y monitoreos realizados con el sistema R&S ARGUS, TESAMERICA y observaciones manuales.
- Realizar el tratamiento, procesamiento y análisis de los datos de monitoreos y mediciones obtenidos de la comprobación técnica automática realizada con el sistema R&S ARGUS.
- Integrar los datos procesados del sistema R&S ARGUS, con los resultados de las mediciones efectuadas con el sistema TES AMERICA y el monitoreo manual para contrastar con los contratos autorizados.
- Construir un modelo de ocupación del espectro basado en los datos de monitoreos y mediciones que presente graficas simplificadas de la ocupación de acuerdo a las recomendaciones de la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones)

5.2 Análisis de las Fuentes de Información de los Equipos de Comprobación Técnica

Antes de crear el almacén de datos para el Mapa de Control del Espectro Radioeléctrico, es necesario realizar un análisis de la información proporcionada por los sistemas de comprobación técnica. Este análisis ayudará a construir el modelo de la base de datos, y determinar los parámetros que serán requeridos para el control del espectro, además, permitirá definir cuales de estos parámetros deben ser tratados y estandarizados para que se puedan integrar con los otros sistemas de comprobación técnica.

5.2.1 Sistema de Comprobación Técnica R&S ARGUS-IT

Como se estableció en el Capítulo 4, el sistema R&S ARGUS – IT puede realizar mediciones en forma directa y automática. Este equipo es potencialmente utilizado para realizar rastreos de frecuencias de manera automática y detectar la presencia o ausencia de señales mediante barridos del espectro programados de acuerdo a las características propias de cada rango de frecuencias de acuerdo al Plan Nacional de Frecuencias.

5.2.1.1 Rastreo de Rangos de frecuencias

Para el control del espectro radioeléctrico se requiere efectuar escaneos rápidos de frecuencias, estos se realizan mediante la función DSCAN, es decir un escaneo digital para un rango de frecuencias que va desde una frecuencia inicial, a una frecuencia final. La resolución de frecuencia y de tiempo vienen determinadas de acuerdo a la configuración de la medición.

Configuración de Parámetros Técnicos para el Rastreo DSCAN

Dentro de los parámetros de configuración de este tipo de medición se establecen:

- *Frecuencia Inicial*: Frecuencia Inicial del barrido.
- *Frecuencia Final*: Frecuencia Final del barrido.
- *Ancho del Filtro FI*: El filtro de frecuencia Intermedia, aísla perfectamente la señal a demodular ya que es un filtro de alta selectividad en frecuencia, este filtro determinará la resolución de la frecuencia de muestreo para un rastreo DSCAN, los valores del ancho de banda del filtro permitidos por el equipo son: 150 Hz, 300Hz, 600Hz, 1KHz, 1.5KHz, 2.4KHz, 3.4KHz, 3.4KHz, 6KHz, 8KHz, 9KHz, 15KHz, 30KHz, 100KHz, 120KHz, 150KHz, 250KHz, 300KHz. En la Figura 5.1 el filtro se ha establecido en 4KHz.
- *Atenuación FR*: Determina la atenuación de radiofrecuencia, puede ser establecida de 0dB, 30dB, o automático.
- *Modulación*: Determina el tipo de modulación de la señal, puede ser FM, AM, pulso, PM, IQ, ISB, CW, USB, LSB.
- *Modo RF*: Caracteriza a la señal de radiofrecuencia dentro de los grupos: normal, bajo ruido, baja distorsión.
- *Squelch*: El squelch es un valor de umbral en dBuV, sobre el cual se activará una alarma si esta es configurada para la medición.
- *Nivel de Referencia*: Establece un nivel de referencia para las mediciones de intensidad de campo, se establece en dBuV. En la Figura 5.1, este nivel se ha fijado en 100dBuV.

La Figura 5.1 muestra la configuración de los parámetros técnicos necesarios para un rastreo DSCAN.

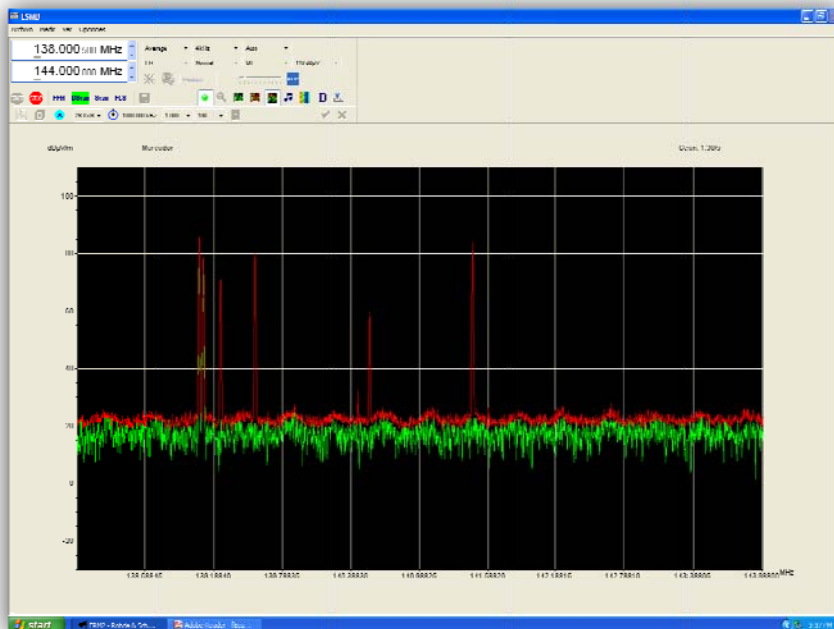


Figura 5.1. Configuración de DSCAN.

La Figura 5.2 muestra la configuración de la medición DGSCAN en donde se definen, los rangos de frecuencias y se establece el tipo de medición.

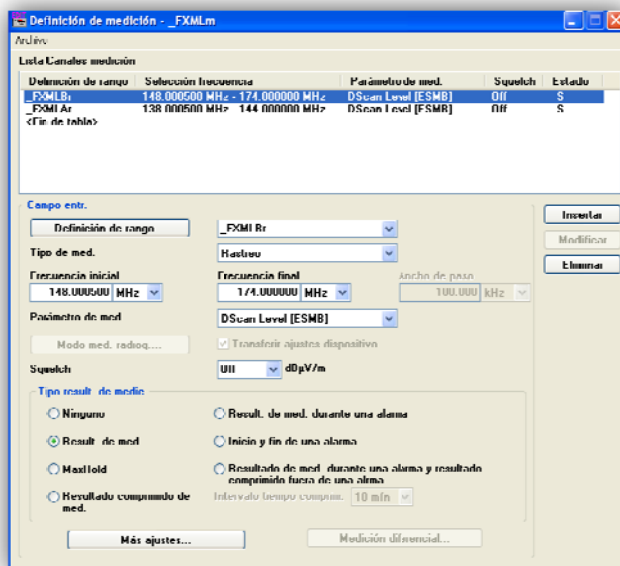


Figura 5.2. Definición de la medición –DSCAN.

La Figura 5.3 muestra la definición del horario de medición y el intervalo de tiempo, es decir el periodo de tiempo que existirá entre cada barrido.

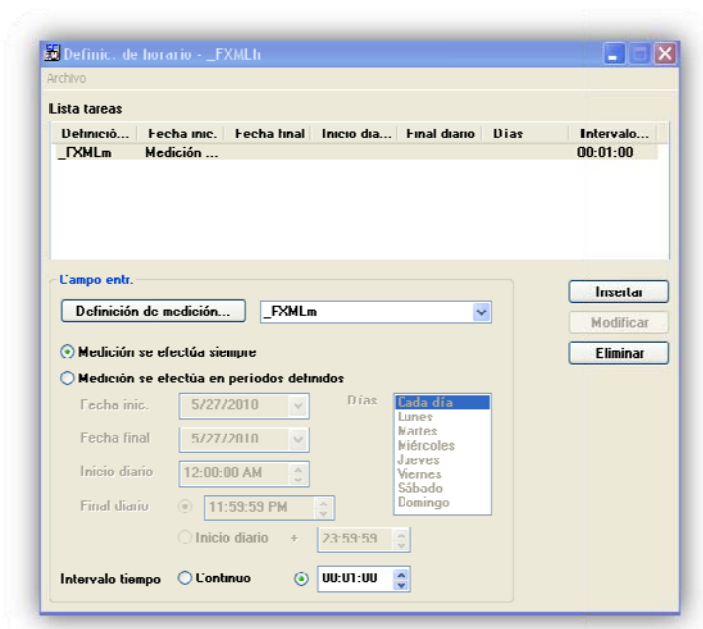


Figura 5.3. Definición del horario – DSCAN.

Forma de Recepción y Captura de las Señales para el Rastreo DSCAN

El receptor del sistema R&S ARGUS, es del tipo superheterodino, el cual toma la señal de entrada y la traslada a una frecuencia intermedia FI más alta por medio de un oscilador local interno, senoidal y sintonizable. Es decir, a lo largo de cada barrido se desplaza el espectro de la señal de entrada a la frecuencia FI, que es la frecuencia central de la banda de paso del amplificador sintonizado a la frecuencia FI. La salida del amplificador de FI se mezcla con un oscilador. Esta información se filtra, por medio de un filtro activo, y la salida es rectificadora y amplificada por un circuito denominado de medición.

Como resultado se obtiene la intensidad de campo eléctrico de la señal.

La resolución del rastreo viene determinada por el ancho de banda del filtro de FI. Sería deseable que el ancho de banda fuese prácticamente nulo para extraer cada componente de frecuencia de la señal, pero esto es imposible. Debido a esto, si la separación en frecuencia de dos señales es menor que el ancho de banda del filtro FI utilizado en el analizador de espectros nos muestra un único armónico de la intensidad de campo que representa la suma de las intensidades de las dos señales. La Figura 5.4 muestra el diagrama de bloques del proceso de funcionamiento del receptor.

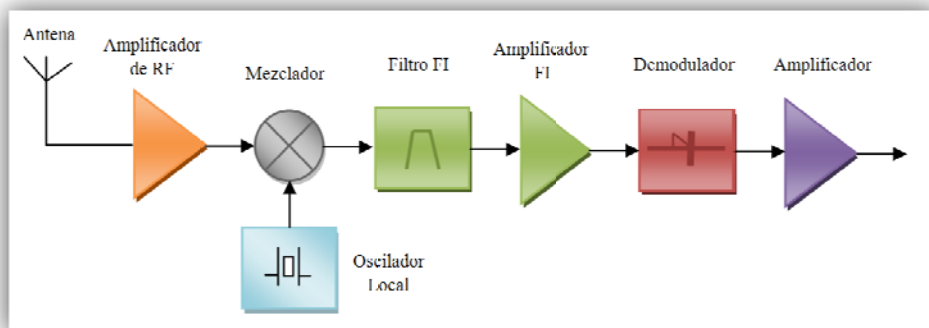


Figura 5.4. Diagrama de bloques del receptor ARGUS – IT.

La resolución de frecuencia dentro del rastreo efectuado por DSCAN viene dado por el ancho de banda del filtro FI, es decir, si el filtro FI se ha establecido a 100KHz, la frecuencia de muestreo será cada 50KHz.

La resolución de tiempo dependerá de la configuración del horario de la medición, si se establecen intervalos para efectuar el muestreo, cada barrido se efectuará de acuerdo a este periodo de tiempo establecido en el intervalo; sin embargo si la medición se efectúa de manera continua, existirá un intervalo de tiempo entre cada barrido, el mismo que dependerá del número de tareas que se encuentre efectuando el equipo, del tiempo de establecimiento del receptor en cada frecuencia del rango programado, del retardo de procesamiento de la unidad de medición, del retardo existente por el almacenamiento y envío de los datos a la unidad de control, además del número de muestras que se toman en cada barrido. Comúnmente un barrido continuo puede tardar decimas de segundo en volver a tomar una muestra para una misma frecuencia perteneciente a un rango de barrido.

Un rastreo continuo capturaré todas las emisiones que se presenten en un periodo de tiempo; este tipo de monitoreo es indispensable para determinar la ocupación de rangos de frecuencias con servicios de radiocomunicaciones, en los cuales la presencia de una señal puede durar unos pocos segundos. Si bien es indispensable realizar un rastreo continuo para el control de este tipo de servicios, los resultados proporcionados por el equipo de comprobación técnica son de magnitudes muy grandes, que no representan ninguna información mas que miles y millones de numeros sobre un archivo plano. Estos datos requieren un procesamiento indispensable para determinar la precencia de señales a lo largo del tiempo.

Resultados de los Rastros de Frecuencias

Los resultados del rastreo de frecuencias mediante DSCAN, se presentan en un formato plano, y bajo código propietario de manera que solo pueden ser accedidos mediante la herramienta “Navegador” del software de la unidad de control R&S

ARGUS-IT. A continuación se muestra un fragmento muy corto de un rastreo de frecuencias continuo; el cual presenta la fecha, la hora, la frecuencia y la intensidad de campo para cada muestra de la medición.

Tiempo Fecha + Hora	Frecuencia MHz	Level dBμV/m	
5/27/2010 12:08:50.493	138.000500	13.3	
5/27/2010 12:08:50.493	138.002500	16.8	
5/27/2010 12:08:50.493	138.004500	21.8	
5/27/2010 12:08:50.493	138.006500	21.3	
5/27/2010 12:08:50.493	138.008500	20.3	
5/27/2010 12:08:50.493	138.010500	19.3	
5/27/2010 12:08:50.493	138.012500	11.3	
5/27/2010 12:08:50.493	138.014500	2.3	
5/27/2010 12:08:50.493	138.016500	7.3	
5/27/2010 12:08:50.493	138.018500	17.3	
...			
5/27/2010 12:08:53.017	143.990500	18.3	
5/27/2010 12:08:53.017	143.992500	16.3	
5/27/2010 12:08:53.017	143.994500	16.8	
5/27/2010 12:08:53.017	143.996500	17.3	
5/27/2010 12:08:53.017	143.998500	15.8	
5/27/2010 12:08:55.531	138.000500	13.3	
5/27/2010 12:08:55.531	138.002500	14.8	
5/27/2010 12:08:55.531	138.004500	13.3	
5/27/2010 12:08:55.531	138.006500	14.8	
5/27/2010 12:08:55.531	138.008500	16.8	
...			
5/27/2010 12:10:26.031	143.992500	19.3	
5/27/2010 12:10:26.031	143.994500	20.8	
5/27/2010 12:10:26.031	143.996500	18.8	
5/27/2010 12:10:26.031	143.998500	17.3	

De los datos anteriores se deduce, que la medición de rastreo de frecuencias tuvo una duración aproximada de 2.5 minutos, la resolución de tiempo es de 2.5 segundos aproximadamente y la resolución de frecuencia es de 2KHz, para un rango de frecuencias de 138.0005MHz a 144MHz, con un filtro FI establecido en KHz

Estos archivos de mediciones de rastreos de frecuencias continuos llegan a ser de gran tamaño, alcanzando fácilmente los MB e incluso GB dependiendo de la duración de la medición, el rango de frecuencias, la resolución de tiempo y la resolución de frecuencia de las muestras de la medición.

5.2.1.2 Mediciones de Listas de Frecuencias

Las mediciones de listas de frecuencias no pretenden realizar un monitoreo del espectro para detectar la presencia de señales no autorizadas, sino que mas bien, éstas están orientadas a realizar mediciones de intensidad de campo y ancho de banda para una lista de frecuencias conocida, que puede ser determinada en base a los contratos de concesión autorizados.

Configuración de Parámetros Técnicos para las Mediciones de Listas de Frecuencias.

La configuración de parámetros técnicos para este tipo de medición son iguales a los establecidos en el modo de medición anterior, excepto la definición del rango de frecuencias, que en este caso se reduce a la elección de una lista de frecuencias. La interfaz de configuración se muestra en la Figura 5.5.

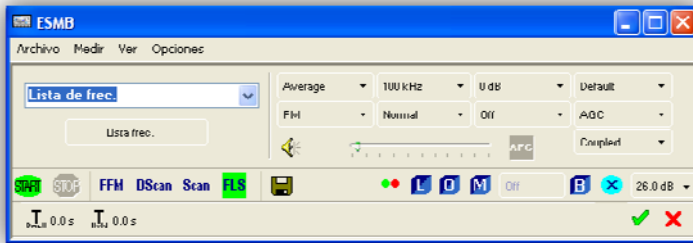


Figura 5.5 Configuración de FLS.

La Figura 5.6 muestra la definición de la medición en donde se han establecido como parámetros a medir, el nivel de intensidad de campo y el ancho de banda para la lista de frecuencias denominada “Lista de frec”.

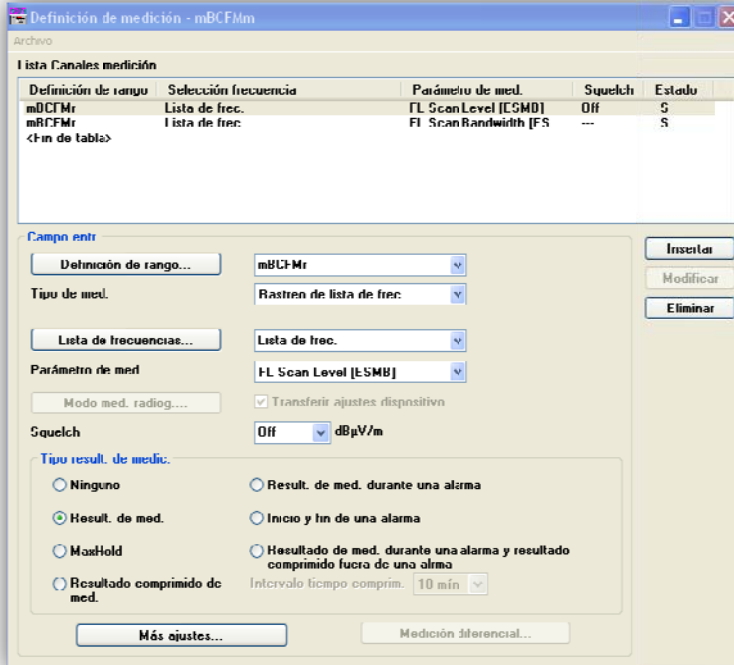


Figura 5.6. Definición de la medición – FLS.

Forma de Recepción y Captura de las Señales para el Rastreo DSCAN

El receptor del sistema R&S ARGUS, realiza un recorrido de la lista de frecuencias tomando las intensidades de campo y el ancho de banda para cada frecuencia que forme parte de la lista. La resolución de tiempo viene dada por el intervalo escogido en la configuración del horario de la medición, del mismo modo si la medición ha sido establecida para efectuarse de manera continua, esta resolución vendrá dada por el número de tareas que el equipo esté efectuando en ese momento, es decir los retardos propios del tiempo de establecimiento y transferencia de los datos. La resolución de frecuencia viene dada por cada valor que conforme la lista.

Resultados de las Mediciones de Listas de Frecuencias

Los resultados de las mediciones de listas de frecuencias FLS, se presentan en un formato plano, y bajo código propietario de manera que solo pueden ser accedidos mediante la herramienta “Navegador” del software de la unidad de control R&S ARGUS-IT. A continuación se muestra un fragmento de una medición FLS, la cual presenta la fecha, la hora, la frecuencia, la intensidad de campo y el ancho de banda para cada muestra de la medición.

Fecha + Hora	FrecuenciaLevel MHz	Bandwidth dBμV	Hz
5/3/2010 16:31:49.829	88.500000	65.4	97250
5/3/2010 16:31:49.829	88.900000	77.9	64375
5/3/2010 16:31:49.829	89.300000	38.9	113000
5/3/2010 16:31:49.829	89.700000	76.1	112000
5/3/2010 16:31:49.829	90.100000	73.8	111500
5/3/2010 16:31:49.829	90.500000	73.6	115750
5/3/2010 16:31:49.829	90.900000	47.5	106875
5/3/2010 16:31:49.829	91.300000	72.9	94625
5/3/2010 16:31:49.829	91.700000	26.3	114375
5/3/2010 16:31:49.829	92.100000	64.3	115625
5/3/2010 16:31:49.829	92.500000	71.1	112750
5/3/2010 16:31:49.829	92.900000	26.3	116750
5/3/2010 16:31:49.829	93.300000	78.4	105375
5/3/2010 16:31:49.829	93.700000	76.5	113375
5/3/2010 16:31:49.829	94.100000	78.1	116000
...			

5.2.1.3 Mediciones de Radiogoniometría

Las mediciones radiogoniométricas se realizan para determinar la ubicación de direcciones, esto es la posición de una fuente de transmisión con respecto al norte. Debido a esto, las mediciones radiogoniométricas no pueden ser programadas para efectuarse de manera automática, y tampoco pueden efectuarse para un rango de frecuencias. Es así que, las mediciones de radiogoniometría se efectúan sobre una frecuencia determinada y en el modo de medición directo.

Configuración de Parámetros Técnicos para las Mediciones de Radiogoniometría

Una medición radiogoniométrica se efectua sobre una frecuencia específica, los parámetros técnicos de configuración son similares a los definidos para el rastreo de frecuencias por lo que no se describen nuevamente. La interfaz de configuración se muestra en la Figura 5.7.

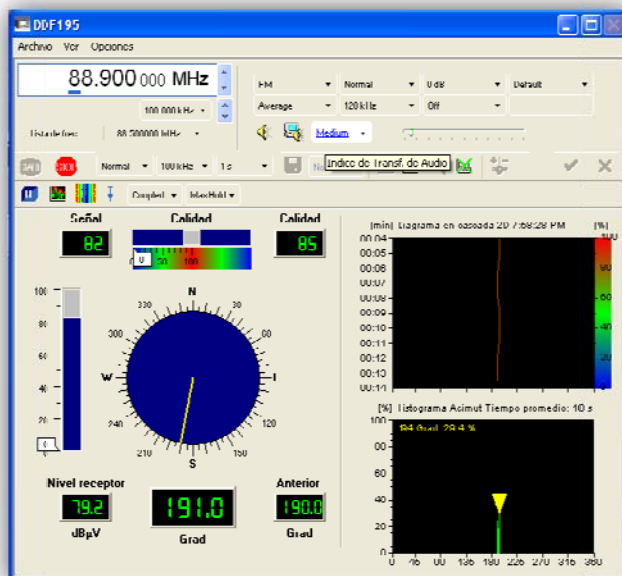


Figura 5.7. Configuración de radiogoniometría.

Resultados de las Mediciones de Radiogoniometría

Los archivos de ubicación de direcciones resultantes del la unidad de medición de radiogoniometría contienen la fecha, hora, frecuencia, intensidad de campo, grados con respecto al norte, calidad de la señal, y las coordenadas geográficas, a continuación se muestra un fragmento de una medición radiogoniométrica.

Tiempo	Frecuencia	Bearing	Quality	Level	Longitud	Latitud	
Fecha + Hora	ERM2	ERM2	ERM2	ERM2	ERM2	ERM2	
	MHz	Grad	Grad	dBµV	Longitud	Latitud	
4/15/2010 14:17:57.043	88.500000	*			*	079°00'07.0"W	02°53'21.7"S
4/15/2010 14:17:57.283	88.500000	169.000	92	66.4	079°00'07.0"W	02°53'21.7"S	
4/15/2010 14:17:57.894	88.500000	170.000	90	65.0	079°00'07.0"W	02°53'21.7"S	
4/15/2010 14:17:58.505	88.500000	169.000	89	65.2	079°00'07.0"W	02°53'21.7"S	
4/15/2010 14:17:59.126	88.500000	167.000	89	64.3	079°00'07.0"W	02°53'21.7"S	
4/15/2010 14:17:59.747	88.500000	171.000	89	65.5	079°00'07.0"W	02°53'21.7"S	
4/15/2010 14:18:00.377	88.500000	174.000	87	64.0	079°00'07.0"W	02°53'21.7"S	
4/15/2010 14:18:00.978	88.500000	172.000	85	64.2	079°00'07.0"W	02°53'21.7"S	
4/15/2010 14:18:01.599	88.500000	173.000	83	64.3	079°00'07.0"W	02°53'21.7"S	
4/15/2010 14:18:02.220	88.500000	170.000	88	63.4	079°00'07.0"W	02°53'21.7"S	
4/15/2010 14:18:02.821	88.500000	166.000	91	63.3	079°00'07.0"W	02°53'21.7"S	

4/15/2010	14:18:03.442	88.500000	169.000	90	63.4	079°00'07.0"W	02°53'21.7"S
4/15/2010	14:18:04.063	88.500000	174.000	86	63.6	079°00'07.0"W	02°53'21.7"S
4/15/2010	14:18:04.664	88.500000	173.000	91	63.5	079°00'07.0"W	02°53'21.7"S
4/15/2010	14:18:05.295	88.500000	170.000	94	65.9	079°00'07.0"W	02°53'21.7"S
4/15/2010	14:18:05.905	88.500000	170.000	92	66.2	079°00'07.0"W	02°53'21.7"S
4/15/2010	14:18:06.516	88.500000	171.000	89	66.3	079°00'07.0"W	02°53'21.7"S
4/15/2010	14:18:07.137	88.500000	173.000	90	64.7	079°00'07.0"W	02°53'21.7"S

...

5.2.2 Sistema de Comprobación Técnica TES AMERICA

El sistema de comprobación técnica TESAMERICA permite la caracterización de las de las señales de una medición y la obtención de reportes resumidos para cada una de las señales caracterizadas. La Figura 5.8 muestra la caracterización de las señales de una medición de Radiodifusión FM, utilizando un maxhold de las muestras tomadas.

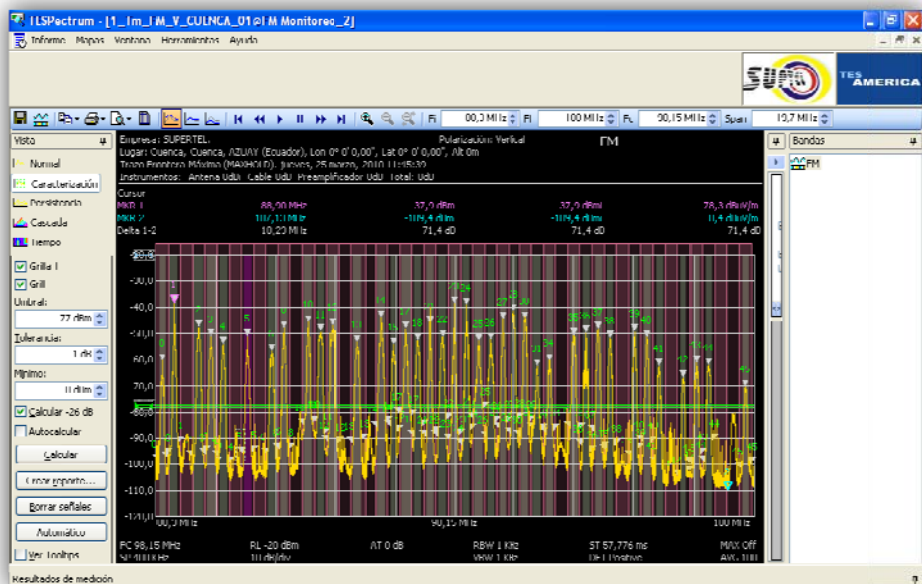


Figura 5.8. Vista de la caracterización de las señales mediante TESPECTRUM.

Es importante destacar que antes de realizar la caracterización de una señal se requiere establecer una canalización adecuada, ya que el reporte generado por TESPECTRUM tomará únicamente las señales que se encuentren dentro de un canal establecido. Además la medición debe ser configurada estableciendo el rango de barrido de frecuencias y el numero de spans. Un span es una vista de un fragmento del espectro medido, es decir una captura “instantánea” para un subrango de la medición, a mayor numero de spans, más pequeños son los subrangos generados para la medición. La Figura 5.9 muestra la interfaz de configuración de la medición, en donde se ha definido un rango de monitoreo de 88.3 a 108 Hz y 50 spans.

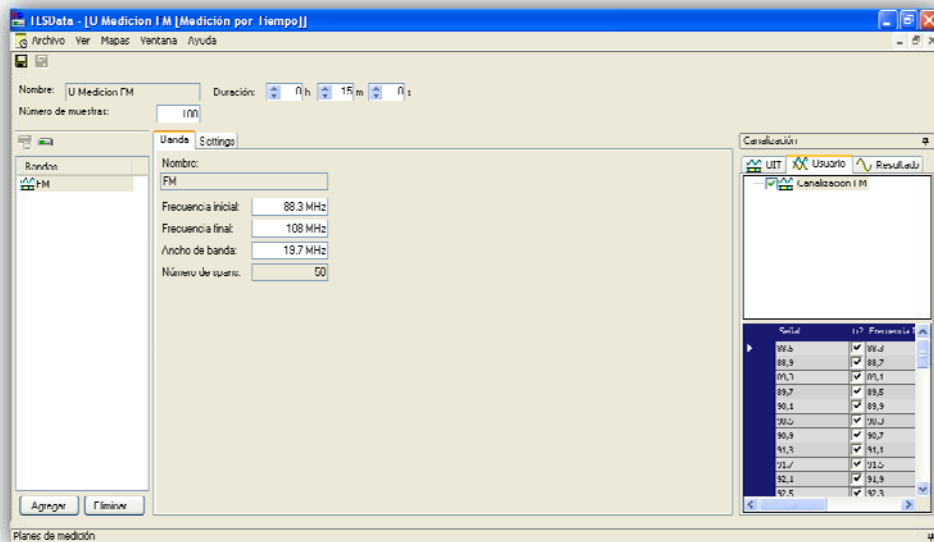


Figura 5.9. Interfaz de configuración de una medición – TES AMERICA.

La Figura 5.10 muestra los parámetros técnicos de configuración de la medición en donde se define la resolución del ancho de banda, el ancho del span, (si modificamos el ancho de span, éste cambiara el numero de spans establecidos en la interfaz anterior, en resumen el Numero de Spans=Ancho de Banda / Span), el tiempo de barrido, el nivel de referencia, la atenuación entre otros.

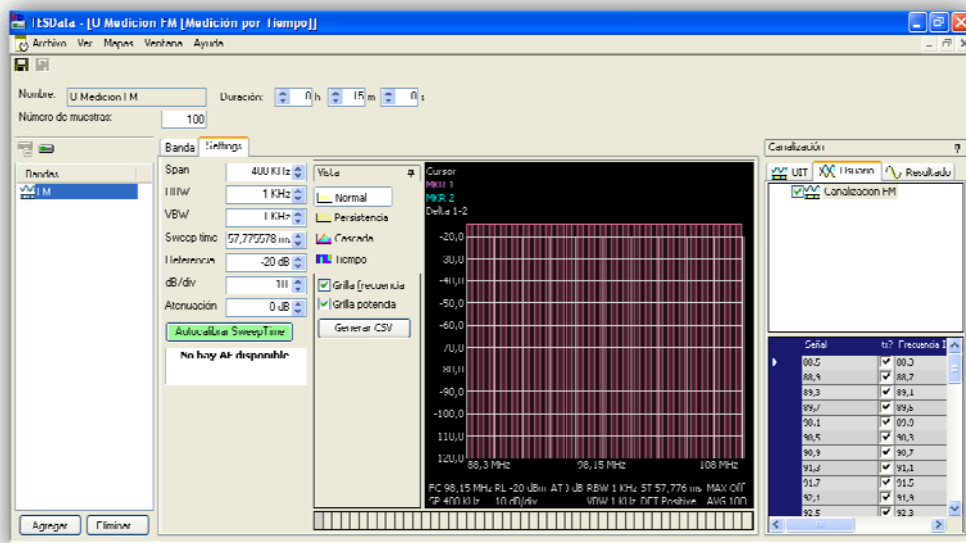


Figura 5.10. Interfaz de configuración y canalización – TES AMERICA.

El software TESPECTRUM genera cinco reportes. El primero de ellos registra los resultados de la medición para las señales caracterizadas; este archivo contiene: la frecuencia inicial y final en MHz de la señal caracterizada, el ancho de banda en MHz, la frecuencia máxima en MHz, la potencia máxima en dBm, la potencia isotrópica máxima en dBmi, la potencia isotrópica normalizada en dB y el campo eléctrico en dBuV/m. Este archivo no es propietario y puede ser accedido mediante una hoja electrónica, un editor de texto, etc. Sin embargo es importante señalar que el registro total de las muestras de las mediciones si se encuentra bajo código propietario y no puede ser accedido de ningún modo. La Tabla 5.1 muestra un fragmento de una medición efectuada con el sistema de comprobación técnica TESAMÉRICA para radiodifusión FM

Frecuencia Inicial (MHz)	Frecuencia Final (MHz)	Ancho de Banda (MHz)	Frecuencia Máxima (MHz)	Potencia Máxima (dBm)	Potencia Isotrópica Máxima (dBmi)	Potencia Isotrópica Normalizada (dB)	Campo Eléctrico (dBV/m)
88,39199	88,59762	0,20563	88,49951	-60,32	-60,32	-37,1891	55,8388187
88,73832	89,00348	0,26516	88,89953	-37,93	-37,93	-13,69497	78,2679906
89,51756	89,83683	0,31927	89,70157	-47,39	-47,39	-22,34842	68,8860017
89,95588	90,25891	0,30304	90,09959	-50,96	-50,96	-26,14506	65,3544576
90,37255	90,64312	0,27057	90,49961	-54,01	-54,01	-29,68724	62,3429355
91,17054	91,42777	0,25722	91,29666	-50,95	-50,95	-26,84691	65,4790988
91,96343	92,219	0,25557	92,09969	-56,75	-56,75	-32,6749	59,7551647
92,37389	92,62946	0,25557	92,49971	-47,76	-47,76	-23,6849	68,7828087
93,15609	93,4194	0,26331	93,30175	-45,6	-45,6	-21,39525	71,0177966

Tabla 5.1 Fragmento de medición – TES AMERICA.

5.2.3 Fichas del Monitoreo Manual

Las observaciones visuales y auditivas del monitoreo manual se realizan con la ayuda de analizadores de espectros y los receptores ICOM, la información capturada por los técnicos de mediciones se registra en fichas que contienen en la parte posterior: la fecha, el horario de control, la frecuencia medida, el técnico de mediciones y la descripción de la medición en donde se anotan los valores de las mediciones como intensidad de campo, ancho de banda, modulación, indicativos, y observaciones encontradas. En la parte anterior las fichas presentan la información del concesionario al cual le corresponden las mediciones, estos datos son: nombre de la estación, concesionario, representante legal, dirección, teléfono, ruc, email, indicativo, frecuencias, transmisor, frecuencia de enlace, categoría de la estación, tipo de emisión, fecha del contrato, renovación, potencia, horarios, equipos, técnico de mantenimiento, entre otros.

5.3. Modelo del “Mapa de Control del Espectro Radioeléctrico”

El Mapa de Control del Espectro radioeléctrico MAPCER, se encuentra organizado en capas. La Figura 5.11 muestra un diagrama de alto nivel de la Estructura del MAPCER.

La primera capa representa el espectro radioeléctrico que contiene todos los rangos de frecuencias que serán supervisados para el control del espectro. La capa siguiente corresponde a los sistemas de mediciones del espectro ARGUS, TESAMERICA y observaciones manuales, esta capa es la encargada de registrar la actividad del espectro. La capa de gestión de los datos, es la encargada de dar formato a los datos de las mediciones y transferirlos a la base de datos centralizada donde serán archivados para su posterior procesamiento. La capa de procesamiento y análisis emplea métodos estadísticos para procesar los datos de manera que se pueda distinguir las señales y el ruido, los datos procesados son analizados para obtener información de la ocupación del espectro, la misma que es utilizada para establecer un modelo de la ocupación del espectro en la última capa. Tanto el bloque de procesamiento y análisis como el bloque del modelamiento determinan la caracterización del espectro.

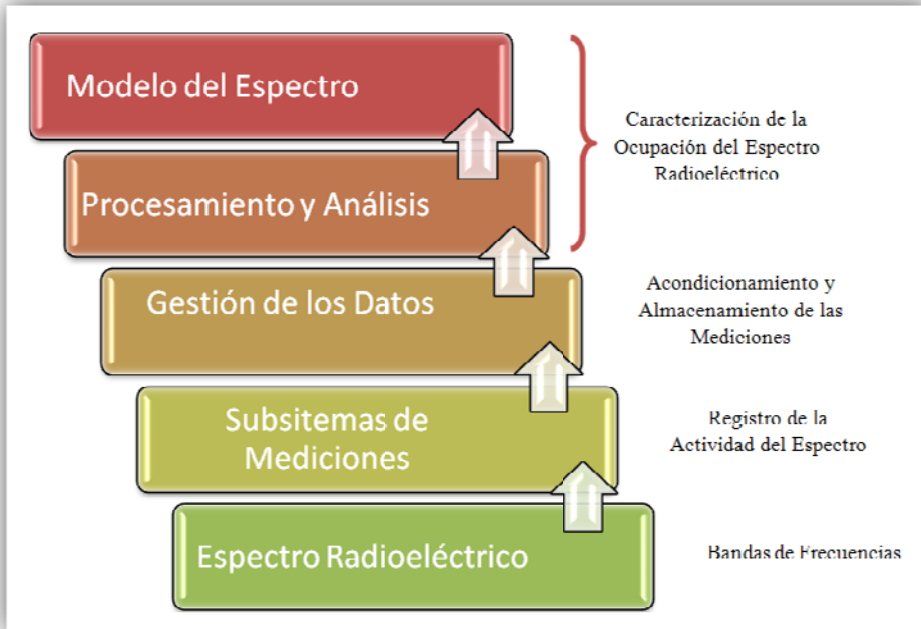


Figura 5.11. Estructura de alto nivel del Mapa de Control del Espectro Radioeléctrico.

5.3.1 Capa 1: Espectro Radioeléctrico

La capa del espectro radioeléctrico representa la distribución energética del conjunto de ondas de radio comprendidas en el rango de frecuencias que va desde los 9KHz hasta los 3GHz.

Para efectuar una adecuada gestión, uso y control del espectro radioeléctrico, este se encuentra dividido en rangos de frecuencias o bandas de frecuencias de acuerdo a la longitud de onda de las señales, para que estos rangos puedan ser asignados a servicios de telecomunicaciones eficientemente.

Los rangos que intervienen en el mapa de control del espectro radioeléctrico se muestran en la tabla 5.2.

Descripción	Frecuencias		Longitudes d Onda
Muy baja frecuencia	VLF	3–30 KHz	100 km – 10 km
Baja frecuencia	LF	30–300 KHz	10 km – 1 km
Media frecuencia	MF	300–3000 KHz	1 km – 100 m
Alta frecuencia	HF	3–30 MHz	100 m – 10 m
Muy alta frecuencia	VHF	30–300 MHz	10 m – 1 m
Ultra alta frecuencia	UHF	300–3000 MHz	1 m – 100 mm

Tabla 5.2. Rangos de frecuencias para el Mapa de Control del Espectro Radioeléctrico.

A su vez cada rango de frecuencias se encuentra subdividido y asignado a un servicio de telecomunicaciones, de acuerdo al Plan Nacional de Frecuencias. El Anexo 2 contiene los rangos de frecuencias del Plan Vigente empleado en el desarrollo del Mapa de Control del Espectro Radioeléctrico.

5.3.2 Capa 2: Subsistema de Mediciones

En esta capa se realizan las mediciones y monitoreos de los rangos de frecuencias de acuerdo al Plan Nacional de Frecuencias, utilizando los sistemas de comprobación técnica R&S ARGUS, TES AMERCA y observaciones manuales.

Para realizar las mediciones y monitoreos se requiere establecer los rangos de frecuencias de medición y los parámetros técnicos correspondientes a cada uno de ellos para que los datos obtenidos de los rastreos de frecuencias sean válidos.

Los rangos de frecuencias y parámetros técnicos deben regirse al Plan Nacional de Frecuencias, a las normas y recomendaciones técnicas internacionales dictadas por la UIT y a las normas técnicas de los servicios correspondientes en cada rango.

La tabla 5.3 muestra los principales rangos de frecuencias establecidos para las mediciones de rastreo DSCAN efectuadas con el sistema R&S ARGUS.

Frec. Inicial	Frec. Final	Descripción			Parámetros Técnicos		Servicio
0.525	1.705	Canalización 10KHz			Antena	HE016	RADIODIFUSION AM
					Polarización	Horizontal/Vertical	
					Filtro FI	4KHz	
					Modulación	AM	
					Referencia	110dBuV	
					Atenuación FR	Auto	
Squelch	Off						
3.2	3.4	Canalización 10KHz			Antena	HE016	RADIODIFUSION OC
4.75	4.995				Polarización	Horizontal/Vertical	
5.005	5.060				Filtro FI	4KHz	
5.95	6.2				Modulación	AM	
7.3	7.35				Referencia	110dBuV	
9.4	9.9				Atenuación FR	Auto	
11.6	12.1				Squelch	Off	
13.57	13.87						
15.1	15.8						
17.48	17.9						
18.9	19.02						
21.450	21.85						
25.67	26.1						
54	72	Banda I	Video	Sonido	Antena	HE314	TELEVISION VHF
		2 (54-60)	55.25	59.75	Polarización	Horizontal	
		3 (60-66)	61.25	65.75	Filtro FI	100KHz	
		4 (66-72)	67.25	71.75	Modulación	FM	
					Nivel de Referencia	110dBuV	
					Atenuación FR	Auto	
Squelch	Off						
76	88	Banda I	Video	Sonido	Antena	HE314	TELEVISION VHF
		5 (76-82)	77.28	81.75	Polarización	Horizontal	
		6 (82-88)	83.28	87.75	Filtro FI	4KHz	
					Modulación	AM	
					Referencia	110dBuV	
					Atenuación FR	Auto	
Squelch	Off						
88	108	Canalización de 0.4 MHz			Antena	HE309	RADIODIFUSION FM
					Polarización	Vertical	
					Filtro FI	8KHz-100KHz	
					Modulación	FM	
					Referencia	110dBuV	
					Atenuación FR	Auto	
Squelch	Off						
138	144	Canalización 12.5KHz			Antena	HE309	FIJO-MOVIL
144	148	Canalización 12.5KHz			Polarización	Vertical	AFICIONADOS
148	174	Canalización 12.5KHz			Filtro FI	4KHz	FIJO-MOVIL
					Modulación	FM	
					Referencia	110dBuV	
					Atenuación FR	Auto	
					Squelch	Off	
174	216	Banda III	Video	Sonido	Antena	HE314	TELEVISION VHF
		7 (174-180)	175.25	179.75	Polarización	Vertical	
		8 (180-186)	181.25	185.75	Filtro FI	100KHz	
		9 (186-192)	187.25	191.75	Modulación	FM	
		10 (192-198)	193.25	197.75	Referencia	110dBuV	
		11 (198-204)	199.25	203.75	Atenuación FR	Auto	
		12 (204-210)	205.25	209.75	Squelch	Off	
		13 (210-216)	211.25	215.75			
500	608	Banda IV	Video	Sonido	Antena	HE309	TELEVISION UHF
		19 (500-506)	501.25	505.75	Polarización	Vertical	
		20 (506-512)	507.25	511.75	Filtro FI	100KHz	
		21 (512-518)	513.25	517.75	Modulación	FM	
		22 (518-524)	519.25	523.75	Referencia	110dBuV	
		23 (524-530)	525.25	529.75	Atenuación FR	Auto	
		24 (530-536)	531.25	535.75	Squelch	Off	

		25 (536-542)	537.25	541.75			
		26 (542-548)	543.25	547.75			
		27 (548-554)	549.25	553.75			
		28 (554-560)	555.25	559.75			
		29 (560-566)	561.25	565.72			
		30 (566-572)	567.25	571.75			
		31 (572-578)	573.25	577.75			
		32 (578-584)	579.25	583.75			
		33 (584-590)	585.25	589.75			
		34 (590-596)	591.25	595.75			
		35 (596-602)	597.25	601.75			
		36 (602-608)	603.25	607.75			
608	614	37 (608-614)			Atribuida a título primario al servicio de Radioastronomía.		
614	644	Banda IV		Video	Sonido	Antena	HE309
		38 (614-620)		615.25	619.75	Polarización	Vertical
		39 (620-626)		621.25	625.75	Filtro FI	100KHz
		40 (626-632)		627.25	631.75	Modulación	FM
		41 (632-638)		633.25	637.75	Referencia	110dBuV
		42 (634-644)		369.25	643.75	Atenuación FR	Auto
644	686	Banda V		Video	Sonido	Squelch	Off
		43 (644-650)		645.25	649.75		
		44 (650-656)		651.25	655.75		
		45 (656-662)		657.25	661.75		
		46 (662-668)		663.25	667.75		
		47 (668-674)		669.25	673.75		
		48 (674-680)		675.25	679.75		
		49 (680-686)		681.25	685.75		
686	806	Canalización 6MHz			Antena	HE309	TELEVISION CODIFICADA TERRESTRE UHF
					Polarización	Vertical	
					Filtro FI	100KHz	
					Modulación	FM	
					Referencia	110dBuV	
					Atenuación FR	Auto	
					Squelch	Off	
806	811	Canalización 25KHz / 12.5 KHz (TX) 1			Antena	HE309	SISTEMAS TRONCALIZADOS
811	824	Canalización 25KHz (TX) 2			Polarización	Vertical	
851	855	Canalización 25KHz / 12.5 KHz (RX) 1			Filtro FI	8KHz	
856	869	Canalización 25KHz (RX) 2			Modulación	FM	
896	898	Canalización 25KHz / 12.5 KHz (TX) 3			Referencia	110dBuV	
902	904	Canalización 25KHz / 12.5 KHz (TX) 4			Atenuación FR	Auto	
932	934	Canalización 25KHz / 12.5 KHz (RX) 3			Squelch	Off	
935	937	Canalización 25KHz / 12.5 KHz (RX) 4					
2500	2686	Canalización 6MHz			Antena	HE902	MMDS
					Polarización	Horizontal	
					Filtro FI	100KHz	
					Modulación	FM	
					Referencia	110dBuV	
					Atenuación FR	Auto	
					Squelch	Off	

Tabla 5.3. Rangos de frecuencias y parámetros técnicos de configuración de mediciones.

5.3.3 Capa 3. Gestión de los Datos

La capa de gestión de los datos, transfiere los datos de los resultados de las mediciones de los equipos de comprobación técnica a la base de datos del Mapa de Control del Espectro Radioelctrico. Esta capa se encarga de dar formato a los datos de manera que puedan ser almacenados e integrados unos con otros, incluso si provienen de diferentes fuentes. El preprocesamiento de los datos se detalla en el Capítulo 6.

5.3.4 Capa 4: Procesamiento y Análisis

La capa de procesamiento y análisis toma los datos de las mediciones y monitoreos del espectro radioeléctrico y los procesa mediante el empleo de métodos estadísticos que permitan clasificar las señales y el ruido. Luego del procesamiento los datos son analizados para obtener información de la ocupación del espectro que determine el comportamiento de una frecuencia específica o de un rango de frecuencias.

Los algoritmos de clasificación de señales y ruido determinan un umbral óptimo en base al cual las muestras que se encuentren sobre el umbral son clasificadas como señales y las muestras que se encuentran bajo el umbral son clasificadas como ruido. Se utilizan cuatro métodos de clasificación, el primero se basa en encontrar un umbral óptimo mediante la aplicación del algoritmo OTSU, el cual emplea una cuantización de la señal en niveles discretos conocida como imagen espectral, y posteriormente utilizando la función de distribución de probabilidad determina la máxima separación entre las señales y el ruido. El segundo algoritmo se basa en determinar un umbral recursivo, el proceso inicia considerando que todas las muestras son ruido y en cada iteración del algoritmo clasifica un grupo de muestras como señales. El tercer algoritmo se basa en la supresión del ruido mediante la aplicación de la función de densidad acumulativa, se establece la probabilidad del ruido por debajo de la cual las muestras se clasifican como ruido. Finalmente el cuarto algoritmo se aplica a los tres anteriores, se trata de establecer un umbral adaptativo mediante la aplicación de una ventana deslizante, la ventaja de aplicar un algoritmo a una porción más pequeña del rango medido es que el cálculo del umbral discriminará las muestras que se encuentran fuera de la ventana. El procesamiento y análisis de los datos de las mediciones, así como también, los algoritmos de clasificación se detallan en el Capítulo 7.

5.3.5 Capa 5: Modelo del Espectro

La última capa toma los datos procesados y analizados para construir un modelo de ocupación del espectro radioeléctrico. El modelo se desarrolla en el Capítulo 7.

5.4 Arquitectura del Mapa de Control del Espectro Radioeléctrico.

La plataforma sobre la cual reside el “Mapa de Control del Espectro Radioeléctrico” es una arquitectura web, en la cual, el usuario se conecta a través del navegador web (Internet Explorer) a la intranet de la SUPERTEL, y accede al sitio web publicado por el Servidor de Aplicaciones de Oracle (Web Logic). La Figura 5.12 muestra un diagrama de la arquitectura del “Mapa de Control del Espectro Radioeléctrico”.

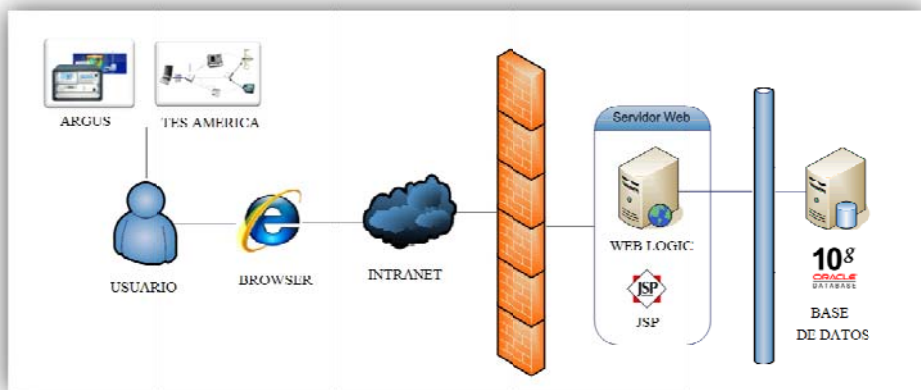


Figura 5.12. Arquitectura del Mapa de Control del Espectro Radioeléctrico.

5.4.1. Implementación de la Arquitectura para el Mapa de Control del Espectro Radioeléctrico

La implementación de la Arquitectura para el Mapa de control del Espectro Radioeléctrico, incluye la implementación de la base de datos sobre la cual residirán los datos de las mediciones y monitoreos, los datos procesados y la información de los concesionarios autorizados. Además, la configuración e implementación del servidor de aplicaciones, que permita el acceso a la aplicación web mediante la intranet.

5.4.1.1 Implementación de la Base de Datos



Se ha utilizado la base de datos Oracle 10g 10.2.0.3.0 , la cual es un sistema de gestión de base de datos relacional de Oracle Corporation, considerado como uno de los sistemas de base de datos más completos destacando: el soporte de transacciones, estabilidad, escalabilidad y soporte multiplataforma. La Superintendencia de Telecomunicaciones cuenta con las licencias correspondientes para su uso. La tabla 5.1 Muestra información de la base de datos creada.

Información de la Base de datos	
Nombre de la Base de Datos Global	ComTec2
Identificador del Sistema SID	ComTec2
El URL de Database Control	http://IRS190:5501/em

Tabla 5.4. Base de datos Oracle 10g.

5.4.1.2 Implementación del Servidor de Aplicaciones

El servidor de aplicaciones implementado es el BEA WebLogic 11gR1 10.3.1.0, este servidor proporciona servicios de aplicación a las computadoras cliente y gestiona las funciones de la lógica del negocio y del acceso a los datos de la aplicación.

WebLogic Server implementa J2EE, el estándar de Java, que es un lenguaje de programación, seguro ante la red y orientado a objetos. Java EE provee estándares que permiten al servidor de aplicaciones servir como contenedor de los componentes que conforman dichas aplicaciones. El servidor WebLogic implementa tecnologías de componentes y servicios J2EE. Las tecnologías de componentes J2EE incluyen servlets, páginas JSP, y JavaBeans Enterprise. Los servicios J2EE incluyen el acceso a protocolos de red, a sistemas de base de datos, y a sistemas estándares de mensajería. Una aplicación de servidor Weblogic se basa en la creación y ensamblado de componentes. Los componentes se ejecutan en contenedor Web del servidor WebLogic o el contenedor de EJB. Los contenedores proporcionan soporte para ciclo vital y los servicios definidos por las especificaciones J2EE de modo que los componentes construidos no tengan que manejar los detalles subyacentes.

La implementación del Servidor BEA WebLogic requiere la instalación del software y la configuración de los dominios. A continuación se describen, las configuraciones más importantes del servidor para la publicación del “Mapa de Control del Espectro Radioeléctrico”. La Figura 5.13 muestra la definición del servidor de administración, en donde se determina el nombre que debe ser único en el dominio, la dirección IP que estará escuchando el servidor y los puertos que suelen ser por defecto 7001 y 7002.

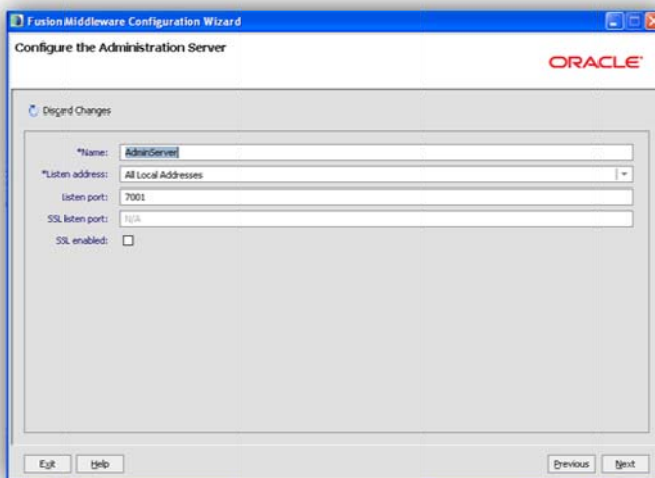


Figura 5.13. Configuración del servidor de administración.

La Figura 5.14 muestra el dominio creado sobre el cual se publicará el Mapa de Control del Espectro Radioeléctrico. La URL de acceso es <http://irs190:7001>.

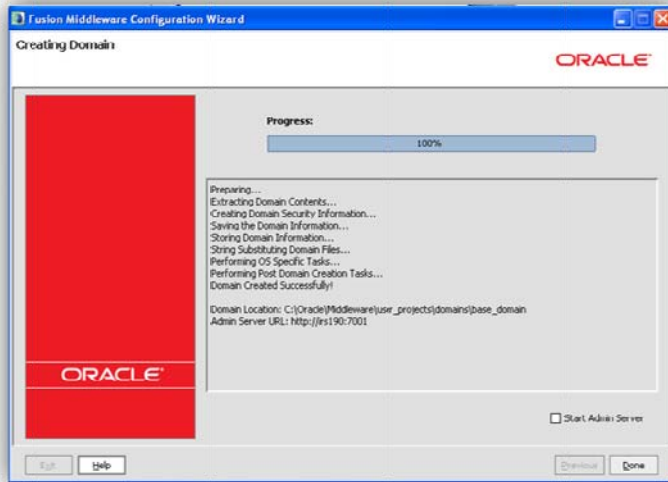


Figura 5.14. Creación del dominio Web Logic.

5.4.1.3 Framework de Desarrollo

De acuerdo a los nuevos criterios de desarrollo de software institucionales se ha establecido que las aplicaciones deberán ser desarrolladas bajo Java. El framework de desarrollo para el Mapa de Control del Espectro Radioeléctrico es Eclipse, el mismo que es un entorno de desarrollo integrado de código abierto multiplataforma. La Figura 5.15 muestra la versión utilizada del framework de desarrollo utilizado.



Figura 5.15. Framework de desarrollo.

5.4.2 Patrón de Diseño del Mapa de Control del Espectro Radioeléctrico

El patrón de diseño utilizado es el *Modelo Vista Controlador o MVC*, el mismo que describe una forma, muy utilizada en el Web, de organizar el código de una aplicación

separando los datos de una aplicación, la interfaz de usuario, y la lógica de control en tres componentes distintos.

Modelo - Componente encargado del acceso a datos

Vista - Define la interfaz de usuario, HTML+CSS+JSP... enviados en el navegador

Controlador - Responde a eventos, usualmente acciones del usuario, e invoca peticiones al modelo.

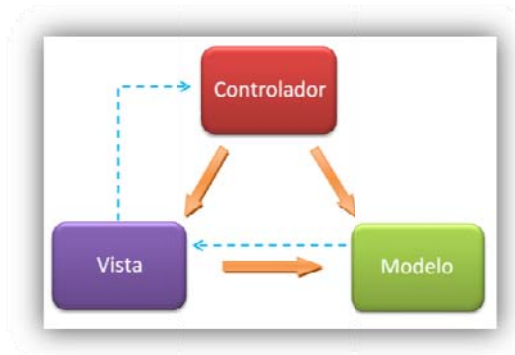


Figura 5.16. Estructura del MVC.

El primer paso en el ciclo de vida del modelo vista controlador empieza cuando el usuario hace una solicitud al controlador, entonces, el controlador responde a este evento decidiendo a quién debe delegar la tarea, en esta etapa el modelo se encarga de realizar las operaciones para cumplir con lo que solicita el controlador, una vez que termina su labor, el modelo regresa al controlador la información resultante de sus operaciones, el cual a su vez la dirige a la vista. La vista se encarga de transformar los datos en información visualmente entendible para el usuario. El flujo de Eventos del MVC se muestra en la Figura 5.17.

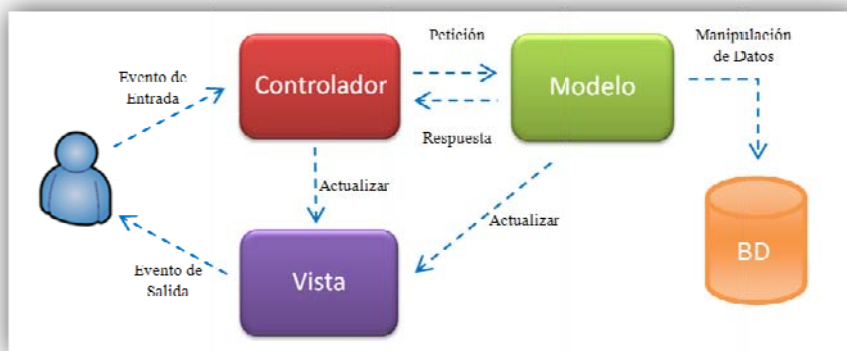


Figura 5.17. Estructura del MVC.

5.4.2.1 Implementación del Patrón de Diseño del Mapa de Control del Espectro Radioeléctrico

El MVC implementado para el Mapa de Control del Espectro Radioeléctrico se encuentra desarrollado de la siguiente manera:

Controlador: El controlador se encuentra implementado mediante un Servlet central que receipta todas las peticiones que se realicen desde el cliente, determina las acciones a realizar para cada una de estas peticiones e invoca el resto de los componentes de la aplicación (Modelo y Vista) para que realicen las acciones requeridas en cada caso, encargándose también de la coordinación de todo el proceso. Se encuentra implementado además un controlador gráfico encargado de responder las peticiones del usuario que requieren una imagen como respuesta.

Vista: La vista es la encargada de generar las respuestas que deben ser enviadas al cliente. Por la naturaleza dinámica del Mapa de Control del Espectro Radioeléctrico que incluye datos proporcionados por el Controlador, el código de la página no es fijo y no puede ser implementado con HTML puro sino que su implementación corre bajo páginas JSP, las cuales resultan mucho más adecuadas para la generación de las vistas de los servlets pues, al ser documentos de texto, resulta sencilla la inclusión de bloques estáticos HTML.

Modelo: El modelo se encuentra implementado sobre clases estándar Java y también mediante Enterprise JavaBeans. El modelo utiliza una clase principal Operaciones, que responden a las peticiones del controlador, el modelo constituye la lógica del negocio de la aplicación, incluyendo el acceso a los datos y su manipulación, está formado por una serie de componentes de negocio independientes del Controlador y la Vista, permitiendo así su reutilización y el desacoplamiento entre las capas.

5.5 Almacén de Datos para el Control del Espectro

El almacén de datos para el control del Espectro Radioeléctrico se puede dividir en tres módulos:

1. Módulo de Comprobación Técnica del Espectro Radioeléctrico
2. Módulo de Procesamiento de Señales
3. Módulo de Concesiones de Frecuencias Vigentes.

5.5.1 Módulo de Comprobación Técnica del Espectro Radioeléctrico

El módulo de Comprobación Técnica contiene las estructuras de datos necesarias para el almacenamiento de las mediciones y monitoreos realizados con los sistemas de comprobación técnica R&S ARGUS, TESAMERICA y observaciones manuales.

5.5.1.1 Modelo Relacional del Módulo de Comprobación Técnica del Espectro Radioeléctrico.

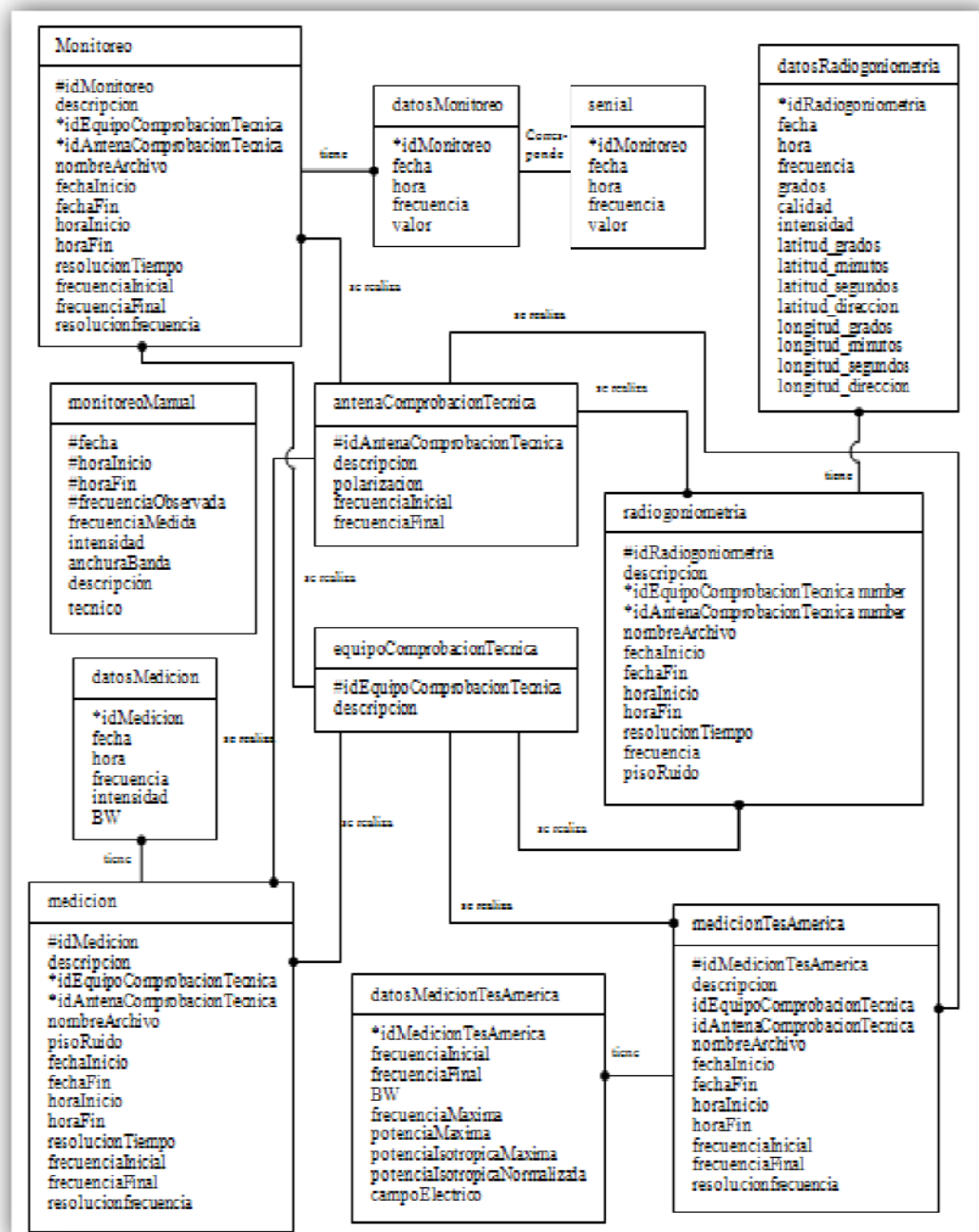


Figura 5.18. Modelo relacional del Módulo de Comprobación Técnica del Espectro Radioeléctrico.

5.5.1.2 Descripción de los Componentes del Módulo de Comprobación Técnica del Espectro Radioeléctrico.

Monitoreo: Registra la información un monitoreo realizado con el sistema de comprobación técnica R&S empleando el modo de medición automática DSCAN. A cada instancia de esta tabla le corresponde un archivo de monitoreo. Este componente registra automáticamente mediante la lectura del resultado de la medición los siguientes parámetros: la fecha de inicio y fin del monitoreo, la frecuencia inicial y final del rango de barrido, además calcula la resolución de tiempo de muestreo y la resolución de frecuencia para el monitoreo cargado. Esta tabla podría describirse como la cabecera de un monitoreo, los datos de cada muestra del monitoreo se registran en la tabla “datosMonitoreo”.

DatosMonitoreo: Registra cada una de las muestras del monitoreo DSCAN realizado con el sistema ARGUS, para cada una de ellas almacena la fecha, hora, frecuencia en MHz, y el valor de la intensidad de campo en dBuV/m.

Senial: Registra una señal encontrada luego del procesamiento de los datos de un barrido de frecuencias del espectro radioeléctrico.

Medición: Registra la información de una medición realizada con el sistema de comprobación técnica R&S empleando el modo de medición de listas de frecuencias FLS. A cada instancia de esta tabla le corresponde un archivo de medición. Este componente registra automáticamente mediante la lectura del resultado de la medición los siguientes parámetros: fecha inicial y final de la medición, la frecuencia inicial y final de la lista de frecuencias, además calcula la resolución de tiempo de muestreo y el paso entre frecuencias de la lista. Esta tabla podría describirse como la cabecera de una medición FLS, los datos de cada muestra de la medición se registran en la tabla “datosMedicion”

DatosMedicion: Registra cada una de las muestras de la medición FLS realizada con el sistema ARGUS, para cada muestra almacena la fecha, hora, frecuencia en MHz, el valor de la intensidad de campo den dBuV/m, y el ancho de banda en Hz.

Radiogoniometría: Registra la información de la medición radiogoniométrica realizada con el sistema de comprobación técnica R&S. A cada instancia de esta tabla le corresponde un archivo de medición radiogoniométrica. Este componente registra automáticamente mediante la lectura de los resultados de la medición los siguientes parámetros: fecha de inicio y fin de la medición, hora de inicio y fin de la medición y además calcula la resolución de tiempo de muestreo. Esta tabla podría describirse como la cabecera de un archivo de mediciones radiogoniométricas, los datos de cada muestra de la medición se registran en la tabla “datosRadiogoniometria”.

DatosRadiogoniometria: Registra cada una de las muestras de la medición radiogoniométrica realizada con el sistema de comprobación técnica ARGUS, para cada muestra se almacena la fecha, hora, frecuencia en MHz, grados con respecto al norte del transmisor detectado, calidad de la señal, intensidad de campo en dBuV/m, y las coordenadas geográficas.

MedicionTesAmerica: Registra la información de una medición realizada con el sistema de comprobación técnica TES AMERICA. A cada instancia de esta tabla le corresponde un archivo de medición resultante de un reporte de TESPECTRUM. Este componente registra mediante el ingreso del usuario la fecha de inicio y fin del monitoreo ya que el reporte no contiene esta información. Además esta tabla registra automáticamente la frecuencia inicial y final de la medición y el paso de frecuencias.

DatosMedicionTesAmerica: Registra los resultados de la medición proporcionados por el reporte de TESPECTRUM, estos datos no son cronológicos como los del sistema R&S, sino que son datos obtenidos de la caracterización de las señales. Para este tipo de mediciones se registran los siguientes parámetros: frecuencia inicial y final de una señal en MHz, ancho de banda de la señal en MHz, frecuencia Máxima en MHz, potencia Máxima dBm, potencia isotrópica máxima en dBmi, potencia isotrópica normalizada en dB y campo eléctrico en dBuV/m.

MonitoreoManual: Registra la fecha, hora de inicio y fin del monitoreo, frecuencia observada, frecuencia Medida, intensidad de campo en dBuV/m, ancho de Banda, y descripción del monitoreo manual.

AntenaComprobaciónTecnica: Registra los datos técnicos de una antena de manera que disponible en el momento de subir los resultados de las mediciones y monitoreos.

EquipoComprobaciónTecnica: Registra un equipo de comprobación técnica de la SUPERTEL, de manera que esté disponible en el momento de subir los resultados de las mediciones y monitoreos.

5.5.2 Módulo de Procesamiento de Señales

Este módulo contiene en su mayoría tablas temporales que intervienen en el procesamiento y clasificación de las señales mediante los algoritmos OTSU, CDF, ROHT, descritos detalladamente en el Capítulo 7.

5.5.2.1 Modelo Relacional del Módulo de Procesamiento de Señales

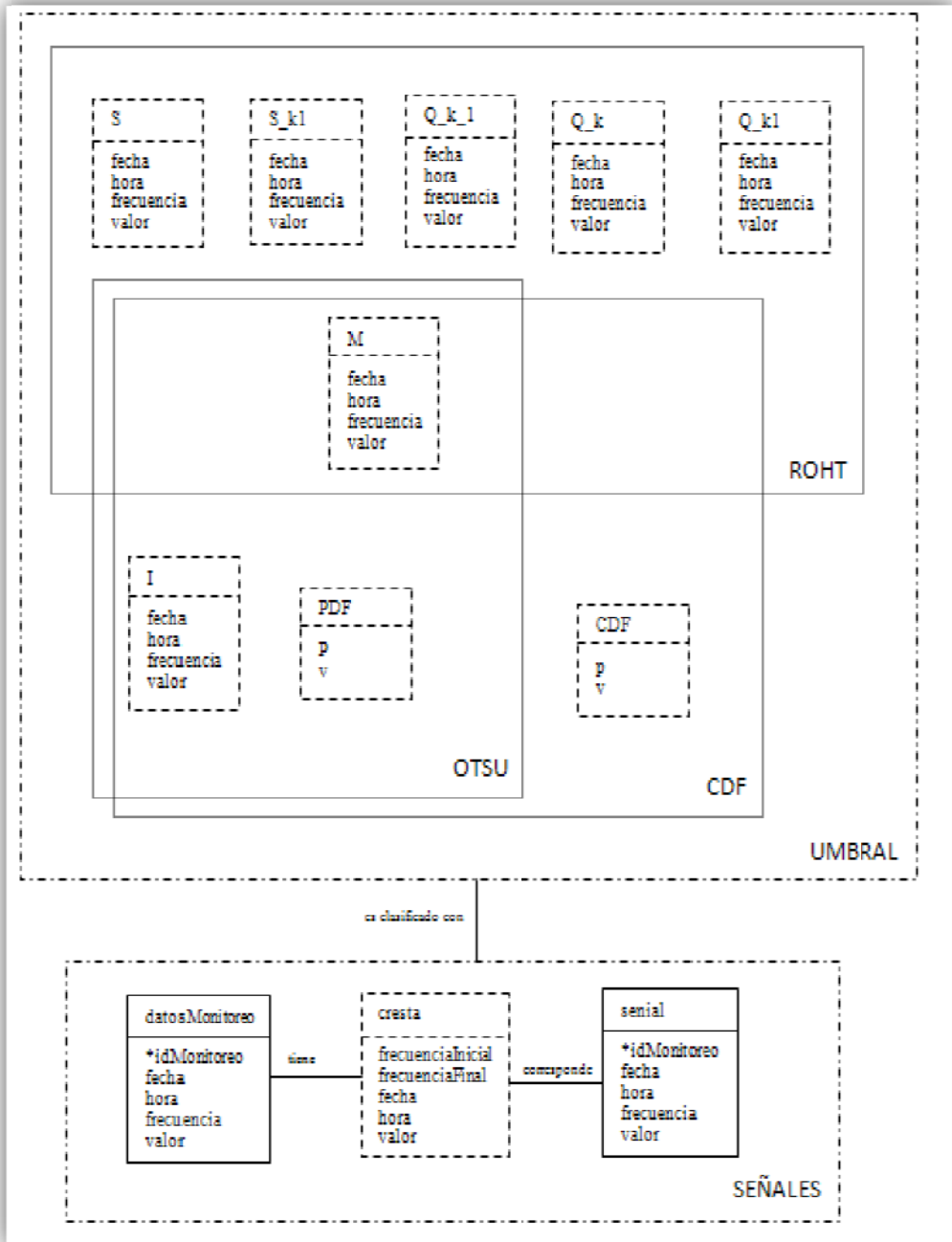


Figura 5.19. Modelo relacional del Módulo de Procesamiento de Señales.

5.5.2.2 Descripción de los Componentes del Módulo de Procesamiento de Señales

Las tablas M , S , S_{k1} , Q_{k-1} , Q_k , Q_{k1} son tablas temporales y se emplean en el algoritmo ROHT para clasificación de señales. La descripción del algoritmo y la forma de esta clasificación se describen en el Capítulo 7. Estas tablas, al ser temporales contienen únicamente los datos correspondientes a la medición que se encuentra en proceso. Es importante señalar que dado que el Mapa de Control del Espectro Radioeléctrico es una aplicación web, varios procesamientos pueden realizarse simultáneamente, al parecer, existiría un conflicto entre los datos de los procesamientos simultáneos, sin embargo éste no es tal, ya que se crea una instancia de la tabla para cada sesión de conexión de la base de datos, quedando de este modo resuelto el aparente problema.

M: Esta tabla corresponde a la Matriz M y contiene los datos de las mediciones para un rango de frecuencias en un periodo de tiempo de terminado.

S, *S_{k1}*: Estas tablas contienen el conjunto de señales clasificadas por el algoritmo ROHT. S_{k1} es un subconjunto de señales obtenidas para la iteración $k+1$ del algoritmo. S acumula las señales obtenidas en cada iteración, es decir S_{k1} es un subconjunto de S .

Q_{k-1}, *Q_k*, *Q_{k1}*: Estas tablas contienen el conjunto de muestras de ruido que son procesadas por el algoritmo ROHT. Q_{k-1} contiene las muestras de ruido que quedan de la iteración $k-1$, Q_k contiene las muestras de ruido de la iteración k , y del mismo modo Q_{k1} contiene las muestras de ruido para la iteración $k+1$. Q_{k1} es un subconjunto de Q_k para la k -ésima iteración en donde $Q_{k1} = Q_k - S_{k1}$.

Las tablas M , I , PDF son tablas temporales y se emplean para el algoritmo de clasificación de señales OTSU. La descripción del algoritmo y la forma de clasificación se describen en el Capítulo 7.

I: Esta tabla contiene la imagen espectral de los datos de una medición, es decir la imagen espectral de M para un procesamiento dado. La imagen espectral se refiere a la cuantización de las muestras de la medición a niveles discretos de intensidad de campo.

PDF: Esta tabla contiene los valores de la función de distribución de probabilidad para los datos de la medición que se encuentra en proceso.

Las tablas M , I , PDF , CDF son tablas temporales y se emplean para el algoritmo de clasificación de señales CDF. La descripción del algoritmo y la forma de clasificación se describen en el Capítulo 7.

CDF: Esta tabla contiene los valores de la función acumulativa de distribución de probabilidad para los datos de la medición que se encuentra en proceso.

Las tablas datosMonitoreo, cresta y senial son empleadas para la identificación de señales de un barrido de frecuencias, es decir un monitoreo efectuado con el modo de medición automático DSCAN. Las tablas datosMonitoreo y senial pertenecen al módulo de comprobación técnica, sin embargo aparecen nuevamente porque intervienen en el procesamiento de las señales. Esto es, los datos puros de la medición se encuentran en la tabla de datosMonitoreo y constituyen el conjunto de muestras sobre el cual se realiza el procesamiento; mientras que los datos procesados se encuentran en la tabla senial.

Cresta: Esta tabla interviene en el procesamiento de los datos del monitoreo, y registra una señal, es decir una cresta identificada en un barrido de frecuencias. Esta cresta determinará la aparición de una señal en la tabla senial; en donde, la senial corresponde al valor de frecuencia en donde se registre la máxima intensidad de campo dentro de la cresta.

5.5.3 Módulo de Concesiones de Frecuencias Vigentes

Este módulo contiene las estructuras de datos necesarias para el almacenamiento y mantenimiento de los contratos de concesiones de frecuencias para los servicios de radiocomunicaciones, radiodifusión y televisión.

5.5.3.1 Modelo Relacional del Módulo de Concesiones de Frecuencias Vigentes

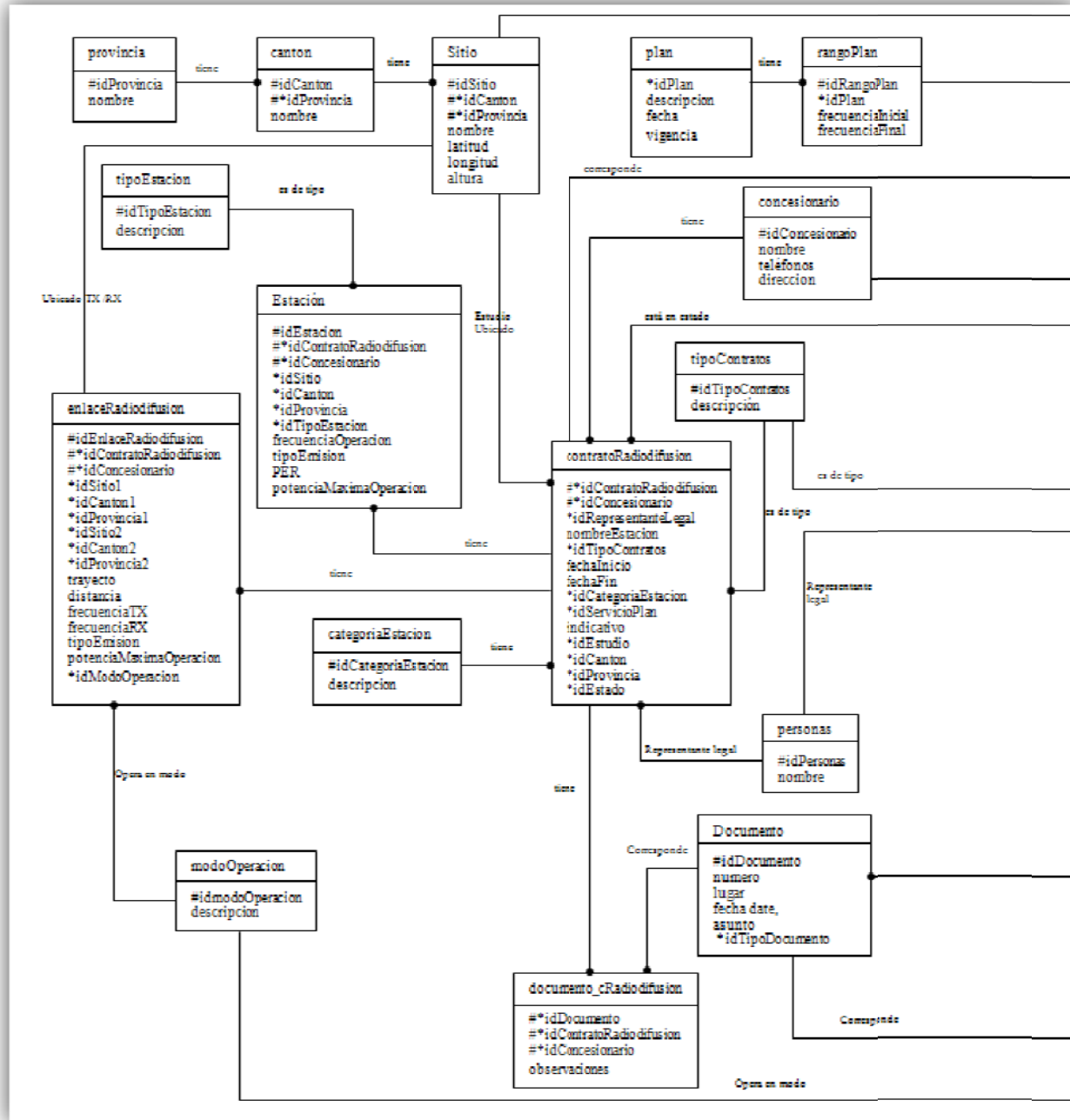
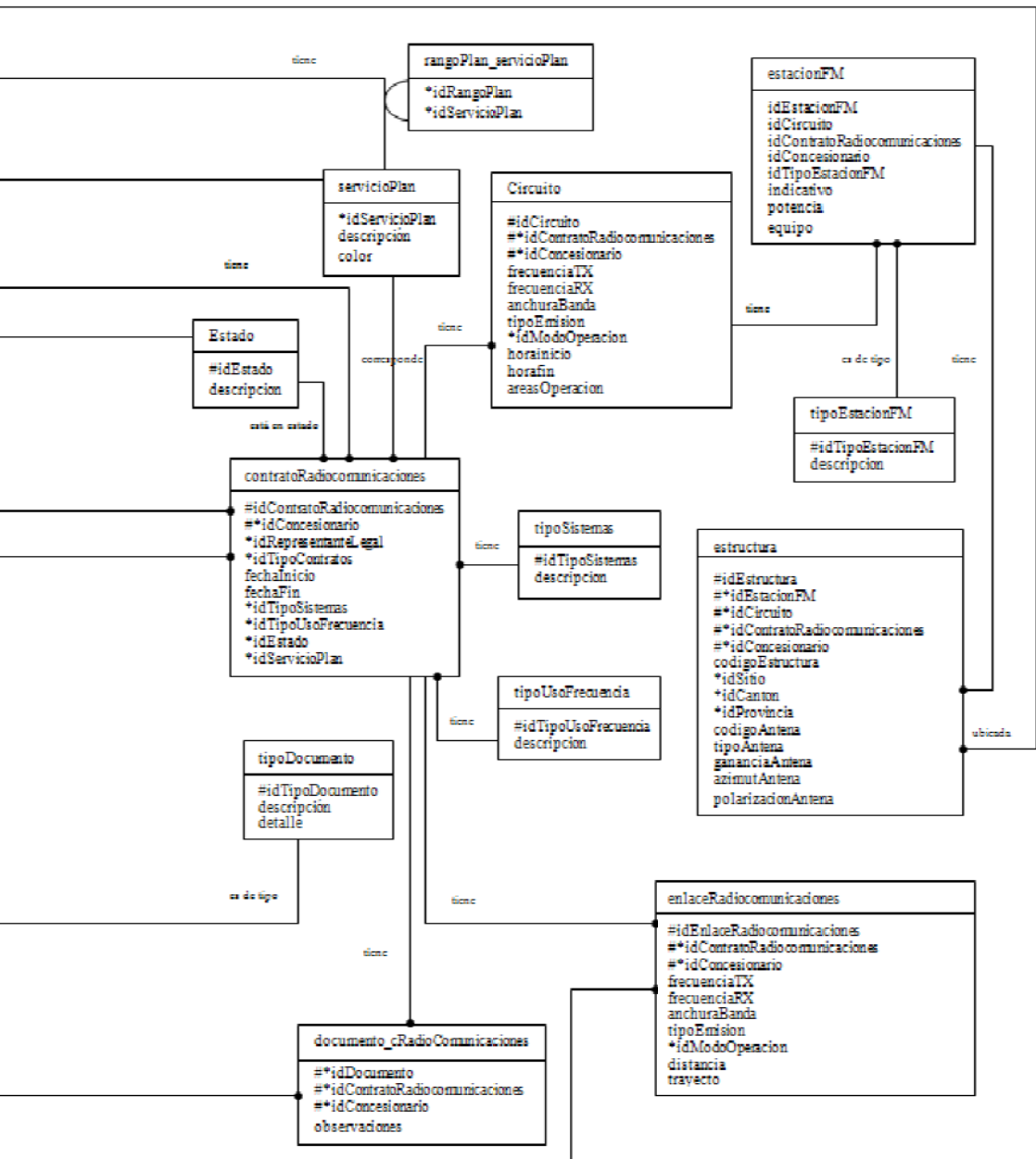


Figura 5.20. Modelo relacional del Módulo de Concesiones de Frecuencias Vigentes.



5.5.3.2 Descripción de los Componentes del Módulo de Concesiones Vigentes

Provincia, Canton, Sitio: estas tablas registran una ubicación geográfica perteneciente a un cantón y provincia determinados; esta ubicación posteriormente puede pertenecer a un enlace, a una estación de radiodifusión, a los estudios de un sistema de radiodifusión o a una estructura de radiocomunicaciones.

Concesionario, ContratoRadiodifusion, Estacion, EnlaceRadiodifusión: estas tablas registran un contrato de concesión de frecuencias para un sistema de radiodifusión o televisión, este puede contener tanto estaciones matrices como repetidores además se registran los enlaces autorizados en este contrato. Dentro de estos sistemas intervienen tablas auxiliares como el modo de operación del enlace registrado en la tabla “modoOperacion”, que podría ser dúplex, semiduplex, simplex, etc. Otra tabla auxiliar es “tipoEstacion” que determina el tipo de estación que puede ser matriz o repetidora. La tabla auxiliar “CategoriaEstacion” determina la categoría de la estación sea esta privada, comunal, etc. Las tablas “tipoContrato”, “estado” y “ServicioPlan” son comunes para los servicios de radiodifusión y radiocomunicaciones y almacenan el tipo de contrato, ya sea este concesión, renovación, etc, el estado del contrato que puede ser activo o revertido, y la descripción del servicio como por ejemplo, radiodifusión de amplitud modulada, radiodifusión de frecuencia modulada, entre otros.

Concesionario, ContratoRadiocomunicaciones, Circuito, EnlaceRadiocomunicaciones, EstacionFM, Estructura: estas tablas registran un contrato de concesión de radiocomunicaciones con los respectivos circuitos o enlaces, para cada circuito se registra la información de las estaciones autorizadas, estas pueden ser fijas, móviles o portátiles; en el caso de las estaciones fijas, se registra también los datos de la estructura y las antenas. Para el registro de estos sistemas intervienen tablas auxiliares como “tipoSistemas”, “tipoUsoFrecuencia” y “tipoEstaciónFM”, la primera corresponde al tipo de sistema, sea este comunal, de explotación o privado. La segunda tabla corresponde al tipo de uso de frecuencia como por ejemplo de uso privado y finalmente la tercera tabla corresponde al tipo de estación ya sea fija móvil o portátil.

Documento, tipoDocumento, documento_cRadiocomunicaciones, documento_cRadiodifusion: estas tablas registran información referente a trámites, resoluciones, inspecciones, memos y demás documentos que pertenecen a los contratos de concesión de radiocomunicaciones y radiodifusión.

5.6 Carga y Mantenimiento del Almacén de Datos para el Control del Espectro

5.6.1 Módulo de Comprobación Técnica del Espectro Radioeléctrico.

El módulo de comprobación técnica almacena los datos de las mediciones y monitoreos del espectro radioeléctrico. De acuerdo al modo de medición empleado y al sistema de comprobación técnica que se haya utilizado para la captura de las emisiones, los resultados obtenidos presentan distintos formatos. Para el registro de cada tipo de medición se tienen tres submódulos. El primer submódulo es el encargado de registrar los monitoreos o rastreos de rangos de frecuencias, mediciones de listas de frecuencias, y las mediciones de radiogoniometría efectuadas con el sistema R&S ARGUS. El segundo submódulo registra las mediciones efectuadas con el sistema TESAMERICA y finalmente el tercero, registra las observaciones manuales. Los tres submódulos permiten al técnico de mediciones administrar y procesar los monitoreos y mediciones cargados en el servidor.

5.6.1.1 Submódulo de Mediciones y Monitoreos del Sistema R&S ARGUS

Este submódulo permite registrar y administrar (i) monitoreos de rastreos de frecuencias DSCAN, (ii) mediciones de listas de frecuencias FLS y (iii) mediciones de radiogoniometría. La interfaz de usuario se muestra sobre el navegador web Internet Explorer, mediante paginas JSP, para permitir un desempeño dinámico, este tipo de páginas incluyen código java que permite formar el contenido de una página con resultados de consultas a la base de datos. Las acciones del usuario, son enviadas en forma de peticiones hacia el controlador de la aplicación (servlet Controlador), el cual determina la operación que efectuará el modelo sobre la base de datos, el conjunto obtenido del acceso al almacén de datos es enviado nuevamente al controlador para que éste redirija el flujo de datos sobre la vista correspondiente, que presentará la información al usuario.



Figura 5.21. Submódulo de mediciones y monitoreos R&S ARGUS – IT.

MONITOREOS DSCAN

Acción 1: Subir Monitoreo, presenta la interfaz de registro de un rastreo de frecuencias DSCAN en donde el usuario establece una breve descripción de la medición, especifica el equipo y la antena utilizados en el monitoreo, y selecciona el archivo que contiene los resultados de la medición.

Figura 5.22. Interfaz para la carga de monitoreos DSCAN.

El monitoreo se guarda en la base de datos, creándose un registro para la tabla “Monitoreo” y tantos registros como muestras contenga el resultado de la medición para la tabla “datosMonitoreo”. Es importante señalar que si bien el usuario no ingresa los datos de inicio y fin del monitoreo, frecuencias inicial y final del rango de barrido, resolución de tiempo y resolución de frecuencia, estos se almacenan en el registro de cabecera del monitoreo pues son extraídos del archivo de medición.

Se toma como ejemplo un archivo de rastreo DSCAN correspondiente a un monitoreo de TELEVISION VHF para la Banda I - canales 2,3,4. Este monitoreo ha sido programado para realizar un barrido a intervalos de 15 minutos, como recomienda la UIT, en el manual de comprobación técnica, por ser una emisión de carácter permanente. A continuación se muestra un fragmento de los resultados del monitoreo:

Tiempo	Frecuencia	Level	
Fecha + Hora	MHz	dB μ V/m	
5/27/2010 12:09:38.432	54.000000	49.0	
5/27/2010 12:09:38.432	54.050000	44.5	
5/27/2010 12:09:38.432	54.100000	40.0	
5/27/2010 12:09:38.432	54.150000	49.0	
5/27/2010 12:09:38.432	54.200000	50.0	
...			
5/27/2010 12:09:38.432	71.900000	58.7	
5/27/2010 12:09:38.432	71.950000	52.6	
5/27/2010 12:09:38.432	72.000000	45.6	
5/27/2010 12:24:37.951	54.000000	44.0	
5/27/2010 12:24:37.951	54.050000	43.0	

5/27/2010	12:24:37.951	54.100000	41.5
5/27/2010	12:24:37.951	54.150000	46.0
5/27/2010	12:24:37.951	54.200000	46.5
...			
5/27/2010	23:54:36.517	71.900000	56.1
5/27/2010	23:54:36.517	71.950000	48.0
5/27/2010	23:54:36.517	72.000000	46.5.

De los resultados anteriores se extraen los siguientes parámetros para almacenarlos en la cabecera del monitoreo:

- Fecha Inicial del Monitoreo: 2010-05-27
- Fecha Final del Monitoreo: 2010-05-27
- Hora de Inicio del Monitoreo: 12:09:38.432
- Hora de Fin del Monitoreo: 23:54:36.517
- Intervalo de Muestreo [s]: 881.210 = 15mins aprox
- Frecuencia Inicial del Rango de Barrido [MHz]: 54
- Frecuencia Final del Rango de Barrido [MHz]: 72
- Resolución de Frecuencia [MHz]: 0.5

Acción 2: Ver Monitoreos, esta opción permite administrar los monitoreos guardados, es decir, acceder a los datos del monitoreo, graficar un maxhold, minhold, o avghold de los resultados del monitoreo, procesar los datos de monitoreo mediante los algoritmos de clasificación, identificar las señales registradas en el monitoreo o en su defecto eliminar o modificar el monitoreo si es necesario. La Figura 5.23 muestra la interfaz que presenta el listado de monitoreos cargados y las opciones disponibles para la administración de cada uno de ellos.

MONITOREOS - ARGUS				
Grafico	Dataset	Procesar	Descripción	Nombre_del_Archivo
Maxhold Minhold Avghold MaxMinAvg	Maxhold Minhold Avghold MaxMinAvg	Definir Ventana y Procesar	RADIO DIFUSION FM (...)	_JICFM1_100527 (.Ver)
Maxhold Minhold Avghold MaxMinAvg	Maxhold Minhold Avghold MaxMinAvg	Definir Ventana y Procesar	RADIODIFUSION FM (...)	_ECFM1_100528 (.Ver)
Maxhold Minhold Avghold MaxMinAvg	Maxhold Minhold Avghold MaxMinAvg	Definir Ventana y Procesar	FM (...)	imibeat (.Ver)
Maxhold Minhold Avghold MaxMinAvg	Maxhold Minhold Avghold MaxMinAvg	Definir Ventana y Procesar	TRAMO MOVIL 140 1/1 (...)	_FXML1_100527_0101 (.Ver)
Maxhold	Maxhold	Definir		

Figura 5.23. Interfaz para la administración de monitoreos DSCAN.

La Figura 5.24. muestra la gráfica del Maxhold, Minhold, Avghold, de los resultados del monitoreo, esta gráfica utiliza la librería de código abierto JFreeChart bajo Java. El controlador gráfico de la aplicación recibe la petición del usuario y selecciona la operación que será enviada al modelo para que cree la imagen dinámicamente, es decir, accede a la base de datos, extrae la información del resultado de medición correspondiente y forma la imagen, que es enviada al componente vista, para que sea presentada al usuario.

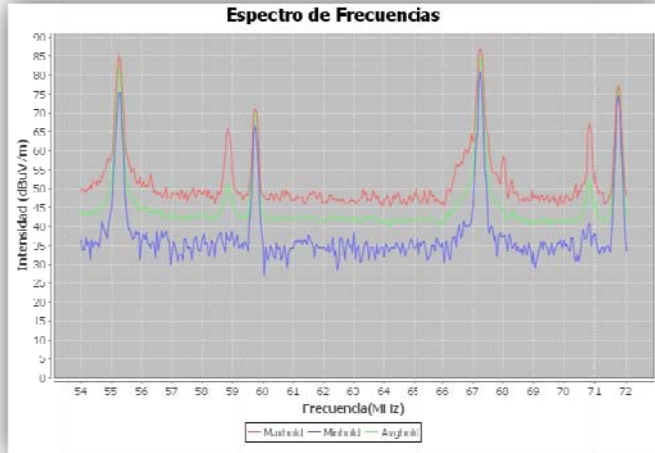


Figura 5.24. Gráfica del espectro de frecuencias para el rango de 54-72 MHz rastreado mediante DSCAN.

La Figura 5.25 muestra el conjunto de datos, referido también como DataSet correspondiente al gráfico anterior. El DataSet contiene los valores máximo, mínimo y promedio registrados durante el barrido para cada frecuencia.

DATOS DEL MONITOREO - ARGUS			
Frecuencia (MHz)	Max (dBuV/m)	Min (dBuV/m)	Avg (dBuV/m)
54,000	49,400	36,500	43,656
54,050	49,800	34,000	43,156
54,100	49,500	34,000	42,069
54,150	49,000	37,000	43,127
54,200	50,000	35,000	43,062
54,250	50,000	38,000	43,396
54,300	51,000	34,400	43,771
54,350	50,000	36,500	43,719
54,400	57,000	34,500	43,594
54,450	52,000	38,000	43,333
54,500	51,000	35,400	44,719
54,550	52,000	35,500	44,729

Figura 5.25. Dataset para el rango de frecuencias de 54-72 MHz rastreado mediante DSCAN.

La Figura 5.26 muestra la interfaz de modificación o eliminación de los datos de un monitoreo. Se pueden modificar los campos de “Descripción Monitoreo”, “Equipo de Comprobación Técnica”, y “Antena de Comprobación Técnica” el resto de parámetros de la cabecera no pueden ser modificados pues no son ingresados por el usuario sino extraídos automáticamente en el momento del registro del monitoreo. El monitoreo puede ser eliminado de la base de datos, esta acción, eliminará el registro de la cabecera del monitoreo y todos los registros correspondientes a cada muestra del monitoreo.

The screenshot shows a web interface titled "MONITOREO". It contains three input fields: "Descripción Monitoreo:" with the value "TTI TVISION V.I.F.", "Equipo de Comprobación Técnica:" with a dropdown menu showing "PROFIC-CHARIIR", and "Antena de Comprobación Técnica:" with a dropdown menu showing "HE314A1". Below these fields are two buttons: "Modificar" and "Eliminar".

Figura 5.26. Interfaz de eliminación y modificación de monitoreos DSCAN.

MEDICIONES FLS

Acción 3: Subir Medición, presenta la interfaz de registro de una medición FLS para una lista de frecuencias, en donde el usuario establece una breve descripción de la medición, especifica el equipo y la antena utilizados, el nivel de piso de ruido, y selecciona el archivo que contiene los resultados de la medición.

The screenshot shows a web interface titled "SUBIR MEDICIÓN - ARGUS". It contains five input fields: "Descripción Medición:" with the value "TTI TVISION V.I.F.", "Equipo de Comprobación Técnica:" with a dropdown menu showing "PROFIC-CHARIIR", "Antena de Comprobación Técnica:" with a dropdown menu showing "HE314A1", "Nombre del Archivo:" with a dropdown menu showing "V\\Supr-His\\unidades\\PFA", and "Piso de Ruido [dBuV/m]:" with the value "40". Below these fields is a "Guardar" button.

Figura 5.27. Interfaz para la carga de mediciones FLS.

La medición se guarda en la base de datos, creándose un registro para la tabla “Medicion” y tantos registros como muestras contenga el resultado de la medición para la tabla “datosMedicion”. Es importante señalar que si bien el usuario no ingresa los datos de inicio y fin de la medición, frecuencias inicial y final de la lista medida, resolución de tiempo y resolución de frecuencia, estos se almacenan en el registro de cabecera de la medición pues son extraídos del archivo directamente.

Se toma como ejemplo un archivo de medición FLS para RADIODIFUSION FM DE 88 A108 MHz, con una canalización de 0.4MHz. Esta medición ha sido programada para realizar un registro cada 15 minutos por ser una emisión de carácter permanente. A continuación se muestra un fragmento de los resultados de la medición:

De los resultados anteriores se extraen los siguientes parámetros para almacenarlos en la cabecera de la medición:

Fecha Inicial de la Medición: 2010-05-27

Fecha Final de la Medición: 2010-05-27

Hora de Inicio de la Medición: 12:09:38.432

Hora de Fin de la Medición: 23:54:36.517

Intervalo de Muestreo [s]: 881.210 = 15mins aprox

Frecuencia Inicial de la Lista de Frecuencias [MHz]: 54

Frecuencia Final de la Lista de Frecuencias [MHz]: 72

Resolución de Frecuencia [MHz]: 0.5

Acción 4: Ver Medición, esta opción permite administrar las mediciones guardadas, es decir, acceder a los datos de la medición, graficar un maxhold, minhold, o avghold de los resultados de la medición, procesar los datos de la medición mediante una ventana deslizante y encontrar señales con mayores anchos de banda que el umbral establecido, o en su defecto eliminar o modificar la medición si es necesario. La Figura 5.28 muestra la interfaz que presenta el listado de mediciones cargadas y las opciones disponibles para la administración de cada una de ellas.

MEDICIONES ARGUS				
Grafico	Dataset	Procesar	Descripción	Nombre del Archivo
Maxhold Minhold Avghold Map-Med-Avg	Maxhold Minhold Avghold Map-Med-Avg	Eliminar Ver Datos Zoom	RADIODIFUSION FM ()	\\Suptel- s1unidades\BD\BDArgus\Mediciones\mBCFM1_100607_0101.txt (.txt)
Maxhold Minhold Avghold Map-Med-Avg	Maxhold Minhold Avghold Map-Med-Avg	Eliminar Ver Datos Zoom	RADIODIFUSION FM ()	\\Suptel- s1unidades\BD\BDArgus\Mediciones\mBCFM1_100608_0101.txt (.txt)
Maxhold Minhold Avghold Map-Med-Avg	Maxhold Minhold Avghold Map-Med-Avg	Eliminar Ver Datos Zoom	RADIODIFUSION FM ()	\\Suptel- s1unidades\BD\BDArgus\Mediciones\mBCFM1_100609_0101.txt (.txt)
Maxhold Minhold Avghold Map-Med-Avg	Maxhold Minhold Avghold Map-Med-Avg	Eliminar Ver Datos Zoom	RADIODIFUSION FM ()	\\Suptel- s1unidades\BD\BDArgus\Mediciones\mBCFM2_100609_0101.txt (.txt)
Maxhold Minhold Avghold Map-Med-Avg	Maxhold Minhold Avghold Map-Med-Avg	Eliminar Ver Datos Zoom	RADIODIFUSION FM ()	\\Suptel- s1unidades\BD\BDArgus\Mediciones\mBCFM2_100610_0101.txt (.txt)
Maxhold Minhold	Maxhold Minhold	Eliminar	RADIODIFUSION	\\Suptel\

Figura 5.28. Interfaz para la administración de mediciones FLS.

La Figura 5.29. muestra la gráfica del Maxhold, Minhold, Avghold, de los resultados de la medición. El controlador gráfico de la aplicación recibe la petición del usuario y

selecciona la operación que será enviada al modelo para que cree la imagen dinámicamente, es decir, accede a la base de datos, extrae la información del resultado de medición correspondiente y forma la imagen, que es enviada al componente vista, para que sea presentada al usuario.

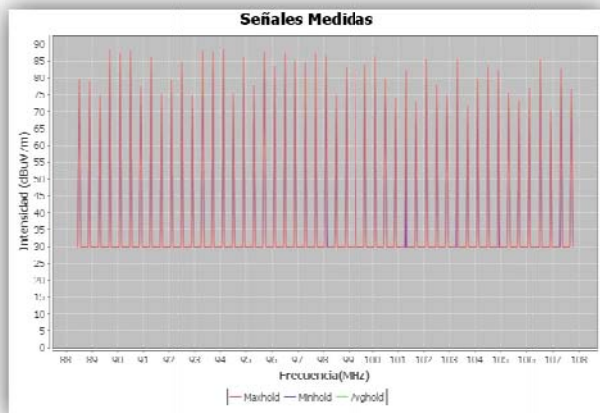


Figura 5.29. Gráfica de los resultados de la medición FLS para la lista de frecuencias de Radiodifusión FM.

La Figura 5.30 muestra el conjunto de datos, referido también como Dataset correspondiente al gráfico anterior. El Dataset contiene los valores máximo, mínimo y promedio registrados durante la medición para cada frecuencia.

DATOS MEDICIÓN - ARGUS						
Frecuencia [MHz]	Max Intensidad [dBuV/m]	Min Intensidad [dBuV/m]	Avg Intensidad [dBuV/m]	Max BW [Hz]	Min BW [Hz]	Avg BW [Hz]
88,200	79,200	77,400	78,300	100000,000	99720,000	99960,000
88,500	78,900	76,700	77,286	100000,000	99280,000	99680,000
88,800	74,800	71,700	73,251	100000,000	100000,000	100000,000
89,200	80,200	76,400	78,314	100000,000	100000,000	100000,000
89,500	87,400	85,500	86,451	100000,000	100000,000	100000,000
89,800	87,800	85,800	86,701	100000,000	106750,000	107720,000
90,200	77,200	75,000	76,100	100000,000	100000,000	100000,000
91,300	85,800	84,700	85,286	100000,000	98750,000	99651,818
91,700	75,000	72,800	74,114	100000,000	100000,000	100000,000
92,100	79,400	77,200	78,300	100000,000	100000,000	100000,000
92,500	84,400	82,800	83,284	100000,000	100000,000	100000,000
92,900	74,800	72,500	73,286	100000,000	100000,000	100000,000

Figura 5.30. Dataset de los resultados de la medición FLS para la lista de frecuencias de Radiodifusión FM.

La Figura 5.31 muestra la interfaz de modificación o eliminación de los datos de una medición. Se pueden modificar los campos de “Descripción Medición”, “Equipo de

Comprobación Técnica”, “Antena de Comprobación Técnica”, “Piso de Ruido”, el resto de parámetros de la cabecera no pueden ser modificados pues no son ingresados por el usuario sino extraídos automáticamente en el momento del registro de la medición. La medición puede ser eliminada de la base de datos, esta acción, eliminará el registro de la cabecera de la medición y todos los registros correspondientes a cada muestra que se encuentran en la tabla “datosMedición”.

The screenshot shows a web interface titled "MEDICIÓN - ARGUS". It contains four input fields: "Descripción Medición" with the value "VALIDACIONES FM", "Equipo de Comprobación Técnica" with a dropdown menu showing "HUMEC-ARGUS", "Antena de Comprobación Técnica" with a dropdown menu showing "HUMEC", and "Piso de Ruido [dBUV/m]" with the value "27.5". At the bottom, there are two buttons: "Modificar" and "Eliminar".

Figura 5.31. Interfaz de eliminación y modificación de mediciones FLS.

MEDICIONES DE RADIOGONIOMETRÍA

Acción 5: Subir Radiogoniometría, presenta la interfaz de registro de una medición de radiogoniometría para una frecuencia determinada, en donde el usuario establece una breve descripción de la medición, especifica el equipo y la antena utilizados, el nivel de piso de ruido, y selecciona el archivo que contiene los resultados de la medición. La Figura 5.32 muestra la interfaz de usuario que permite subir una medición de radiogoniometría.

The screenshot shows a web interface titled "SUBIR MEDICIONES DE RADIOGONIOMETRIA - ARGUS". It contains five input fields: "Descripción Radiogoniometria" with the value "FM 88.5", "Equipo de Comprobacion Tecnica" with a dropdown menu showing "HUMEC-ARGUS", "Antena de Comprobacion Tecnica" with a dropdown menu showing "ADUT95 Radiogoniometro (200,1300)", "Nombre del Archivo" with the value "\\Siga-01-Agust-08-1971" and an "Eliminar" button to its right, and "Piso de Ruido [dBuV/m]" with the value "20". At the bottom, there is a "Guardar" button.

Figura 5.32. Interfaz para la carga de mediciones de radiogoniometría.

La medición se guarda en la base de datos, creándose un registro para la tabla “Radiogoniometria” y tantos registros como muestras contenga el resultado de la medición para la tabla “datosRadiogoniometria”. Es importante señalar que si bien el usuario no ingresa los datos de inicio y fin de la medición, y resolución de tiempo, estos se almacenan en el registro de cabecera de la medición pues son extraídos del archivo directamente.

Se toma como ejemplo un archivo de medición de Radiogoniometría para la estación de Radiodifusión ACTIVA FM 88 que opera en la frecuencia 88.5MHz. A continuación se muestra un fragmento de los resultados de la medición:

Tiempo	Frecuencia	Bearing	Quality	Level	Longitud	Latitud	
Fecha + Hora	ERM2	ERM2	ERM2	ERM2	ERM2	ERM2	
	MHz	Grad			dBμV	Longitud	Latitud
4/15/2010 14:17:57.043		88.500000 *			*		079°00'07.0"W 02°53'21.7"S
4/15/2010 14:17:57.283		88.500000 169.000	92	66.4		079°00'07.0"W	02°53'21.7"S
4/15/2010 14:17:57.894		88.500000 170.000	90	65.0		079°00'07.0"W	02°53'21.7"S
4/15/2010 14:17:58.505		88.500000 169.000	89	65.2		079°00'07.0"W	02°53'21.7"S
4/15/2010 14:17:59.126		88.500000 167.000	89	64.3		079°00'07.0"W	02°53'21.7"S
4/15/2010 14:17:59.747		88.500000 171.000	89	65.5		079°00'07.0"W	02°53'21.7"S
4/15/2010 14:18:00.377		88.500000 174.000	87	64.0		079°00'07.0"W	02°53'21.7"S
4/15/2010 14:18:00.978		88.500000 172.000	85	64.2		079°00'07.0"W	02°53'21.7"S
4/15/2010 14:18:01.599		88.500000 173.000	83	64.3		079°00'07.0"W	02°53'21.7"S
4/15/2010 14:18:02.220		88.500000 170.000	88	63.4		079°00'07.0"W	02°53'21.7"S
4/15/2010 14:18:02.821		88.500000 166.000	91	63.3		079°00'07.0"W	02°53'21.7"S
...							
4/15/2010 14:18:44.090		88.500000 170.000	86	63.2		079°00'07.0"W	02°53'21.6"S
4/15/2010 14:18:44.711		88.500000 167.000	87	62.6		079°00'06.9"W	02°53'21.6"S
4/15/2010 14:18:45.322		88.500000 168.000	88	63.7		079°00'06.9"W	02°53'21.6"S
4/15/2010 14:18:45.943		88.500000 173.000	87	65.3		079°00'06.9"W	02°53'21.6"S
4/15/2010 14:18:46.554		88.500000 172.000	86	63.5		079°00'06.9"W	02°53'21.6"S
4/15/2010 14:18:47.185		88.500000 171.000	85	63.4		079°00'06.9"W	02°53'21.6"S
4/15/2010 14:18:47.786		88.500000 171.000	88	64.7		079°00'07.0"W	02°53'21.6"S
4/15/2010 14:18:48.406		88.500000 170.000	92	63.9		079°00'07.0"W	02°53'21.6"S

De los resultados anteriores se extraen los siguientes parámetros para almacenarlos en la cabecera de la medición:

Fecha Inicial de la Medición: 2010-04-15
 Fecha Final de la Medición: 2010-04-15
 Hora de Inicio de la Medición: 14:17:57.283
 Hora de Fin de la Medición: 14:18:48.406
 Intervalo de Muestreo [s]: 0.616
 Frecuencia [MHz]: 88.5

Acción 6: Ver Radiogoniometría, esta opción permite administrar las mediciones de radiogoniometría guardadas, es decir, acceder a los datos de la medición, graficar el los ángulos registrados de la dirección de la emisión y procesar los datos de la medición mediante una ventana deslizante, o en su defecto eliminar o modificar la medición si es necesario. La Figura 5.33 muestra la interfaz que presenta el listado de mediciones de radiogoniometría cargadas y las opciones disponibles para la administración de cada una de ellas.

MEDICIONES DE RADIOGONIOMETRIA - ARGUS					
	Gráfico	Dataset	Procesar	Descripción	Nombre_del_Archivo
(...)	Gráfico (...)	Dataset (...)	Definir Ventana y Procesar	FM 88.5 (...)	\\Suptel s\Unidades\RD\RD\Argus\Radiogoniometria\DOF1
(...)	Gráfico (...)	Dataset (...)	Definir Ventana y Procesar	FM 90.9 (...)	\\Suptel s\Unidades\RD\RD\Argus\Radiogoniometria\DOF1
(...)	Gráfico (...)	Dataset (...)	Definir Ventana y Procesar	FM 89.3 (...)	\\Suptel s\Unidades\RD\RD\Argus\Radiogoniometria\DOF1
(...)	Gráfico (...)	Dataset (...)	Definir Ventana y Procesar	FM 119 / (...)	\\Suptel s\Unidades\RD\RD\Argus\Radiogoniometria\DOF1
(...)	Gráfico (...)	Dataset (...)	Definir Ventana y Procesar	FM 90.1 (...)	\\Suptel s\Unidades\RD\RD\Argus\Radiogoniometria\DOF1
(...)	Gráfico (...)	Dataset (...)	Definir		\\Suptel

Figura 5.33. Interfaz para la administración de mediciones de radiogoniometría.

La Figura 5.34. muestra la gráfica de los ángulos con respecto al norte registrado en la ubicación de la emisión. El controlador gráfico de la aplicación recibe la petición del usuario y selecciona la operación que será enviada al modelo para que cree la imagen dinámicamente, es decir, accede a la base de datos, extrae la información del resultado de medición correspondiente y forma la imagen, que es enviada al componente vista, para que sea presentada al usuario.



Figura 5.34. Gráfica de los resultados de la medición de radiogoniometría para la estación “Activa FM 88”.

La Figura 5.35 muestra el conjunto de datos, referido también como Dataset correspondiente al gráfico anterior. El Dataset contiene los registros cada una de las muestras de la medición de radiogoniometría, detallando, la fecha, hora, frecuencia, ángulo con respecto al norte, calidad de la señal, intensidad de campo, y las coordenadas geográficas.

DATOS DE LA MEDICION DE RADIOGONIOMETRIA - ARGUS							
Fecha (YYYY-MM-DD)	Hora (HH:MM:SS)	Frecuencia [MHz]	Grados [°]	Calidad [%]	Intensidad [dBuV/m]	Latitud	Longitud
2010-04-15	14:17:57.203	88,5	169,0	92,0	66,4	79,090,07,0°W	2,0953,021,7
2010-04-15	14:17:57.894	88,5	170,0	90,0	65,0	79,090,07,0°W	2,0953,021,7
2010-04-15	14:17:58,515	88,5	169,0	89,0	65,7	79,090,07,0°W	2,0953,021,7
2010-04-15	14:17:58,126	88,5	167,0	89,0	64,3	79,090,07,0°W	2,0953,021,7
2010-04-15	14:17:59,747	88,5	171,0	89,0	65,5	79,090,07,0°W	2,0953,021,7
2010-04-15	14:18:00,377	88,5	174,0	87,0	64,0	79,090,07,0°W	2,0953,021,7

Figura 5.35. Dataset de los resultados de la medición de radiogoniometría para la estación “Activa FM 88”.

La Figura 5.36 muestra la interfaz de modificación o eliminación de los datos de una medición de radiogoniometría. Se pueden modificar los campos de “Descripción Medición”, “Equipo de Comprobación Técnica”, “Antena de Comprobación Técnica”, “Piso de Ruido”, el resto de parámetros de la cabecera no pueden ser modificados pues no son ingresados por el usuario sino extraídos automáticamente en el momento del registro de la medición. La medición puede ser eliminada de la base de datos, esta acción, eliminará el registro de la cabecera de la medición de radiogoniometría y todos los registros correspondientes a cada muestra que se encuentran en la tabla “datosRadiogoniometria”.

MEDICION DE RADIOGONIOMETRIA

Descripción Radiogoniometria:

Equipo de Comprobacion Tecnica:

Antena de Comprobacion Tecnica:

Piso de Ruido:[dBuV/m]

Figura 5.36. Interfaz de eliminación y modificación de mediciones de radiogoniometría.

5.6.1.2 Submódulo de Mediciones del Sistema TESAMERICA

Este submódulo permite registrar y administrar los resultados de las mediciones que proporciona TESPECTRUM. La interfaz de usuario se muestra sobre el navegador web Internet Explorer, mediante paginas JSP, para permitir un desempeño dinámico. Las acciones del usuario, son enviadas en forma de peticiones hacia el controlador de

la aplicación (servlet Controlador), el cual determina la operación que efectuará el modelo sobre la base de datos, el conjunto obtenido del acceso al almacén de datos es enviado nuevamente al controlador para que éste redirija el flujo de datos sobre la vista correspondiente, que presentará la información al usuario.



Figura 5.37. Submódulo de mediciones del sistema TES AMERICA.

MEDICIONES

Acción 1: Subir Medición, presenta la interfaz de registro de una medición en donde el usuario establece una breve descripción de la medición, especifica el equipo y la antena utilizados en el monitoreo, y selecciona el archivo que contiene los resultados de la medición. A diferencia de los resultados de las mediciones y monitoreos del sistema R&S, aquí se requiere que el usuario ingrese manualmente la información del inicio y fin de la medición, y de las frecuencias inicial y final del rango medido, ya que el archivo de resultados de la caracterización de las señales no proporciona un registro cronológico de las muestras medidas sino únicamente los valores máximos mínimos o promedios, de acuerdo a como se haya realizado la caracterización.

La Figura 5.38 muestra la interfaz de usuario que permite registrar las mediciones realizadas con el sistema TES AMERICA.

SUBIR MEDICIÓN - TES AMERICA	
Descripción Medición:	<input type="text" value="1 ALIQUID-UBION FM"/>
Equipo de Comprobación Técnica:	<input type="text" value="TES AMERICA"/>
Antena de Comprobación Técnica:	<input type="text" value="ANTENA VAGUI HORIZONTAL NTR"/>
Nombre del Archivo:	<input type="text" value="Subida de Antenas NTA"/> Examinar...
Fecha Inicio:(YYYY-MM-DD)	<input type="text" value="2010-05-21"/>
Fecha Fin:(YYYY-MM-DD)	<input type="text" value="2010-05-21"/>
Hora Inicio:(HH:MM:SS)	<input type="text" value="08:30:30"/>
Hora Fin:(HH:MM:SS)	<input type="text" value="12:30:00"/>
<input type="button" value="Guardar"/>	

Figura 5.38. Interfaz para la carga de mediciones TESAMERICA.

La medición se guarda en la base de datos, creándose un registro para la tabla “MedicionTesAmerica” y tantos registros como señales caracterizadas contenga el resultado de la medición para la tabla “datosMedicionTesAmerica”. Es importante señalar que si bien el usuario no ingresa los datos de frecuencias inicial y final del rango de señales caracterizadas, estos se almacenan en el registro de cabecera de la medición pues son extraídos del archivo directamente. Ser registra también una referencia de la canalización de las señales caracterizadas.

Se toma como ejemplo un archivo de resultados de una medición de RADIODIFUSION FM. A continuación se muestra un fragmento de los resultados de la medición:

Frecuencia Inicial (MHz)	Frecuencia Final (MHz)	Ancho de Banda (MHz)	Frecuencia Máxima (MHz)	Potencia Máxima (dBm)	Potencia Isotrópica Máxima (dBmi)	Potencia Isotrópica Normalizada (dB)	Campo Eléctrico (dBVu/m)
88,39199	88,59762	0,20563	88,49951	-60,32	-60,32	-37,1891	55,8388187
88,73832	89,00348	0,26516	88,89953	-37,93	-37,93	-13,69497	78,2679906
89,51756	89,83683	0,31927	89,70157	-47,39	-47,39	-22,34842	68,8860017
89,95588	90,25891	0,30304	90,09959	-50,96	-50,96	-26,14506	65,3544576
90,37255	90,64312	0,27057	90,49961	-54,01	-54,01	-29,68724	62,3429355
91,17054	91,42777	0,25722	91,29666	-50,95	-50,95	-26,84691	65,4790988
91,96343	92,219	0,25557	92,09969	-56,75	-56,75	-32,6749	59,7551647
92,37389	92,62946	0,25557	92,49971	-47,76	-47,76	-23,6849	68,7828087
93,15609	93,4194	0,26331	93,30175	-45,6	-45,6	-21,39525	71,0177966
...							
103,99197	104,2047	0,21272	104,10328	-49,17	-49,17	-25,89182	68,3992896
104,38197	104,62508	0,24311	104,50031	-51,37	-51,37	-27,5119	66,2323527
104,79222	105,03775	0,24553	104,89833	-62,32	-62,32	-38,41898	55,315373
105,589	105,78511	0,19612	105,69538	-66,59	-66,59	-43,66486	51,1111214
105,98653	106,20385	0,21732	106,0974	-61,18	-61,18	-37,80904	56,5540958
106,38406	106,59078	0,20672	106,49043	-62	-62	-38,84623	55,7662131
107,59257	107,81518	0,22262	107,70246	-70,21	-70,21	-46,73438	47,654514

De los resultados anteriores se extraen los siguientes parámetros para almacenarlos en la cabecera de la medición:

Frecuencia Inicial [MHz]: 88.5
 Frecuencia Final [MHz]: 107.7
 Canalización [MHz]: 0.4

Acción 2: Ver Mediciones, esta opción permite administrar las mediciones guardadas, es decir, acceder a los datos de la medición, graficar los resultados de la medición, procesar los datos de la medición mediante una ventana deslizante o en su defecto eliminar o modificar la medición si es necesario. La Figura 5.39 muestra la interfaz que presenta el listado de mediciones cargadas y las opciones disponibles para la administración de cada una de ellas.

MEDICIONES TES AMERICA				
Gráfico	Dataset	Procesar	Descripción	Nombre_del_Archivo
Gráfico	DataSet	Definir Ventana y Procesar	RAJON TELEVISION AM (...)	\\Suptel\1\unidades\BD\BDTesAmerica\AM3.csv (.csv)
Gráfico	DataSet	Definir Ventana y Procesar	FLUJO MÓVIL 138-174 (...)	\\Suptel\1\unidades\UL\UL1\tesAmerica\flujomovil.csv (.csv)
Gráfico	DataSet	Definir Ventana y Procesar	RAJON TELEVISION AM (...)	\\Suptel\1\unidades\BD\BDTesAmerica\AM.csv (.csv)
Gráfico	DataSet	Definir Ventana y Procesar	RADIOFUSION FM (...)	\\Suptel\1\unidades\BD\BDTesAmerica\FM_Cuonca.csv (.csv)
Gráfico	DataSet	Definir Ventana y Procesar	TELEVISION VHF (...)	\\Suptel\1\unidades\BD\BDTesAmerica\TV2_4.csv (.csv)
Gráfico	DataSet	Definir Ventana y Procesar	TELEVISION VHF (...)	\\Suptel\1\unidades\UL\UL1\tesAmerica\TV2_4.csv (.csv)

Figura 5.39. Interfaz para la administración de mediciones TESAMERICA.

La Figura 5.40. muestra la gráfica de los resultados de la medición, esta gráfica utiliza la librería de código abierto JFreeChart bajo Java. El controlador gráfico de la aplicación recibe la petición del usuario y selecciona la operación que será enviada al modelo para que cree la imagen dinámicamente, es decir, accede a la base de datos, extrae la información del resultado de medición correspondiente y forma la imagen, que es enviada al componente vista, para que sea presentada al usuario.

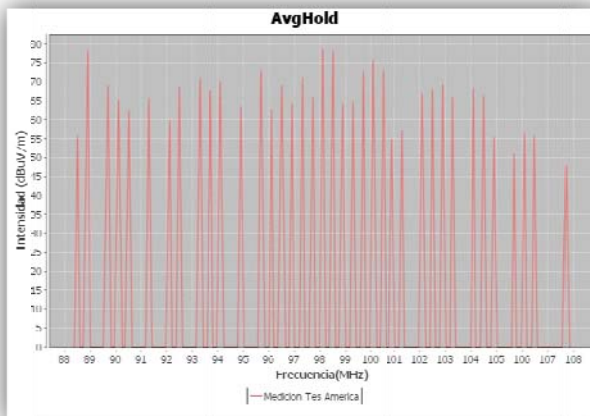


Figura 5.40. Gráfica del espectro de frecuencias para el rango de 88-108 MHz de las señales caracterizadas mediante TESPECTRUM.

La Figura 5.41 muestra el conjunto de datos, referido también como DataSet correspondiente al gráfico anterior. El Dataset contiene los valores de frecuencia inicial y final de señal caracterizada, frecuencia máxima, potencia máxima, potencia isotrópica máxima, potencia isotrópica normalizada y el campo eléctrico para cada señal caracterizada mediante TESPECTRUM

DATOS DE MEDICIÓN - TES AMERICA							
Frecuencia Inicial [MHz]	Frecuencia Final [MHz]	BW [MHz]	Frecuencia Maxima [MHz]	Potencia Maxima [dBm]	Potencia Isotrópica Maxima [dBm]	Potencia Isotrópica Normalizada [dB]	Campo Eléctrico [dBu]
88.392	88.590	208	88.500	60.326	60.320	-37.189	55.8
88.738	89.003	265	88.900	-37.030	-37.030	-13.805	78.2
89.518	89.837	319	89.702	-47.300	-47.300	-22.348	68.8
89.950	90.259	308	90.100	-50.900	-50.900	-20.145	65.3
90.373	90.643	271	90.500	-54.010	-54.010	-20.687	62.3
91.171	91.428	257	91.297	-50.950	-50.950	-20.847	65.4
91.963	92.219	256	92.100	-50.750	-50.750	-32.070	59.7
92.374	92.629	256	92.500	-47.760	-47.760	-23.885	68.5
93.168	93.419	263	93.302	-45.800	-45.800	-21.295	71.1
93.502	93.829	327	93.705	-49.290	-49.290	-25.488	67.3

Figura 5.41. Dataset del espectro de frecuencias para el rango de 88-108 MHz de las señales caracterizadas mediante TESPECTRUM.

La Figura 5.42 muestra la interfaz de modificación o eliminación de los datos de una medición. Se pueden modificar los campos de “Descripción Medición”, “Equipo de Comprobación Técnica”, y “Antena de Comprobación Técnica”, el resto de parámetros de la cabecera no pueden ser modificados. La medición puede ser eliminada de la base de datos, esta acción, eliminará el registro de la cabecera de la medición y todos los registros correspondientes a cada señal caracterizada.

MEDICIONES - TES AMERICA

Descripción Medición:

Equipo de Comprobación Técnica:

Antena de Comprobación Técnica:

Figura 5.42. Interfaz de eliminación y modificación de mediciones TES AMERICA.

5.6.1.3 Submódulo de Monitoreo Manual.

Este submódulo permite registrar y administrar las observaciones del monitoreo manual. La interfaz de usuario se muestra sobre el navegador web Internet Explorer, mediante paginas JSP, para permitir un desempeño dinámico. Las acciones del usuario, son enviadas en forma de peticiones hacia el controlador de la aplicación

(servlet Controlador), el cual determina la operación que efectuará el modelo sobre la base de datos, el resultado obtenido del acceso al almacén de datos es enviado nuevamente al controlador para que éste redirija el flujo de datos sobre la vista correspondiente, que presentará la información al usuario.



Figura 5.43. Submódulo de monitoreo manual.

Acción 1: Nuevo Monitoreo, presenta la interfaz de registro de un monitoreo manual en donde el técnico de mediciones registra la fecha de monitoreo, las horas de inicio y fin de la observación, la frecuencia observada, la frecuencia medida, la intensidad de campo, el ancho de banda, la modulación y una descripción de las observaciones realizadas.

Figura 5.44. Interfaz para la carga de Monitoreos DSCAN.

El monitoreo se guarda en la base de datos, creándose un registro para la tabla “MonitoreoManual”.

Acción 2: Ver Monitoreos, esta opción permite administrar los monitoreos guardados, es decir, acceder a los datos de los monitoreos registrados anteriormente. La Figura 5.45 muestra la interfaz que presenta el listado de monitoreos registrados y las opciones disponibles para la administración de cada uno de ellos.

	Fecha (YYY-MM-DD)	Hora Inicio (HH-MM-SS)	Hora Fin (HH-MM-SS)	Frecuencia Observada [MHz]	Frecuencia Medida [MHz]	Intensidad [dBuV/m]	Ancho de Banda [KHz]	Descr
[-]	2010-06-01	06:30:00.000	17:00:00.000	88.5	88.5	90.1	116.0	Modu
[-]	2010-06-01	08:30:00.000	17:00:00.000	88.9	88.9	80.2	120.0	Modu
[-]	2010-06-01	08:30:00.000	17:00:00.000	89.7	89.7	100.4	170.0	Modu
[-]	2010-06-01	08:30:00.000	17:00:00.000	90.1	90.1	98.9	118.0	Modu
[-]	2010-06-01	08:30:00.000	17:00:00.000	90.5	90.5	89.2	120.0	Modu
[-]	2010-06-01	08:30:00.000	17:00:00.000	90.9	90.9	83.0	120.0	Modu
[-]	2010-06-01	08:30:00.000	17:00:00.000	91.3	91.38	100.5	86.0	Modu

Figura 5.45. Interfaz para la administración de monitoreos manuales.

Un monitoreo puede ser modificado o eliminado si es necesario. La Figura 5.46 muestra la interfaz disponible para estas tareas.

MONITOREO MANUAL

*Fecha(YYYY-MM-DD): 2010-06-01

*Hora Inicio: 08:30:00.000

*Hora Fin: 17:00:00.000

*Frecuencia Observada[MHz]: 89.7

Frecuencia Medida[MHz]: 89.7

Intensidad[dBuV/m]: 100.4

Ancho de Banda[KHz]: 120.0

Descripcion: Modulacion 90%

Técnico: VO

Modificar Eliminar Guardar Nuevo

Figura 5.46. Interfaz de modificación y eliminación de monitoreos manuales.

Acción 3 y 4: Permite evaluar las señales presentes en un rango de frecuencias y periodo de tiempo dado.

VENTANA DESLIZANTE PARA EL PROCESAMIENTO DEL MONITOREO MANUAL

Frecuencia Inicial [MHz]: 88.0

Frecuencia Final [MHz]: 100.0

Fecha Inicio (YYYY-MM-DD): 2010-01-01

Fecha Fin (YYYY-MM-DD): 2010-06-30

Hora Inicio (HH-MM-SS): 00:00:00.000

Hora Fin (HH-MM-SS): 24:00:00.000

Registros de Monitoreo MANUAL Señales de Monitoreo MANUAL

Figura 5.47. Interfaz de procesamiento del monitoreo manual.

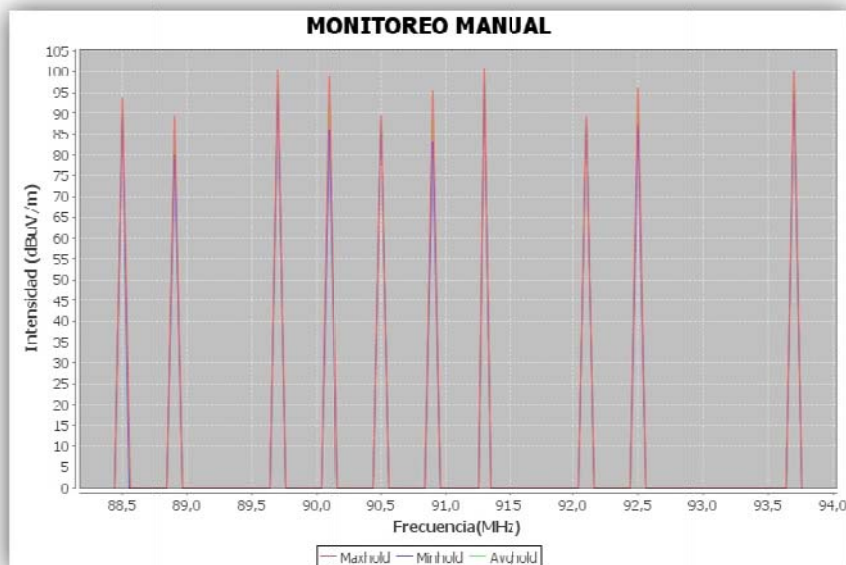


Figura 5.48. Gráfico de las señales de Radiodifusión FM registradas del monitoreo manual.

5.6.2 Módulo de Concesiones de Frecuencias Vigentes

El módulo de concesiones de frecuencias de vigentes permite el registro y mantenimiento de la información de los concesionarios y contratos de radiocomunicaciones, radiodifusión y televisión.

5.6.2.1 Submódulo de Radiocomunicaciones.

Permite el registro y mantenimiento de frecuencias concesionadas para los servicios de radiocomunicaciones. La fuente de información válida y actualizada de estos contratos es directamente la base de datos de la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones.

La estructura de un contrato de radiocomunicaciones consta de los datos del concesionario, el tipo de contrato, la fecha del contrato, el tipo de sistema y el tipo de uso de frecuencia.

Los contratos de radiocomunicaciones concesionan circuitos de frecuencias o enlaces. Cada circuito contiene una o más estaciones fijas, móviles y/o portátiles. Si se trata de una estación fija, se establecen también los datos de las estructuras y las antenas. La Figura 5.49 muestra la interfaz de ingreso de un contrato de radiocomunicaciones.

CONTRATO DE RADIOCOMUNICACIONES

*Concesionario:(...) ABEL HUIHUVO JAIME HUIHUVO

Representante Legal:(...) -

Servicio:(...) Fij- móvil

Tipo de Contrato:(...) Renovado

Fecha Inicio:(YYYY-MM-DD) 2006-04-1

Fecha Fin:(YYYY-MM-DD) 2006-04-1

Tipo de Sistema:(...) Puntos

Tipo de Uso de Frecuencia:(...) Privado

Estado:(...) A

Guardar

Figura 5.49. Interfaz de registro de Contratos de Radiocomunicaciones.

Luego de registrados los datos del contrato, se registran los circuitos concesionados para dicho contrato. La Figura 5.50 muestra la interfaz de ingreso de los circuitos.

CIRCUITO DE RADIOCOMUNICACIONES

*Concesionario:(...) ABEL HUIHUVO JAIME HUIHUVO

*Contrato Radiocomunicaciones:(...) 2006-04-1

*Numero de Circuito: 1

Frecuencia TX [MHz]: 15085

Frecuencia RX [MHz]: 15085

Ancho de Banda [KHz]: 12.7

Tipo de Emision: 11K0F3M

Modo de Operacion:(...) Simplex

Hora Inicio: (HH:MM:SS) 00:00:00

Hora Fin:(HH:MM:SS) 24:00:00

Areas Operacion: Cuencos y Alrededores

Guardar

Figura 5.50. Interfaz de registro de Circuitos de Radiocomunicaciones.

Para el ingreso de las estaciones pertenecientes a un circuito, se presenta la interfaz mostrada en la Figura 5.51.

ESTACION DE RADIOCOMUNICACIONES

*Concesionario:(...) ALBA GARCIA LUIS ALBERTO

*Contrato Radiocomunicaciones:(...) 2006-06-06

*Circuito:(...) N° 175/RX 140 175

Tipo Estacion:(...) Fija

Indicativo: HCC02A3

Potencia:[Watts] 25

Equipo: YAESU FT 2500M

Guardar

Figura 5.51. Interfaz de registro de Estaciones de Radiocomunicaciones.

Para cada estación fija se requiere además el ingreso de los datos de las estructuras y de las antenas, para lo cual se presenta la interfaz mostrada en la Figura 5.52.

ESTRUCTURA DE LA ESTACION DE RADIOCOMUNICACIONES	
*Concesionario:(...)	ALBA GARCIA LUIS ALBERTO
*Contrato Radiocomunicaciones:(...)	2007-06-06
*Circuito:(...)	NB-1736148175/FK-148175
*Estacion:(...)	Indicativo:HC4283/Potencia:25/Eauis
Codigo Estructura:	5NCR148
Provincia:(...)	AZUAY
Canton:(...)	CUBENCA
Ubicacion:(...)	A Numero 1 Lote 1 15
Codigo de la Antena:	AM00098
Tipo de Antena:	MONOPOLO
Ganancia de la Antena:	6.5
Azimut:	1
Polarizacion de la Antena:	HORIZONTAL
Guardar	

Figura 5.52. Interfaz de registro de Estructuras y Antenas para una estación fija de Radiocomunicaciones.

Además de los circuitos, un contrato puede contener enlaces. La interfaz de ingreso de los enlaces de radiocomunicaciones se muestra en la Figura 5.53.

ENLACE DE RADIOCOMUNICACIONES DE RADIOCOMUNICACIONES	
*Concesionario:(...)	EMPRESA MUNICIPAL DE TELECOM
*Contrato Radiocomunicaciones:(...)	2010 03 30
*Numero de Enlace:	1
Frecuencia TX [MHz]:	434.025
Frecuencia RX [MHz]:	434.025
Ancho de Banda [KHz]:	12.5
Tipo de Emision:	16KDFSEJN
Modo de Operacion:(...)	Simplex
Distancia [Km]	20.53
Trayecto:	CA 11 APIN-31 FINCA P ORDEN NORTH
Guardar	

Figura 5.53. Interfaz de registro de Enlaces de Radiocomunicaciones.

La información de los contratos de Radiocomunicaciones registrada en la base de datos puede ser consultada por los usuarios fácilmente mediante un reporte detallado de los contratos, circuitos, estaciones, estructuras y enlaces. Estos reportes presentados mediante listas permiten al usuario acceder a la información de cada parámetro haciendo uso del enlace (...). Las figuras 5.54, 5.55, 5.56, 5.57 y 5.58 muestran los listados de los contratos de radiocomunicaciones, los circuitos, las estaciones, las estructuras y los enlaces respectivamente.

CONTRATOS RADIOCOMUNICACIONES								
	Concesionario	Servicio	Tipo de Contrato	Fecha Inicio (YYYY-MM-DD)	Fecha Fin (YYYY-MM-DD)	Tipo de Sistema	Tipo de Uso de Frecuencia	Estatus
(...)	ABRIL HIRROVO JAIME RODRIGO(...)	Fijo - Movil(...)	Renovado (...)	2008-02-11	2011-02-13	Privado(...)	Privado(...)	A(...)
(...)	ALBA GACON LUIS ALBERTO(...)	Fijo - Movil(...)	Renovado (...)	2007-06-06	2012-06-06	Privado(...)	Privado(...)	A(...)
(...)	ALUTEQ COMPANIA LIMITADA(...)	Fijo - Movil(...)	Renovado (...)	2009-06-01	2011-06-01	Privado(...)	Privado(...)	A(...)
(...)	ANDRADE AMBRUSI FELIPE WASHINGTON(...)	Fijo - Movil(...)	Renovado (...)	2007-02-28	2012-02-28	Privado(...)	Privado(...)	A(...)
(...)	ANDRADE OCHOA FABIAN MAURICIO(...)	Fijo - Movil(...)	Concesión (...)	2005-11-18	2010-11-10	Privado(...)	Privado(...)	A(...)
(...)	ARIAS VELEZ MARCO HUMBERTO(...)	Fijo - Movil(...)	Renovado (...)	2008-02-11	2011-02-13	Privado(...)	Privado(...)	A(...)
(...)	ASOCIACION DE RADIO TAXI AZUAY(...)	Fijo - Movil(...)	Concesión (...)	2000-01-08	2011-01-08	Privado(...)	Privado(...)	A(...)
(...)	ASOCIACION DE PROFESIONALES DEL VOLANTE RADIO...	Fijo - Movil(...)	Renovado (...)	2006-07-11	2010-07-14	Privado(...)	Privado(...)	A(...)

Figura 5.54. Listado de Contratos de Radiocomunicaciones.

CIRCUITOS							
	Nombre del Concesionario	Fecha Contrato (YYYY-MM-DD)	Número Circuito	Frecuencia X (MHz)	Frecuencia Y (MHz)	Ancho Banda (KHz)	Tipo de Emisión
(...)	ABRIL HIRROVO JAIME RODRIGO(...)	2008-02-11(...)	1	150.65	150.65	12.5	11K0F3C,FM
(...)	ALBA GACON LUIS ALBERTO(...)	2007-06-06(...)	1	140.175	140.175	12.5	12K5F3E,FM
(...)	ALUTEQ COMPANIA LIMITADA(...)	2009-06-01(...)	1	155.85	155.85	12.5	12K5F3E,FM
(...)	ANDRADE AMBRUSI FELIPE WASHINGTON(...)	2007-02-28(...)	1	148.425	148.425	12.5	12K5F3C,FM
(...)	ANDRADE OCHOA FABIAN MAURICIO(...)	2005-11-10(...)	1	142.375	142.375	12.5	12K5F3E,FM
(...)	ARIAS VELEZ MARCO HUMBERTO(...)	2008-02-11(...)	1	138.475	138.475	12.5	16K0F3C,FM
(...)	ASOCIACION DE RADIO TAXI AZUAY(...)	2009-01-08(...)	1	158.425	158.425	12.5	12K5F3E,FM
(...)	ASOCIACION DE PROFESIONALES DEL VOLANTE RADIO...	2006-07-11(...)	1	150.975	150.975	12.5	12K5F3E,FM

Figura 5.55. Listado de Circuitos de Radiocomunicaciones.

ESTACIONES DE RADIOCOMUNICACIONES							
	Nombre del Concesionario	Fecha Contrato (YYYY-MM-DD)	Número de Circuito	Frecuencia X (MHz)	Frecuencia Y (MHz)	Tipo de Estación	Indicativo
(...)	ALBA GACON LUIS ALBERTO(...)	2007-06-06(...)	1(...)	140.175	140.175	Fija(...)	HCC028
(...)	ALBA GACON LUIS ALBERTO(...)	2007-06-06(...)	1(...)	140.175	140.175	Movil(...)	HCC028
(...)	ALBA GACON LUIS ALBERTO(...)	2007-06-06(...)	1(...)	140.175	140.175	Movil(...)	HCC028
(...)	ALBA GACON LUIS ALBERTO(...)	2007-06-06(...)	1(...)	140.175	140.175	Movil(...)	HCC020
(...)	ANDRADE AMBRUSI FELIPE WASHINGTON(...)	2007-02-28(...)	1(...)	148.425	148.425	Fija(...)	HCC088
(...)	ANDRADE AMBRUSI FELIPE WASHINGTON(...)	2007-02-28(...)	1(...)	148.425	148.425	Portatil(...)	HCC084
(...)	ANDRADE AMBRUSI FELIPE WASHINGTON(...)	2007-02-28(...)	1(...)	140.425	140.425	Portatil(...)	HCC094
(...)	ANDRADE AMBRUSI FELIPE WASHINGTON(...)	2007-02-28(...)	1(...)	148.425	148.425	Portatil(...)	HCC089

Figura 5.56. Listado de las Estaciones de Radiocomunicaciones.

ESTRUCTURAS								
	Nombre del Concesionario	Fecha del Contrato (YYYY-MM-DD)	Circuito	Frecuencia IX [MHz]	Frecuencia RX [MHz]	Estación Indicativo	Estación Potencia	Estación-Equipo
(...)	ALBA CAON LUIS ALBERTO (...)	2007-06-06 (...)	1 (...)	140.175	140.175	HCC4283 (...)	25	YAESU FT 2500M
(...)	ANDRADE AMBROSIO FERRER WASHINGTON (...)	2007-08-29 (...)	1 (...)	148.475	148.475	HCC0500 (...)	10	MOTOROLA FM 400
(...)	AMIRALE OCHOA FABIAN MAURICIO (...)	2005-11-10 (...)	1 (...)	143.375	148.375	HCC0262 (...)	10	YELINWOOD 100 / 23
(...)	ANDRADE OCHOA FABIAN MAURICIO (...)	2005-11-10 (...)	1 (...)	143.375	140.375	HCC0297 (...)	10	VERTICAL VX 2000V
(...)	AMIRALE OCHOA FABIAN MAURICIO (...)	2005-11-10 (...)	1 (...)	143.375	148.375	HCC0295 (...)	10	VERTICAL VX 2000V
(...)	ANDRADE OCHOA FABIAN MAURICIO (...)	2005-11-10 (...)	1 (...)	140.375	140.375	HCC0290 (...)	10	VERTICAL VX 2000V

Figura 5.57. Listado de las Estructuras de Radiocomunicaciones.

ENLACES RADIOCOMUNICACIONES								
	Nombre del Concesionario	Fecha Contrato (YYYY-MM-DD)	Número Enlace	Frecuencia IX [MHz]	Frecuencia RX [MHz]	Ancho Banda [KHz]	Tipo de Emisión	Mod Oper
(...)	EMPRESA MUNICIPAL DE TELECOMUNICACIONES AGUA POTABLE, AL CANTÓN ILLANO (...)	2010-03-30 (...)	1	434.035	434.035	12.5	16K0F3E1M	Simp
(...)	EMPRESA MUNICIPAL DE TELECOMUNICACIONES AGUA POTABLE, AL CANTÓN ILLANO (...)	2010-03-30 (...)	2	434.775	434.775	12.5	16K0F3E1M	Simp
(...)	EMPRESA MUNICIPAL DE TELECOMUNICACIONES AGUA POTABLE, AL CANTÓN ILLANO (...)	2010-03-30 (...)	3	438.035	438.035	12.5	16K0F3E1M	Simp
(...)	EMPRESA MUNICIPAL DE TELECOMUNICACIONES AGUA POTABLE, AL CANTÓN ILLANO (...)	2010-03-30 (...)	4	439.375	439.375	12.5	16K0F3E1M	Simp

Figura 5.58. Listado de los Enlaces de Radiocomunicaciones.

La información de un contrato de radiocomunicaciones puede ser modificada accediendo al primer enlace del tipo (...) que aparece en la primera columna de los listados. Existe una interfaz de modificación y eliminación para los contratos, circuitos, estaciones, estructuras y enlaces, en donde los campos señalados con asterisco * no pueden ser modificados pues constituyen claves primarias. Es importante señalar que si un registro de una tabla X se encuentra enlazado mediante claves foráneas con un registro de la tabla Y, en donde la tabla Y contiene las claves de X, el registro X no podrá ser eliminado si antes no se elimina el registro Y, esto garantiza la integridad de la información en la base de datos. Las figuras 5.59, 5.60, 5.61, 5.62 y 5.63 muestran las interfaces de modificación y eliminación para los contratos, circuitos, estaciones, estructuras y enlaces respectivamente.

CONTRATO DE RADIOCOMUNICACIONES

*Concesionario: ALBAGAN LUIS ALBERTO

Representante Legal:

Servicio: Tipo-Mov

Tipo de Contrato: Renovado

Fecha inicio: 2007-08-06

Fecha Fin: 2012-08-06

Tipo de Sistema: Privado

Tipo de Uso de Frecuencia: Privado

Estado: A

Modificar Eliminar Guardar Nuevo

Figura 5.59. Interfaz de modificación y eliminación de Contratos de Radiocomunicaciones.

CIRCUITO DE RADIOCOMUNICACIONES

*Concesionario: ALBAGAN LUIS ALBERTO

*Contrato Radiocomunicaciones: 2007-08-06

Número de Circuito: 1

Frecuencia TX: 140.175

Frecuencia RX: 140.175

Ancho de Banda: 12.5

Tipo de Emisión: 12K5P1E JN

Modo de Operación: Simplex

Hora Inicio: 00:00:00

Hora Fin: 24:00:00

Áreas Operación: Cuero y Alrededores

Modificar Eliminar Guardar Nuevo

Figura 5.60. Interfaz de modificación y eliminación de Circuitos de Radiocomunicaciones.

ESTACION DE RADIOCOMUNICACIONES

*Concesionario: ANDRAQUE AMERICO LUIS WAGNER

*Contrato Radiocomunicaciones: 2007-08-06

*Circuito: N°170118-05/P0118-05

Tipo Estación: Fm

Indicativo: HCC0108

Potencia: 10

Equipo: MOTOROLA EM-100

Modificar Eliminar Guardar Nuevo

Figura 5.61. Interfaz de modificación y eliminación de Estaciones de Radiocomunicaciones.

ESTRUCTURA DE LA ESTACION DE RADIOCOMUNICACIONES

*Concesionario: ANDRAQUE OCHOA FABIAN MURFIC

*Contrato Radiocomunicaciones: 2005-11-10

*Circuito: N°170118-05/P0118-05

*Estación: Indicativo: HCC0108/Potencia: 10/Equip:

Código Estructura: FFC0508

Provincia: AZUAY

Canton: CUELLCA

Ubicación: EL CAJAS DOS CHORRERAS

Código de la Antena: A115131

Tipo de Antena: 4 DIPOLOS

Ganancia de la Antena: 6

Azimut: null

Polarización de la Antena: HORIZONTAL

Modificar Eliminar Guardar Nuevo

Figura 5.62. Interfaz de modificación y eliminación de Estructuras de Radiocomunicaciones.

ENLACE DE RADIOCOMUNICACIONES DE RADIOCOMUNICACIONES	
*Concesionario:(...)	ESPINOZA ANDRADE ALDICALDERI
*Contrato Radiocomunicaciones:(...)	2007 11 05
Numero de Enlace:	1
Frecuencia TX [MHz]:	149.425
Frecuencia RX [MHz]:	149.425
Ancho de Banda [KHz]:	12.5
Tipo de Emision:	12KSF3EJN
Modo de Operacion:(...)	Simplex
Distancia [Km]	0.0
Trayecto:	null

Modificar Eliminar Guardar Nuevo

Figura 5.63. Interfaz de modificación y eliminación de Enlaces de Radiocomunicaciones.

Además de las interfaces de registro y mantenimiento, se presenta al usuario una herramienta de búsqueda que permita filtrar la información para que sea más manejable. Las búsquedas se encuentran optimizadas de manera que las claves de búsqueda no necesitan ser exactas para encontrar un registro, además es importante destacar que todos los parámetros de los contratos, circuitos, estaciones, estructuras y enlaces pueden intervenir en las búsquedas sin excepción alguna. Esto es de gran utilidad ya que se podrían obtener por ejemplo todos los contratos pertenecientes a radiotaxis, utilizando como clave de búsqueda “taxi” en el parámetro “concesionario” de un contrato de radiocomunicaciones otro ejemplo concreto sería filtrar los circuitos de acuerdo al área de operación como “Cuenca”. Los ejemplos son una muestra muy puntual de la infinidad de búsquedas que podrían requerirse para una consulta particular que solvante una necesidad en un momento de tiempo dado. Las Figuras 5.64, 5.65, 5.66 y 5.67 muestran las interfaces de búsqueda de contratos, circuitos, estaciones y enlaces respectivamente.

CONTRATO DE RADIOCOMUNICACIONES

Buscar Entre las fechas(YYY-MM-DD): a

Nombre del Concesionario:

Nombre del Representante Legal:

Servicio:

Tipo de Contrato:

Tipo de Sistema:

Tipo de Uso de Frecuencia:

Estado del Contrato:

Buscar

Figura 5.64. Interfaz de búsqueda de Contratos de Radiocomunicaciones.

Figura 5.65. Interfaz de búsqueda de Circuitos de Radiocomunicaciones.

Figura 5.66. Interfaz de búsqueda de Estaciones de Radiocomunicaciones.

Figura 5.67. Interfaz de búsqueda de Enlaces de Radiocomunicaciones.

La Figura 5.68 muestra el resultado de la búsqueda de circuitos realizada mediante la interfaz mostrada en la Figura 5.65. Es de especial importancia hacer notar que los tipos de contratos, s de contratos, servicios, tipos de sistemas, tipos de uso de frecuencias, modos de operación entre otros, son también registros de tablas de la base

de datos por lo que estos registros podrán ser modificados, eliminados o agregados y estarán disponibles automáticamente dentro de las opciones a ser escogidas para el ingreso de los contratos de radiocomunicaciones y sus componentes.

CIRCUITOS						
	Nombre_del_Concesionario	Fecha_Contrato (YYYY-MM-DD)	Numero_Circuito	Frecuencia_TX [MHz]	Frecuencia_RX [MHz]	Anch_Banda [KHz]
(...)	ASOCIACION DEL RADIO TAXI AZUAY (...)	2009-01-06 (...)	1	158.425	158.425	12.5
(...)	COMPANIA DE TAXIS LAS PINCAS S.A (...)	2008-12-11 (...)	1	151.0	155.0	12.5
(...)	COMPANIA DE TAXIS LAS PINCAS S.A (...)	2008-12-11 (...)	2	153.9/5	153.9/5	12.5
(...)	COMPANIA DE TAXIS LAS PINCAS S.A (...)	2008-12-11 (...)	3	154.0	154.0	12.5
(...)	COMPANIA DEL TAXIS TRANSPORT S.A (...)	2006-03-07 (...)	2	155.425	155.425	12.5
(...)	COMPANIA DEL TAXIS TRANSPORT S.A (...)	2006-03-07 (...)	3	155.5375	155.5375	12.5
(...)	COMPANIA DE TAXIS TRANSPORT S.A (...)	2008-03-02 (...)	1	154.75	155.025	12.5

Figura 5.68. Resultado de la búsqueda de Circuitos.

5.6.2.2 Submódulo de Radiodifusión y Televisión.

Permite el registro y mantenimiento de frecuencias concesionadas para los servicios de radiodifusión y televisión. La SUPERTEL cuenta con una base de datos que registra la información nacional de los contratos de radiodifusión y televisión con sus estaciones matrices, repetidoras, estaciones terrenas, enlaces etc. Un contrato de radiodifusión y televisión está formado por estaciones que pueden ser matrices o repetidoras, además se registra dentro del contrato la ubicación de los estudios de la estación. Además para estos servicios se registran los enlaces, en donde se detalla el origen y destino de la señal y las frecuencias de enlace. Las figuras 5.69, 5.70, y 5.71 muestran las interfaces de registro de contratos de radiodifusión y televisión, estaciones y enlaces respectivamente.

CONTRATO DE RADIODIFUSION	
Concesionario (...)	Radiodifusora FM100 Cía. Ltda
Representante Legal (...)	RIFINO CONDOMINIUMS INTERNAS
Nombre de la Estación:	ACTIVA FM 88
Tipo de Contrato (...)	Concesión
Fecha Inicio (YYYY-MM-DD)	2000-07-14
Fecha Fin (YYYY-MM-DD)	2010-07-14
Categoría Estación (...)	COMERCIAL PRIVADA
Servicio (...)	Radiodifusión Frecuencia Modulada
Indicativo (...)	
Provincia (...)	AZUAY
Cantón (...)	CUENCA
Estudio (...)	AV. PAUCAR IBAMBA Y MIGUEL DOMÍNGUEZ
Estado (...)	A
<input type="button" value="Guardar"/>	

Figura 5.69. Interfaz de registro de un contrato de Radiodifusión y Televisión.

ESTACIÓN DE RADIODIFUSIÓN

*Concesionario ()
 *Contrato Radiodifusión ()
 Provincia ()
 Cantón ()
 Sitio ()
 Tipo de Estación ()
 Frecuencia de Operación (MHz)
 Tipo de Límite:
 PER (W)
 Potencia Máxima de Operación (W)

Figura 5.70. Interfaz de registro de una estación de Radiodifusión y Televisión.

ENLACES DE RADIODIFUSIÓN

*Concesionario ()
 *Contrato Radiodifusión ()
 A Provincia ()
 A Cantón ()
 A Sitio ()
 B Provincia ()
 B Cantón ()
 B Sitio ()
 Trayecto:
 Distancia (km)
 Frecuencia A (MHz)
 Frecuencia B (MHz)
 Tipo de Emisión:
 Potencia Máxima de Operación (W)
 Modo de Operación ()

Figura 5.71. Interfaz de registro de una enlace de Radiodifusión y Televisión.

La información de los contratos de radiodifusión y televisión puede ser consultada mediante listados de contratos, estaciones y enlaces los cuales se muestran en las figuras 5.72, 5.73 y 5.74 respectivamente.

CONTRATOS RADIODIFUSION

	Nombre de la Estación	Nombre del Concesionario	Nombre del Representante Legal	Tipo de Contrato	Fecha Inicio (YYYY MM DD)	Fecha Fin (YYYY MM DD)	Categoría de la Estación	Se
(...)	ACTIVA FM 88	Radiodifusión FM Móvil Cl. I (sta) (...)	REINO COBOS EMMANUEL FERNANDEZ (...)	Concesión (...)	2000 07 14	2010 07 14	COMERCIAL PRIVADA (...)	Radio Frec. Móvil
(...)	ALFA MUSICAL	AVILA SOLANO BOLIVAR RODRIGO (...)	(...)	Televisión (...)	2005-00-10	2015-00-10	COMERCIAL PRIVADA (...)	TV
(...)	AMERICAVISION	PIATA RADA JULIO OFRAR (...)	(...)	Concesión (...)	2003 11 18	2003 11 18	COMERCIAL PRIVADA (...)	Radio Frec. Móvil
(...)	ANTENA UNO FM	Candazo Martínez Edgar Custodio (...)	Ing. Edgar Custodio Candazo Martínez (...)	Concesión (...)	2002-06-15	2012-06-15	COMERCIAL PRIVADA (...)	TV
(...)	CANAL UNO	RFI AD S.A. (...)	(...)	Renovación (...)	2003 07 17	2013 07 17	COMERCIAL PRIVADA (...)	Radio Frec. Móvil

Figura 5.72. Listado de Contratos de Radiodifusión y Televisión.

ESTACIONES DE RADIODIFUSION						
ID	Nombre de la Estacion	Nombre del Concesionario	Fecha_Contrato (YYYY-MM-DD)	Provincia	Cantón	Ubicacion de la Estacion
1	ACTIVA FM 00	Radiactiva FM00 Cia Ltda	2000-07-14	AZUAY	CUENCA	AV PAUCARBAMBA Y MIGUEL CORDERO CD WORK
2	ALFA MUSICA	ALFA SOLANO FOMINAR RODRIGUEZ	2005-08-18	AZUAY	CUENCA	Simón Bolívar 2-38
3	AMBI (RADIODIFUSION)	LAZAR HALLA JULIO CEBARI	2003-11-18	AZUAY	CUENCA	CERRO HITO CRUZ
4	AMERICAVISION	PIAZA SADA JULIO COTRAN	2003-11-10	AZUAY	CUENCA	CERRO HITO CRUZ
5	ANTENA UNO FM	Cerdoso Martinez Edger Custodio	2002-05-15	AZUAY	CUENCA	AV HERCULES DE VEJUELOMA 915
6	CANAL UNO	RCLAD S.A.	2003-07-17	AZUAY	CUENCA	CERRO HITO CRUZ

Figura 5.73. Listado de Estaciones de Radiodifusión y Televisión.

ENLACE DE RADIODIFUSIÓN						
ID	Nombre de la Estacion	Nombre del Concesionario	Fecha_Contrato (YYYY-MM-DD)	Provincia	Cantón	Ubicacion
1	ACTIVA FM 00	Radiactiva FM00 Cia Ltda	2000-07-14	AZUAY	CUENCA	CERRO HITO CRUZ
2	ACTIVA FM 88	Mediactive FM88 Cia Ltda	2000-07-14	AZUAY	CUENCA	AV PAUCARBAMBA Y MIGUEL CORDERO CD WORK
3	ACTIVA FM 00	Radiactiva FM00 Cia Ltda	2000-07-14	AZUAY	CUENCA	AV PAUCARBAMBA Y MIGUEL CORDERO CD WORK
4	ANTENA UNO FM	Cerdoso Martinez Edger Custodio	2002-05-15	AZUAY	CUENCA	AV HERCULES DE VEJUELOMA 915
5	CATOLICA NACIONAL	FUNDACION JUAN	2000-01-20	AZUAY	CUENCA	CERRO DUCRAN

Figura 5.74. Listado de Enlaces de Radiodifusión y Televisión.

Del mismo modo que para los contratos de radiocomunicaciones, se cuenta también con una herramienta de búsqueda que permitirá filtrar los contratos, estaciones y enlaces en base a todos y cada uno de sus parámetros. Las figuras 5.75, 5.76 y 5.77 muestran las interfaces de búsqueda de los contratos, estaciones y enlaces de radiodifusión y televisión respectivamente.

Los datos de los contratos, estaciones y enlaces de radiodifusión y televisión pueden ser modificados y eliminados mediante las correspondientes interfaces, sin embargo, es importante detallar que los campos que se encuentran señalados con * no serán modificados ya que constituyen claves primarias, esto es la forma de identificación única de un registro. Las figuras 5.78, 5.79 y 5.80 muestran las interfaces de modificación y eliminación de contratos, estaciones y enlaces respectivamente.

CONTRATO DE RADIODIFUSIÓN

Hasta: (filtro los fechas(YYY-MM-DD))

Nombre del Concesionario:

Nombre de la Estación:

Nombre del Representante Legal:

Tipo de Contrato:

Categoría de la Estación:

Servicio:

Indicativo:

Provincia:

Cantón:

Lugar del Estudio:

Estado del Contrato:

Buscar

Figura 5.75. *Interfaz de búsqueda de Contratos de Radiodifusión y Televisión.*

ESTACION DE RADIODIFUSION

Concesionario/Estación:

Fecha del Contrato (YYY-MM-DD)

Nombre de la Estación:

Provincia:

Cantón:

Ubicación de la Estación:

Tipo de Estación:

Frecuencia de Operación (MHz)

Tipo de Límite:

PCR:

Potencia Máxima de Operación:

Buscar

Figura 5.76. *Interfaz de búsqueda de Estaciones de Radiodifusión y Televisión.*

ENLACE DE RADIODIFUSIÓN

Nombre del Concesionario:

Fecha del Contrato: (YYY-MM-DD)

Nombre de la Estación:

Provincia A:

Cantón A:

Ubicación A:

Provincia B:

Cantón B:

Ubicación B:

Tránsito:

Distancia (Km):

FrecuenciaTX (MHz):

FrecuenciaRX (MHz):

Tipo de Emisión:

Potencia Máxima de Operación:

Modo de Operación:

Buscar

Figura 5.77. *Interfaz de búsqueda de Enlaces de Radiodifusión.*

CONTRATO DE RADIODIFUSION

Concesionario ()	CAJALOSO MARTINEZ GUIDO ESTE
Representante Legal ()	
Nombre de la Estación:	COSMOS FM S T E I E D
Tipo de Contrato ()	Concesión
Fecha Inicio: (YY-MM-DD)	2005-02-24
Fecha Fin: (YY-MM-DD)	2014-12-27
Categoría Estación ()	COMERCIAL 13 BYALA
Servicio ()	1 Radiodifusión Frecuencia Modulada
Indicativo:	
Provincia ()	AZUAY
Canton ()	CUENCA
Estudio ()	AV. J. ANDRADÉ 2077 F. TAMARIZ
Lstado ()	A

Figura 5.78. Interfaz de modificación y eliminación de Contratos de Radiodifusión y Televisión.

ESTACIÓN DE RADIODIFUSION

*Concesionario ()	VALENCIA VINTILLA WASHINGTO
*Contrato Radiodifusion ()	2005-01-24
Provincia ()	AZUAY
Canton ()	CUENCA
Sitio ()	AGUSTIN GILGAL Y RFMIGIO CR
Tipo de Estación ()	Móvil
Frecuencia de Operación [MHz]	89.5
Tipo de Emisión:	-
PER: [W]	1000
Potencia Máxima de Operación: [W]	1000

Figura 5.79. Interfaz de modificación y eliminación de Estaciones de Radiodifusión y Televisión.

ENLACES DE RADIODIFUSION

*Concesionario ()	CARDOSO MARTINEZ GUIDO ESTE
*Contrato Radiodifusion ()	2005-02-24
A Provincia ()	AZUAY
A Canton ()	CUENCA
A Sitio ()	AV. J. ANDRADÉ 2077 F. TAMARIZ
B Provincia ()	AZUAY
B Canton ()	CUENCA
B Sitio ()	CERRO LLITO CRUZ
Trayecto	ESTUDIOS - LLITO CRUZ
Distancia [Km]	20
Frecuencia TX [MHz]	944.75
Frecuencia RX [MHz]	944.75
Tipo de Emisión	-
Potencia Máxima de Operación [W]	5000
Modo de Operación ()	Simplex

Figura 5.80. Interfaz de modificación y eliminación de Enlaces de Radiodifusión y Televisión.

CAPÍTULO 6: PREPROCESAMIENTO DE LOS DATOS PARA EL CONTROL DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO.

6.1 Exploración y Selección de Parámetros para el Control del Espectro

Una vez los datos están recopilados, integrados y limpios, aún no están listos para realizar una tarea de minería de datos. Es necesario, además, realizar un reconocimiento o análisis exploratorio de los datos.

La salida o resultado de este proceso es una "vista minable", o dicho de otra manera un conjunto de datos que incluyen todas las variables de interés para el problema concreto en el formato adecuado.

6.1.1 Exploración mediante visualización

La exploración permite determinar patrones que puedan extraerse, la técnica aplicable para el control del espectro radioeléctrico es la visualización del espectro de frecuencias de manera interactiva. La exploración se realizara de acuerdo a rangos de frecuencias y permitirá definir los parámetros y atributos que deben ser considerados para que los datos contengan información válida.

6.1.1.1 Exploración del Espectro de Frecuencias VLF/LF (3KHz-300KHz)

Las antenas empleadas para este proceso son HE016 Horizontal que permite realizar la captura de las emisiones para el rango de 0.6 a 30 MHz y la antena HE016 Vertical que tiene un rango de medición de 10KHz a 80MHz.

En este rango de frecuencias se encuentran emisiones correspondientes a radionavegación marítima y aeronáutica, movil marítimo, radiolocalización, y aficionados. La tabla 6.1 Resume los servicios para cada rango de frecuencias atribuido en base al Plan Nacional de Frecuencias.

0.0030	No Atribuida	0.0090
0.0090	RadioNavegacion	0.014
0.014	Fijo Movil Marítimo	0.01995
0.01995	Frecuencias Patron y Señales	0.02005

	Horarias	
0.02005	Fijo Movil Marítimo	0.07
0.07	Fijo Movil Marítimo	0.09

	Radionavegacion Maritima Radiolocalizacion	
0.09	Fijo RadioNavegacion	0.11
0.11	Fijo Movil Maritimo Radionavegacion Maritima Radiolocalizacion	0.13
0.13	Movil Maritimo Fijo	0.1357
0.1357	Fijo Movil Maritimo Aficionados	0.1378
0.1378	Fijo	0.16

	Movil Maritimo	
0.16	Fijo	0.19
0.19	RadioNavegacion Aeronautica	0.2
0.2	RadioNavegacion Aeronautica Movil Aeronautico	0.275
0.275	RadioNavegacion Aeronautica Movil Aeronautico Radionavegacion Maritima	0.285
0.285	RadioNavegacion Aeronautica Radionavegacion Maritima	0.3

Tabla 6.1. Rangos del espectro radioeléctrico para las frecuencias VLF/LF (3KHz-300KHz).

La Figura 6.1 muestra una visualización del espectro de frecuencias para este rango.

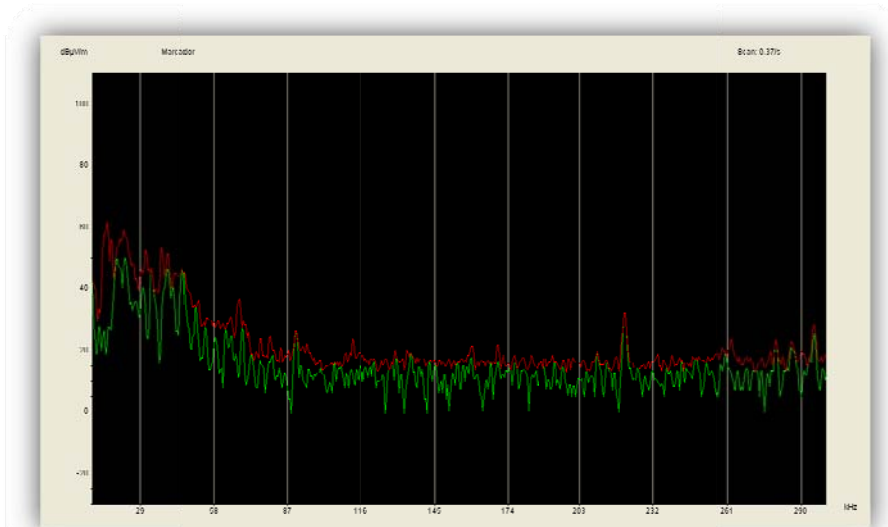


Figura 6.1. Visualización del espectro radioeléctrico para las frecuencias VLF/LF (3KHz-300KHz).

6.1.1.2 Exploración del Espectro de Frecuencias MF (300KHz-3000KHz)

Las antenas empleadas para este proceso son HE016 Horizontal que permite realizar la captura de las emisiones para el rango de 0.6 a 30 MHz y la antena HE016 Vertical que tiene un rango de medición de 10KHz a 80MHz. En este rango de frecuencias se encuentran emisiones correspondientes a radionavegación marítima y aeronáutica, móvil aeronáutico, movil marítimo, radiolocalización, aficionados, radiodifusión AM, radiodifusión OC, frecuencias patrón y señales horarias, fijo, móvil, e investigación espacial. La tabla 6.2 Resume los servicios para cada rango de frecuencias atribuido

en base al Plan Nacional de Frecuencias.

0.3	RadioNavegacion Aeronautica Radionavegacion Maritima	0.315
0.315	Radionavegacion Maritima RadioNavegacion Aeronautica	0.325
0.325	RadioNavegacion Aeronautica Radionavegacion Maritima Movil Aeronautico	0.335
0.335	RadioNavegacion Aeronautica Movil Aeronautico	0.405
0.405	RadioNavegacion Movil Aeronautico	0.415
0.415	Movil Maritimo RadioNavegacion Aeronautica	0.495
0.495	Movil	0.505
0.505	Movil Maritimo	0.51
0.51	Movil RadioNavegacion Aeronautica	0.525
0.525	Radiodifusion	1.705
1.705	Fijo Movil RadioNavegacion Aeronautica Radiocalizacion	1.8
1.8	Aficionados	1.85

1.85	Fijo RadioNavegacion Aficionados Radiocalizacion Movil salvo Movil Aeronautico	2.0
2.0	Fijo Movil	2.065
2.065	Movil Maritimo	2.107
2.107	Fijo Movil	2.17
2.17	Movil Maritimo	2.1735
2.1735	Movil	2.1905
2.1905	Movil Maritimo	2.194
2.194	Fijo Movil	2.3
2.3	Radiodifusion	2.495
2.495	Frecuencias Patron y Señales Horaria	2.501
2.501	Frecuencias Patron y Señales Horaria Investigacion Espacial	2.502
2.502	Frecuencias Patron y Señales Horaria	2.505
2.505	Fijo Movil	2.85
2.85	Movil Aeronautico en Ruta	3.0

Tabla 6.2. Rangos del espectro radioeléctrico para las frecuencias MF (300KHz-3000KHz).

La Figura 6.2. muestra una visualización del espectro de frecuencias para este rango.

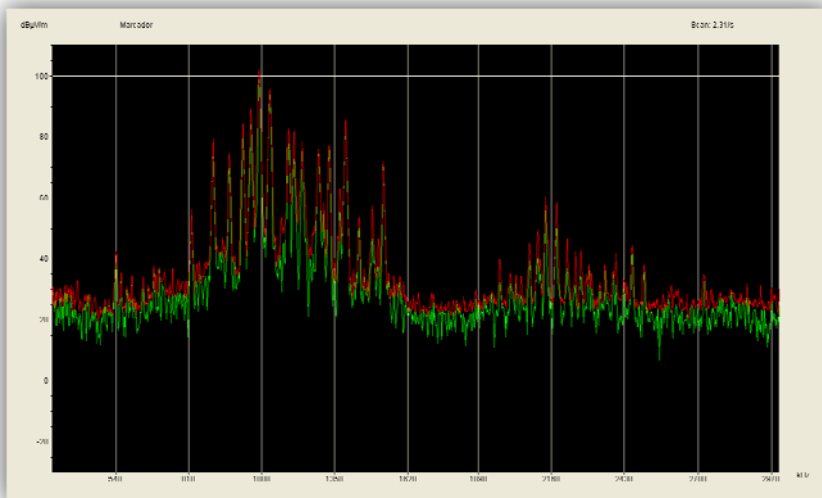


Figura 6.2 Visualización del espectro radioeléctrico para las frecuencias MF (300KHz-3000KHz).

6.1.1.3 Exploración del Espectro de Frecuencias HF (3MHz-30MHz)

Las antenas empleadas para este proceso son HE016 Horizontal que permite realizar la captura de las emisiones para el rango de 0.6 a 30 MHz y la antena HE016 Vertical que tiene un rango de medición de 10KHz a 80MHz.

En este rango de frecuencias se encuentran emisiones correspondientes a Móvil Aeronáutico en ruta, fijo, móvil, radiodifusión, aficionados, móvil marítimo, radiodifusión, frecuencias patron y señales horarias, investigación espacial, radioastronomía y ayudas a la meteorología. La tabla 6.3 Resume los servicios para cada rango de frecuencias atribuido en base al Plan Nacional de Frecuencias.

3.0	Movil Aeronautico en Ruta	3.025
3.025	Movil Aeronautico Fuera de Ruta	3.155
3.155	Fijo Movil salvo Movil Aeronautico en Ruta	3.2
3.2	Radiodifusion	3.4
3.4	Movil Aeronautico en Ruta	3.5
3.5	Aficionados	3.75
3.75	Fijo Movil salvo Movil Aeronautico	4.0
4.0	Fijo Movil Maritimo	4.063
4.063	Movil Maritimo	4.438
4.438	Fijo Movil salvo Movil Aeronautico en Ruta	4.65
4.65	Movil Aeronautico en Ruta	4.7
4.7	Movil Aeronautico Fuera de Ruta	4.75
4.75	Radiodifusion	4.995
4.995	Frecuencias Patron y Señales Horarias	5.003
5.003	Frecuencias Patron y Señales Horarias Investigacion Espacial	5.005
5.005	Radiodifusion	5.06
5.06	Fijo Movil salvo Movil Aeronautico	5.25
5.25	Fijo Movil salvo Movil Aeronautico	5.45
5.45	Movil Aeronautico en Ruta	5.68
5.68	Movil Aeronautico Fuera de Ruta	5.73
5.73	Fijo Movil salvo Movil Aeronautico en Ruta	5.9
5.9	Radiodifusion	6.2
6.2	Movil Maritimo	6.525
6.525	Movil Aeronautico en Ruta	6.685
6.685	Movil Aeronautico Fuera de Ruta	6.765
6.765	Fijo Movil salvo Movil Aeronautico en Ruta	7.0

7.0	Aficionados Aficionados por Satelite	7.1
7.1	Aficionados	7.3
7.3	Radiodifusion	7.4
7.4	Fijo Movil salvo Movil Aeronautico en Ruta	8.1
8.1	Fijo Movil Maritimo	8.195
8.195	Movil Maritimo	8.815
8.815	Movil Aeronautico en Ruta	8.965
8.965	Movil Aeronautico Fuera de Ruta	9.04
9.04	Fijo	9.4
9.4	Radiodifusion	9.9
9.9	Fijo	9.995
9.995	Frecuencias Patron y Señales Horarias	10.003
10.003	Frecuencias Patron y Señales Horarias Investigacion Espacial	10.005
10.005	Movil Aeronautico en Ruta	10.1
10.1	Fijo Aficionados	10.15
10.15	Fijo Movil salvo Movil Aeronautico en Ruta	11.175
11.175	Movil Aeronautico Fuera de Ruta	11.275
11.275	Movil Aeronautico en Ruta	11.4
11.4	Fijo	11.6
11.6	Radiodifusion	12.1
12.1	Fijo	12.23
12.23	Movil Maritimo	13.2
13.2	Movil Aeronautico Fuera de Ruta	13.26
13.26	Movil Aeronautico en Ruta	13.36
13.36	Fijo Radioastronomia	13.41
13.41	Fijo Movil salvo Movil Aeronautico en Ruta	13.57
13.57	Radiodifusion	13.87

13.87	Fijo Movil salvo Movil Aeronautico en Ruta	14.0
14.0	Aficionados Aficionados por Satelite	14.25
14.25	Aficionados	14.35
14.35	Fijo Movil salvo Movil Aeronautico en Ruta	14.99
14.99	Frecuencias Patron y Señales Horarias	15.005
15.005	Frecuencias Patron y Señales Horarias Investigacion Espacial	15.01
15.01	Movil Aeronautico Fuera de Ruta	15.1
15.1	Radiodifusion	15.8
15.8	Fijo	16.36
16.36	Movil Maritimo	17.41
17.41	Fijo	17.48
17.48	Radiodifusion	17.9
17.9	Movil Aeronautico en Ruta	17.97
17.97	Movil Aeronautico Fuera de Ruta	18.03
18.03	Fijo	18.052
18.052	Fijo Investigacion Espacial	18.068
18.068	Aficionados Aficionados por Satelite	18.168
18.168	Fijo Movil salvo Movil Aeronautico	18.78
18.78	Movil Maritimo	18.9
18.9	Radiodifusion	19.02
19.02	Fijo	19.68
19.68	Movil Maritimo	19.8
19.8	Fijo	19.99
19.99	Frecuencias Patron y Señales Horarias Investigacion Espacial	19.995
19.995	Frecuencias Patron y Señales Horarias	20.01
20.01	Fijo Movil	21.0
21.0	Aficionados	21.45

	Aficionados por Satelite	
21.45	Radiodifusion	21.85
21.85	Fijo	21.924
21.924	Movil Aeronautico en Ruta	22.0
22.0	Movil Maritimo	22.855
22.855	Fijo	23.0
23.0	Fijo Movil salvo Movil Aeronautico en Ruta	23.2
23.2	Fijo Movil Aeronautico Fuera de Ruta	23.35
23.35	Fijo Movil salvo Movil Aeronautico	24.0
24.0	Fijo Movil Terrestre	24.89
24.89	Aficionados Aficionados por Satelite	24.99
24.99	Frecuencias Patron y Señales Horarias	25.005
25.005	Frecuencias Patron y Señales Horarias Investigacion Espacial	25.01
25.01	Fijo Movil salvo Movil Aeronautico	25.07
25.07	Movil Maritimo	25.21
25.21	Fijo Movil salvo Movil Aeronautico	25.55
25.55	Radioastronomia	25.67
25.67	Radiodifusion	26.1
26.1	Movil Maritimo	26.175
26.175	Fijo Movil salvo Movil Aeronautico	27.5
27.5	Ayudas a la Meteorologia Fijo Movil	28.0
28.0	Aficionados Aficionados por Satelite	29.7
29.7	Fijo Movil	30.0

Tabla 6.3. Rangos del espectro radioeléctrico para las frecuencias HF (3MHz-30MHz).

La Figura 6.3 muestra una visualización del espectro de frecuencias para este rango.

6.1.1.4 Exploración del Espectro de Frecuencias VHF (30MHz-300MHz)

Las antenas empleadas para este proceso son HE314 Horizontal que permite realizar la captura de las emisiones para el rango de 20 a 500 MHz, la antena HF214 Horizontal que tiene un rango de medición de 500MHz a 1300MHz y la antena HE309 Vertical con un rango de medición de 20 a 1300MHz

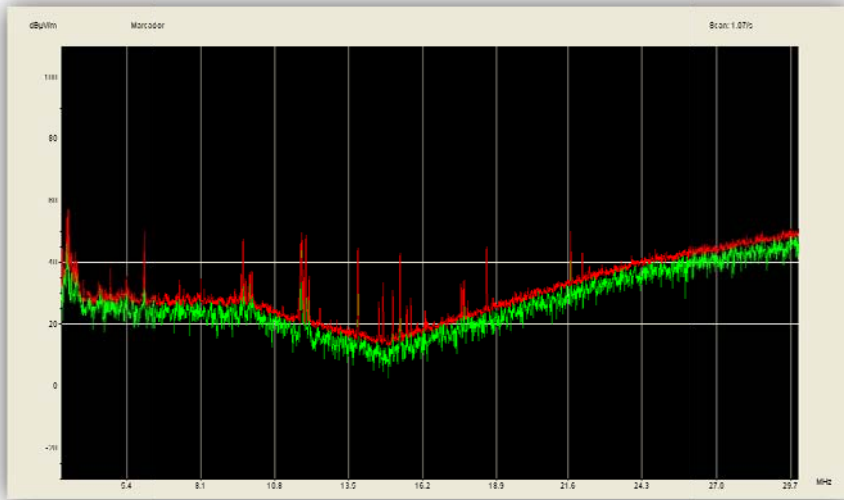


Figura 6.3. Visualización del espectro radioeléctrico para las frecuencias HF (3MHz-30MHz)

En este rango de frecuencias se encuentran emisiones correspondientes a fijo, móvil, investigación espacial, radioastronomía, radiodifusión TV, radionavegación aeronáutica, radiodifusión, móvil aeronáutico, móvil por satélite, aficionados, móvil marítimo y operaciones especiales La tabla 6.4 Resume los servicios para cada rango de frecuencias atribuido en base al Plan Nacional de Frecuencias.

30.0	Fijo Movil	30.005
30.005	Fijo Movil Investigacion Espacial Operaciones Espaciales	30.01
30.01	Fijo Movil	37.5
37.5	Fijo Movil Radioastronomia	38.25
38.25	Fijo Movil	39.986
39.986	Fijo Movil Investigacion Espacial	40.02
40.02	Fijo Movil	40.98
40.98	Fijo Movil Investigacion Espacial	41.015
41.015	Fijo Movil	50.0

50.0	Aficionados	54.0
54.0	Radiodifusion TV Canales 2,3 y 4	72.0
72.0	Fijo Movil	73.0
73.0	Radioastronomia	74.6
74.6	Fijo Movil	74.8
74.8	RadioNavegacion Aeronautica	75.2
75.2	Fijo Movil	76.0
76.0	Radiodifusion TV Canales 5 y 6	88.0
88.0	Radiodifusion	108.0
108.0	RadioNavegacion Aeronautica	117.975
117.975	Movil Aeronautico en Ruta	137.0
137.0	Movil por satelite	137.025
137.025	Movil por satelite	137.175
137.175	Movil por satelite	137.825
137.825	Movil por satelite	138.0
138.0	Fijo Movil	144.0
144.0	Aficionados Aficionados por Satelite	146.0

146.0	Aficionados	148.0
148.0	Fijo	149.9
	Movil	
	Movil por satélite	
149.9	Movil por satélite	150.05
150.05	Fijo	156.0125
	Movil	
156.0125	Movil Marítimo	157.4375
157.4375	Fijo	160.6125
	Movil	
160.6125	Movil Marítimo	160.9625
160.9625	Fijo	161.4875
	Movil	
161.4875	Movil Marítimo	162.0375
162.0375	Fijo	174.0
	Movil	
174.0	Radiodifusion TV Canales 7 al 13	216.0
216.0	Fijo	220.0

	Movil Marítimo	
	Radiolocalización	
220.0	Aficionados	222.0
222.0	Fijo	235.0
235.0	Fijo	245.0
245.0	Fijo	246.0
	Movil	
246.0	Fijo	248.0
248.0	Fijo	267.0
	Movil	
267.0	Fijo	272.0
	Movil	
	Operadores Espaciales	
272.0	Operadores Espaciales	273.0
	Fijo	
	Movil	
273.0	Fijo	300.0
	Movil	

Tabla 6.4. Rangos del espectro radioeléctrico para las frecuencias VHF (30MHz-300MHz).

La Figura 6.4 muestra una visualización del espectro de frecuencias para este rango.

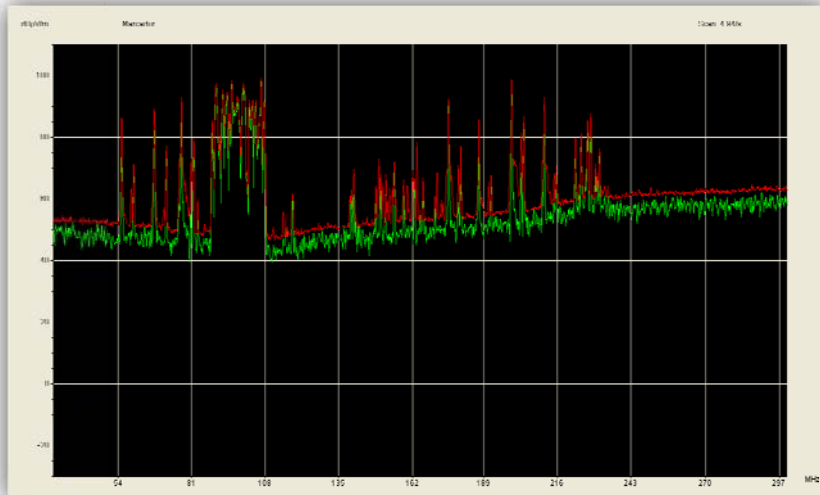


Figura 6.4. Visualización del espectro radioeléctrico para las frecuencias VHF (30MHz-300MHz).

6.1.1.5 Exploración del Espectro de Frecuencias UHF (300MHz-3000MHz)

Las antenas empleadas para este proceso son HE902 Horizontal que permite realizar la captura de las emisiones para el rango de 1000 a 3000 MHz y la antena HE902 Vertical que tiene un rango de medición de 1000MHz a 3000MHz.

CAPITULO 6: PREPROCESAMIENTO DE LOS DATOS PARA EL CONTROL DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO

300.0	Fijo Movil	312.0
312.0	Fijo Movil Movil por satelite	315.0
315.0	Fijo Movil	322.0
322.0	Fijo Movil Radioastronomia	328.6
328.6	RadioNavegacion Aeronautica	335.4
335.4	Fijo Movil	360.0
360.0	Fijo	370.0
370.0	Fijo Movil	387.0
387.0	Fijo Movil Movil por satelite	390.0
390.0	Fijo Movil	399.9
399.9	Movil por satelite Radionavegacion por satelite	400.05
400.05	Frecuencias Patron y Señales Horarias Fijo Movil	400.15
400.15	Fijo Movil Movil por satelite Investigacion Espacial Meteorologia por Satelite Ayudas a la Meteorologia Operaciones Espaciales	401.0
401.0	Fijo Exploracion de la Tierra por satelite Meteorologia por Satelite Ayudas a la Meteorologia Operaciones Espaciales Movil salvo Movil Aeronautico	402.0
402.0	Fijo Exploracion de la Tierra por satelite Meteorologia por Satelite Ayudas a la Meteorologia Movil salvo Movil Aeronautico	403.0
403.0	Fijo Ayudas a la Meteorologia Movil salvo Movil Aeronautico	406.0
406.0	Movil por satelite	406.1
406.1	Fijo Movil salvo Movil Aeronautico Radioastronomia	410.0
410.0	Fijo	417.5

	Movil salvo Movil Aeronautico Investigacion Espacial	
417.5	Fijo	430.0
430.0	Fijo	440.0
440.0	Fijo Movil	460.0
460.0	Fijo Movil	512.0
512.0	Radiodifusion TV Canales 21 al 38	608.0
608.0	Radioastronomia Movil por Satelite salvo Movil Aeronautico por Satelite	614.0
614.0	Radiodifusion TV Canales 38 al 49	686.0
686.0	Radiodifusion TVC Canales 50 al 59	806.0
806.0	Fijo Movil	824.0
824.0	Fijo Movil	849.0
849.0	Fijo Movil Radiodifusion	851.0
851.0	Fijo Movil	869.0
869.0	Fijo Movil	894.0
894.0	Fijo Movil salvo Movil Aeronautico Radiolocalizacion	896.0
896.0	Fijo Movil	898.0
898.0	Fijo Movil salvo Movil Aeronautico Radiolocalizacion	901.0
901.0	Fijo Movil	902.0
902.0	Fijo	929.0
929.0	Fijo Movil	932.0
932.0	Fijo Movil	934.0
934.0	Fijo	935.0
935.0	Fijo Movil	937.0
937.0	Fijo	940.0
940.0	Fijo Movil	941.0
941.0	Fijo	951.0
951.0	Fijo	956.0
956.0	Fijo	960.0
960.0	RadioNavegacion Aeronautica Movil Aeronautico en Ruta	1164.0

MAPA DE CONTROL DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO

1164.0	RadioNavegacion Aeronautica Radionavegacion por satelite	1215.0	1670.0	Fijo	1690.0
1215.0	Radiolocalizacion Exploracion de la Tierra por satelite Radionavegacion por satelite Navegacion Espacial	1240.0	1690.0	Ayudas a la Meteorologia Meteorologia por Satelite	1700.0
1240.0	Aficionados Radiolocalizacion Exploracion de la Tierra por satelite Radionavegacion por satelite Investigacion Espacial	1300.0	1700.0	Fijo Meteorologia por Satelite Movil salvo Movil Aeronautico	1710.0
1300.0	RadioNavegacion Aeronautica Radiolocalizacion Radionavegacion por satelite	1350.0	1710.0	Fijo Movil	2025.0
1350.0	Radiolocalizacion	1400.0	2025.0	Fijo Movil Exploracion de la Tierra por satelite Investigacion Espacial Operaciones Espaciales	2110.0
1400.0	Exploracion de la Tierra por satelite Radioastronomia Investigacion Espacial	1427.0	2110.0	Fijo Movil	2200.0
1427.0	Fijo	1518.0	2200.0	Fijo	2300.0
1518.0	Fijo Movil por satelite	1525.0	2300.0	Fijo Movil Radiolocalizacion Aficionados	2450.0
1525.0	Movil por satelite	1559.0	2450.0	Fijo Movil Radiolocalizacion	2483.5
1559.0	RadioNavegacion Aeronautica Radionavegacion por satelite	1610.0	2483.5	Fijo Movil Movil por satelite Radiolocalizacion Radiodeterminacion Por satelite	2500.0
1610.0	Movil por satelite	1613.8	2500.0	Fijo	2686.0
1613.8	Movil por satelite Movil por satelite	1626.5	2686.0	Fijo Fijo por Satelite Movil por satelite Exploracion de la Tierra por satelite Radioastronomia Investigacion Espacial Movil salvo Movil Aeronautico	2690.0
1626.5	Movil por satelite	1660.5	2690.0	Exploracion de la Tierra por satelite Radioastronomia Investigacion Espacial	2700.0
1660.5	Radioastronomia Investigacion Espacial Fijo Movil salvo Movil Aeronautico	1668.0	2700.0	RadioNavegacion Aeronautica Radiolocalizacion	2900.0
1668.0	Fijo Movil por satelite Radioastronomia Investigacion Espacial Movil salvo Movil Aeronautico	1668.4	2900.0	RadioNavegacion Radiolocalizacion	3000.0
1668.4	Fijo Movil por satelite Radioastronomia Ayudas a la Meteorologia Movil salvo Movil Aeronautico	1670.0			

Tabla 6.5. Rangos del espectro radioeléctrico para las frecuencias UHF (300MHz-3000MHz).

En este rango de frecuencias se encuentran emisiones correspondientes a CDMA, telefonía móvil celular, fijo,movil, radioastronomía, radionavegación aeronáutica, móvil por satélite, frecuencias patrón y señales horarias, investigación espacial, meteorología por satélite, fijo por satélite, y operaciones especiales. ayudas a la meteorología, exploración de la tierra por satélite, radiodifusion TV, radiodifusión,

radiolocalización, radionavegación por satélite, La tabla 6.3 Resume los servicios para cada rango de frecuencias atribuido en base al Plan Nacional de Frecuencias. La Figura 6.5 muestra una visualización del espectro de frecuencias para este rango.

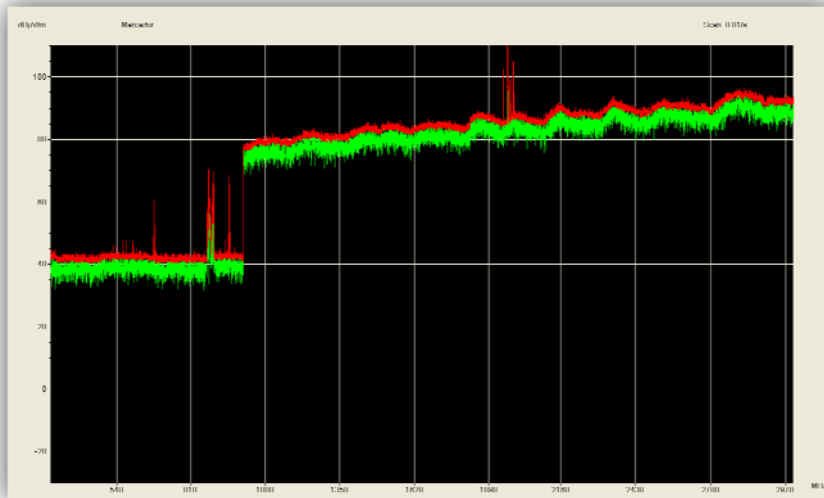


Figura 6.5. Visualización del espectro radioeléctrico para las frecuencias UHF (300MHz-3000MHz).

6.1.2 Sumarización, Descripción, Generalización y Pivotamiento

6.1.2.1 Sumarización y Pivotamiento

La sumarización permite realizar un análisis exploratorio, similar a las gráficas del punto anterior. El pivotamiento cambia la representación de la información de manera que se encuentren patrones de comportamiento.

A continuación se realizará un análisis exploratorio del espectro radioeléctrico en rangos menores para identificar el comportamiento en cada segmento, además se obtiene una gráfica cronológica que presenta un trazo horizontal con un color asociado al nivel de intensidad, esta gráfica de tiempo nos permitirá definir el comportamiento de las señales ya sean permanentes o esporádicas. La Figura 6.6 muestra un barrido del espectro desde los 10KHz a los 300KHz, en la cual se observan ruido en la parte más baja del espectro y una señal de radioayuda aérea en el cuadro ubicado entre las frecuencias 203-232MHz. Este rango de frecuencias en su mayoría se encuentra atribuido a radionavegación y móvil marítimo por lo que las señales no son detectadas en la ciudad de Cuenca.

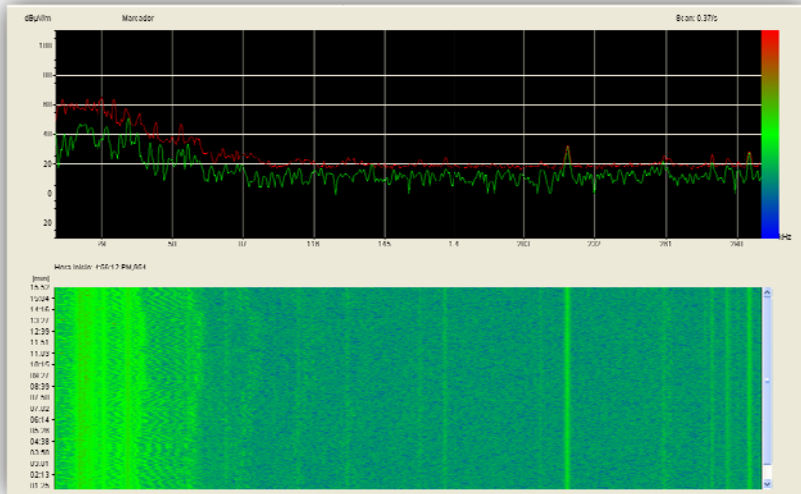


Figura 6.6. Imagen espectral del rango de frecuencias de 10KHz a 300KHz.

La Figura 6.7 muestra el rango de frecuencias que va desde los 300KHz a los 525 KHz, en este rango no se detectan señales pues en su mayoría, este segmento del espectro se encuentra atribuido a radionavegación y móvil marítimo.

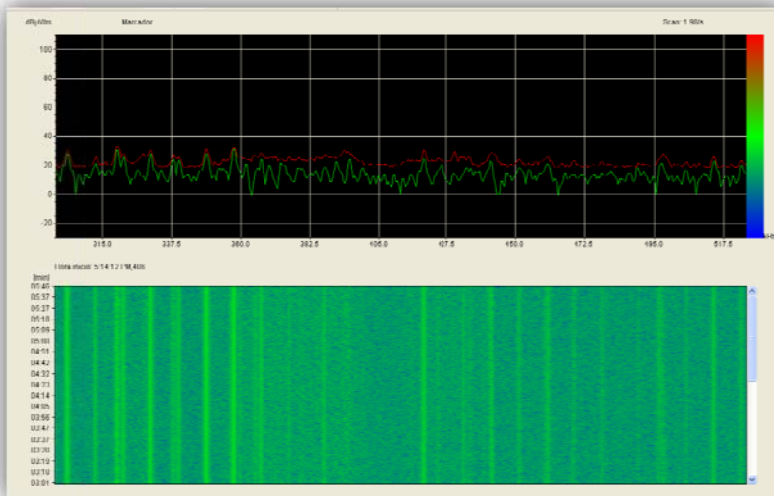


Figura 6.7. Imagen espectral del rango de frecuencias de 300KHz a 525KHz.

La Figura 6.8 muestra el rango de frecuencias correspondiente al servicio de radiodifusión AM comprendido entre 525KHz y 1705KHz, el espectro de frecuencias muestra las señales de las radiodifusoras como por ejemplo Radio la Voz del

Tomebamba en la frecuencia 1070KHz. La imagen espectral presenta continuidad vertical en las líneas que se forman para los picos de las emisiones, lo cual demuestra que el comportamiento de las señales es permanente.

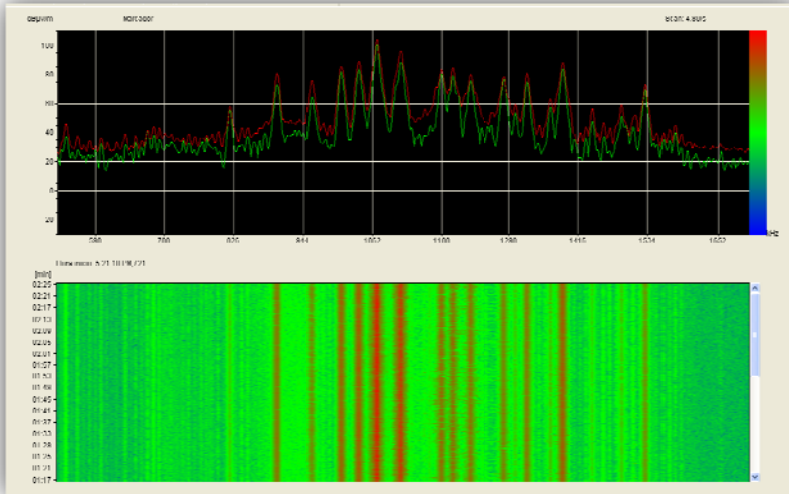


Figura 6.8. Imagen espectral del rango de frecuencias de 525KHz a 1705KHz.

La imagen 6.9 muestra el espectro de frecuencias correspondiente al rango comprendido entre 1705KHz y 3000KHz, en donde sobresalen señales armónicas de las radiodifusoras AM, además se encuentran señales de difusión de onda corta en el rango de 2.3MHz a 2.501MHz.

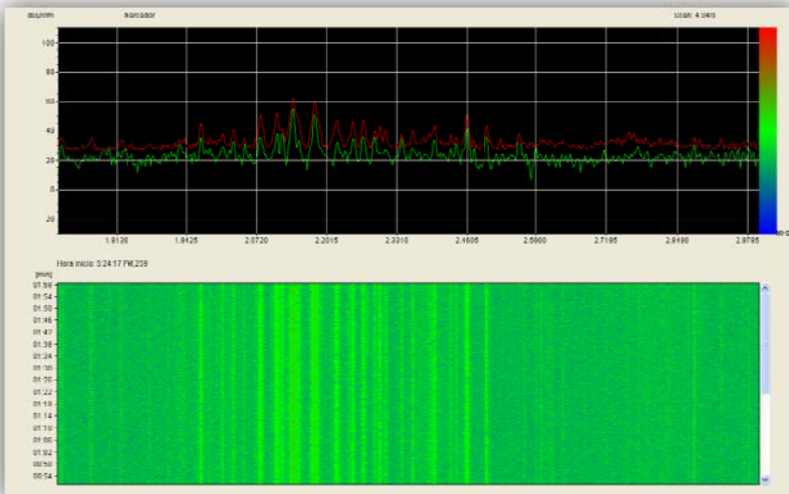


Figura 6.9. Imagen espectral del rango de frecuencias de 1705KHz a 3000KHz.

La Figura 6.10 muestra un barrido para un segmento de HF comprendido en el rango de 3MHz, a 6.2MHz, en el espectro de frecuencias se observan armónicos e intermodulaciones de radiodifusión en las frecuencias más bajas esto es entre 3.7 MHz.

En el rango de 4.75MHz a 4.995 se muestran señales de radiodifusión OC, el momento de la medición se ha realizado en horas de la tarde de manera que la intensidad de estas señales es bastante aceptable, del mismo modo, el rango de 5.9 a 6.2 presenta también señales de radiodifusión OC.

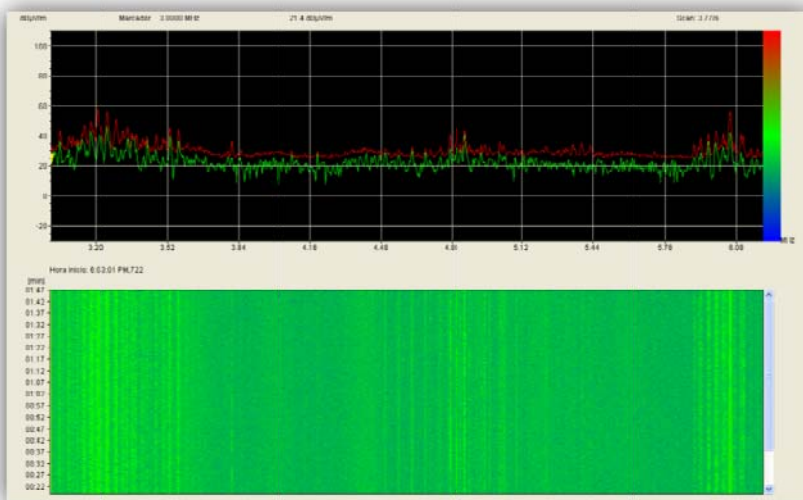


Figura 6.10. Imagen espectral del rango de frecuencias de 3MHz a 6.2MHz

La Figura 6.11 muestra el rango de frecuencias comprendido entre 6.2MHz y 12.1MHz, se observan mayormente señales de radiodifusión de OC, para los rangos de 7.3 a7.4MHz, 9.4 a 9.9 MHz y 11.6 a 12.1 MHz.

La Figura 6.12 muestra el rango de frecuencias de 12.1 a 19.02MHz, las señales que se observan en el rango de 13.57 a13.87 son de radiodifusión de OC, así como también las que aparecen entre 15.1 a 15.8 MHz y entre 17.48 a 17.9. Además se puede ver en la imagen espectral que aparecen unas señales esporádicas en el rango de 15.8 a 16.36.

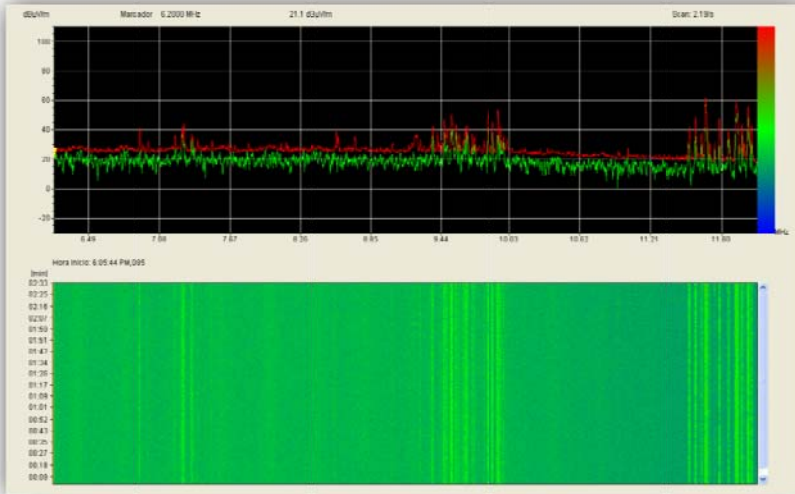


Figura 6.11. Imagen espectral del rango de frecuencias de 6.2MHz a 12.1MHz.

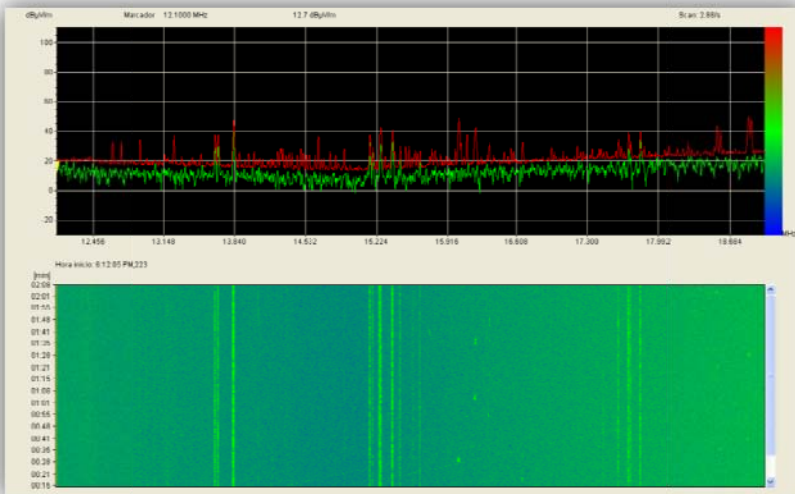


Figura 6.12. Imagen espectral del rango de frecuencias de 12.1MHz a 19.02MHz.

La Figura 6.13 muestra el espectro de frecuencias que va desde 19.02 a 26.1 MHz, en este rango se encuentran señales de radiodifusión OC en el segmento comprendido entre 21.45MHz y 21.85MHz. La imagen espectral muestra q la intensidad de la señal varía significativamente al transcurrir el tiempo.

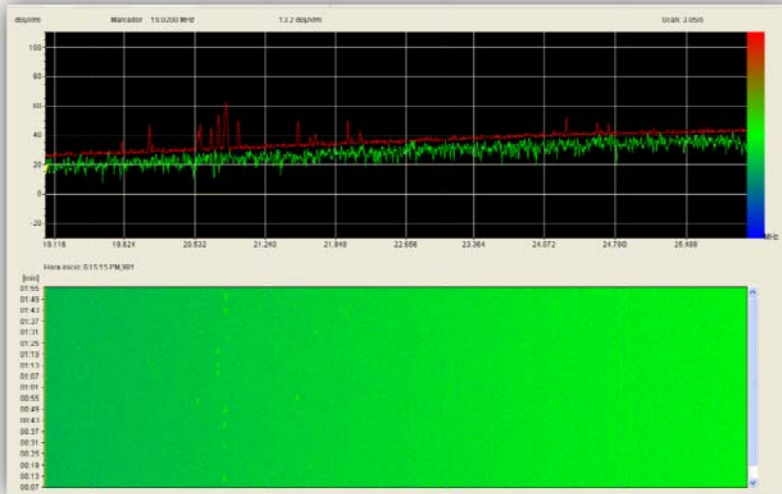


Figura 6.13. Imagen espectral del rango de frecuencias de 19.02MHz a 26.1MHz.

La Figura 6.14 muestra el espectro para el rango de 26.1MHz a 30MHz, no se observa ninguna señal significativa.

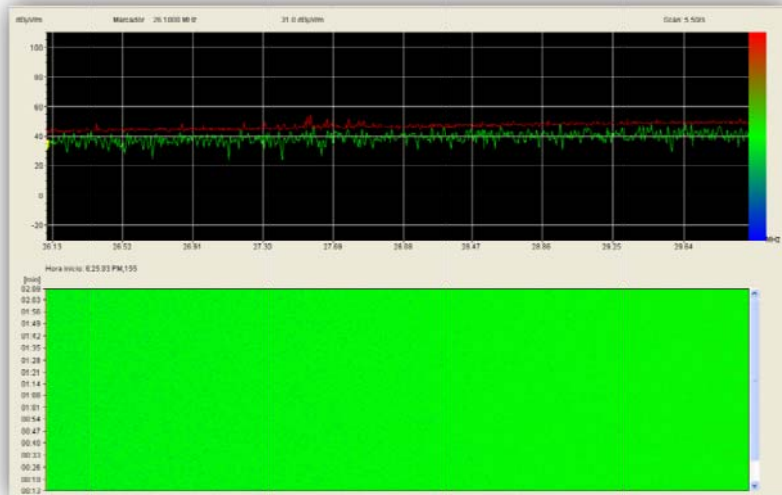


Figura 6.14. Imagen espectral para el rango de frecuencias de 26.1 a 30MHz.

La Figura 6.15 muestra el rango de frecuencias comprendido entre 54 a 88 MHz, el espectro muestra señales de portadoras de audio y video para los canales del 2 al 6 correspondientes a la banda I, se observa fácilmente la portadora de video en 55.25 MHz y de audio 59.75 MHz para el canal 2(54-60MHz), la portadora de video en 67.25 MHz y de audio en 71.75 MHz para el canal 4(66-72MHz), la portadora de

video 77.25 en MHz y de audio en 81.75 MHz para el canal 5 (76-82MHz). La imagen espectral muestra la característica de permanencia de las señales.

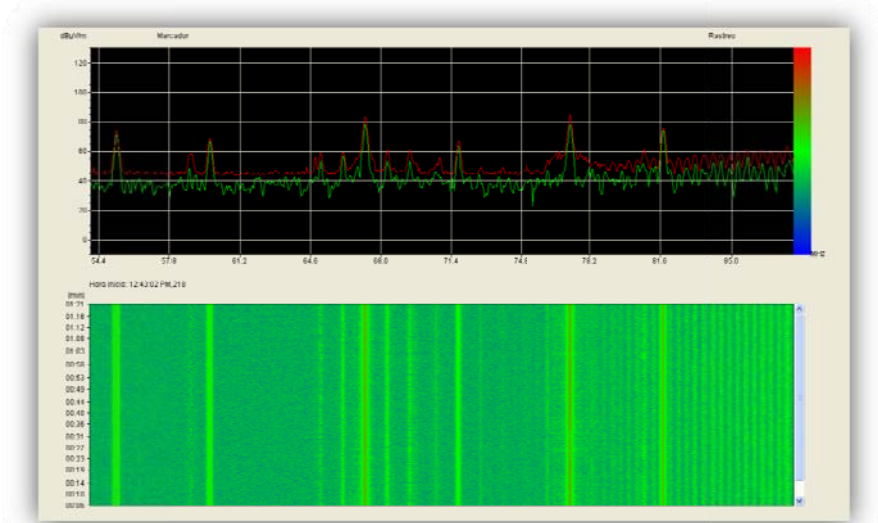


Figura 6.15. Imagen espectral para el rango de frecuencias de 54 a 88 MHz.

La Figura 6.16 muestra las señales de radiodifusión FM asignadas en el rango de 88 a 108. La imagen espectral muestra la permanencia de las señales en el tiempo.

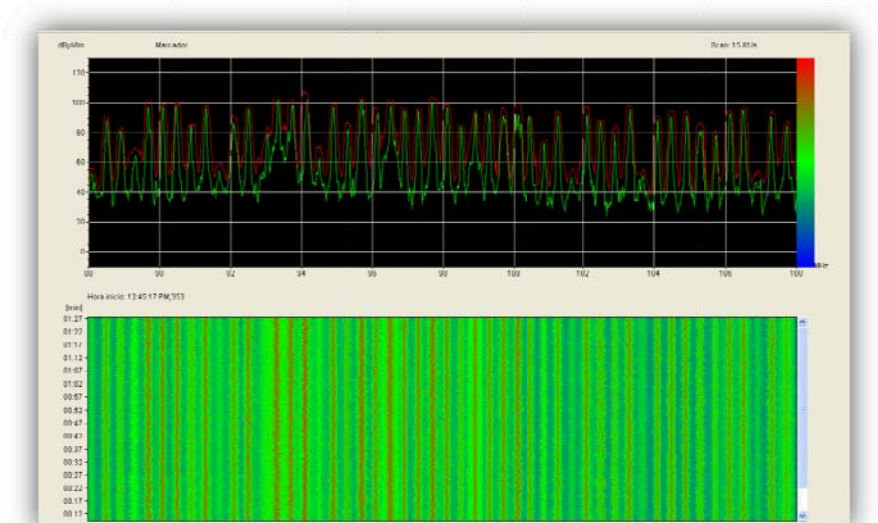


Figura 6.16. Imagen espectral para el rango de frecuencias de 88 a 108MHz.

La Figura 6.17 muestra las señales que se encuentran en el rango de 108 a 138MHz. En las frecuencias más bajas de este rango se encuentran productos de

intermodulación de las radiodifusoras, además se encuentra una señal aérea en la frecuencia 128.25MHz, que sirve para las comunicaciones con la torre de control.

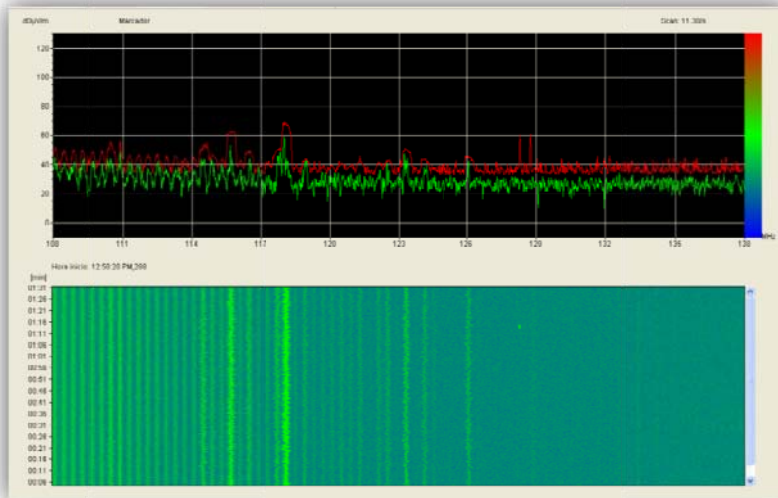


Figura 6.17. Imagen espectral para el rango de frecuencias de 108 a 138 MHz.

La Figura 6.18 muestra el espectro de frecuencias comprendido entre 138 a 174, en este rango se registran señales de circuitos fijo móvil. El rango que va entre 144 a 148 está atribuido a aficionados. La imagen espectral muestra el comportamiento característico de un servicio fijo-móvil pues las señales son de corta duración.

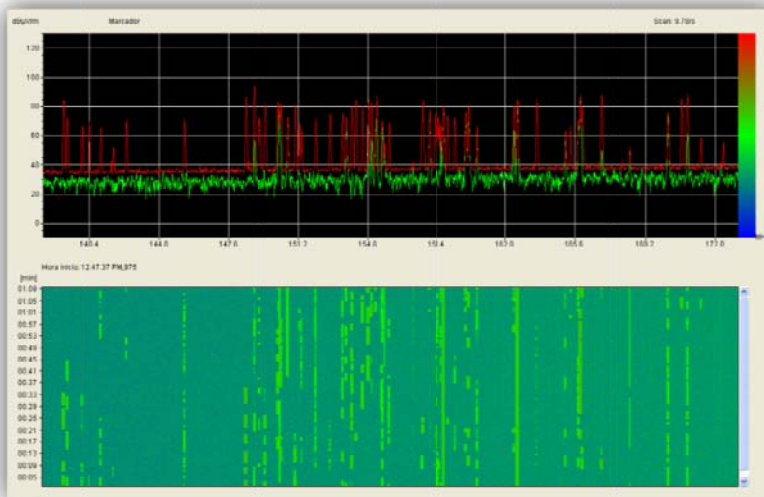


Figura 6.18. Imagen espectral para el rango de frecuencias de 138 a 174 MHz.

La Figura 6.19 muestra el rango de frecuencias comprendido entre 174 y 216 MHz, en este rango se encuentran señales de portadoras de televisión para los canales del 7 al

13. La portadora de video para el canal 7 (174-180MHz) en 175.25MHz y la de audio en 179.75 MHz. La portadora de video del canal 9 (186-192MHz) en 187.25MHz, y la de audio en 191.75 MHz. Las portadoras del canal 11 (198-204MHz) para video en 199.25MHz y para audio en 203.75 MHz. Finalmente las portadoras de video en 211.25 MHz y de audio en 215.75 MHz para el canal 13 (210-216 MHz).

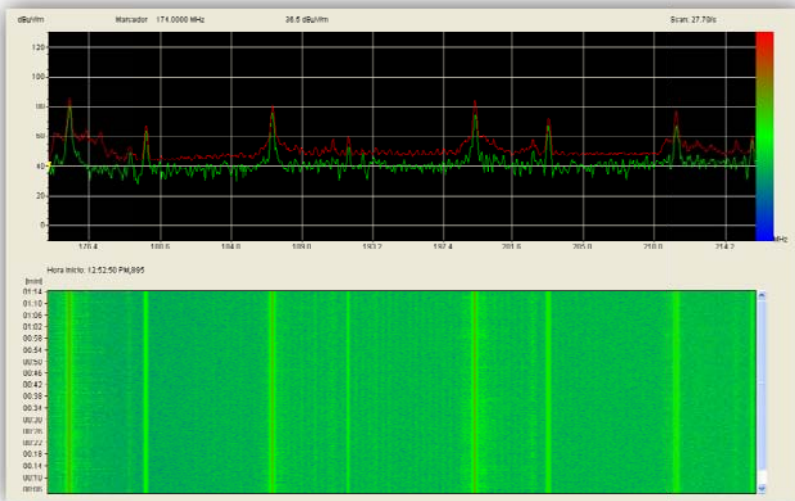


Figura 6.19. Imagen espectral para el rango de frecuencias de 174 a 216MHz.

La Figura 6.20 muestra el rango del espectro para las frecuencias entre 216 y 300 MHz, se observan señales correspondientes a enlaces de radiodifusión.

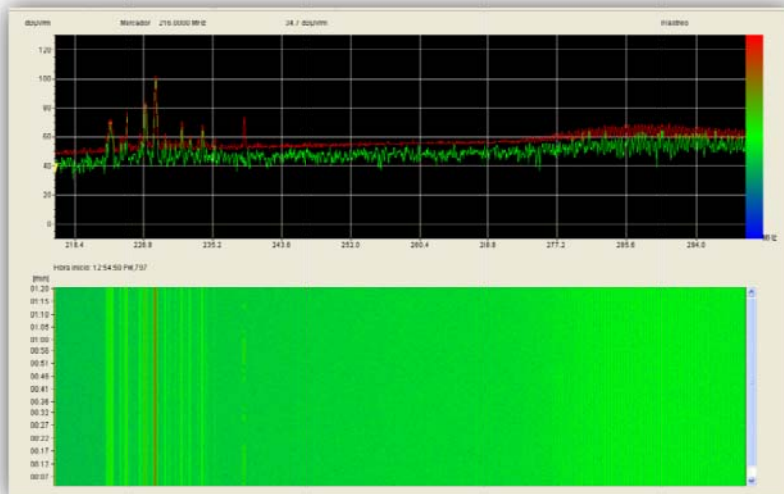


Figura 6.20. Imagen espectral para el rango de frecuencias de 216 a 300MHz.

La Figura 6.21 muestra el rango correspondiente a las frecuencias de 300 a 512 MHz, en este segmento del espectro se encuentran enlaces de radiodifusión y las portadoras TX y RX de CDMA para telefonía fija, que ocupan los rangos de 454.4 a 457.475 MHz, y de 464.4 a 467.475 MHz respectivamente.

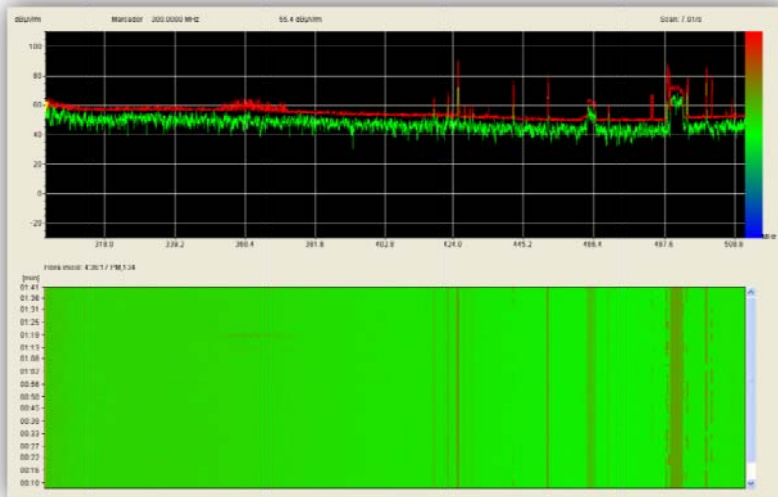


Figura 6.21. Imagen espectral para el rango de frecuencias de 300 a 512 MHz.

La Figura 6.22 muestra el rango correspondiente a las frecuencias que van de 512 MHz a 686 MHz, aquí se encuentran señales portadoras de audio y video para los canales de televisión del 21-38. El canal 21 (512-518 MHz) con portadora de video 513.25 en MHz y audio en 517.75 MHz. El canal 23 (524-530 MHz) con portadora de video en 525.25 MHz y audio en 529.75 MHz. El canal 25 (536 – 542 MHz) con portadora de video en 537.25 MHz y audio en 541.75 MHz. El canal 29 (560 – 566 MHz) con portadora de video en 561.25 MHz y audio en 565.75 MHz. El canal 31 (572 - 578 MHz) con portadora de video en 573.25 MHz y audio en 583.75 MHz. El canal 33 (584-590MHz) con portadora de video en 585.25 MHz y audio en 589.75 MHz. El canal 35 (596-602MHz) con portadora de video en 597.25 MHz y audio en 601.75 MHz.



Figura 6.22. Imagen espectral para el rango de frecuencias de 512 a 686 MHz.

La Figura 6.23 muestra el espectro de frecuencias para el rango comprendido entre 686 y 806, no se observa ninguna señal.

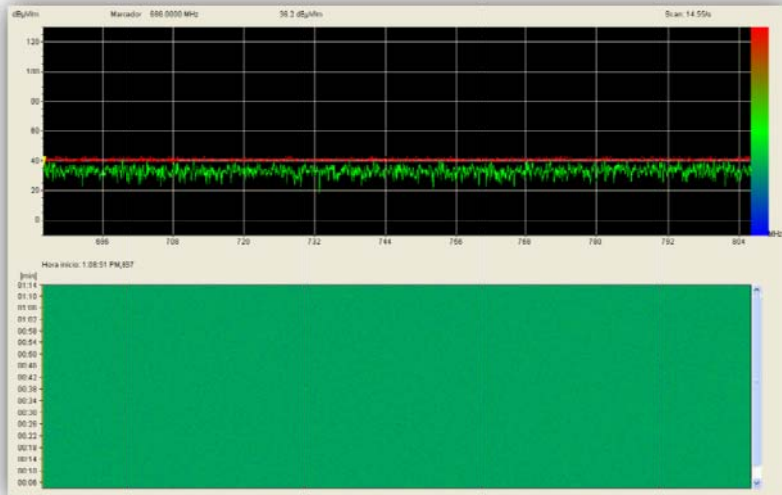


Figura 6.23. Imagen espectral para el rango de frecuencias de 686 a 806 MHz.

La Figura 6.24 muestra el rango de frecuencias entre 806 y 960 MHz, se observan señales pertenecientes a telefonía celular y enlaces de radiodifusión.

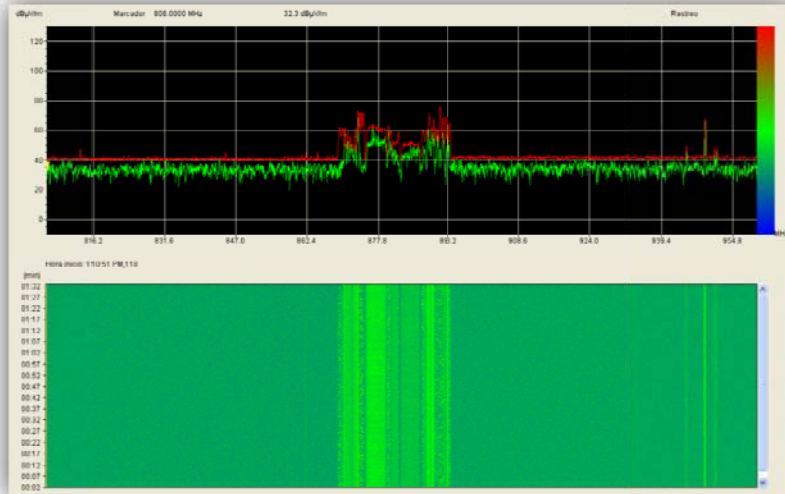


Figura 6.24. Imagen espectral para el rango de frecuencias de 806 a 960MHz.

La Figura 6.25 muestra el rango de frecuencias entre 869 y 901 en donde se puede observar más claramente las portadoras celulares

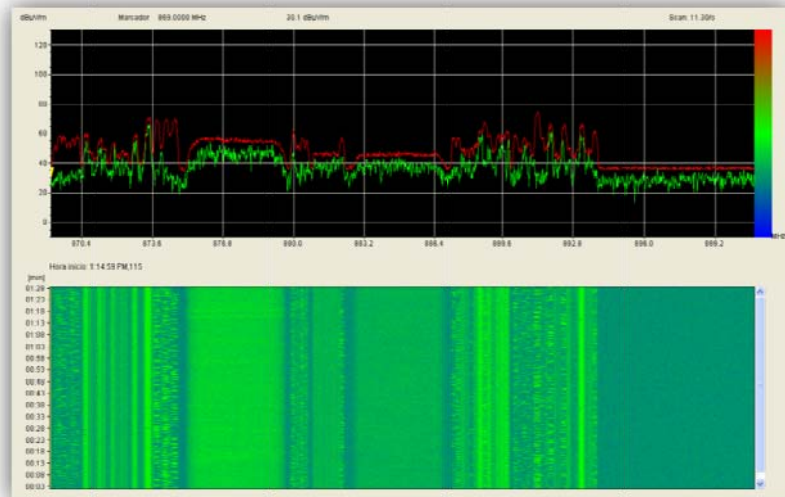


Figura 6.25. Imagen espectral para el rango de frecuencias de 869 a 901 MHz.

La Figura 6.26 contiene el rango de frecuencias comprendido entre 960 y 1710MHz, para el cual no se registra ninguna señal.

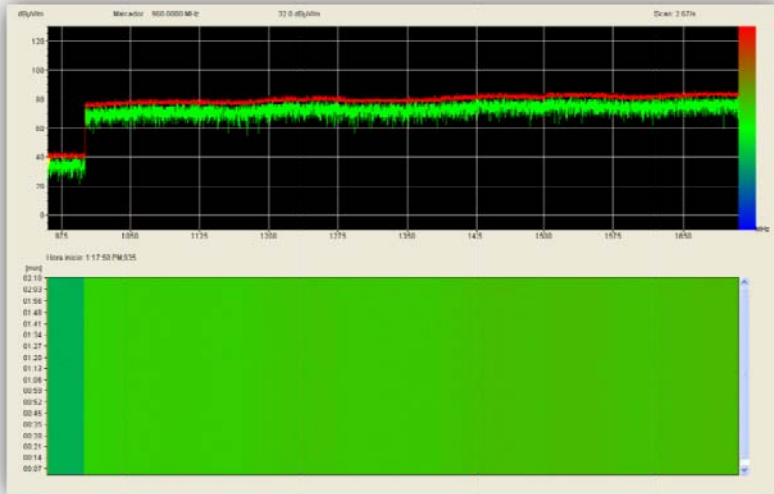


Figura 6.26. Imagen espectral para el rango de frecuencias de 960 a 1710 MHz.

La Figura 6.27 muestra el espectro de frecuencias de 1710 a 2025 MHz, que contiene señales de enlaces satelitales

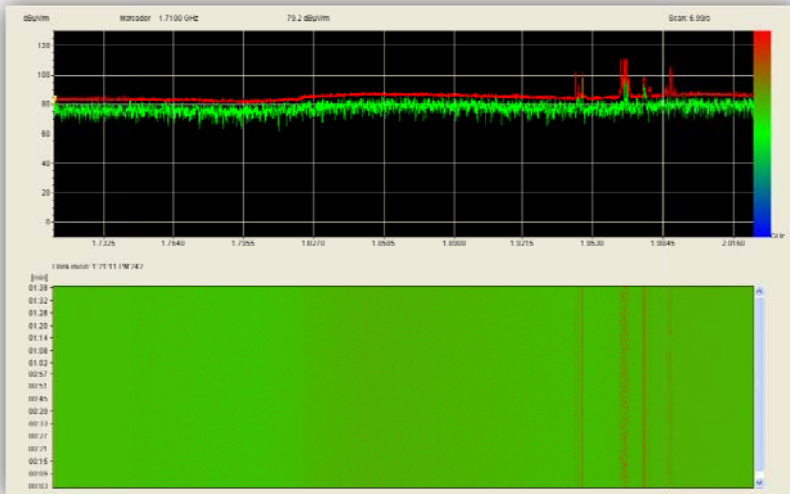


Figura 6.27. Imagen espectral para el rango de frecuencias de 1710 y 2025 MHz.

La Figura 6.28 muestra el rango de frecuencias entre 1921 y 2025, en donde se encuentran señales de enlaces satelitales.

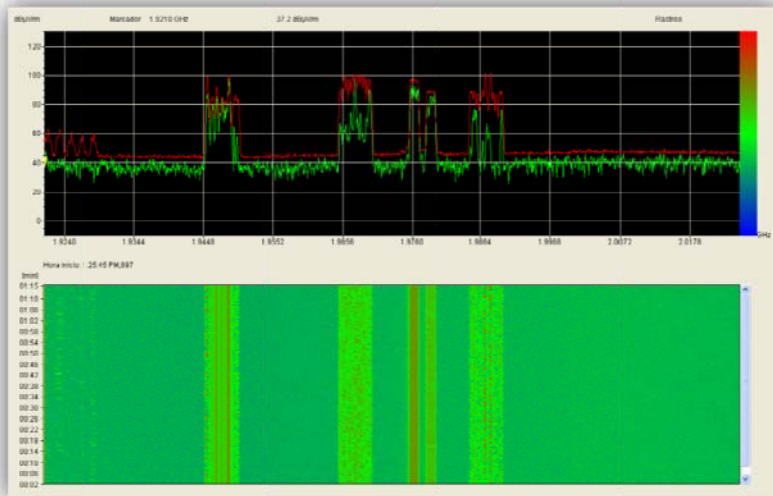


Figura 6.28. Imagen espectral para el rango de frecuencias de 1921 a 2025 MHz.

La Figura 6.29 muestra el rango de frecuencias de 2025 a 3000 MHz, en donde no se registran señales.

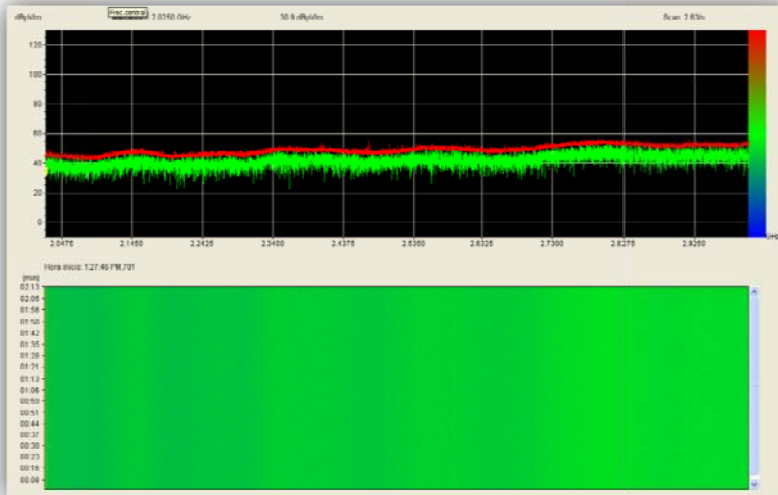


Figura 6.29. Imagen espectral para el rango de frecuencias de 2025 a 3000 MHz.

6.1.2.2 Generalización y descripción.

En este apartado se realiza una generalización y caracterización de las señales del espectro de tal manera que se identifiquen las condiciones de recepción de las señales, y las características propias de acuerdo al modo de propagación y al tipo de servicio.

La tabla 6.6 muestra un resumen de los modos de propagación de acuerdo a los rangos de frecuencia VLF, LF, HF, MF, VHF y UHF monitoreados para el control del espectro y descritos en las gráficas del apartado anterior.

Banda		Frecuencia	Longitud de Onda	Modo de Propagación
VLF	Very Low Frequency	3–30 kHz	100–10 km	Onda guiada entre la tierra y la ionósfera.
LF	Low Frequency	30–300 kHz	10–1 km	Onda guiada entre la tierra y la capa D de la ionósfera Onda de Superficie.
MF	Medium Frequency	300–3000 kHz	1000–100 m	Onda de Superficie. Refracción ionosférica en las capas E y F en la noche, cuando la absorción de la capa D se debilita
HF	High Frequency (OC)	3–30 MHz	100–10 m	Refracción ionosférica en la capa E Refracción ionosférica en la capa F1,F2
VHF	Very High Frequency	30–300 MHz	10–1 m	Generalmente onda directa, En algunos casos transmisión troposférica
UHF	Ultra High Frequency	300–3000 MHz	100–10 cm	Onda directa En algunos casos transmisión troposférica

Tabla 6.6. Rangos del Espectro Radioeléctrico para las frecuencias UHF (300MHz-3000MHz).

Las mediciones deben realizarse las 24 horas del día para definir el comportamiento de la ocupación de una determinada frecuencia, además existen casos como en las señales de HF que cambian las condiciones de propagación durante el día y la noche por lo que la recepción de las emisiones variará de acuerdo a la hora del día. Las señales VHF y UHF del servicio fijo móvil y troncalizado, también presentarán cambios en el comportamiento de ocupación diario, dejando ver, las horas del día de más tráfico y la hora pico.

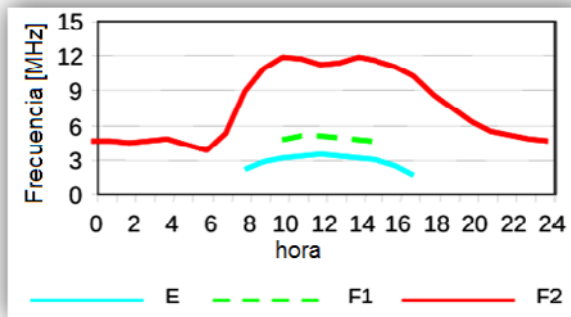


Figura 6.30. Frecuencias máximas en las capas E, F1 y F2 durante el día.

Las señales permanentes no requieren un muestreo continuo, esto es para los servicios de radiodifusión y televisión, mientras que las emisiones momentáneas requieren ser muestreadas a intervalos cortos de tiempo como las del servicio fijo-móvil de radiocomunicaciones.

6.1.3 Selección de Datos para el Control del Espectro

La selección de datos permite mejorar los resultados del procesamiento ya que reduce el conjunto de características relevantes que intervienen en la construcción del modelo del control del espectro radioeléctrico. Una buena selección de características permite expresar el modelo resultante en función de menos variables.

La selección de datos para el control del espectro será realizada en dos dimensiones, horizontal y vertical. La dimensión vertical corresponde al tiempo, esto es, aplicación de las técnicas de muestreo adecuadas de acuerdo a las características de las señales y a sus modos de propagación. La dimensión horizontal corresponde a la reducción de atributos o parámetros que intervendrán en la construcción del mapa de control del espectro radioeléctrico.

6.1.3.1 Dimensión Horizontal: Características de Muestreo de las Señales Radioeléctricas

En base al manual de comprobación técnica del espectro radioeléctrico dictado por la UIT, se recomienda para las emisiones permanentes un registro cada 15 minutos, es decir se tomarían 96 muestras al día. Con estos datos se puede determinar fácilmente la ocupación para un canal de frecuencias que contenga señales permanentes, como las de radiodifusión y televisión, enlaces radioeléctricos, entre otros.

Las emisiones no permanentes o esporádicas, requieren idealmente un muestreo “continuo” ya que son de corta duración, alrededor de unos pocos segundos, como es el caso de las señales de los servicios de radiocomunicaciones fijo-móvil y Troncalizados. Un registro de muestras continuo generará gran cantidad de información, el costo de capturar todas o casi todas las emisiones es bastante significativo pues el tamaño de los archivos de muestras llega a contener decenas de MB. Sin embargo para la construcción del modelo del espectro se requiere contar con todas las emisiones posibles que se hayan dado en un canal de frecuencias.

La dimensión horizontal se aplica únicamente al sistema de comprobación técnica R&S ya que los resultados proporcionados por el sistema TESAMERICA no registran los valores de las muestras sino únicamente un valor máximo, mínimo o promedio para un canal de frecuencias.

6.1.3.2 Dimensión Vertical: Parámetros para la construcción del Modelo de Ocupación del Espectro.

Sistema de Comprobación Técnica R&S ARGUS-IT

El sistema de comprobación técnica ARGUS registra el nivel de intensidad, la modulación, el corrimiento de frecuencia, y el ancho de banda para cada frecuencia

muestreada. La Figura 6.31 muestra los valores instantáneos de la medición de 1.070MHz. La tabla 6.7 muestra un conjunto de muestras registradas para la frecuencia 1.070MHz correspondiente a una estación de radiodifusión AM.



Figura 6.31. Valores Instantáneos de la Medición de la estación de Radiodifusión AM “La Voz de Tomebamba”.

Fecha - Hora	Frecuencia [MHz]	Intensidad	FM	Offset	Ancho de Banda [Hz]
6/10/2010 19:25:11.198	1.070000	98.7	-1	2.189	13000
6/10/2010 19:25:11.429	1.070000	97.5	0	0.875	4125
6/10/2010 19:25:11.639	1.070000	98.9	-1	4.618	7750
6/10/2010 19:25:11.859	1.070000	96.9	-1	2.005	7250
6/10/2010 19:25:12.090	1.070000	99.1	0	4.099	7250
6/10/2010 19:25:12.320	1.070000	96.9	-1	0.426	7250
6/10/2010 19:25:12.530	1.070000	99.2	-2	6.001	7375
6/10/2010 19:25:12.751	1.070000	98.8	-1	0.035	125
6/10/2010 19:25:12.981	1.070000	98.8	-1	0.036	7125
6/10/2010 19:25:13.211	1.070000	97.2	-1	6.401	7375
6/10/2010 19:25:13.412	1.070000	99.0	-1	2.006	7125
6/10/2010 19:25:13.632	1.070000	97.9	0	1.042	7000
6/10/2010 19:25:13.842	1.070000	99.8	-1	2.682	13187
6/10/2010 19:25:14.072	1.070000	97.3	0	4.169	7375
6/10/2010 19:25:14.303	1.070000	100.2	1	0.685	6500

Tabla 6.7. Fragmento del conjunto de muestras para la medición de 1.070 MHz Radio “La Voz de Tomebamba”.

Durante la medición efectuada en modo directo, se puede observar una imagen espectral plana que asigna un color para cada nivel de intensidad y nos permite ver el comportamiento en el tiempo. Esto se muestra en la Figura 6.32

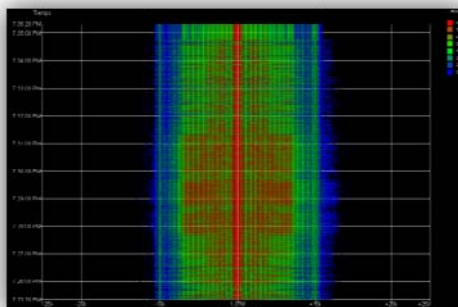


Figura 6.32. Imagen Espectral de la Medición de “Radio La Voz de Tomebamba”.

El espectro de frecuencias instantáneo ayudará al técnico de mediciones a ver el comportamiento de la señal en tiempo real como muestra la Figura 6.33

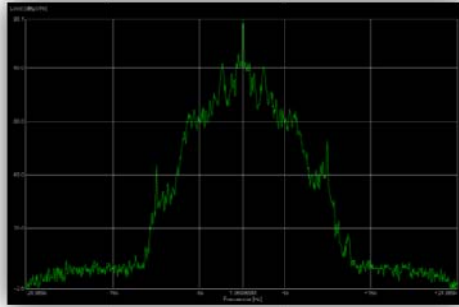


Figura 6.33. *Espectro de Frecuencias de Radio “La Voz de Tomebamba”.*

Para el conjunto de datos mostrado en la tabla 6.7 correspondiente a un periodo muy corto de medición, se presentan las gráficas de nivel, modulación y ancho de banda las cuales se muestran respectivamente en las figuras 6.34, 6.35 y 6.36.

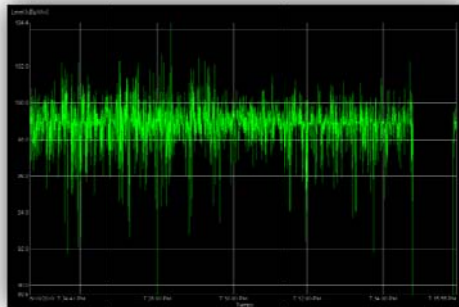


Figura 6.34. *Niveles de Intensidad de Campo para la frecuencia 1.070MHz.*

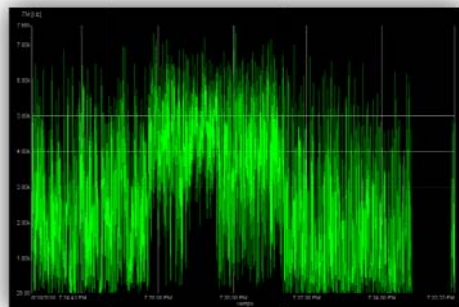


Figura 6.35. *Modulación para la frecuencia 1.070MHz.*

Haciendo un análisis de las graficas anteriores, vemos que el espectro de frecuencias depende únicamente de los niveles de intensidad que se registran para el canal de frecuencias en un tiempo determinado de medición. Los valores de offset, modulación

y ancho de banda no representan información necesaria para elaborar el modelo de ocupación del espectro y sobrecargarían considerablemente los archivos de resultados de medición ya que cada muestra estaría formada por 3 valores adicionales, esto es en un conjunto de 5000 muestras se tendrían 15000 valores más.

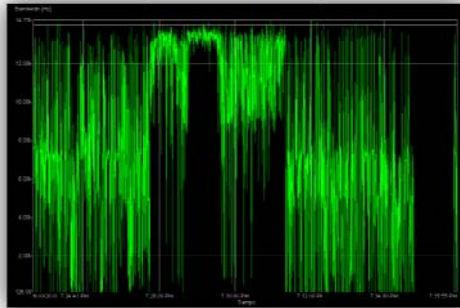


Figura 6.36. Anchos de Banda para la frecuencia 1.070MHz.

La dimensión horizontal para la construcción del modelo de ocupación del espectro queda determinada como sigue:

Fecha: Registra la fecha de la muestra

Hora: Registra la hora de la muestra en horas, minutos, segundos y milisegundos

Frecuencia f: Frecuencia muestreada en MHz.

Intensidad de Campo: Valor de la intensidad de campo medida para la frecuencia f en el instante de tiempo determinado por fecha y hora.

Sistema de Comprobación Técnica TES AMERICA

El sistema TES AMERICA registra únicamente resultados de las mediciones por lo que, éstos no requieren ser procesados.

6.2 Limpieza y Transformación de Parámetros para el Control del Espectro

La Limpieza y Transformación de los datos forma parte de la etapa de Preparación de los Datos en el ciclo KDD. El objetivo de esta fase es seleccionar de forma coordinada los datos más relevantes del proceso; pues la información recolectada puede contener, entre otros, datos erróneos o valores faltantes.

6.2.1 Integración y Limpieza de Datos, Valores Faltantes y Anómalos proporcionados por los Sistemas de Comprobación Técnica

La integración de los datos de los resultados de las mediciones efectuadas con R&S, TES AMERICA y observaciones manuales, pone especial cuidado a las unidades de

registro de cada parámetro de medición.

El parámetro primordial en la integración de la información es la FRECUENCIA, la cual se almacena en MHz para todas las mediciones, además la intensidad de campo será registrada en dBuV/m. Es importante señalar que los valores de frecuencias proporcionados por TESAMERICA y observaciones manuales corresponden a únicamente el valor de frecuencia concesionada, por ejemplo 88.5 de radio “ACTIVA FM 88”, mientras que los valores de frecuencias proporcionados por el sistema ARGUS corresponden a valores de muestras del barrido, esto es, un valor de intensidad para 88.497, 88.498, 88.499, 8.500, 8.501 8.502... la resolución de la frecuencia de muestreo depende del filtro FI, y no siempre coincide con la frecuencia central, es decir se podrían tener muestras de la forma 88.497,88.502,88.507...

No existen valores faltantes o anómalos en las estructuras de datos, sin embargo los valores de la medición pueden distorsionar el model de ocupación del espectro si las mediciones no se efectúan bajo los parametros adecuados, por lo que el técnico de operaciones debiera constatar que los datos de la medición son válidos antes de incluirlos en el almacén de datos del mapa de Control del espectro radioeléctrico.

6.2.2 Transformación de Atributos para el Adecuado Control del Espectro

El atributo que requiere ser transformado es únicamente la frecuencia, éste valor deberá ser registrado en MHz para cualquier rango del espectro, pues constituye el eje central del mapa de control del espectro, en base a este parámetro se determinarán señales no autorizadas, ocupación de rangos de frecuencias, ocupación de frecuencias entre otros.

La transformación de los datos hace referencia además a la reducción de los datos, para el control del espectro la reducción debe darse en la dimensión vertical, sin embargo, la reducción de datos se verá reflejada luego del procesamiento y no en esta fase previa.

6.2.3 Discretización, Numerización y Normalización de Parámetros que influyen en el Control del Espectro

La discretización y numerización de parámetros es la conversión de valores numéricos en valores nominales ordenados o viceversa. Uno de los aspectos más importantes, sino el que más, de un atributo es el tipo. El hecho de que un atributo sea nominal o numérico determina en gran medida cómo va a ser tratado por las herramientas de minería de datos.

Para el control del espectro radioeléctrico se requiere que los valores de frecuencia, intensidad, potencia máxima, potencia isotrópica máxima, potencia isotrópica normalizada sean valores numéricos. La hora tiene especial importancia, y se registra en segundos en un campo adicional. Se dice que el campo de hora es adicional porque el tipo de datos date soportado en Oracle permite grabar también la hora en el mismo

campo, sin embargo la precisión únicamente llega a las décimas de segundo, y la hora registrada para una muestra contiene información de milésimas de segundo. Esta información precisa del tiempo no puede ser descartada porque es de especial importancia para el procesamiento de las muestras.

CAPITULO 7: MINERÍA DE DATOS PARA EL CONTROL DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO

7.1 Determinación de la Tarea de Minería para el Control del Espectro

Dentro de la minería de datos se deben distinguir tipos de tareas, cada una de las cuales puede considerarse como un tipo de problema a ser resuelto por un algoritmo de minería. Esto significa que cada tarea tiene sus propios requisitos y que el tipo de información obtenida con una tarea puede diferir de la obtenida con otra.

Las dos metas primordiales de *la minería* en la práctica son la predicción y la descripción. La predicción supone el uso de determinadas variables para predecir valores futuros o desconocidos de otras variables de interés. La descripción tiene como meta encontrar patrones entendibles por los usuarios para describir los datos existentes. En el contexto de KDD, la descripción tiende a ser más importante que la predicción. En cambio, en las aplicaciones de reconocimiento de patrones y de aprendizaje automático, la predicción suele ser la primera meta. Entre las tareas predictivas encontramos la clasificación y la regresión, mientras que el agrupamiento, reglas de asociación, las reglas de asociación secuenciales y las correlaciones son tareas descriptivas.

La meta primordial del presente trabajo corresponde a una tarea descriptiva, la cual permita procesar los resultados del rastreo de frecuencias, con el fin de identificar las señales dentro de un conjunto de datos que contiene ruido. En base a lo anterior la tarea de minería de datos a implementar es la de clasificación.

7.2 Determinación de la Técnica de Modelación para el Control del Espectro

Dado que la minería de datos es un campo muy interdisciplinar, existen diferentes paradigmas detrás de las técnicas utilizadas para construcción del modelo, técnicas de inferencia estadística, árboles de decisión, redes neuronales, inducción de reglas de aprendizaje basado en instancias, algoritmos genéticos entre otros. Cada uno de estos paradigmas incluye diferentes algoritmos y variaciones de los mismos, así como otro tipo de restricciones que hacen que la efectividad del algoritmo dependa del dominio

de aplicación. Existen muchos conceptos estadísticos que son la base de muchas técnicas de minería de datos, más aún para la tarea de clasificación a emplearse.

La técnica de modelación para el Mapa de Control del espectro radioeléctrico debe enfocarse al análisis de los datos de rastreos de bandas de frecuencias en donde el comportamiento específico de los valores ayudará a identificar las señales y el ruido. Para este objetivo se requiere utilizar como técnica, algoritmos estadísticos que determinen un modelo de clasificación particular para cada conjunto de datos, es decir, el patrón de identificación de señales y ruido se obtendrá del procesamiento de cada resultado de medición, siendo éste diferente en cada caso. Esto resulta lógico, pues la propagación de ondas de radio, se ve influenciada por las condiciones atmosféricas, es así que los valores de intensidad de campo eléctrico tomados por el equipo de comprobación técnica variarán durante el periodo de medición.

La propagación de las ondas de muy bajas y bajas frecuencias (de 10 a 100 KHz) se realiza por onda de superficie hasta distancias de unos 1000 km sobre agua de mar, variando la intensidad de campo de estas señales muy lentamente y teniendo un comportamiento regular.

La banda entre 100 y 500 KHz se emplea para ayudas a la navegación aérea y marítima debido a su bajo ancho de banda. Las frecuencias medias (0,3 a 3 MHz) se caracterizan por su propagación por onda de superficie en distancias cortas, por atenuarse más rápidamente que las anteriores. Es una banda bastante útil para comunicaciones ionosféricas, consiguiéndose distancias de 100 km a todas horas y distancias largas de más de 500 km durante la noche, si bien en este último caso la señal está sujeta a desvanecimientos.

Las banda de frecuencias comprendida entre 3 y 30 MHz utilizada en comunicaciones de larga distancia, es la más crítica, pues utiliza reflexión en la ionósfera, capa de la atmosfera que va desde los 50 km hasta los 500Km de altura. Este tipo de propagación permite, con relativamente bajas pérdidas, comunicaciones a escala mundial, con un ancho de banda menor a 10KHz. Sin embargo la intensidad de la recepción de la señal está en función de la situación geográfica y la hora del día o la noche, es por esto, que un registro de medición puede contener diferentes valores de intensidad de campo para una misma frecuencia. Esto podría ser interpretado como ausencia de la señal si se toma un umbral fijo para la clasificación, es decir se identificarán señales únicamente durante un cierto periodo de la medición lo cual puede resultar falso, pues simplemente se tratará de una pérdida de intensidad en la recepción de la señal debido a las condiciones atmosféricas.

En cambio, la propagación en la banda de frecuencias de 30 MHz a 3 GHz se realiza básicamente mediante rayo directo, permitiendo alcances de alrededor de los 50 km. Además, entre 30 y 2000 MHz puede darse otro tipo de propagación conocida como dispersión troposférica, es decir en la capa de la atmósfera más próxima a la tierra con

una altura en torno a 10 km. La onda electromagnética sufre difracciones debido a obstáculos minúsculos en su trayecto.

7.3. Definición del Modelo del Mapa de Control del Espectro

7.3.1 Modelo Matemático de las Mediciones del espectro

Los datos de las mediciones de barridos de frecuencias proporcionan el valor de intensidad de campo eléctrico para un instante de tiempo determinado correspondiente a la frecuencia barrida. Durante un test¹ de medición, el sistema ARGUS escanea las frecuencias a lo largo del ancho de banda de barrido B_s (sweep bandwidth), cuyos límites son F_{start} y F_{stop} . El barrido a través de B_s no ocurre de manera continua sino en pasos de B_r , donde B_r es la resolución del ancho de banda (bandwidth resolution). Cada vez que B_s es escaneado, un filtro pasabanda de ancho B_d se desplaza en incrementos de frecuencia de B_r , donde B_d se refiere al binwidth. Para cada paso de frecuencia, el ancho del filtro se centra en la frecuencia central del canal f_i , la señal en el dominio del tiempo es pasada a través del filtro y las mediciones son tomadas para un cierto periodo de tiempo. Este periodo de tiempo se refiere al tiempo de permanencia T_d (dwell time). El promedio de las mediciones capturadas a lo largo de B_d sobre el tiempo T_d se almacena como una medida de intensidad para el canal de frecuencia. Así el mecanismo de toma de las mediciones no puede determinar la intensidad de las frecuencias dentro del ancho de banda de resolución. Para mantener una independencia estadística en las mediciones capturadas de canales adyacentes, se debe asegurar que se satisface la condición $B_d < B_r$.

Las intensidades a lo largo de todas las frecuencias en la banda B_s no se capturan de manera simultánea sino con un cierto retraso. El tiempo de barrido T_s (sweep time) es el tiempo total tomado para completar un barrido sobre el ancho de banda B_s . El tiempo de barrido depende de algunos factores, como son el tiempo tomado por el instrumento de medición para pasar de una frecuencia a otra a lo largo del ancho de banda, además hay tiempo que es consumido por el software de control para especificar los parámetros de barrido del subsistema de medición y tiempo para transferir los datos a través de los buffers y la red. Este tiempo adicional será denotado por T_a . La medición se lleva a cabo sobre un cierto periodo de tiempo especificado por la duración de la medición T . Dentro de la duración de una medición el sistema de medición puede efectuar uno o más barridos del ancho de banda establecido.

Ya que T_s es finito, los valores de intensidad instantáneos para cierta frecuencia no son medidos continuamente en el tiempo, sino que son medidos en pasos de tiempo especificados por la resolución del tiempo de barrido T_r (sweep time resolution). Así,

¹ El término "test de medición" es utilizado para referirse a un conjunto de datos de la medición

T_r especifica el tiempo transcurrido entre dos mediciones consecutivas de cierto canal de frecuencia, lo cual implica que T_r es directamente proporcional a T_s .

7.3.2 Modelo Matemático de la Ocupación del espectro

La Figura 7.1 ilustra la evaluación del espectro para medir la actividad en el canal de frecuencias f_i .

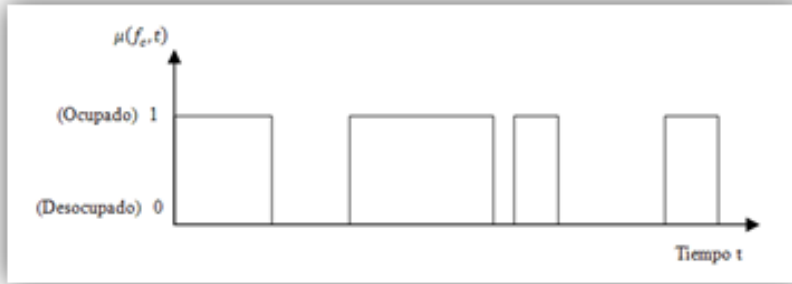


Figura 7.1. Estados de un canal del espectro.

El estado de ocupación instantánea de una canal de frecuencia $\mu(f_i, t)$ es una función continua en el tiempo t . Para el periodo de duración T comenzando desde t_0 , el subsistema de medición captura muestras de $\mu(f_i, t)$ y la secuencia resultante de N_t muestras $\{x(n)\}$ se representa como:

$$x(n) = \mu(t_0 + nT_r) \quad \text{donde } n = 1, 2, \dots, N_t$$

La Figura 7.2 muestra la representación de las mediciones del espectro como un tren de impulsos.

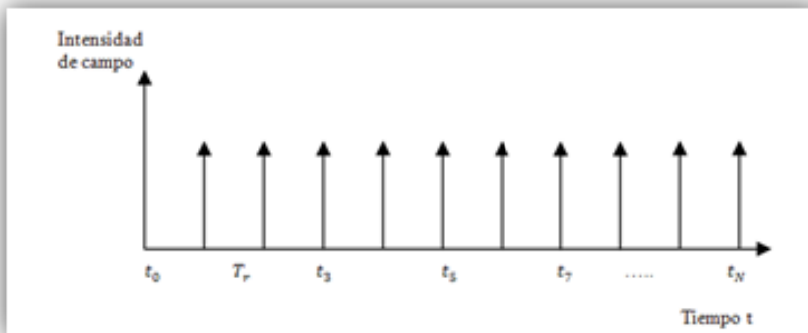


Figura 7.2. Representación de las mediciones del espectro como un tren de impulsos.

Se puede ver que T_s y B_r son inversamente proporcionales. Una medición puede ser determinada por el tiempo de barrido, el ancho de barrido (F_{start}, F_{stop}) y la

resolución del ancho de banda. Las siguientes ecuaciones representan la relación existente entre los parámetros de la medición:

$$T_s = (N_f T_d) + T_a$$

$$N_f = B_s / B_r$$

$$N_t = T / T_s$$

$$T_r \propto T_s$$

$$M(f_i, t_j) = \frac{1}{B_d T_d} \int_{t_j - \frac{T_d}{2}}^{t_j + \frac{T_d}{2}} \int_{f_i - \frac{T_d}{2}}^{f_i + \frac{T_d}{2}} P(f, t) \vartheta f \vartheta t$$

donde $P(f, t)$ representa la intensidad instantánea medida por el subsistema de medición y tanto f como t son variables continuas en el tiempo, corresponde a la frecuencia y al tiempo respectivamente, $M(f_i, t_j)$ representa una muestra de la medición capturada para una frecuencia f_i y una instancia de tiempo t_j .

La exactitud de las mediciones depende de las propiedades del receptor como la sensibilidad, selectividad y además los parámetros de resolución del subsistema de medición.

7.3.3 Modelo Matemático del “Electro-Espacio”

El “electro espacio” puede ser definido con respecto a una medición específica, este describe el ambiente de operación en unidades de intensidad de campo.

Las dimensiones del espectro, llamadas frecuencia, tiempo, medida espacial, y formato de la señal, son independientes una de otra de tal manera que cualquier muestra de la medición puede tener un único conjunto de coordenadas en el “electro espacio”. La frecuencia y el tiempo se refieren a la frecuencia de la señal de RF y al momento en el que ocurre. La medida de la señal es el volumen espacial que sensa el receptor, puede ser especificado por la ubicación geográfica del receptor (urbana, rural, suburbana) y el ángulo de llegada (azimuth) de la señal y el patrón de ganancia de la antena. Teóricamente, si se utiliza una antena isotrópica la medida espacial es una esfera alrededor de la antena receptora. El formato de la señal puede ser especificado en términos del tipo de polarización y la modulación.

Las mediciones usadas para nuestro análisis fueron tomadas con una antena omnidireccional, así, la medida espacial no es relevante ya que el ángulo de llegada no puede determinarse. Las mediciones solamente incluyen la intensidad de la señal recibida, de modo que el formato de la señal tampoco es relevante. Es así que se

determinará la ocupación del espectro a partir de las dimensiones: frecuencia y tiempo.

Los monitoreos del espectro se realizan para un rango de frecuencias sobre un periodo de tiempo. En base a esto un conjunto de mediciones puede ser representado como una matriz M de tamaño $N_t \times N_f$ definida como:

$$M = [M(f_i, t_j)]$$

donde

$$\begin{aligned} F_{inicial} &\leq f_i < F_{final} \\ T_{inicial} &\leq t_j < T_{final} \\ i &= 1, \dots, N_f \\ j &= 1, \dots, N_t \end{aligned}$$

Dado que $M(f_i, t_j)$ es una muestra de intensidad de campo expresada en dBuV/m perteneciente a un canal de frecuencia f_i para una instancia del tiempo de barrido t_j , $F_{inicial}$ y F_{final} especifican las frecuencias inicial y final para el barrido de la medición, $T_{inicial}$ y T_{final} especifican el inicio y fin de la medición y finalmente N_t y N_f son el número de instancias de tiempo y el número de canales de frecuencia de la medición. El tiempo de barrido (sweep time) puede ir desde unos pocos minutos a horas o días.

A lo largo del ancho de banda de barrido, la primera muestra de la medición es tomada en la frecuencia $F_{inicial}$. Luego, las mediciones son tomadas en pasos de frecuencias F_{paso} definidas como sigue:

$$f_i = F_{inicial} + (i - 1)F_{paso}, \quad i = 1, \dots, N_f$$

donde

$$N_f = \frac{F_{final} - F_{inicial}}{F_{paso}}$$

Note que la intensidad de campo en F_{final} no es medida ya que el barrido finaliza en la frecuencia $F_{final} - F_{paso}$.

Igualmente, la duración del monitoreo es cuantizada en pasos de T_{paso} . Las instancias de tiempo en el cual son tomadas las mediciones son:

$$t_j = T_{inicial} + (j - 1)T_{paso}, \quad j = 1, \dots, N_t$$

donde

$$N_t = \frac{T_{final} - T_{inicial}}{T_{paso}}$$

Mientras T_{paso} puede ser dado por el usuario, el paso de tiempo mínimo es directamente proporcional al tiempo de barrido. Los parámetros F_{paso} y T_{paso} corresponden a la resolución del ancho de banda y a la resolución del tiempo de barrido de las mediciones.

Para propósitos de análisis, se representa una submatriz de M por $M_{F,T}$, la cual está definida sobre un rango de frecuencias e instancias de tiempo especificadas por F y T , donde F representa un subrango del rango de frecuencias $[F_{inicial} \dots F_{final}]$ y T representa un subrango del rango de tiempo $[T_{inicial} \dots T_{final}]$.

7.3.4 Modelo de Clasificación de los Datos del Espectro

Los datos pueden ser recuperados de la base de datos para ser procesados y analizados, la Figura 3.3 representa el diagrama de bloques de las diferentes etapas de procesamiento involucradas en la capa de procesamiento y análisis.

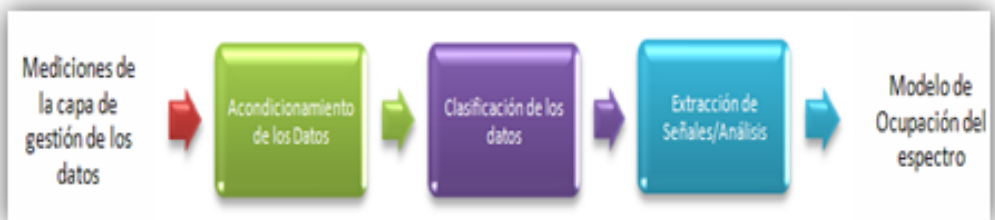


Figura 7.3. Etapas del procesamiento y análisis de las mediciones del espectro.

Las operaciones de preprocesamiento involucran el acondicionamiento de los datos seguido de la clasificación de los datos. El acondicionamiento de los datos se realiza para que sea más apropiada la clasificación. El preprocesamiento de los datos puede representarse como:

$$M_p = [M_p(f_i, t_j)]$$

En una matriz de datos acondicionados M_p , cada elemento de la matriz $M_p(f_i, t_j)$ es clasificado en dos géneros, llamados señal y ruido, basados en un umbral de decisión. El umbral de decisión η se estima del promedio de la intensidad del ruido sobre el cual se encuentran las señales. El umbral η es utilizado para la clasificación binivel como sigue:

$$M_c(f_i, t_j) = \begin{cases} 1, & M_p(f_i, t_j) \geq \eta \\ 0, & M_p(f_i, t_j) < \eta \end{cases}$$

Donde $M_c = [M_c(f_i, t_j)]$ representa la matriz de los datos clasificados la cual recibe el nombre de función de disponibilidad del espectro.

Se requiere que el umbral sea óptimo para que la clasificación contenga el mínimo de errores. Si el umbral dado es demasiado alto, las señales débiles pueden no ser identificadas. Si el umbral dado es demasiado bajo, entonces algunas muestras de ruido serán clasificadas como señales. En los dos casos la clasificación resulta errónea.

7.4 Métodos de Clasificación para la Elaboración del Mapa de Control del Espectro

Como se ha visto anteriormente existen bandas de frecuencia en donde las mediciones de intensidad pueden variar drásticamente dependiendo de la hora del día y de las condiciones atmosféricas por lo que es indispensable desarrollar un algoritmo que tenga en cuenta este comportamiento, de otra modo, muchas de las señales serán consideradas como ruido.

En este apartado se discuten varios aspectos para clasificar las mediciones del espectro. Los algoritmos de clasificación utilizados estiman el umbral de decisión basándose en propiedades estadísticas de los datos y no requieren un conocimiento a priori a cerca de las señales presentes en el espectro.

Las técnicas propuestas han sido aplicadas a los datos del espectro y los resultados se muestran en el apartado 7.7

7.4.1 Consideraciones para determinar el umbral de clasificación de los datos del espectro.

Aquí se presentan algunos factores que afectan el desempeño de los algoritmos de clasificación:

Rango de clasificación ambigua: Debido a la presencia de señales débiles que están por debajo del nivel de ruido, hay algunos traslapes entre los histogramas de la señal y el ruido presente en los datos de la medición.

A lo largo de los valores del rango de medición sobre los cuales los histogramas se traslapan, puede haber ambigüedad en la clasificación de las mediciones. Debido a esta sobreposición en los histogramas, hay siempre una compensación entre la tasa de detecciones erróneas y la tasa de falsa alarma. (véase apartado 7.7)

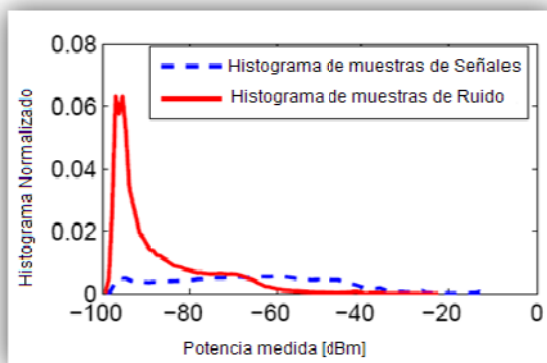


Figura 7.4. Histograma de las muestras de señal y ruido de la banda FM (88-108).

Varianza en la intensidad de los niveles de la señal y el ruido: Las muestras de la señal y el ruido en los datos pueden tener un rango amplio de valores. Es así que la relación señal a ruido puede variar dentro de un rango de datos

Efecto Biasing. Las mediciones del espectro capturan señales recibidas de transmisores distantes como también de transmisiones de fuentes vecinas. Como resultado, las señales débiles necesitan ser detectadas en presencia de las señales fuertes. Cuando las técnicas de clasificación estadística son aplicadas sobre estos datos que contienen un alto rango dinámico de señales, las señales fuertes pueden desviar en el proceso de estimación del umbral. El umbral resultante puede ser demasiado alto de tal manera que éste no detecte las señales débiles causando errores.

Señales fantasma y ruido fantasma. Una propiedad inherente de las técnicas basadas en un umbral es que éstas bifurcan un conjunto de datos en dos clases independientemente de que las muestras de ambas clases estén presentes o no en los datos. Por lo tanto cuando se aplican técnicas de umbralización sobre un conjunto de datos que contiene solamente muestras de ruido; las muestras fuertes de ruido serán clasificadas incorrectamente como señales. Estas señales se conocen como señales fantasma y ocasionan la presencia de falsas alarmas. De manera similar, las muestras de ruido fantasma pueden aparecer cuando clasificamos datos que contienen solamente señales ocasionando errores de detección.

Para contrarrestar este problema se propone las siguientes técnicas de clasificación de las mediciones de datos.

1. Acondicionamiento de datos y supresión de ruido implementado con CDF.
2. Umbral Optimo implementado con OTSU.
3. Umbral recursivo implementado con ROHT.
4. Umbral adaptativo implementado con el concepto de Ventana deslizante.

Idealmente el umbral óptimo puede proporcionar los mejores resultados en escenarios donde hay sobreposición en los histogramas de señal y ruido. Además si suprimimos el ruido sin afectar las señales, el histograma de ruido puede desplazarse a niveles de baja intensidad de tal manera que la intersección de los histogramas se vea reducida. El umbral recursivo y el umbral adaptativo toman en cuenta el problema del efecto biasing, es decir la no uniformidad de los niveles de intensidad.

El algoritmo OTSU y las técnicas de acondicionamiento se presentan en base a conceptos existentes. Los algoritmos del umbral recursivo son propuestos en ésta tesis basados en investigaciones realizadas en la universidad de Kansas. Finalmente, el algoritmo para el umbral adaptativo, se ha construido sobre el concepto de ventana deslizante, acondicionado para este propósito, de tal manera que se aplique para los tres métodos anteriores.

7.4.2 Clasificación Basada en la Función de Densidad Acumulativa (CDF)

Siendo S una variable aleatoria, que representa la intensidad de campo medida, la función de distribución acumulativa CDF de S , obtenida de los datos de las mediciones de la matriz M , puede definirse como:

$$CDF(S, \mathbf{M}) = P(S \leq M(f_i, t_j)), \quad M(f_i, t_j) \in \mathbf{M}$$

Basándose en la CDF , se pueden utilizar técnicas simples para determinar el umbral de decisión. A continuación se describen las dos técnicas evaluadas:

1. El umbral se determina partiendo de un conocimiento a priori de la utilización del espectro. Es decir si conocemos que la fracción del espectro que está siendo utilizado es p , entonces escogemos un umbral T tal que una fracción p de las mediciones tengan valores superiores a T (Figura 7.5):

$$1 - p = CDF(S = T, \mathbf{M})$$

2. El umbral se determina calculando la CDF marginal denotada por CDF_{f_i} , para cada frecuencia dentro del ancho de banda del barrido y clasificando un canal de frecuencia f_i basado en una estadística de CDF_{f_i} . Esto es, se determina el máximo valor de medido para el canal de frecuencia f_i , y si el máximo está sobre cierto umbral, clasificar f_i como un canal ocupado.

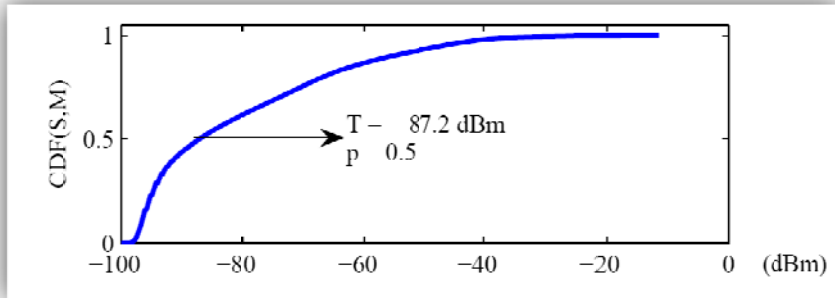


Figura 7.5. CDF de los datos de las mediciones de la banda FM. Umbral T para $p=0.5$

El histograma global de las mediciones podría contener dos picos, uno de las muestras de la señal y otro de las muestras del ruido. Los valores de las mediciones en los bordes de la señal ocurren con menos frecuencia en los datos de la medición comparados con la cantidad de valores de la señal y el ruido. Entonces se forma un valle entre los picos de la señal y el ruido en el histograma correspondientes a los bordes de las señales. El valor mínimo entre los dos picos, mínimo local, o el punto central (media) entre los picos puede ser establecido como el umbral de decisión.

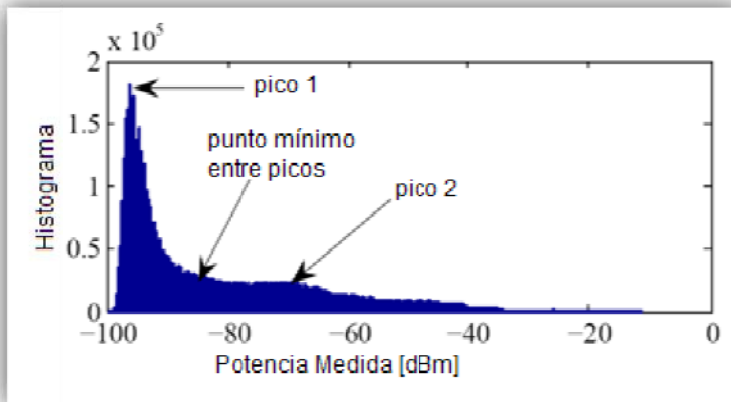


Figura 7.6. Histograma de frecuencias de la Banda de FM

7.4.2.1 Aplicación del Algoritmo de Clasificación CDF en Monitoreos de Radiodifusión FM 88-108 MHz.

Se aplica el algoritmo CDF al conjunto de datos correspondientes al rastreo de frecuencias del rango de 88 MHz-108MHz de Radiodifusión FM. Se establece el valor $p=0.5$.

Monitoreo de Radiodifusión FM: BCFM2_100609_0101	
Fecha Inicial	2010-06-09
Hora Inicio	00:10:07.494
Fecha Final	2010-06-09
Hora Fin	23:53:42.418
Resolución de Muestreo [s]	854,149
Frecuencia Inicial [MHz]	88.0
Frecuencia Final [MHz]	108.0
Paso de Frecuencia [MHz]	0,004

Tabla 7.1. Monitoreo de Radiodifusión FM. BCFM2_100609_0101.

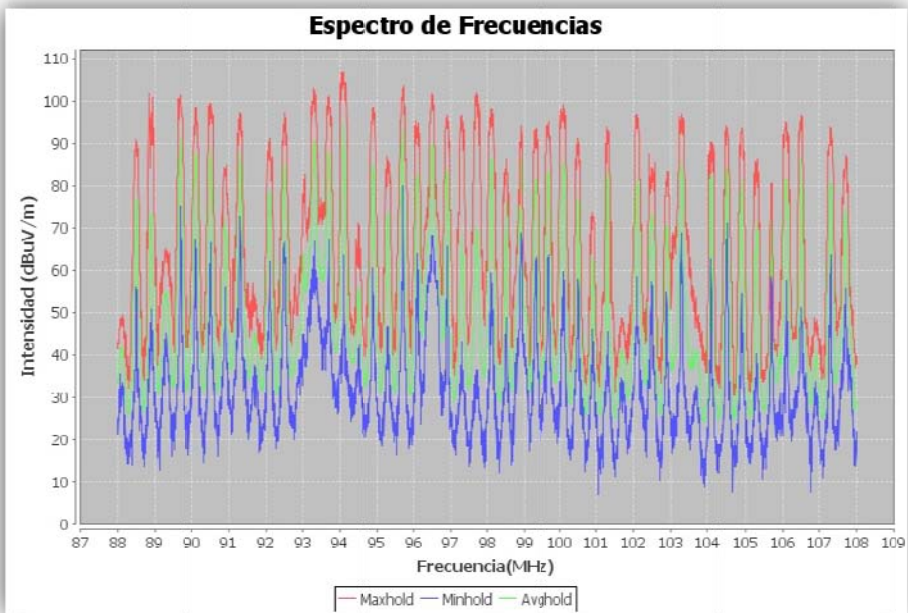


Figura 7.7. Espectro de frecuencias de Radiodifusión FM. BCFM2_100609_0101.

Método	P	Umbral
CDF	50%	42.340877408774084

Tabla 7.2. Umbral de clasificación – CDF con $p=0.5$ para el Monitoreo de Radiodifusión FM. BCFM2_100609_0101.

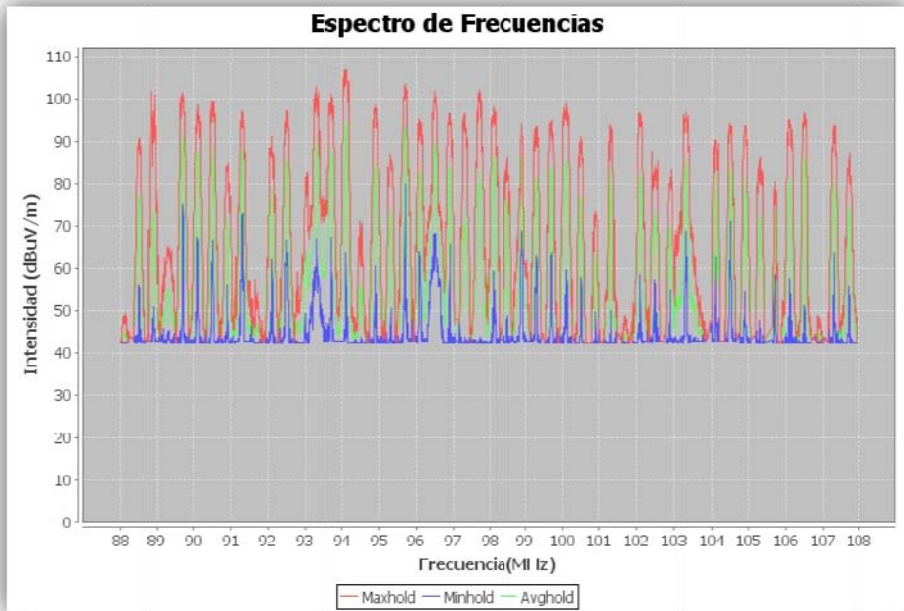


Figura 7.8. Espectro de frecuencias de Radiodifusión FM clasificado con CDF, $p=0.5$. BCFM2_100609_0101.

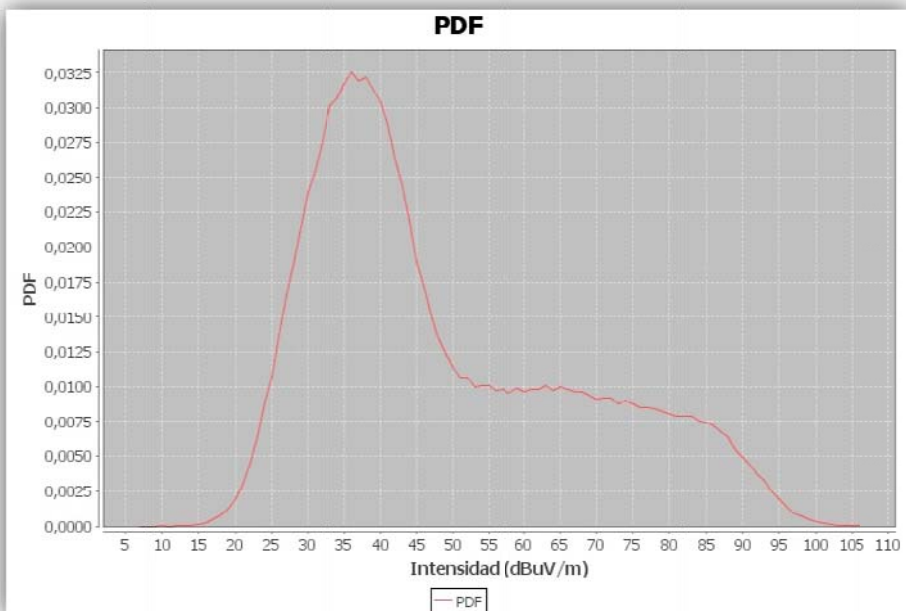


Figura 7.9. Función de Densidad de Probabilidad de las muestras del Monitoreo de Radiodifusión FM. BCFM2_100609_0101.

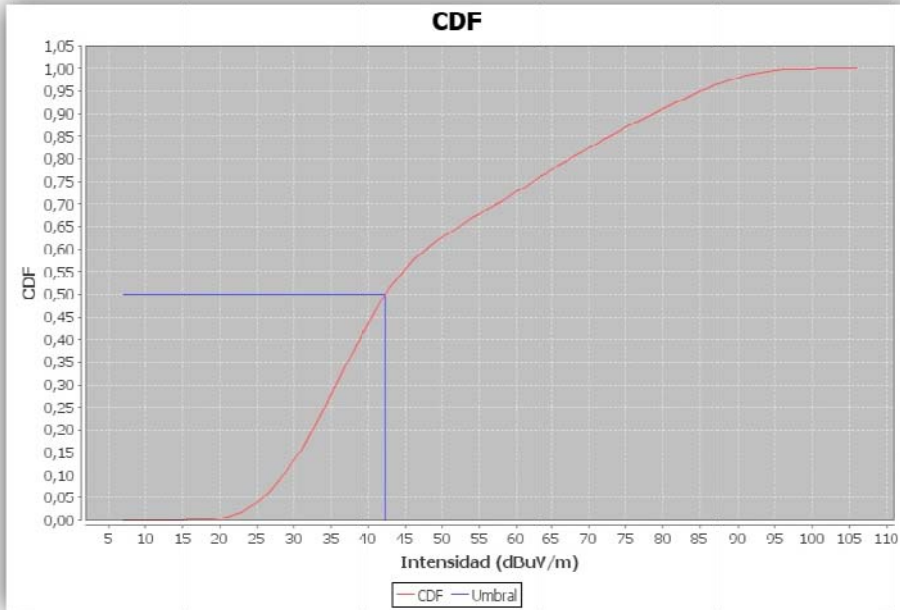


Figura 7.10. Función de Densidad de Probabilidad Acumulativa de las muestras del Monitoreo de Radiodifusión FM, $p=0.5$. BCFM2_100609_0101.

Empleando el parámetro de suavizar al 90% se obtuvieron las siguientes señales:

Frecuencia [MHz]	Valor [dBuV/m]
88.504	76,6760000
88.904	73,7660000
89.324	54,6910000
89.696	91,0010000
90.1	87,4760000
90.504	88,0860000
90.896	71,8660000
91.296	87,8460000
92.096	78,4660000
92.504	85,2860000
93.012	63,9010000
93.3	90,2910000
93.688	87,5010000
94.104	94,0810000
94.516	55,6110000
94.896	84,7810000
95.3	73,4910000
95.7	92,9410000
96.088	82,5210000
96.504	89,6410000
96.9	83,7460000
97.3	68,2810000
97.704	70,0060000

98.1	86,5260000
98.5	76,0760000
98.9	85,8510000
99.296	81,4710000
99.7	83,4560000
100.1	85,3760000
100.504	77,0360000
100.9	63,2110000
101.3	83,0610000
102.104	81,8810000
102.516	73,3610000
102.9	70,4110000
103.304	85,3410000
104.104	82,6010000
104.5	84,1710000
104.9	81,2660000
105.3	70,9660000
105.7	73,9560000
106.096	81,7660000
106.5	86,1910000
107.304	80,3910000
107.716	74,4960000

Tabla 7.3. Señales identificadas del Monitoreo de Radiodifusión FM aplicando CDF, $p=0.5$. BCFM2_100609_0101.



Figura 7.11. Señales identificadas del Monitoreo de Radiodifusión FM aplicando CDF, $p=0.5$. BCFM2_100609_0101.

Se aplica el algoritmo CDF al conjunto de datos correspondientes al rastreo de frecuencias del rango de 88 MHz-108MHz de Radiodifusión FM, BCFM2_100609_0101.1. Se establece el valor $p=0.3$.

Método	P	Umbral
CDF	30%	35.66949726170697

Tabla 7.4. Umbral de clasificación – CDF con $p=0.3$ para el Monitoreo de Radiodifusión FM. BCFM2_100609_0101.

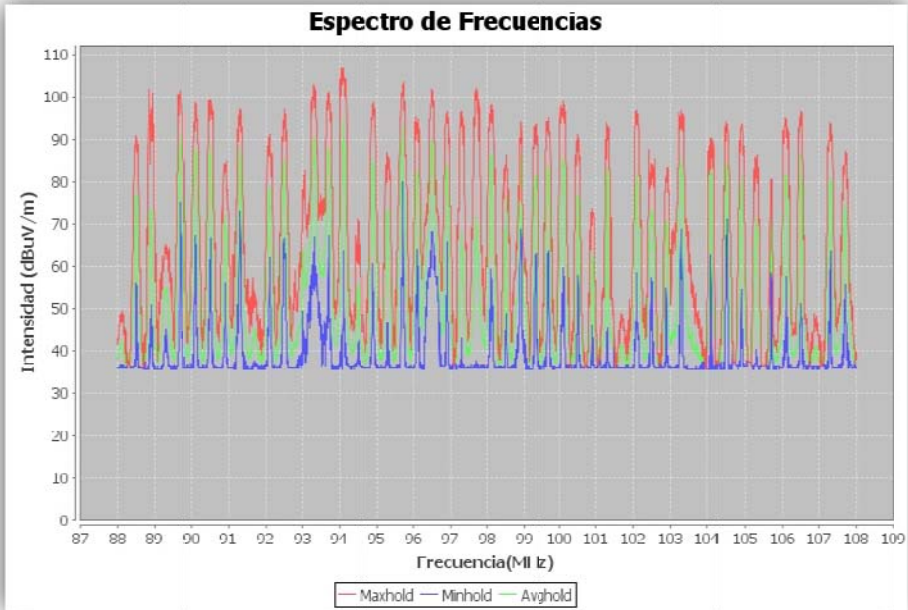


Figura 7.12. Espectro de frecuencias de Radiodifusión FM clasificado con CDF, $p=0.3$. BCFM2_100609_0101.

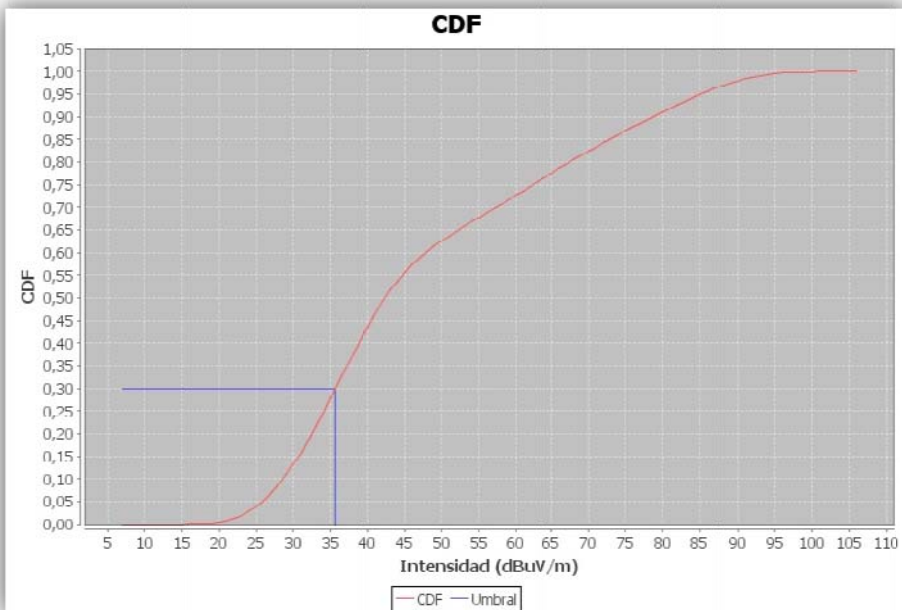


Figura 7.13. Función de Densidad de Probabilidad Acumulativa de las muestras del Monitoreo de Radiodifusión FM, $p=0.3$. BCFM2_100609_0101.

Empleando el parámetro suavizar al 90% se obtuvieron las mismas señales que en el caso anterior.

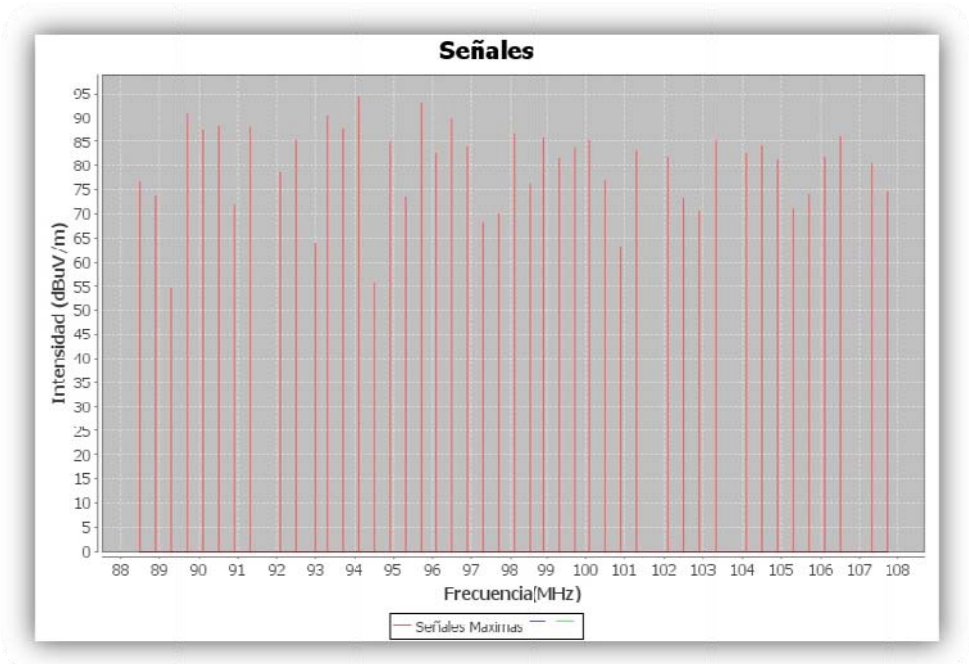


Figura 7.14. Señales identificadas del Monitoreo de Radiodifusión FM aplicando CDF, $p=0.3$. BCFM2_100609_0101.

Se aplica el algoritmo CDF al conjunto de datos correspondientes al rastreo de frecuencias del rango de 88 MHz-108MHz de Radiodifusión FM. Se establece el valor $p=0.5$

Monitoreo de Radiodifusión FM: BCFM5_100601_0101.	
Fecha Inicial	2010-06-01
Hora Inicio	17:51:08.521
Fecha Final	2010-06-01
Hora Fin	23:51:07.975
Resolución de Muestreo [s]	863,978
Frecuencia Inicial [MHz]	88.0
Frecuencia Final [MHz]	108.0
Paso de Frecuencia [MHz]	0,050

Tabla 7.5. Monitoreo de Radiodifusión FM. BCFM5_100601_0101.

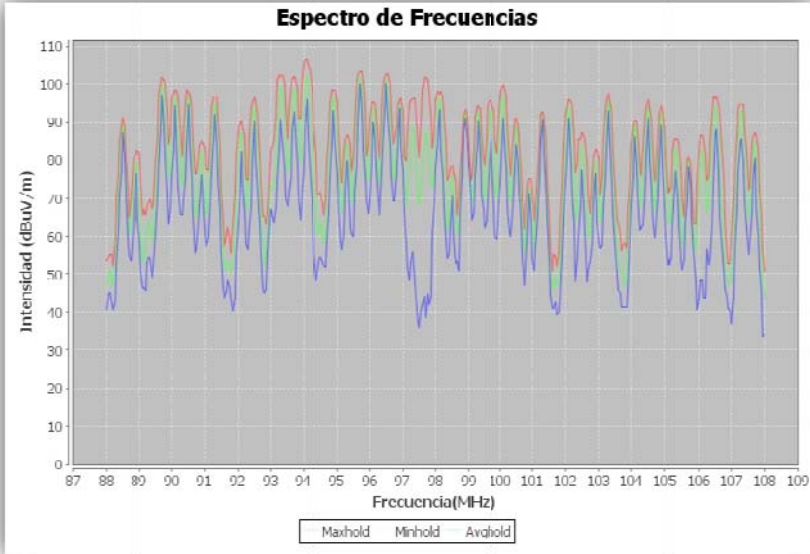


Figura 7.15. Espectro de frecuencias de Radiodifusión FM. BCFM5_100601_0101.

Método	P	Umbral
CDF	50%	76.75681818181818

Tabla 7.6. Umbral de clasificación – CDF con $p=0.5$ para el Monitoreo de Radiodifusión FM. BCFM5_100601_0101.

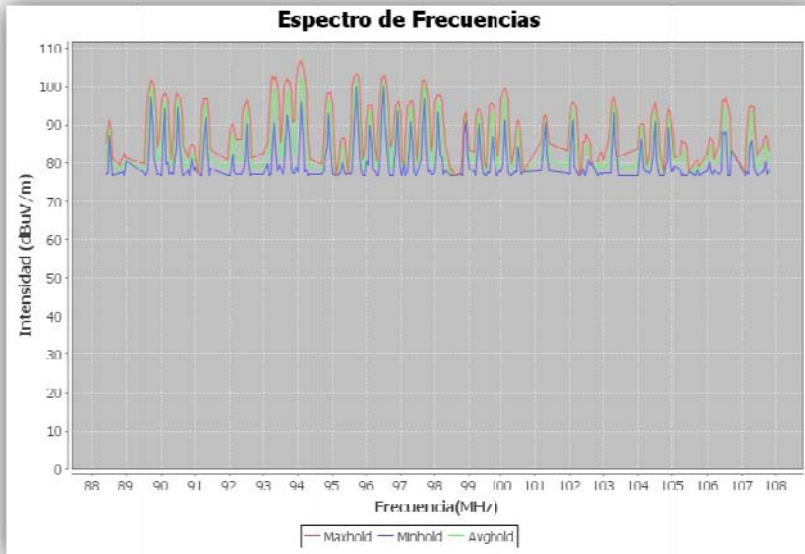


Figura 7.16. Espectro de frecuencias de Radiodifusión FM clasificado con CDF, $p=0.5$. BCFM5_100601_0101.

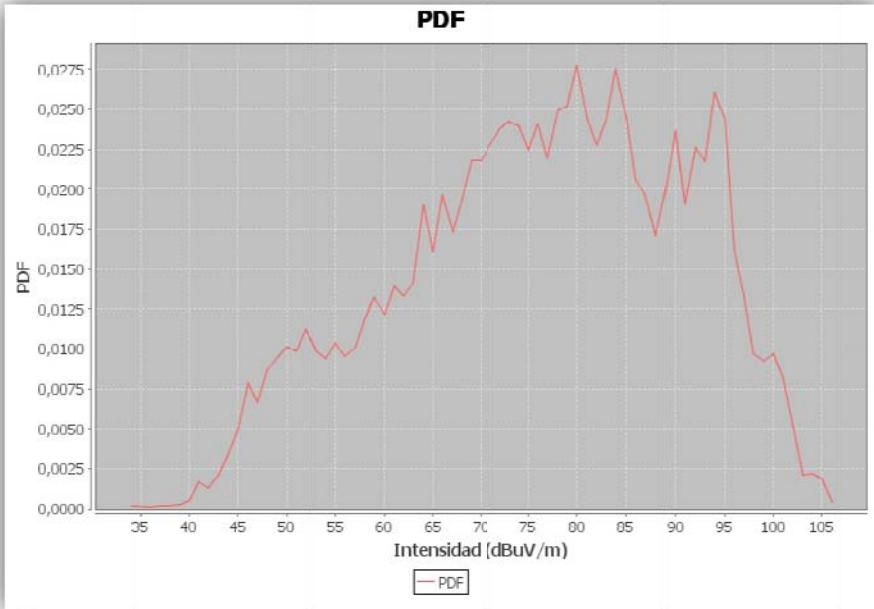


Figura 7.17. Función de Densidad de Probabilidad de las muestras del Monitoreo de Radiodifusión FM. BCFM5_100601_0101.

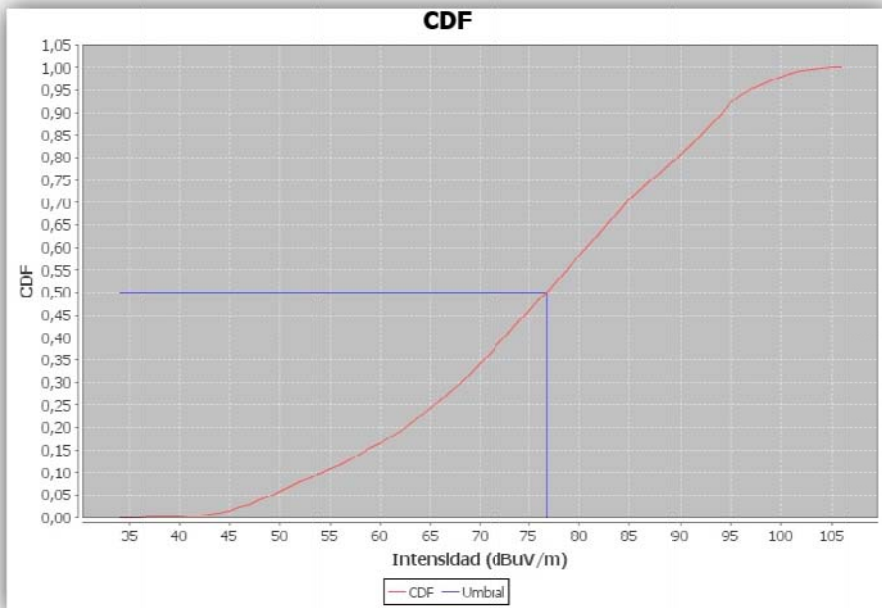


Figura 7.18. Función de Densidad de Probabilidad Acumulativa de las muestras del Monitoreo de Radiodifusión FM, $p=0.5$. BCFM5_100601_0101.

Empleando el parámetro de suavizar al 90% se obtuvieron las siguientes señales:

Frecuencia [MHz]	Valor [dBuV/m]		
88.5	89,4160000	97.3	88,8560000
89.7	99,9560000	98.1	96,1760000
90.1	96,3360000	98.9	92,2360000
90.5	96,6960000	99.3	93,0160000
91.3	95,2760000	99.7	93,6960000
92.5	93,9160000	100.1	97,2960000
93.3	99,3160000	100.5	89,1360000
93.7	98,8160000	101.3	91,6560000
94.1	102,3360000	102.1	94,2160000
94.9	96,5360000	103.3	95,5960000
95.7	101,8560000	104.1	89,4560000
96.1	93,8760000	104.5	93,7960000
96.5	101,1760000	104.9	92,3160000
96.9	94,7760000	106.5	94,2160000
		107.3	93,3560000

Tabla 7.7. Señales identificadas del Monitoreo de Radiodifusión FM aplicando CDF, $p=0.5$. BCFM5_100601_0101.

7.4.2.2 Aplicación del Algoritmo de Clasificación CDF en monitoreos de Radiodifusión AM 0.525 -1.705 MHz

Se aplica el algoritmo CDF al conjunto de datos correspondientes al rastreo de frecuencias del rango de 0.525 MHz-1.705MHz de Radiodifusión AM. Se establece el valor $p=0.9$.

Monitoreo de Radiodifusión AM: BCAM3_100604_0101	
Fecha Inicial	2010-06-04
Hora Inicio	15:19:50.114
Fecha Final	2010-06-04
Hora Fin	23:49:49.754
Resolución de Muestreo [s]	874,275
Frecuencia Inicial [MHz]	0.52
Frecuencia Final [MHz]	1.71
Paso de Frecuencia [MHz]	,002

Tabla 7.8. Monitoreo de Radiodifusión AM. BCAM3_100604_0101.

Método	P	Umbral
CDF	90%	72.51785714285712

Tabla 7.9. Umbral de clasificación – CDF con $p=0.9$ para el Monitoreo de Radiodifusión AM. BCAM3_100604_0101.

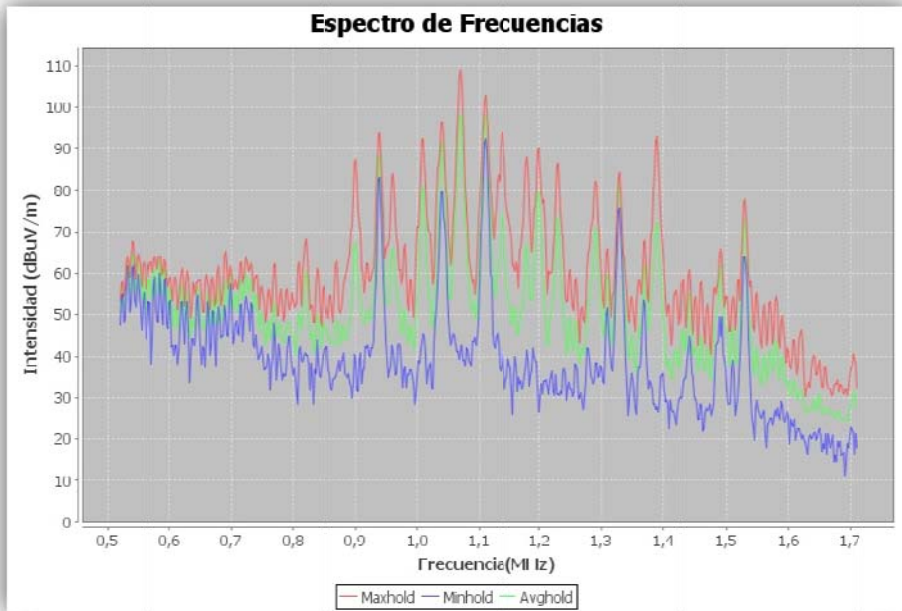


Figura 7.19. Espectro de frecuencias de Radiodifusión AM. BCAM3_100604_0101.

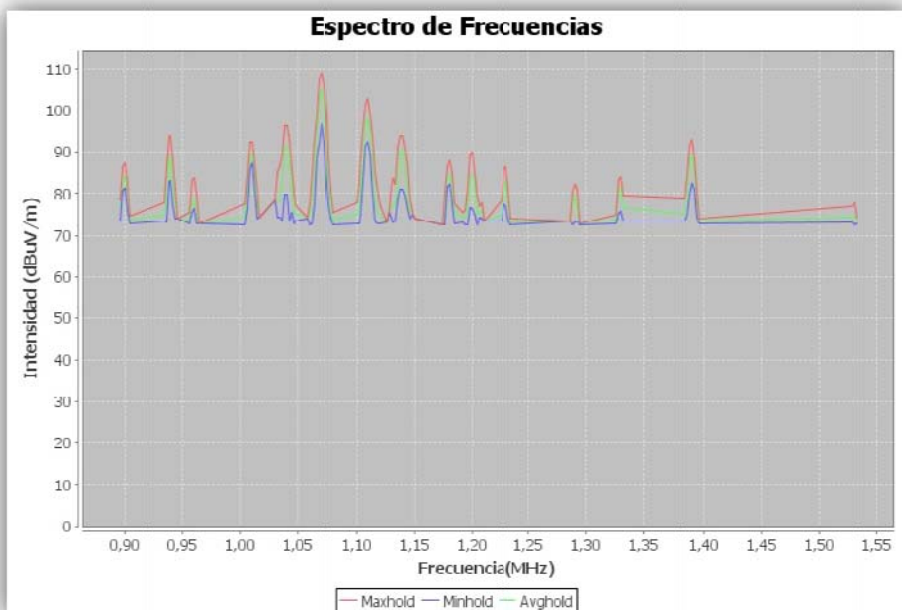


Figura 7.20. Espectro de frecuencias de Radiodifusión AM clasificado con CDF, $p=0.9$. BCAM3_100604_0101.

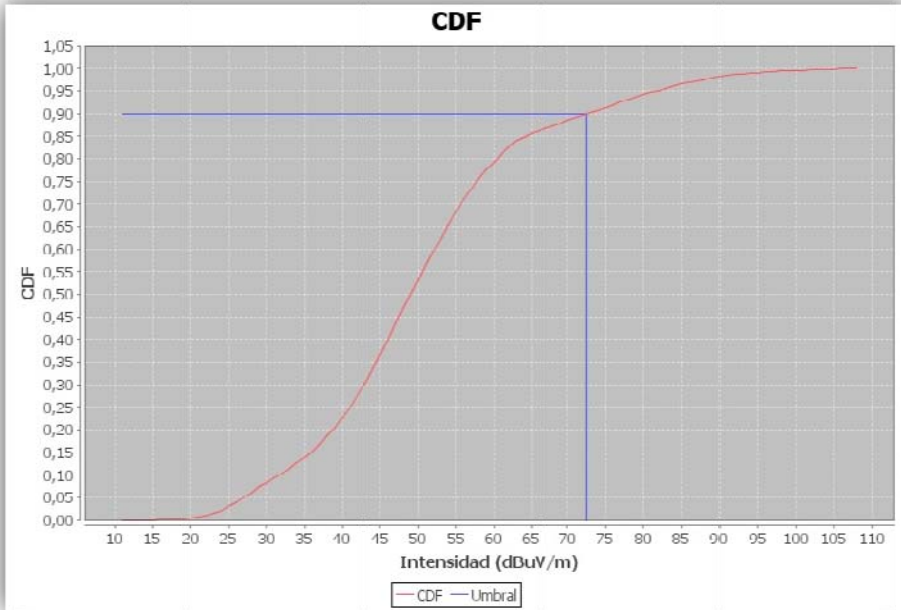


Figura 7.21. Función de Densidad de Probabilidad de las muestras del Monitoreo de Radiodifusión AM. BCAM3_100604_0101.

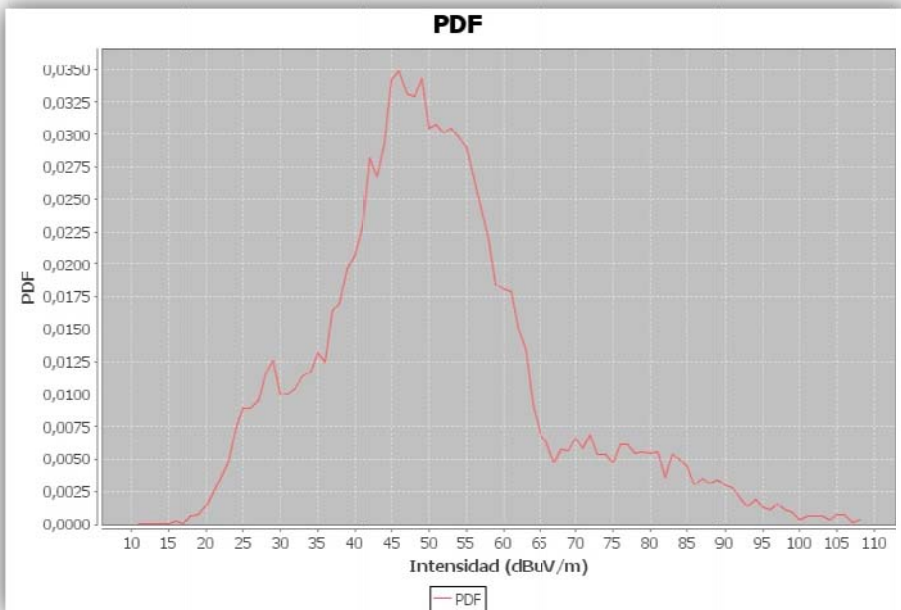


Figura 7.22. Función de Densidad de Probabilidad Acumulativa de las muestras del Monitoreo de Radiodifusión AM, $p=0.9$. BCAM3_100604_0101.

Empleando el parámetro suavizar al 80% se obtuvieron las siguientes señales:

Frecuencia [MHz]	Valor [dBuV/m]
0.94	88,6600000
1.01	80,9171429
1.04	91,6885714
1.07	98,4600000
1.11	98,0742857
1.2	79,5742857
1.33	81,5028571

Tabla 7.10. Señales identificadas del Monitoreo de Radiodifusión AM aplicando CDF, $p=0.9$. BCAM3_100604_0101.

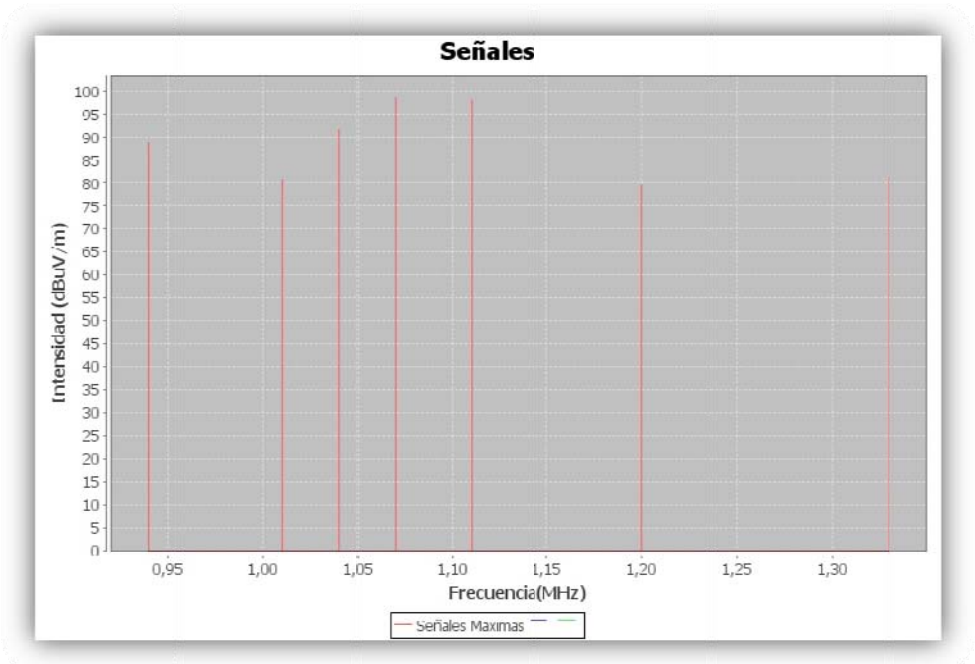


Figura 7.23. Señales identificadas del Monitoreo de Radiodifusión AM aplicando CDF, $p=0.9$. BCAM3_100604_0101.

7.4.2.3 Aplicación del Algoritmo de Clasificación CDF en monitoreos de Radiodifusión OC.

Se aplica el algoritmo CDF al conjunto de datos correspondientes al rastreo de frecuencias del rango de 7.3 MHz-7.4 MHz de Radiodifusión OC. Se establece el valor $p=0.45$.

Monitoreo de Radiodifusión OC: BCOC_100610_0101	
Fecha Inicial	2010-06-10
Hora Inicio	18:51:32.411
Fecha Final	2010-06-10
Hora Fin	23:52:18.937
Resolución de Muestreo [s]	859,3584
Frecuencia Inicial [MHz]	7.3
Frecuencia Final [MHz]	7.4
Paso de Frecuencia [MHz]	,0005

Tabla 7.11. Monitoreo de Radiodifusión OC.

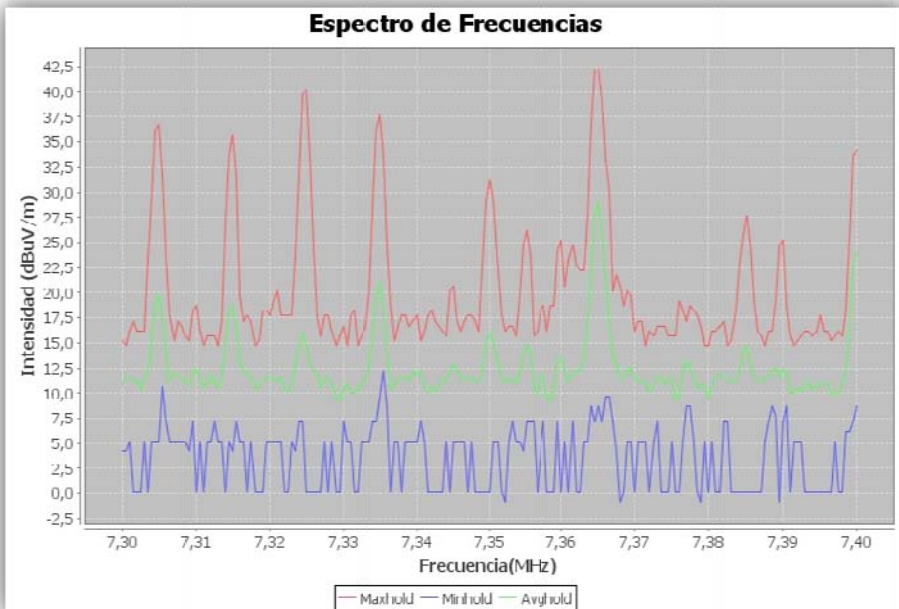


Figura 7.24. Espectro de frecuencias de Radiodifusión OC. BCOC_100610_0101.

Método	P	Umbral
CDF	45%	10.90575

Tabla 7.12. Umbral de clasificación – CDF con $p=0.45$ para el Monitoreo de Radiodifusión OC. BCOC_100610_0101.

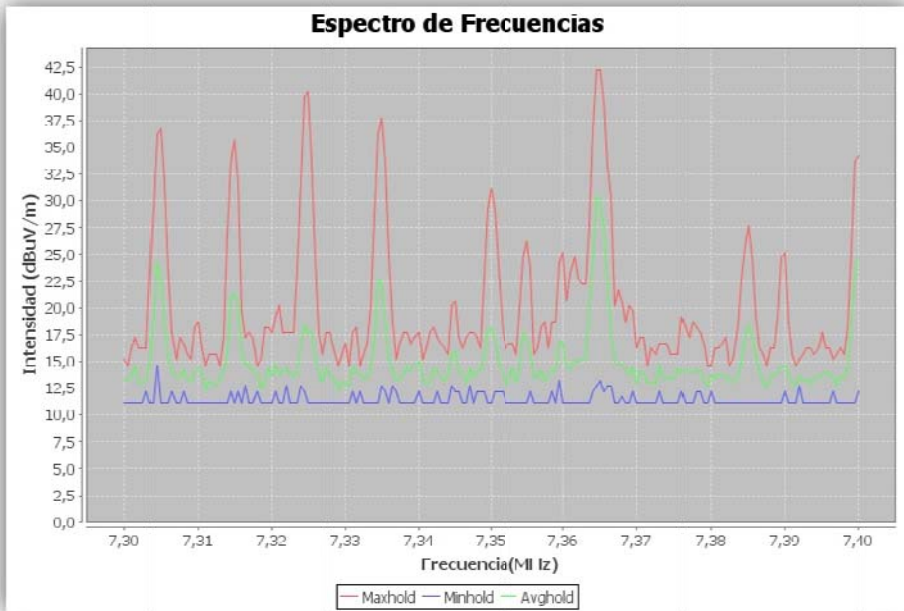


Figura 7.25. Espectro de frecuencias de Radiodifusión OC clasificado con CDF, $p=0.45$. BCOC_100610_0101.

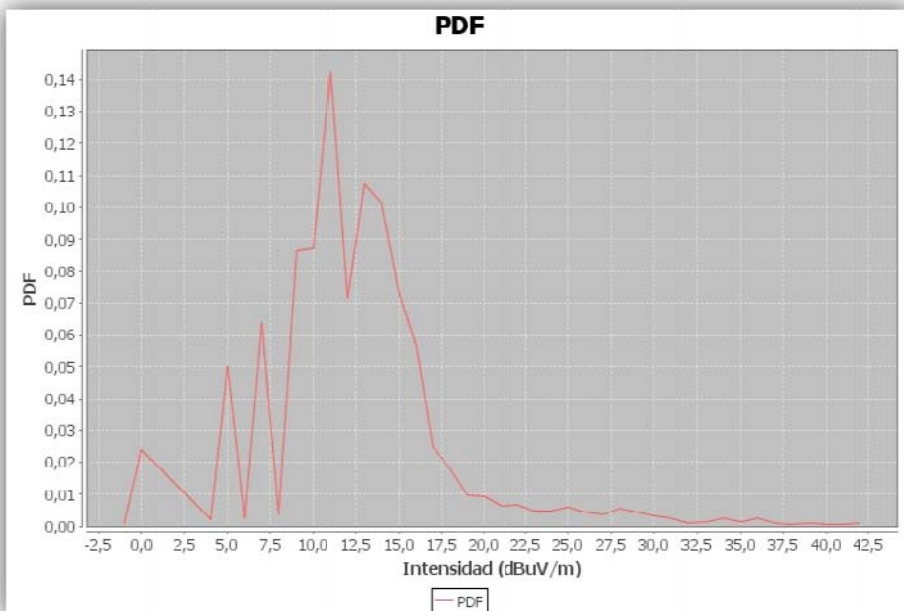


Figura 7.26. Función de Densidad de Probabilidad de las muestras del Monitoreo de Radiodifusión OC. BCOC_100610_0101.

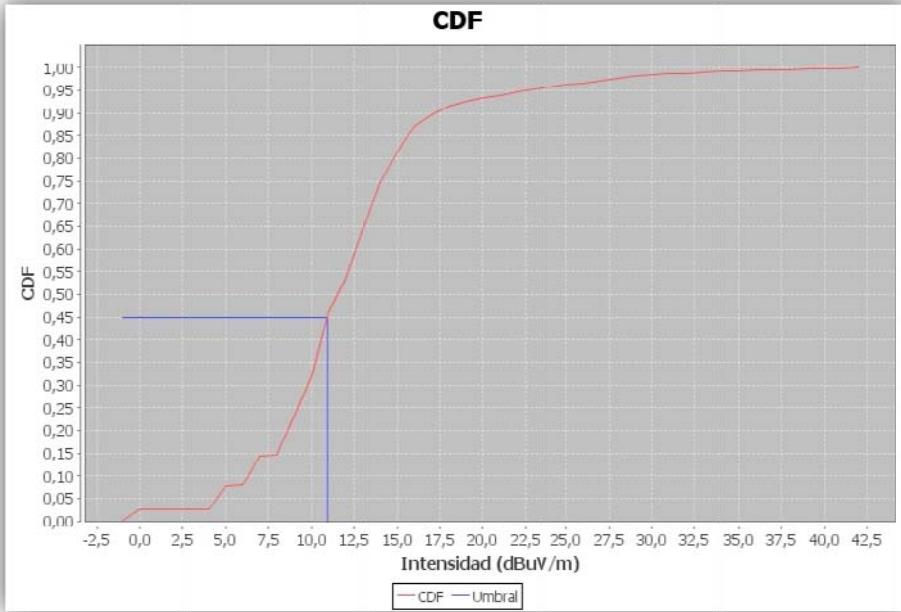


Figura 7.27. Función de Densidad de Probabilidad Acumulativa de las muestras del Monitoreo de Radiodifusión OC, $p=0.45$. BCOC_100610_0101.

Empleando el parámetro suavizar al 80% se obtuvieron las siguientes señales:

Frecuencia [MHz]	Valor [dBuV/m]
7.305	19,7000000
7.315	18,7714286
7.3245	16,0333333
7.335	20,9857143
7.35	16,0095238
7.355	14,7952381
7.365	28,9857143
7.385	14,7952381

Tabla 7.13. Señales identificadas del Monitoreo de Radiodifusión OC aplicando CDF, $p=0.45$. BCOC_100610_0101.

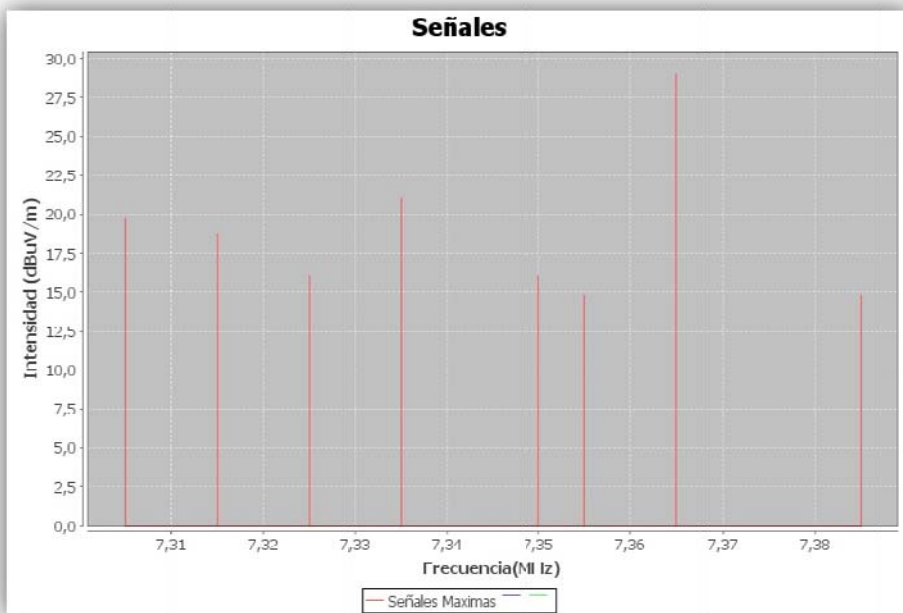


Figura 7.28. Señales identificadas del Monitoreo de Radiodifusión OC aplicando CDF, $p=0.45$. BCOC_100610_0101.

7.4.2.4 Aplicación del Algoritmo de Clasificación CDF en monitoreos de Televisión VHF Banda I 54-72 MHz

Se aplica el algoritmo CDF al conjunto de datos correspondientes al rastreo de frecuencias del rango de 54 MHz-72 MHz de Televisión VHF para la banda I. Se establece el valor $p=0.3$.

Monitoreo de Televisión VHF Banda I 54-72 MHz: TV1_100527_0101	
Fecha Inicial	2010-05-27
Hora Inicio	12:09:38.432
Fecha Final	2010-05-27
Hora Fin	23:54:36.517
Resolución de Muestreo [s]	881,2101
Frecuencia Inicial [MHz]	54.0
Frecuencia Final [MHz]	72.0
Paso de Frecuencia [MHz]	,0500

Tabla 7.14. Monitoreo de Televisión VHF Banda I 51-72 MHz. TV1_100527_0101.

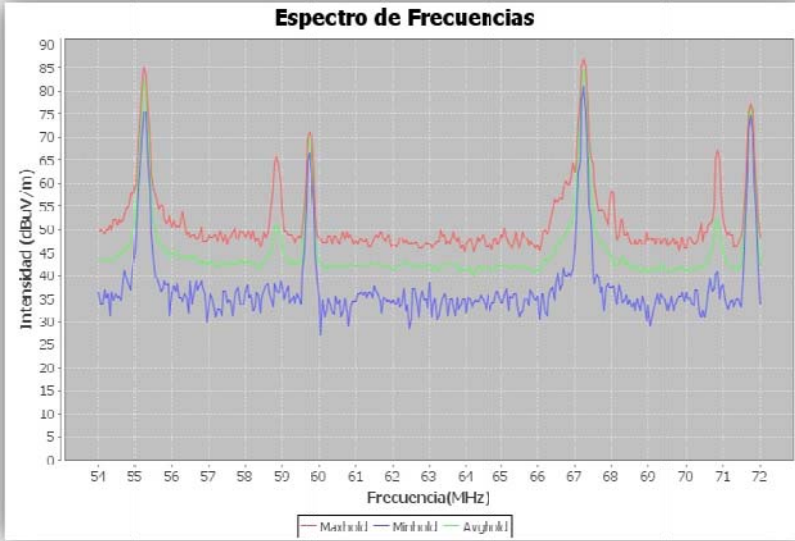


Figura 7.29. Espectro de Frecuencias de Televisión VHF Banda I 51-72 MHz. TV1_100527_0101.

Método	P	Umbral
CDF	30%	41.10068493150685

Tabla 7.15. Umbral de clasificación – CDF con $p=0.3$ para el Monitoreo de Televisión VHF Banda I 51-72 MHz. TV1_100527_0101.

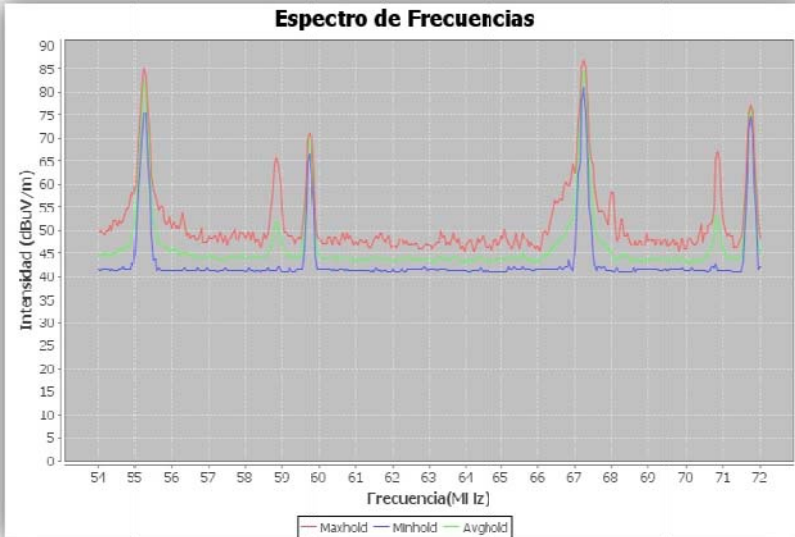


Figura 7.30. Espectro de frecuencias de Televisión VHF Banda I 51-72 MHz clasificado con CDF, $p=0.3$. TV1_100527_0101.

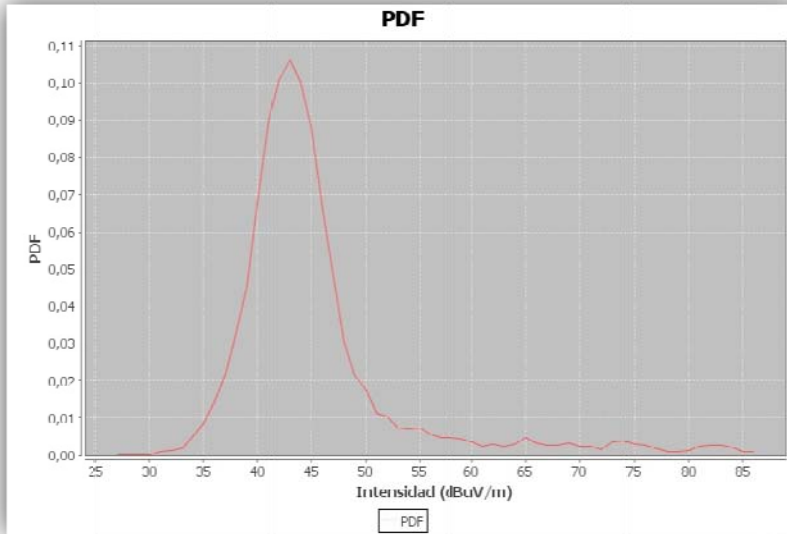


Figura 7.31. Función de Densidad de Probabilidad de las muestras del Monitoreo de Televisión VHF Banda I 51-72 MHz. TV1_100527_0101.

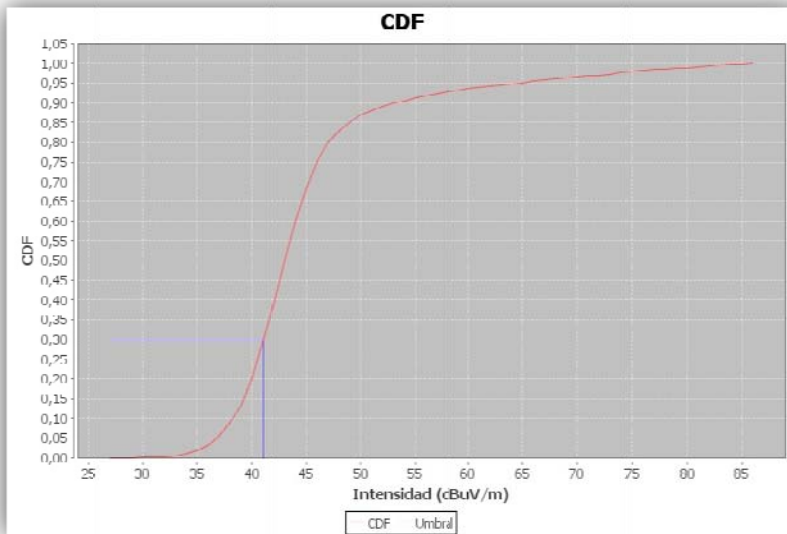


Figura 7.32. Función de Densidad de Probabilidad Acumulativa de las muestras del Monitoreo de Televisión VHF Banda I 51-72 MHz, $p=0.3$. TV1_100527_0101.

Empleando el parámetro suavizar al 90% se obtuvieron las siguientes señales:

Frecuencia [MHz]	Valor [dBuV/m]
55.25	82,0208333
58.85	50,9770833
59.75	70,0791667

67.25	84,6916667
70.8	52,4041667
71.75	76,1895833

Tabla 7.16. Señales identificadas del Monitoreo de Televisión VHF Banda I 51-72 MHz aplicando CDF, $p=0.3$. TV1_100527_0101

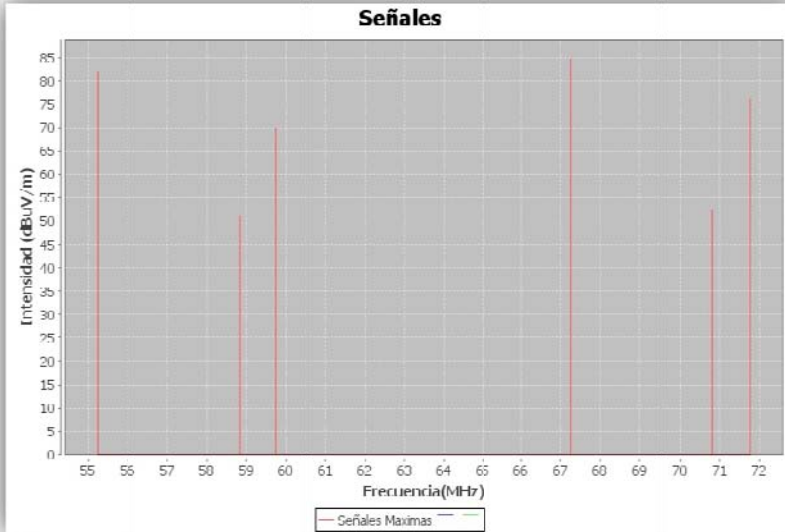


Figura 7.33. Señales identificadas del Monitoreo de Televisión VHF Banda I 51-72 aplicando CDF, $p=0.3$. TV1_100527_0101.

7.4.2.5 Aplicación del Algoritmo de Clasificación CDF en monitoreos de Televisión VHF Banda I 76-88 MHz

Se aplica el algoritmo CDF al conjunto de datos correspondientes al rastreo de frecuencias del rango de 76 MHz-88 MHz de Televisión VHF para la banda I. Se establece el valor $p=0.5$.

Monitoreo de Televisión VHF Banda I 76-88 MHz: TV1_1_100607_0101	
Fecha Inicial	2010-06-07
Hora Inicio	09:12:49.277
Fecha Final	2010-06-07
Hora Fin	23:57:48.812
Resolución de Muestreo [s]	1327,4884
Frecuencia Inicial [MHz]	76.0
Frecuencia Final [MHz]	88.0
Paso de Frecuencia [MHz]	,0500

Tabla 7.17. Monitoreo de Televisión VHF Banda I 76-88 MHz. TV1_1_100607_0101.

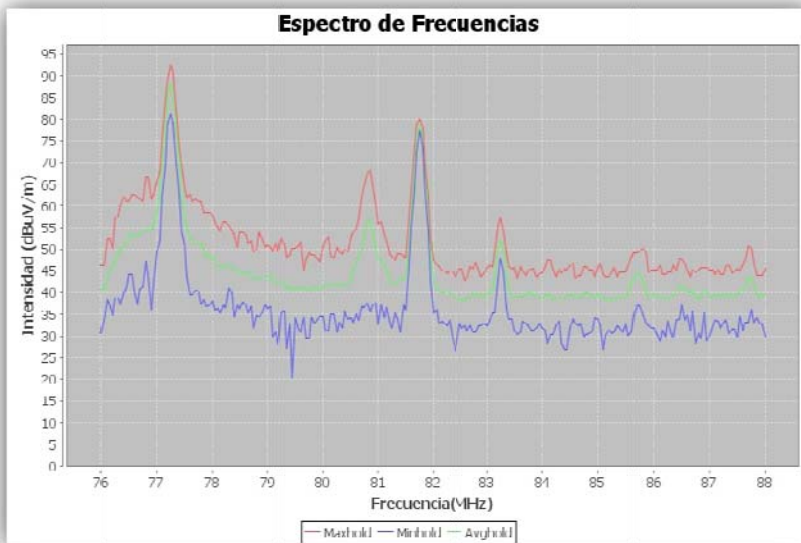


Figura 7.34. Espectro de frecuencias de Televisión VHF Banda I 76-88 MHz. TV1_1_100607_0101.

Método	P	Umbral
CDF	50%	41.671523178807945

Tabla 7.18. Umbral de clasificación – CDF con $p=0.5$ para el Monitoreo de Televisión VHF Banda I 76-88 MHz. TV1_1_100607_0101.

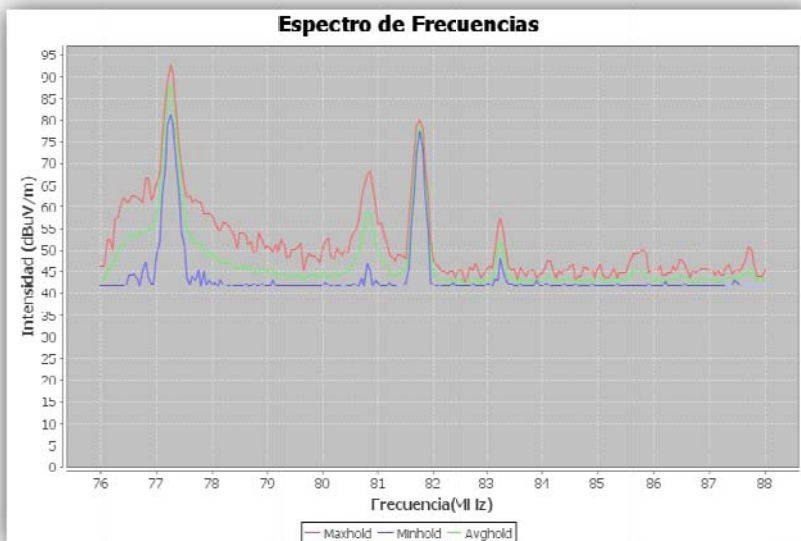


Figura 7.35. Espectro de frecuencias de Televisión VHF Banda I 76-88 MHz clasificado con CDF, $p=0.5$. TV1_1_100607_0101.

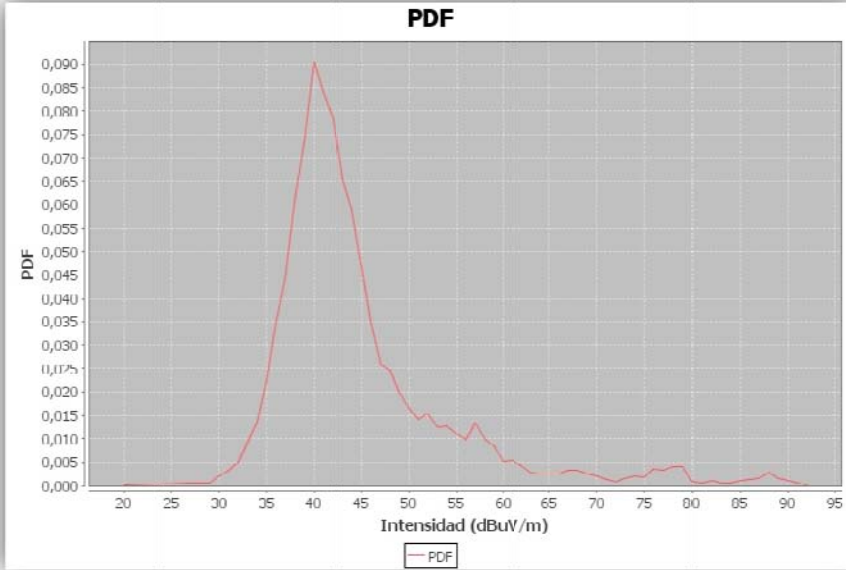


Figura 7.36. Función de Densidad de Probabilidad de las muestras del Monitoreo de Televisión VHF Banda I 76-88 MHz. TV1_1_100607_0101.

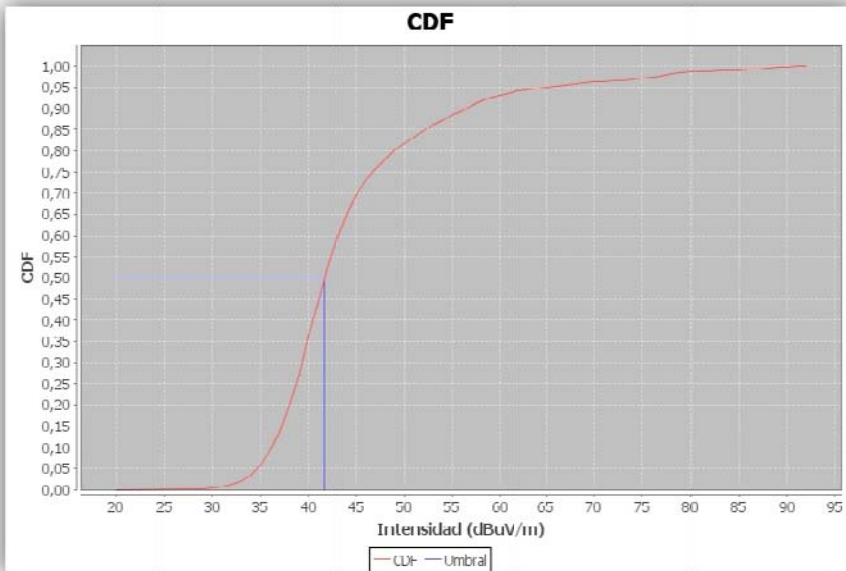


Figura 7.37. Función de Densidad de Probabilidad Acumulativa de las muestras del Monitoreo de Televisión VHF Banda I 76-88 MHz, $p=0.5$. TV1_1_100607_0101.

Empleando el parámetro suavizar al 90% se obtuvieron las siguientes señales:

Frecuencia [MHz]	Valor [dBuV/m]
77.25	88,3475000
80.85	56,7975000
81.75	78,4725000
83.25	52,2850000

Tabla 7.19. Señales identificadas del Monitoreo de Televisión VHF Banda I 76-88 MHz aplicando CDF, $p=0.5$. TV1_1_100607_0101.

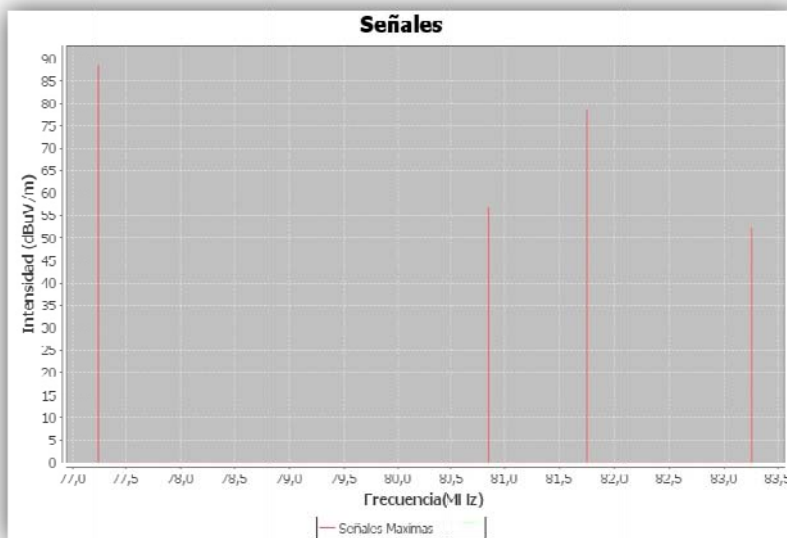


Figura 7.38. Señales identificadas del Monitoreo de Televisión VHF Banda I 76-82 MHz aplicando CDF, $p=0.5$. TV1_1_100607_0101.

7.4.2.6 Aplicación del Algoritmo de Clasificación CDF en monitoreos de Televisión VHF Banda III 174-216 MHz

Se aplica el algoritmo CDF al conjunto de datos correspondientes al rastreo de frecuencias del rango de 174 MHz-216 MHz de Televisión VHF para la banda III. Se establece el valor $p=0.4$.

Monitoreo de Televisión VHF Banda III 174-216MHz: TV1_100528_0103	
Fecha Inicial	2010-05-28
Hora Inicio	01:45:08.079
Fecha Final	2010-05-28
Hora Fin	12:15:08.941
Resolución de Muestreo [s]	859,3584
Frecuencia Inicial [MHz]	174.0
Frecuencia Final [MHz]	216.0
Paso de Frecuencia [MHz]	0,0500

Tabla 7.20. Monitoreo de Televisión VHF Banda III 174-216 MHz. TV1_100528_0103.

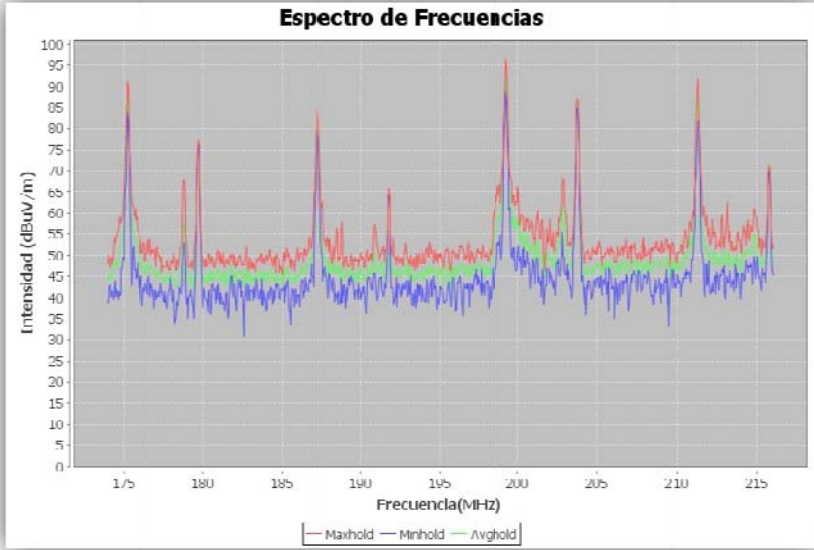


Figura 7.39. Espectro de frecuencias de Televisión VHF Banda III 174-216 MHz. TV1_100528_0103.

Método	P	Umbral
CDF	40%	46.28657718120805

Tabla 7.21. Umbral de clasificación – CDF con $p=0.4$ para el Monitoreo de Televisión VHF Banda III 174-216 MHz. TV1_100528_0103.

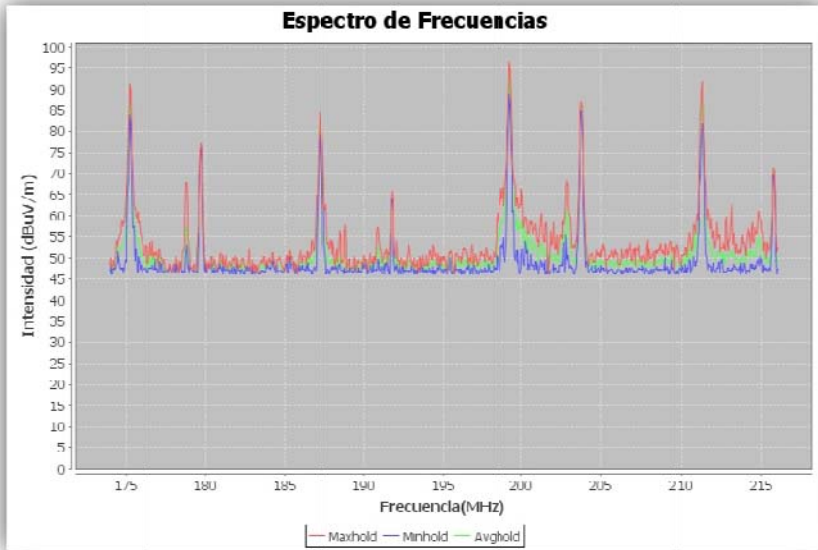


Figura 7.40. Espectro de frecuencias de Televisión VHF Banda III 174-216 MHz. clasificado con CDF, $p=0.4$. TV1_100528_0103

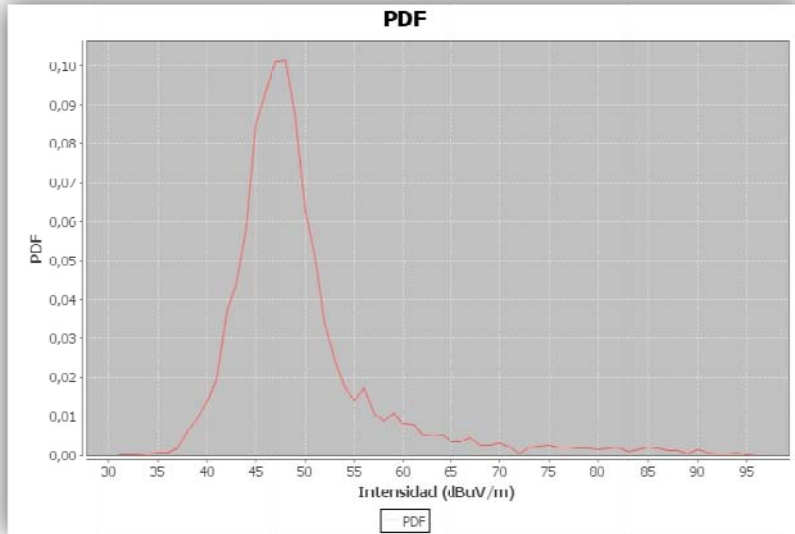


Figura 7.41. Función de Densidad de Probabilidad de las muestras del Monitoreo de Televisión VHF Banda III 174-216 MHz. TV1_100528_0103.

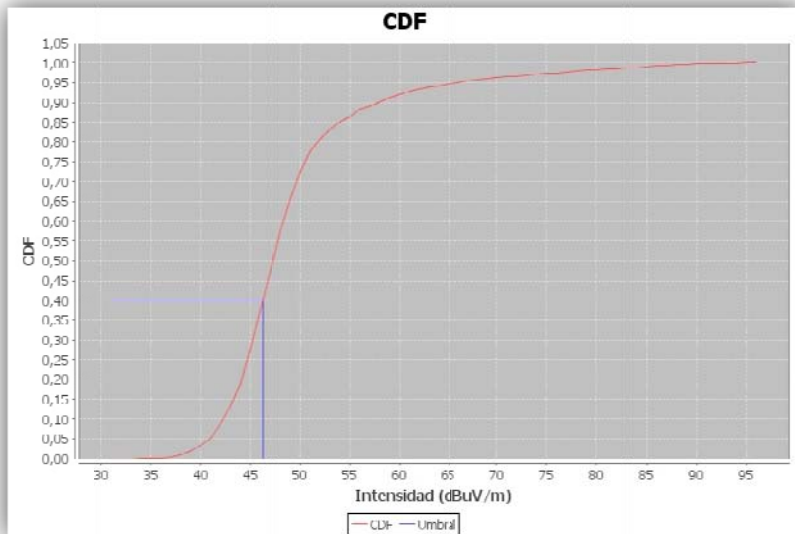


Figura 7.42. Función de Densidad de Probabilidad Acumulativa de las muestras del Monitoreo de Televisión VHF Banda III 174-216 MHz, $p=0.4$. TV1_100528_0103.

Empleando el parámetro suavizar al 90% se obtuvieron las siguientes señales:

Frecuencia [MHz]	Valor [dBuV/m]
175.25	87,2285714
179.75	76,6142857
187.25	82,0571429
191.75	65,1714286

199.25	93,7142857
203.75	85,9857143
211.25	88,8857143
215.75	70,4571429

Tabla 7.22. Señales identificadas del Monitoreo de Televisión VHF Banda III 174-216 MHz aplicando CDF, $p=0.4$ TV1_100528_0103

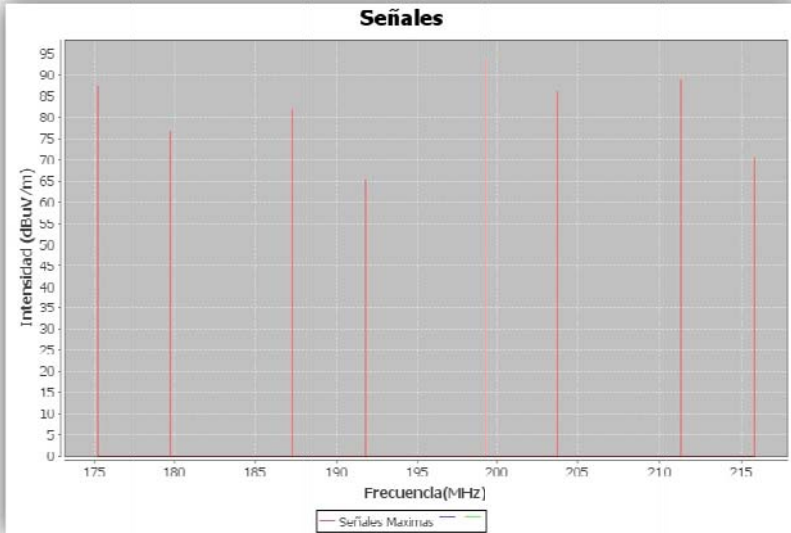


Figura 7.43. Señales identificadas del Monitoreo de Televisión VHF Banda III 174-216 MHz aplicando CDF, $p=0.4$. TV1_100528_0103.

7.4.2.7 Aplicación del Algoritmo de Clasificación CDF en monitoreos de Televisión UHF Banda IV 500-608 MHz

Se aplica el algoritmo CDF al conjunto de datos correspondientes al rastreo de frecuencias del rango de 500 MHz-608 MHz de Televisión UHF para la banda IV. Se establece el valor $p=0.5$.

Monitoreo de Televisión UHF Banda IV 500-608 MHz: TV1_100528_0104	
Fecha Inicial	2010-05-28
Hora Inicio	00:00:08.043
Fecha Final	2010-05-28
Hora Fin	12:15:09.842
Resolución de Muestreo [s]	882,0360
Frecuencia Inicial [MHz]	500.0
Frecuencia Final [MHz]	608.0
Paso de Frecuencia [MHz]	,0500

Tabla 7.23. Monitoreo de Televisión UHF Banda IV 500-608 MHz. TV1_100528_0104.

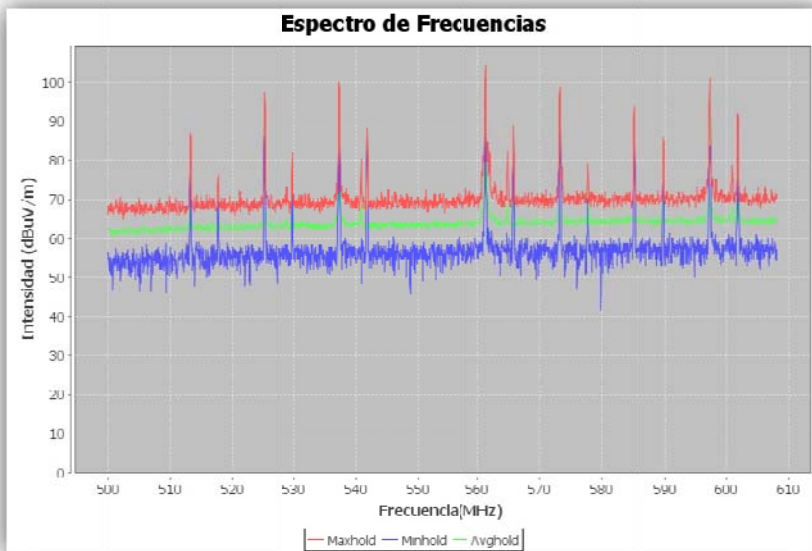


Figura 7.44. Espectro de frecuencias de Televisión UHF Banda IV 500-608 MHz. TV1_100528_0104.

Método	P	Umbral
CDF	50%	63.68381742738589

Tabla 7.24. Umbral de clasificación – CDF con $p=0.5$ para el Monitoreo de Televisión UHF Banda IV 500-608 MHz. TV1_100528_0104.

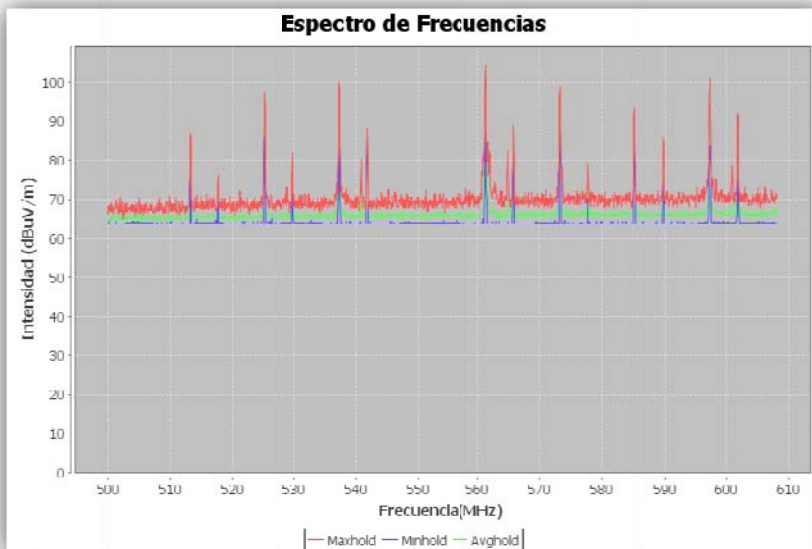


Figura 7.45. Espectro de frecuencias de Televisión UHF Banda IV 500-608 MHz, clasificado con CDF, $p=0.5$. TV1_100528_0104.

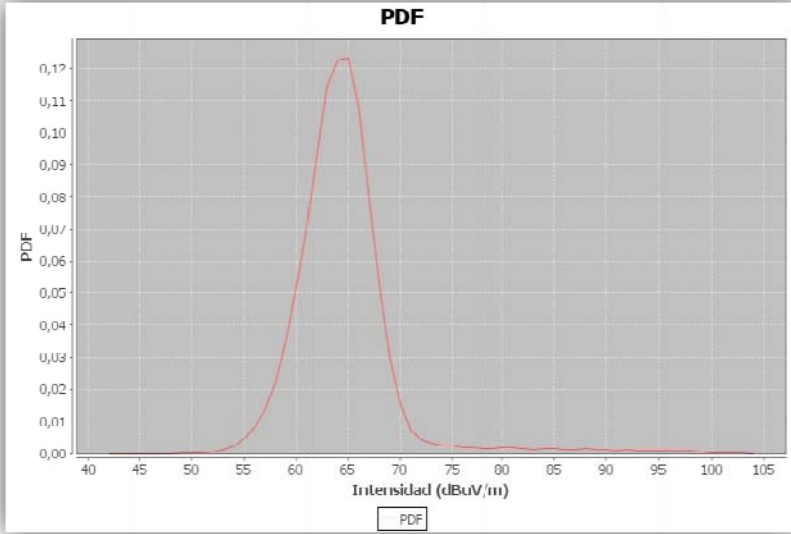


Figura 7.46. Función de Densidad de Probabilidad de las muestras del Monitoreo de Televisión UHF Banda IV 500-608 MHz. TV1_100528_0104.

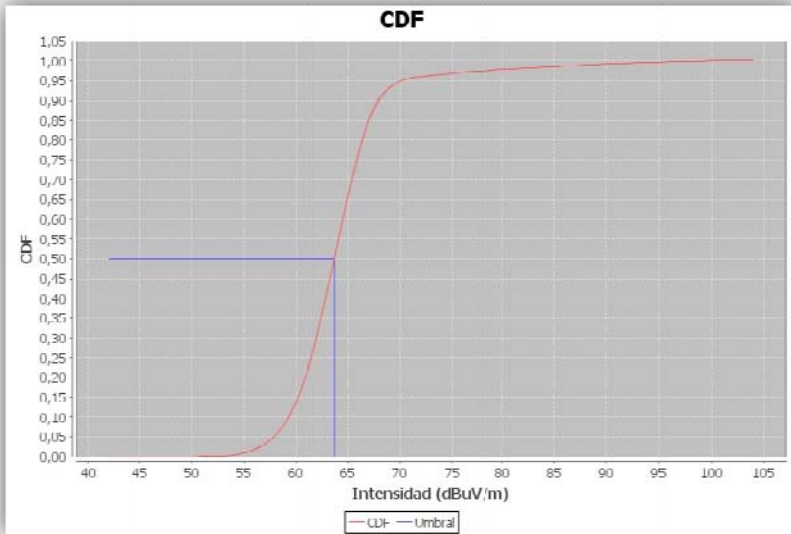


Figura 7.47. Función de Densidad de Probabilidad Acumulativa de las muestras del Monitoreo de Televisión UHF Banda IV 500-608 MHz, $p=0.5$. TV1_100528_0104.

Empleando el parámetro suavizar al 90% se obtuvieron las siguientes señales:

Frecuencia [MHz]	Valor [dBuV/m]
513.25	83,3900000
517.75	73,3900000
525.25	93,5500000
529.75	80,5700000

537.25	96,7700000
541.75	87,4800000
561.25	99,6600000
565.75	87,8600000
573.25	96,5100000

577.75	75,8900000
585.25	92,1200000
589.75	84,4100000

597.25	98,9800000
601.75	91,3800000

Tabla 7.25. Señales identificadas del Monitoreo de Televisión UHF Banda IV 500-608 MHz aplicando CDF, $p=0.5$. TV1_100528_0104.

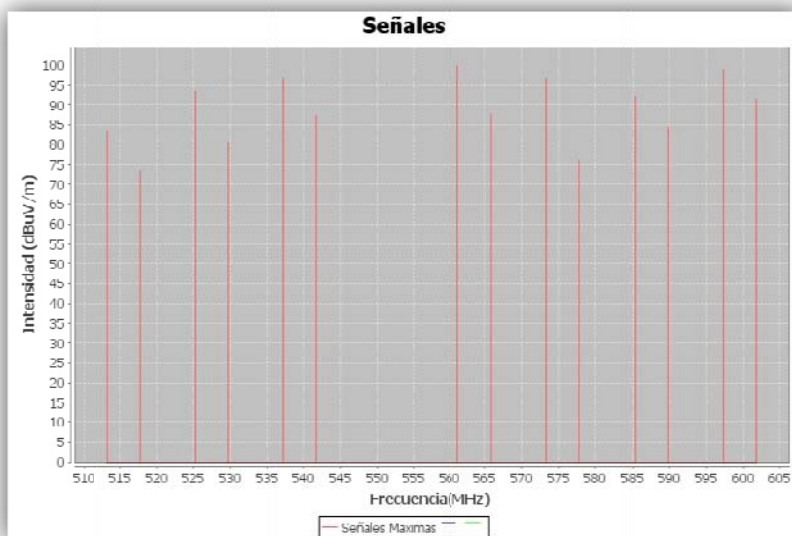


Figura 7.48. Señales identificadas del Monitoreo de Televisión UHF Banda IV 500-608 MHz aplicando CDF, $p=0.5$. TV1_100528_0104.

7.4.2.8 Aplicación del Algoritmo de Clasificación CDF en monitoreos de Televisión UHF Banda V 644-686 MHz

Se aplica el algoritmo CDF al conjunto de datos correspondientes al rastreo de frecuencias del rango de 644 MHz-686 MHz de Televisión UHF para la banda V. Se establece el valor $p=0.5$.

Monitoreo de Televisión UHF Banda V 644-686 MHz: TV_4_100607_0101	
Fecha Inicial	2010-06-07
Hora Inicio	09:14:48.478
Fecha Final	2010-06-07
Hora Fin	23:59:47.613
Resolución de Muestreo [s]	1361,5163
Frecuencia Inicial [MHz]	644.0
Frecuencia Final [MHz]	686.0
Paso de Frecuencia [MHz]	,0500

Tabla 7.26. Monitoreo de Televisión UHF Banda V 644-686 MHz. TV_4_100607_0101.

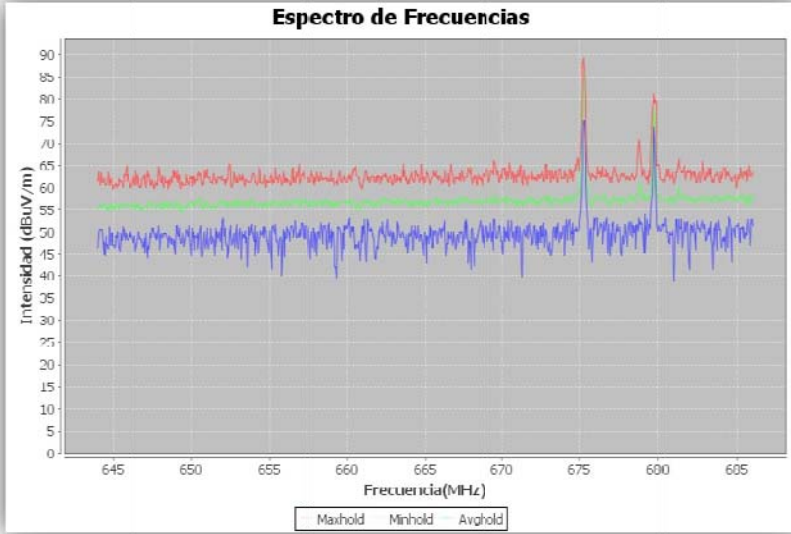


Figura 7.49. Espectro de Frecuencias de Televisión UHF Banda V 644-686 MHz. TV_4_100607_0101.

Método	P	Umbral
CDF	50%	56.624790819985655

Tabla 7.27. Umbral de clasificación – CDF con $p=0.5$ para el Monitoreo de Televisión UHF Banda V 644-686 MHz. TV_4_100607_0101.

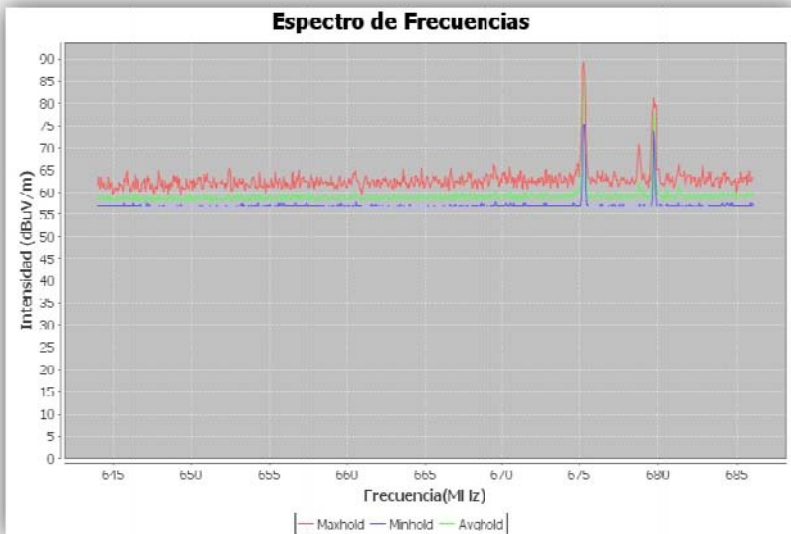


Figura 7.50. Espectro de frecuencias de Televisión UHF Banda V 644-686 MHz clasificado con CDF, $p=0.5$. TV_4_100607_0101.

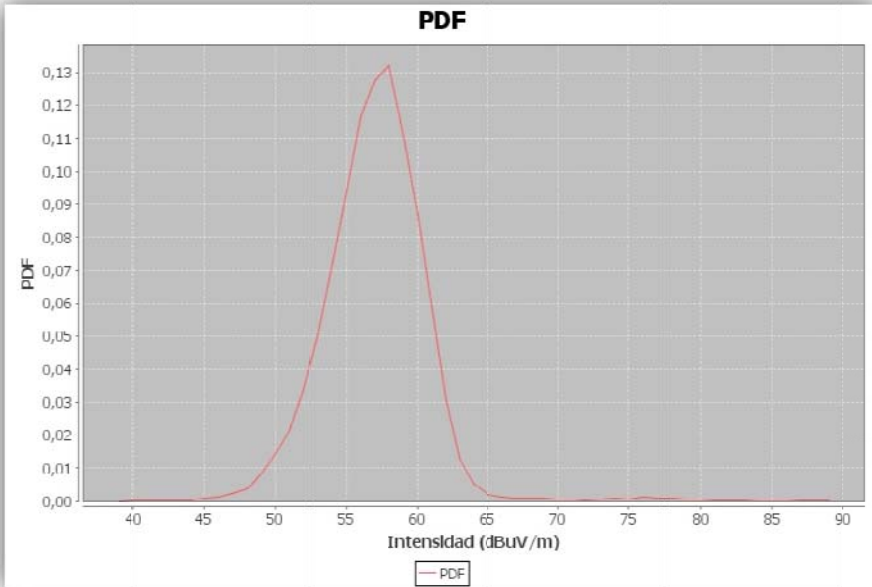


Figura 7.51. Función de Densidad de Probabilidad de las muestras del Monitoreo de Televisión UHF Banda V 644-686 MHz. TV_4_100607_0101.

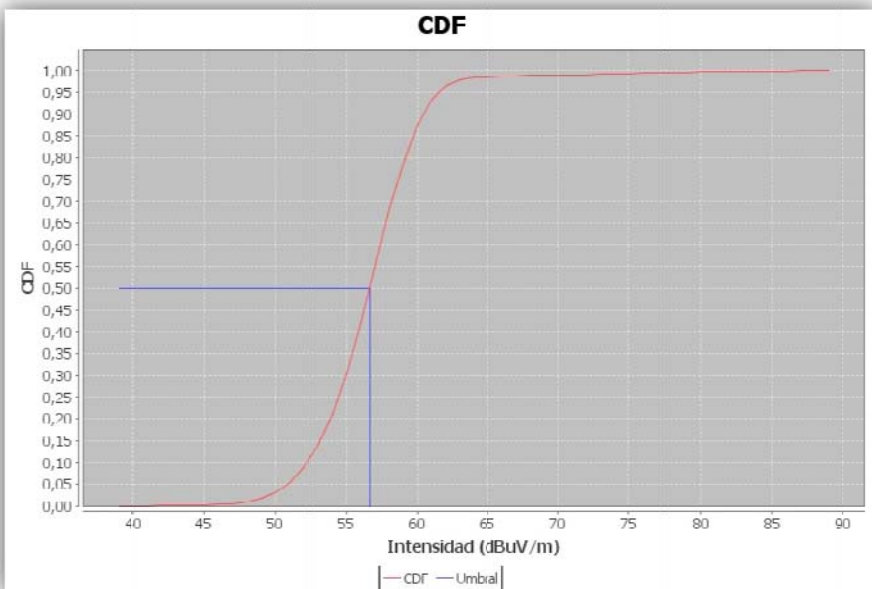


Figura 7.52. Función de Densidad de Probabilidad Acumulativa de las muestras del Monitoreo de Televisión UHF Banda V 644-686 MHz, $p=0.5$. TV_4_100607_0101.

Empleando el parámetro suavizar al 87% se obtuvieron las siguientes señales:

Frecuencia [MHz]	Valor [dBuV/m]
675.25	84,8102564
679.75	77,6410256

Tabla 7.28. Señales identificadas del Monitoreo de Televisión UHF Banda V 644-686 MHz aplicando CDF, $p=0.5$. TV_4_100607_0101.

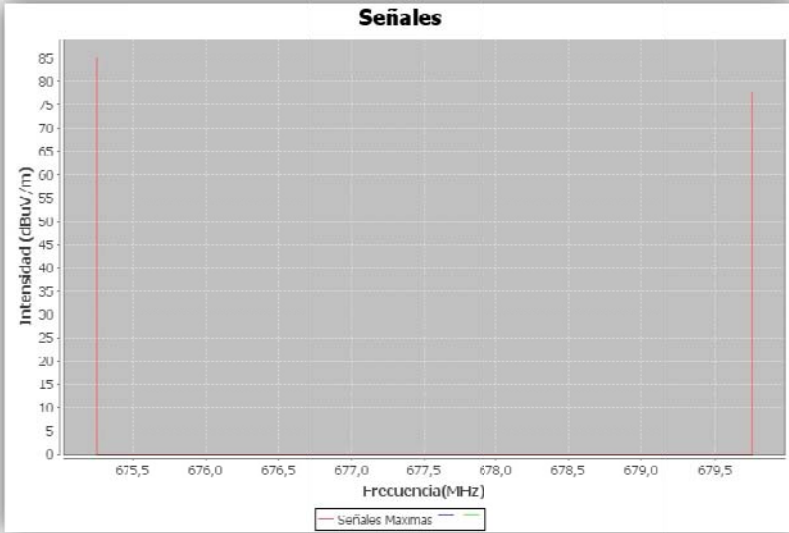


Figura 7.53. Señales identificadas del Monitoreo de Televisión UHF Banda V 644-686 MHz aplicando CDF, $p=0.5$. TV_4_100607_0101.

7.4.2.9 Aplicación del Algoritmo de Clasificación CDF en Radiocomunicaciones Fijo-Móvil 138-144 MHz

Se aplica el algoritmo CDF al conjunto de datos correspondientes al rastreo de frecuencias del rango de 138 MHz-144 MHz de Radiocomunicaciones Fijo-Móvil. Se establece el valor $p=0.7$.

Monitoreo de Fijo-Móvil 138-144 MHz: FM01_100531_0102	
Fecha Inicial	2010-05-31
Hora Inicio	11:15:27.167
Fecha Final	2010-05-31
Hora Fin	12:30:26.671
Resolución de Muestreo [s]	68,1743
Frecuencia Inicial [MHz]	138.0005
Frecuencia Final [MHz]	143.9985
Paso de Frecuencia [MHz]	,0020

Tabla 7.29. Monitoreo de Fijo-Móvil 138-144 MHz. FM01_100531_0102.

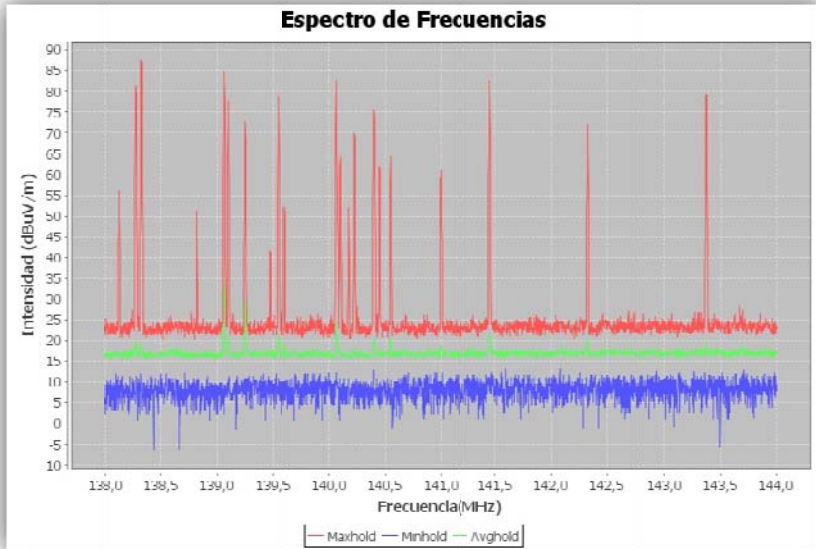


Figura 7.54. Espectro de frecuencias de Fijo-Móvil 138-144 MHz. FM01_100531_0102.

Método	P	Umbral
CDF	70%	18.208209477181324

Tabla 7.30. Umbral de clasificación – CDF con $p=0.7$ para el Monitoreo de Fijo-Móvil 138-144 MHz. FM01_100531_0102.

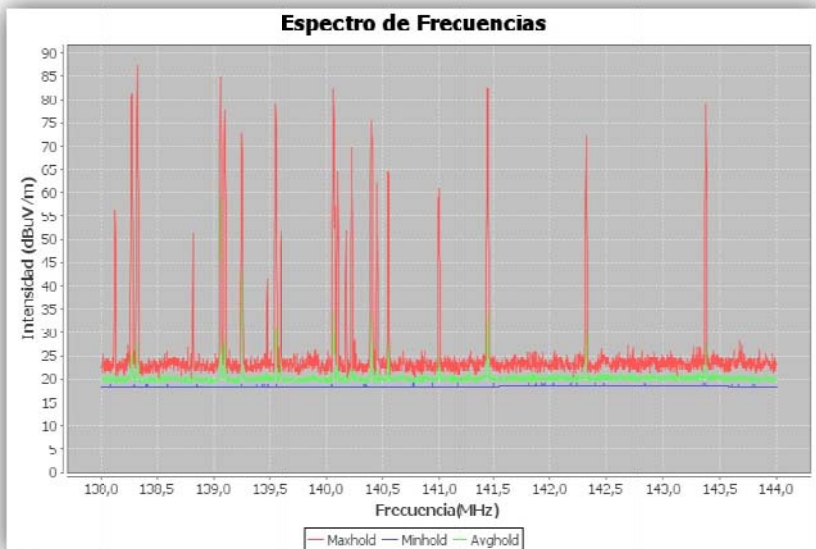


Figura 7.55. Espectro de frecuencias de Fijo-Móvil 138-144 MHz clasificado con CDF, $p=0.7$. FM01_100531_0102.

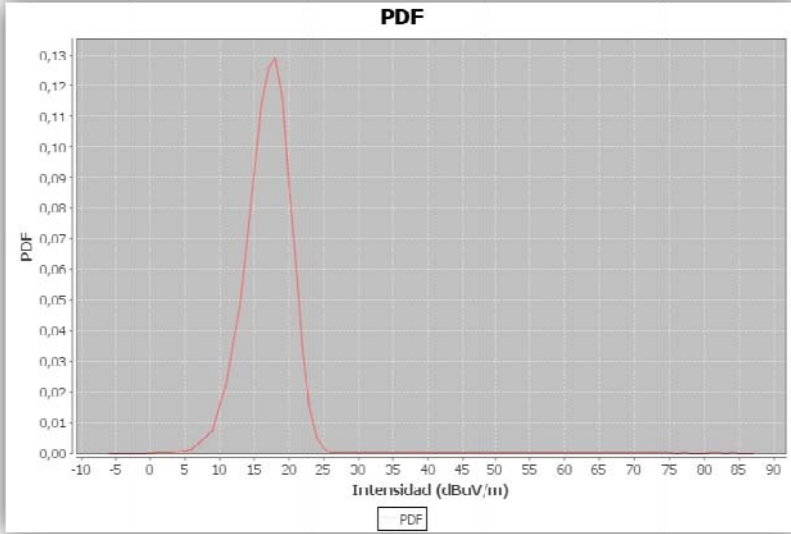


Figura 7.56. Función de Densidad de Probabilidad de las muestras del Monitoreo de Fijo-Móvil 138-144 MHz. FM01_100531_0102.

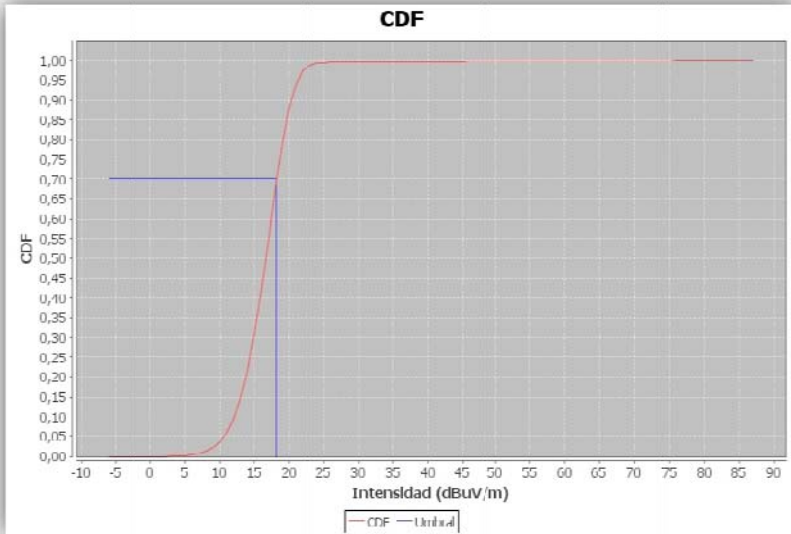


Figura 7.57. Función de Densidad de Probabilidad Acumulativa de las muestras del Monitoreo de Fijo-Móvil 138-144 MHz, $p=0.7$. FM01_100531_0102.

Empleando el parámetro suavizar al 90% se obtuvieron las siguientes señales:

Frecuencia [MHz]	Valor [dBuV/m]
138.1265	56,3000000
138.2745	81,3000000

138.3245	87,3000000
138.8185	51,3000000
139.0625	84,8000000

139.1005	77,8000000
139.2505	72,8000000
139.4745	41,4000000
139.5505	78,9000000
139.6005	51,9000000
140.0625	82,4000000
140.1005	64,4000000
140.1745	51,9000000

140.2245	69,9000000
140.4005	75,4000000
140.4485	61,9000000
140.5485	64,4000000
141.0005	61,0000000
141.4505	82,5000000
142.3245	72,1000000
143.3745	79,2000000

Tabla 7.31. Señales identificadas del Monitoreo de Fijo-Móvil 138-144 MHz aplicando CDF, $p=0.7$. FM01_100531_0102.

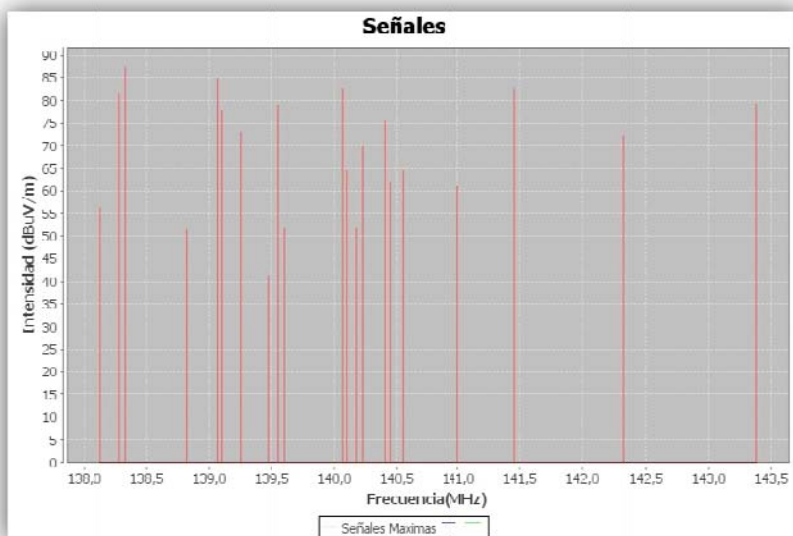


Figura 7.58. Señales identificadas del Monitoreo de Fijo-Móvil 138-144 MHz aplicando CDF, $p=0.7$. FM01_100531_0102.

7.4.2.10 Aplicación del Algoritmo de Clasificación CDF en la banda de Aficionados 144-148 MHz

Se aplica el algoritmo CDF al conjunto de datos correspondientes al rastreo de frecuencias del rango de 144 MHz-148 MHz de la banda de aficionados. Se establece el valor $p=0.8$.

Monitoreo de Aficionados 144-148 MHz: AF1_100607_0101	
Fecha Inicial	2010-06-07
Hora Inicio	09:54:26.439
Fecha Final	2010-06-07
Hora Fin	10:08:26.077
Resolución de Muestreo [s]	83,9638
Frecuencia Inicial [MHz]	144.0005
Frecuencia Final [MHz]	147.9985
Paso de Frecuencia [MHz]	,0020

Tabla 7.32. Monitoreo de Aficionados 144-148 MHz. AF1_100607_0101.

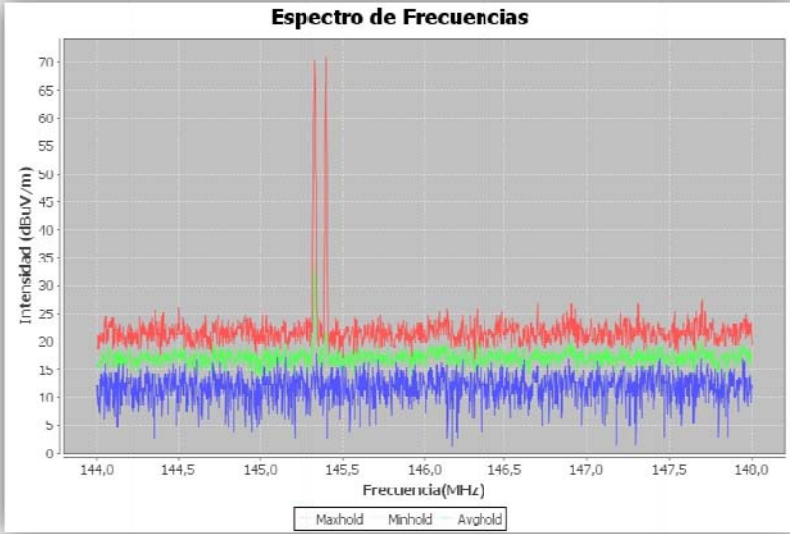


Figura 7.59. Espectro de frecuencias de Aficionados 144-148 MHz. AF1_100607_0101.

Método	P	Umbral
CDF	80%	19.30536004331348

Tabla 7.33. Umbral de clasificación – CDF con $p=0.8$ para el Monitoreo de Aficionados 144-148 MHz. AF1_100607_0101.

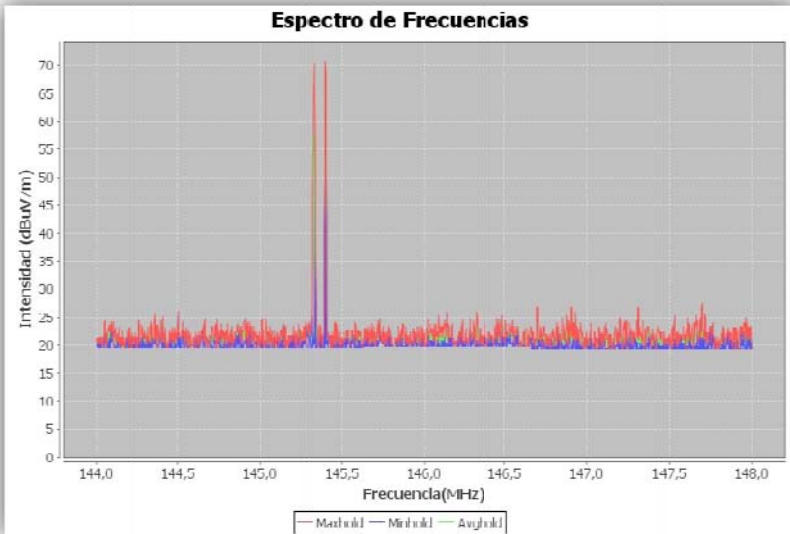


Figura 7.60. Espectro de frecuencias de Aficionados 144-148 MHz clasificado con CDF, $p=0.8$. AF1_100607_0101.

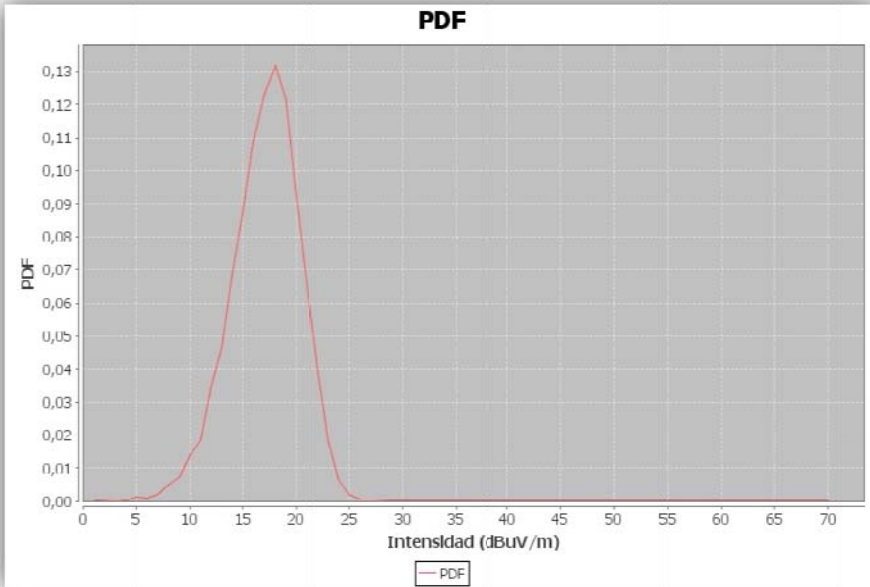


Figura 7.61. Función de Densidad de Probabilidad de las muestras del Monitoreo de Aficionados 144-148 MHz. AF1_100607_0101.

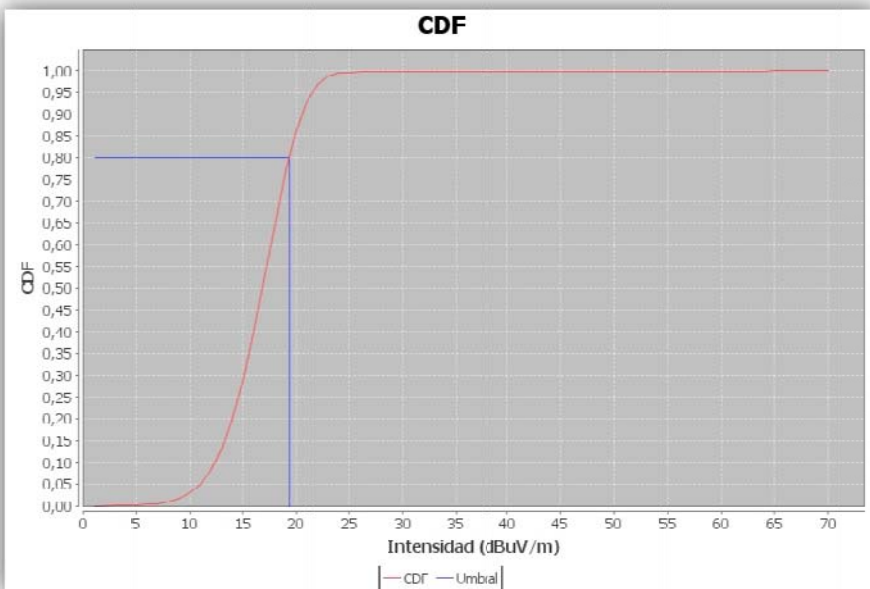


Figura 7.62. Función de Densidad de Probabilidad Acumulativa de las muestras del Monitoreo de Fijo-Móvil Aficionados 144-148 MHz, $p=0.8$. AF1_100607_0101.

Empleando el parámetro suavizar al 95% se obtuvieron las siguientes señales:

Fecha (YYY-MM-DD)	Hora (HH:MM:SS)	Frecuencia [MHz]	Valor [dBuV/m]
2010-06-07	09:56:26.883	145.3305	70.2000000
2010-06-07	09:59:26.841	145.3305	69.7000000
2010-06-07	10:06:26.084	145.3305	69.7000000
2010-06-07	10:06:26.084	145.3985	70.7000000

Tabla 7.34. Señales identificadas del Monitoreo de Aficionados 144-148 MHz aplicando CDF, $p=0.8$ (Modo: Registrar todas las señales) AF1_100607_0101.

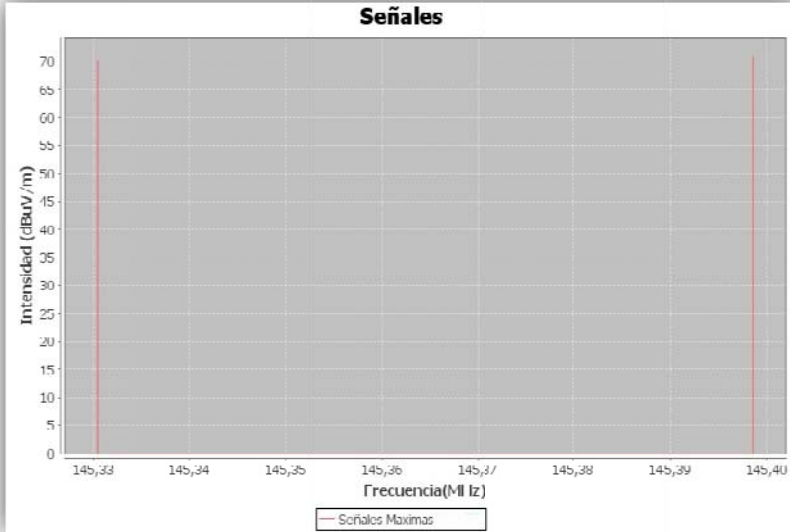


Figura 7.63. Señales identificadas del Monitoreo de Aficionados 144-148 MHz aplicando CDF, $p=0.8$. (el gráfico presenta el valor máximo de las señales registradas en la tabla 7.34) AF1_100607_0101.

7.4.2.11 Aplicación del Algoritmo de Clasificación CDF en Radiocomunicaciones Fijo-Móvil 148-174 MHz

Se aplica el algoritmo CDF al conjunto de datos correspondientes al rastreo de frecuencias del rango de 148 MHz-174 MHz de Radiocomunicaciones Fijo-Móvil. Se establece el valor $p=0.9$.

Monitoreo de Fijo-Móvil 148-174 MHz: FM02_100531_0101	
Fecha Inicial	2010-06-10
Hora Inicio	18:51:32.411
Fecha Final	2010-06-10
Hora Fin	23:52:18.937
Resolución de Muestreo [s]	859,3584
Frecuencia Inicial [MHz]	7.3
Frecuencia Final [MHz]	7.4
Paso de Frecuencia [MHz]	,0005

Tabla 7.35. Monitoreo de Fijo-Móvil 148-174 MHz. FM02_100531_0101.

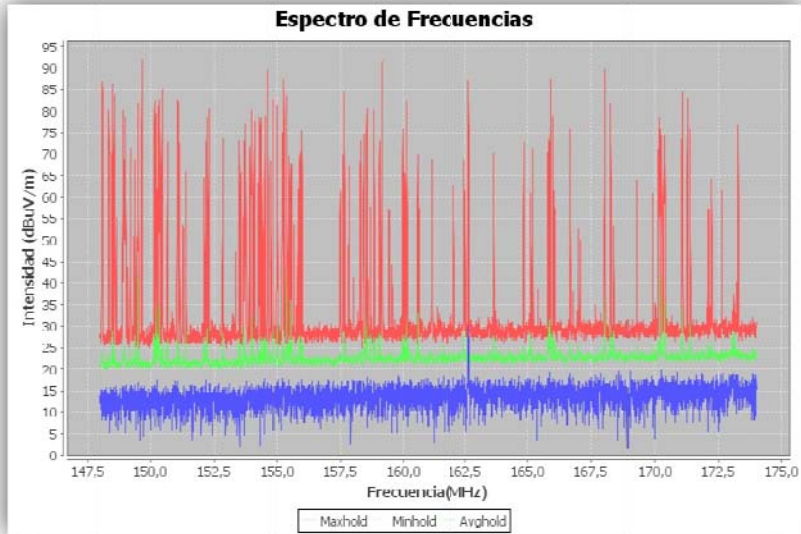


Figura 7.64. Espectro de frecuencias de Fijo-Móvil 148-174 MHz. FM02_100531_0101.

Método	P	Umbral
CDF	90%	26.12470911783372

Tabla 7.36. Umbral de clasificación – CDF con $p=0.9$ para el Monitoreo de Fijo-Móvil 148-174 MHz. FM02_100531_0101.

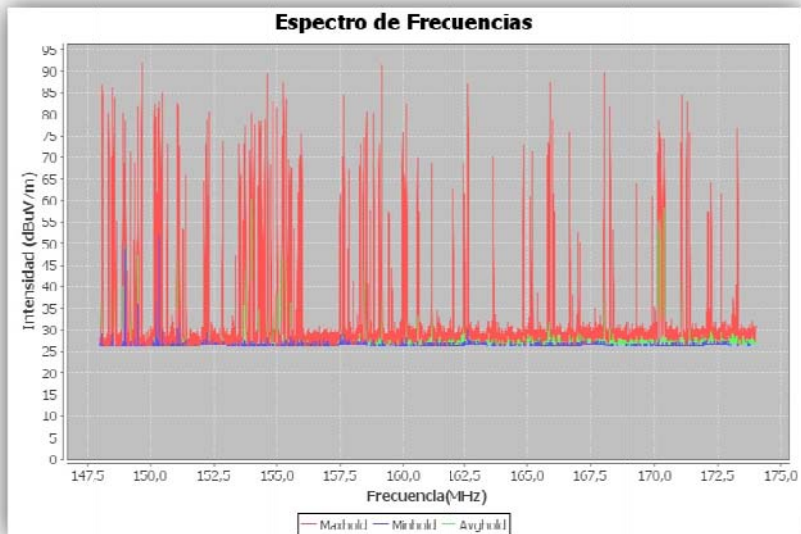


Figura 7.65. Espectro de frecuencias de Fijo-Móvil 148-174 MHz clasificado con CDF, $p=0.9$. FM02_100531_0101.

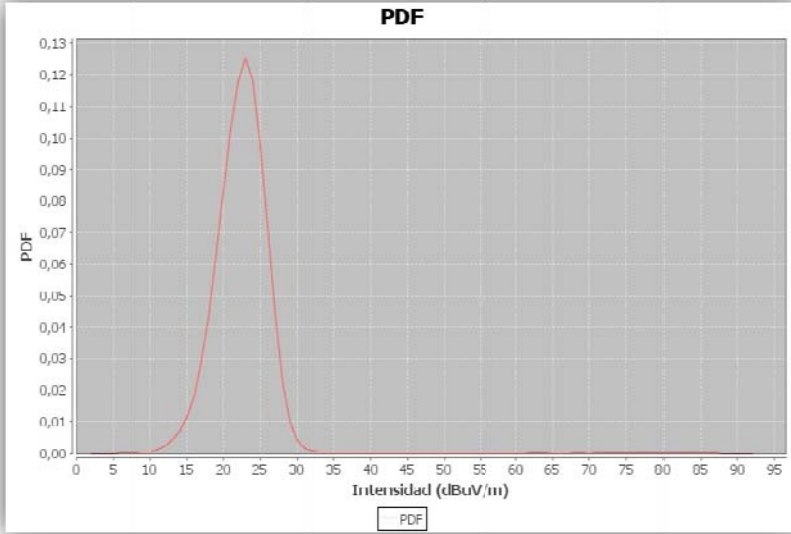


Figura 7.66. Función de Densidad de Probabilidad de las muestras del Monitoreo de Fijo-Móvil 148-174 MHz. FM02_100531_0101.

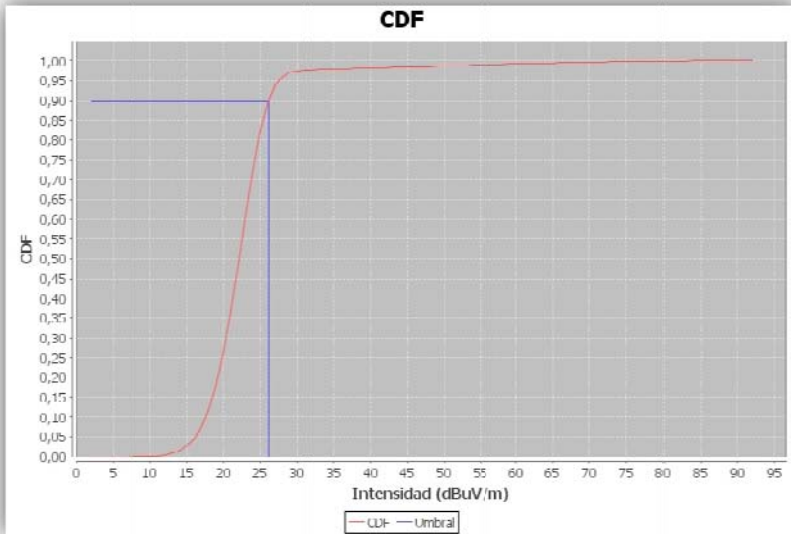


Figura 7.67. Función de Densidad de Probabilidad Acumulativa de las muestras del Monitoreo de Fijo-Móvil 148-174 MHz, $p=0.9$. FM02_100531_0101.

Empleando el parámetro suavizar al 90% se obtuvieron las siguientes señales:

Frecuencia [MHz]	Valor [dBuV/m]
148.0645	64,7000000
148.0885	86,7000000
148.3365	80,2000000

148.4525	70,2000000
148.5005	86,2000000
148.5765	83,7000000
148.6525	55,2000000
148.9005	80,3000000

148.9365	68,8000000
148.9485	64,3000000
148.9725	64,8000000
149.0005	78,3000000
149.0885	43,8000000

149.2005	71,3000000
149.3365	50,8000000
149.3765	68,8000000
149.4765	51,3000000
149.5005	81,8000000

149.6525	91,8000000	154.3005	78,3000000	158.6885	57,7000000	168.0485	89,6000000
150.1485	82,4000000	154.3765	78,3000000	158.8285	80,2000000	168.2765	81,7000000
150.2125	79,4000000	154.4765	56,3000000	159.0525	73,2000000	168.4005	53,2000000
150.2645	61,9000000	154.5245	78,8000000	159.1485	91,7000000	169.2725	63,8000000
150.3125	81,4000000	154.6245	89,3000000	159.4245	57,2000000	169.9005	60,8000000
150.3485	82,9000000	154.7525	68,3000000	159.5245	44,2000000	170.0045	35,3000000
150.4525	84,9000000	154.8245	82,8000000	159.5485	40,2000000	170.1245	70,9000000
150.6645	72,9000000	155.0005	81,3000000	159.9765	75,8000000	170.1525	78,4000000
151.0005	38,5000000	155.2125	74,8000000	160.0525	65,8000000	170.1765	75,9000000
151.0525	82,5000000	155.2645	87,4000000	160.1245	82,3000000	170.2245	70,9000000
151.0765	82,0000000	155.3765	83,4000000	160.5645	69,8000000	170.2485	74,4000000
151.1365	72,5000000	155.4645	69,4000000	160.6005	57,8000000	170.3525	74,4000000
151.2765	53,5000000	155.5245	67,4000000	161.1285	68,4000000	170.3765	73,4000000
151.3005	53,0000000	155.5605	67,9000000	162.0645	62,5000000	171.0525	73,5000000
151.3885	66,0000000	155.6645	53,4000000	162.4765	68,5000000	171.0765	84,5000000
152.1125	64,6000000	155.7725	34,9000000	162.5245	61,6000000	171.2765	83,0000000
152.2125	78,6000000	155.8245	61,9000000	162.6485	87,1000000	171.3765	76,0000000
152.2525	37,6000000	155.9005	70,4000000	163.6525	70,2000000	172.0765	57,1000000
152.3005	80,6000000	155.9765	75,4000000	164.8485	72,8000000	172.1245	57,1000000
152.8485	73,6000000	156.0005	50,4000000	165.1245	60,8000000	172.1525	34,6000000
153.3645	47,2000000	157.5005	61,6000000	165.2005	71,3000000	172.2245	64,1000000
153.5005	73,2000000	157.5245	47,1000000	165.4005	38,4000000	172.2525	49,1000000
153.5645	65,7000000	157.6005	70,1000000	165.8005	70,4000000	172.6325	61,6000000
153.6485	55,2000000	157.6525	84,6000000	165.8485	73,4000000	173.1125	37,2000000
153.6885	73,2000000	157.8245	48,6000000	165.9005	87,4000000	173.2245	40,2000000
153.7245	62,7000000	157.8525	67,1000000	166.0005	78,9000000	173.2765	76,7000000
153.7485	77,2000000	158.0245	41,1000000	166.0245	61,4000000		
153.7765	52,2000000	158.2765	68,1000000	166.0765	57,4000000		
153.9005	71,7000000	158.3045	73,1000000	166.6765	76,0000000		
153.9765	80,2000000	158.4245	74,6000000	166.8005	38,0000000		
154.0005	76,2000000	158.5245	73,6000000	167.0005	52,5000000		
154.1005	77,7000000	158.5525	80,6000000	167.0765	50,0000000		
154.2525	63,3000000	158.6005	40,7000000	167.6765	35,1000000		

Tabla 7.37. Señales identificadas del Monitoreo de Fijo-Móvil 148-174 MHz aplicando CDF, $p=0.9$. FM02_100531_0101.

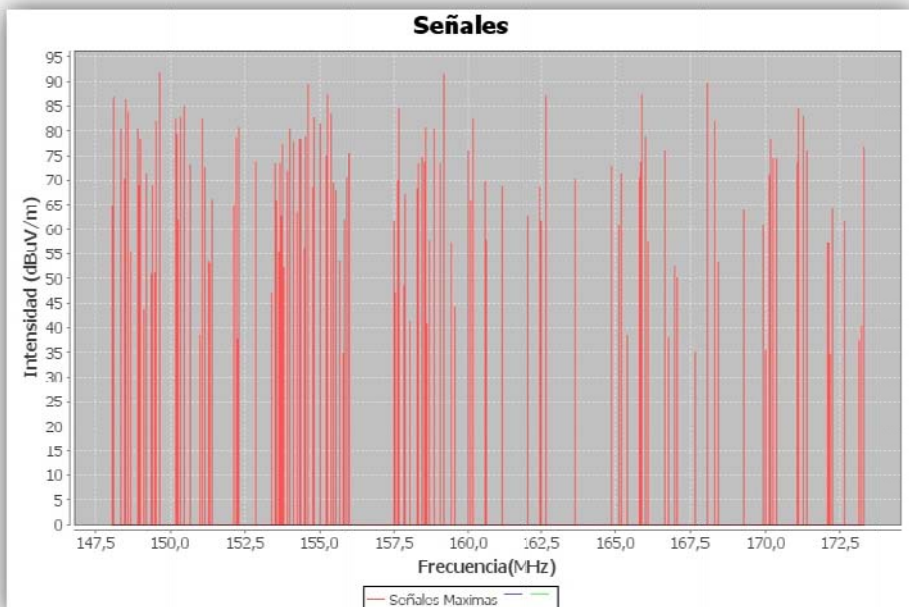


Figura 7.68. Señales identificadas del Monitoreo de Fijo-Móvil 148-174 MHz aplicando CDF, $p=0.9$. FM02_100531_0101.

7.4.3 Clasificación mediante el Umbral Óptimo Utilizando el Algoritmo de OTSU

El algoritmo de OTSU selecciona un umbral óptimo basado en las propiedades del histograma de los datos y no asume ningún modelo para el histograma. El umbral óptimo se obtiene en la máxima separación entre las dos clases de datos llamadas señal y ruido. El algoritmo también proporciona una métrica que indica la separabilidad de las dos clases, la cual puede ser utilizada para determinar la efectividad del umbral.

Antes de aplicar el algoritmo de OTSU, los datos de las mediciones en M son convertidos a una escala de niveles I conocida como imagen espectral

Los datos son cuantizados a L niveles con valores $s \times [1,2, \dots L]$ donde s es un factor de escala. Dado el valor para el i –ésimo nivel denotado como g_i y su histograma se denota por h_i . La probabilidad de ocurrencia del nivel i –ésimo en los datos puede estimarse como:

$$p_i = \frac{h_i}{N}, \text{ donde } N = \sum_{i=1}^L h_i$$

La media de la distribución se define como:

$$\mu_T = \sum_{i=1}^L g_i \cdot p_i \qquad \mu_T = \sum_{i=1}^L g_i * p_i$$

Un umbral, $T = g_k$ se usa para bifurcar la distribución de probabilidad dentro de la clase de ruido C_0 y la clase de señales C_1 , con los niveles $[1,2, \dots k] \in C_0$ y niveles $[k + 1, \dots L] \in C_1$. La probabilidad de ocurrencia de las clases puede definirse como una función del umbral

$$\omega_0 = \sum_{i=1}^k p_i = \omega_k$$

$$\omega_1 = \sum_{i=k+1}^L p_i = 1 - \omega_k$$

Las distribuciones de probabilidad de los niveles de la imagen espectral dentro de cada clase son:

$$P(g_i | g_i \in C_0) = \frac{h_i}{\sum_{i=1}^k h_i} = \frac{p_i}{\omega_0}, i = 1 \dots k$$

$$P(g_i|g_i \in C_1) = \frac{h_i}{\sum_{i=k+1}^L h_i} = \frac{p_i}{\omega_1}, i = k + 1 \dots L$$

Las medias correspondientes a las distribuciones de probabilidad se definen a continuación:

$$\mu_0 = \sum_{i=1}^k g_i \cdot P(g_i|g_i \in C_0) = \sum_{i=1}^k g_i \frac{p_i}{\omega_0} = \frac{\mu(k)}{1 - \omega_k}$$

$$\mu_1 = \sum_{i=k+1}^L g_i \cdot P(g_i|g_i \in C_0) = \sum_{i=k+1}^L g_i \frac{p_i}{\omega_1} = \frac{\mu_T - \mu(k)}{1 - \omega_k}$$

en las expresiones anteriores se ha denotado:

$$\sum_{i=1}^k g_i \cdot p_i = \mu(k)$$

La varianza entre las clases se define como:

$$\sigma_B^2 = \omega_0(\mu_0 - \mu_T)^2 + \omega_1(\mu_1 - \mu_T)^2$$

$$\sigma_B^2 = \omega_0\omega_1(\mu_1 - \mu_0)^2$$

Para cierto umbral correspondiente al k -ésimo nivel la varianza ente clases se define como:

$$\sigma_{B(k)}^2 = \frac{[\mu_T\omega_k - \mu(k)]^2}{\omega_k(1 - \omega_k)}$$

donde

$$\omega_k = \sum_{i=1}^k p_i$$

$$\mu(k) = \sum_{i=1}^k g_i \cdot p_i$$

Una medida de la separabilidad de clases puede ser definida como:

$$\alpha = \frac{\sigma_B^2}{\sigma_T^2}$$

El algoritmo de OTSU es un problema de optimización que se resuelve determinando el umbral óptimo de la imagen espectral del nivel k^* , que maximiza la separabilidad entre las clases. Matemáticamente:

$$\alpha(k^*) = \max_{1 \leq k < L} \frac{\sigma_B^2(k)}{\sigma_T^2}$$

7.4.3.1 Aplicación del Algoritmo de Clasificación OTSU en monitoreos de Radiodifusión FM 88 – 108 MHz

Se aplica el algoritmo OTSU al conjunto de datos correspondientes al rastreo de frecuencias del rango de 88 MHz-108 MHz de Radiodifusión FM. Se establece el valor $L=10$.

Método	L	Umbral
OTSU	10	51.0

Tabla 7.38. Umbral de clasificación – OTSU con $L=10$ para el Monitoreo de Radiodifusión FM. BCFM2_100609_0101.

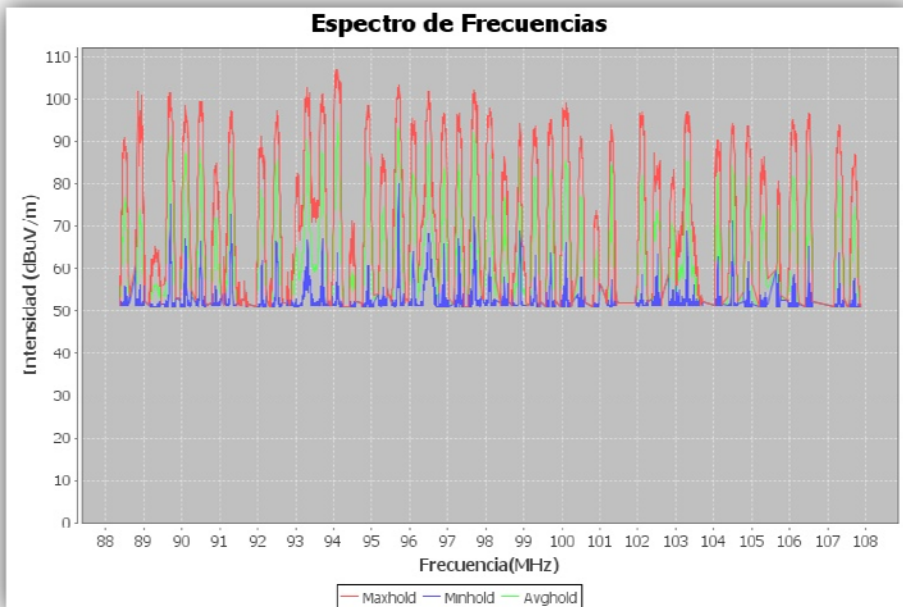


Figura 7.69. Espectro de frecuencias de Radiodifusión FM clasificado con OTSU, $L=10$. BCFM2_100609_0101.

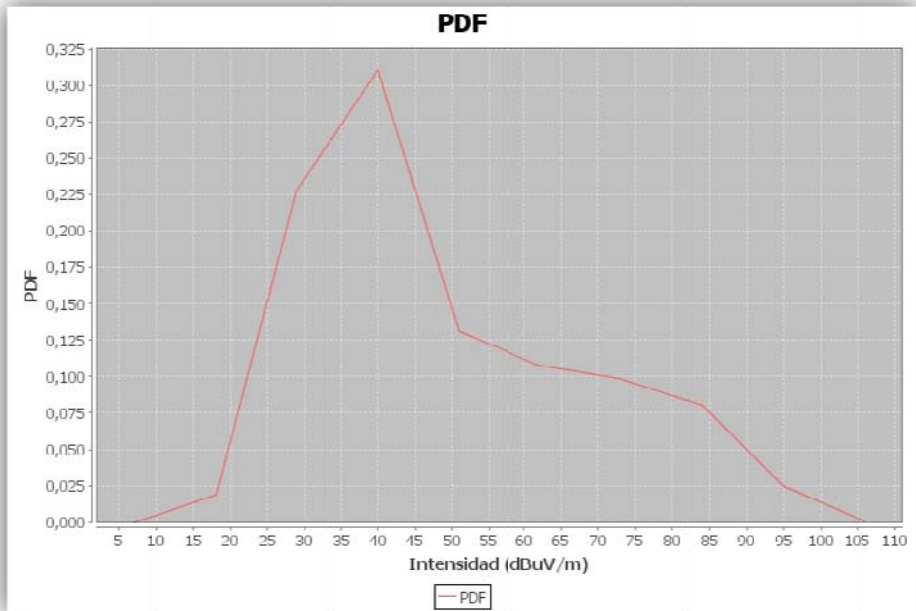


Figura 7.70. Función de Densidad de Probabilidad de las muestras del Monitoreo de Radiodifusión FM, $L=10$. BCFM2_100609_0101.

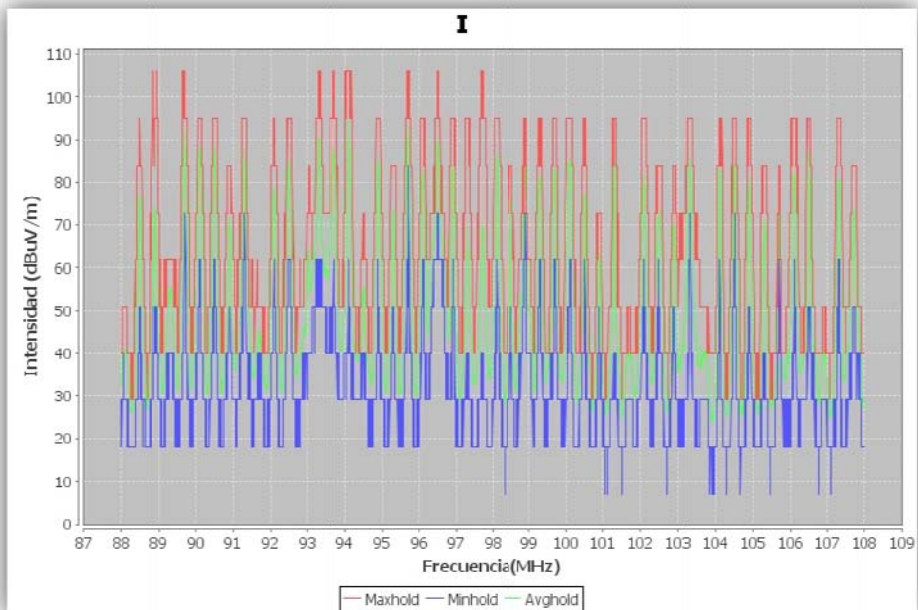


Figura 7.71. Imagen Espectral de las muestras del Monitoreo de Radiodifusión FM, $L=10$. BCFM2_100609_0101.

Empleando el parámetro de suavizar al 90% se obtuvieron las siguientes señales:

Frecuencia [MHz]	Valor[dBuV/m]
88.504	76,6760000
88.904	73,7660000
89.696	91,0010000
90.1	87,4760000
90.504	88,0860000
90.896	71,8660000
91.296	87,8460000
92.096	78,4660000
92.504	85,2860000
93.012	63,9010000
93.3	90,2910000

93.688	87,5010000
94.104	94,0810000
94.896	84,7810000
95.3	73,4910000
95.7	92,9410000
96.088	82,5210000
96.504	89,6410000
96.9	83,7460000
97.3	68,2810000
97.704	70,0060000
98.1	86,5260000
98.5	76,0760000

98.9	85,8510000
99.296	81,4710000
99.7	83,4560000
100.1	85,3760000
100.504	77,0360000
100.9	63,2110000
101.3	83,0610000
102.104	81,8810000
102.516	73,3610000
102.9	70,4110000
103.304	85,3410000
104.104	82,6010000

104.5	84,1710000
104.9	81,2660000
105.3	70,9660000
105.7	73,9560000
106.096	81,7660000
106.5	86,1910000
107.304	80,3910000
107.716	74,4960000

Tabla 7.39. Señales identificadas del Monitoreo de Radiodifusión FM aplicando OTSU, L=10. BCFM2_100609_0101.

7.4.3.2 Aplicación del Algoritmo de Clasificación OTSU en monitoreos de Radiodifusión AM 0.525 -1.705 MHz

Se aplica el algoritmo OTSU al conjunto de datos correspondientes al rastreo de frecuencias del rango de 0.525 MHz-1.705 MHz de Radiodifusión AM. Se establece el valor L=8.

Método	L	Umbral
OTSU	8	53.0

Tabla 7.40. Umbral de clasificación – OTSU con L=8 para el Monitoreo de Radiodifusión AM. BCAM3_100604_0101.

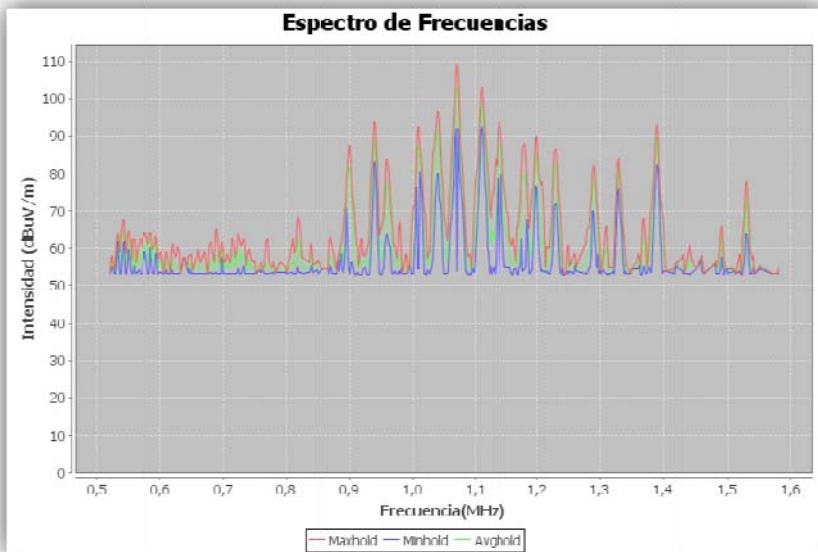


Figura 7.72. Espectro de frecuencias de Radiodifusión AM clasificado con OTSU, L=8. BCAM3_100604_0101.

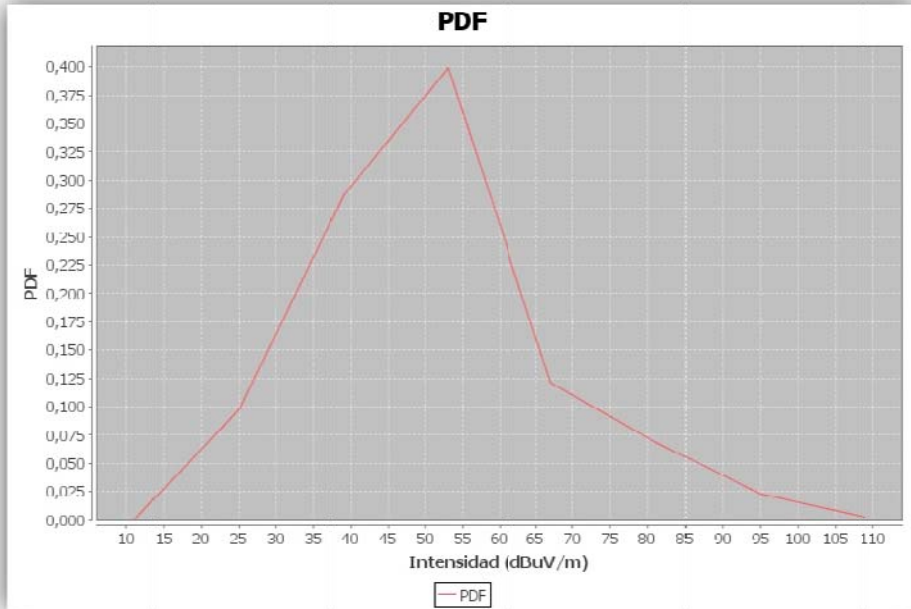


Figura 7.73. Función de Densidad de Probabilidad de las muestras del Monitoreo de Radiodifusión AM, L=8. BCAM3_100604_0101.

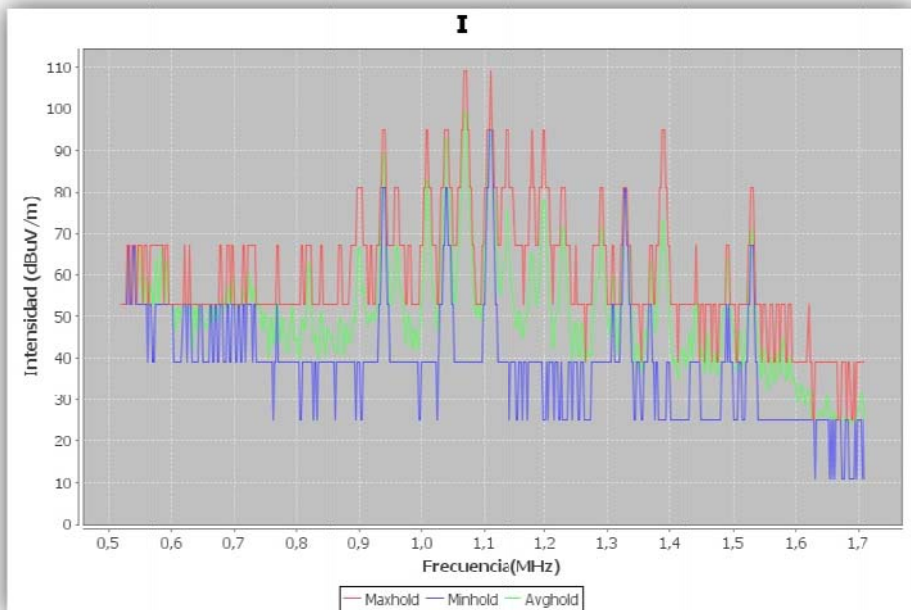


Figura 7.74. Imagen espectral de las muestras del Monitoreo de Radiodifusión AM, L=8. BCAM3_100604_0101.

Empleando el parámetro de suavizar al 90% se obtuvieron las siguientes señales:

Frecuencia [MHz]	Valor [dBuV/m]
0.9	67,1885714
0.94	88,6600000
0.96	65,9600000
1.01	80,9171429
1.04	91,6885714
1.07	98,4600000
1.11	98,0742857

1.14	74,2314286
1.18	67,0314286
1.2	79,5742857
1.23	73,4171429
1.29	70,9885714
1.33	81,5028571
1.39	72,3600000
1.53	72,6171429

Tabla 7.41. Señales identificadas del Monitoreo de Radiodifusión AM aplicando OTSU, $L=8$. BCAM3_100604_0101.

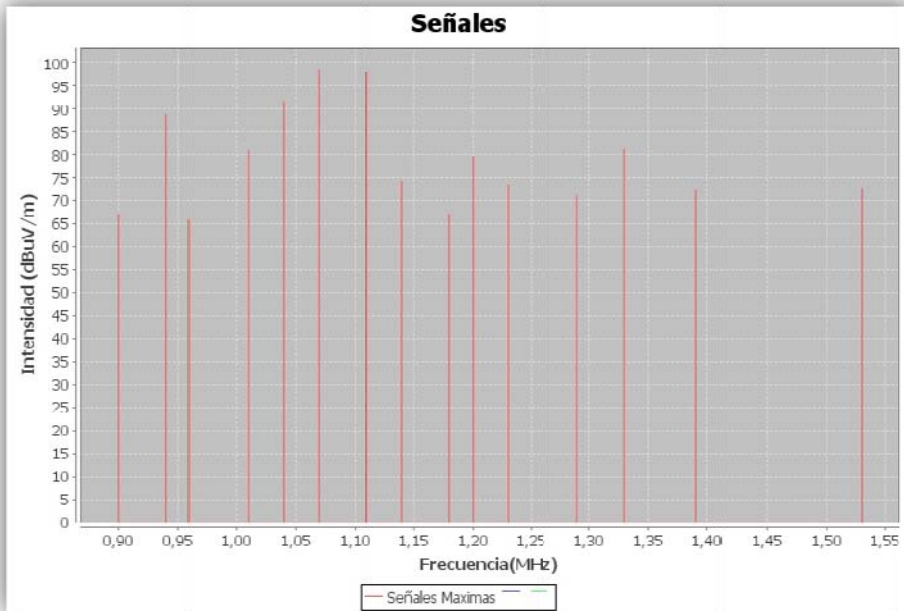


Figura 7.75. Señales identificadas del Monitoreo de Radiodifusión AM aplicando OTSU, $L=8$. BCAM3_100604_0101.

7.4.3.3 Aplicación del Algoritmo de Clasificación OTSU en monitoreos de Radiodifusión OC de 7.3 MHz a 7.4 MHz

Se aplica el algoritmo OTSU al conjunto de datos correspondientes al rastreo de frecuencias del rango de 7.3 MHz-7.4 MHz de Radiodifusión OC. Se establece el valor $L=10$.

Método	L	Umbral
OTSU	10	14.0

Tabla 7.42. Umbral de clasificación – OTSU con $L=10$ para el Monitoreo de Radiodifusión OC. BCOC_100610_0101.

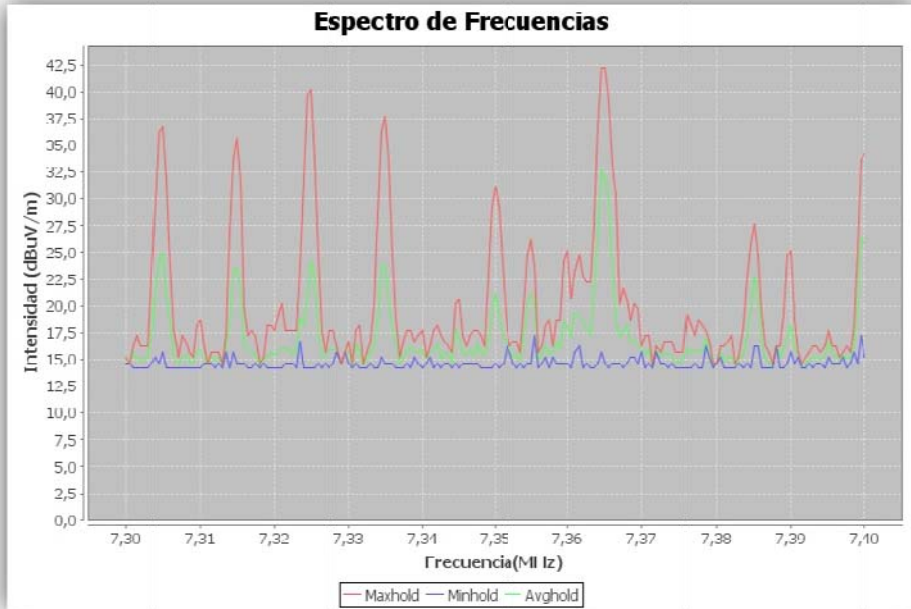


Figura 7.76. Espectro de frecuencias de Radiodifusión OC clasificado con OTSU, $L=10$. BCOC_100610_0101.

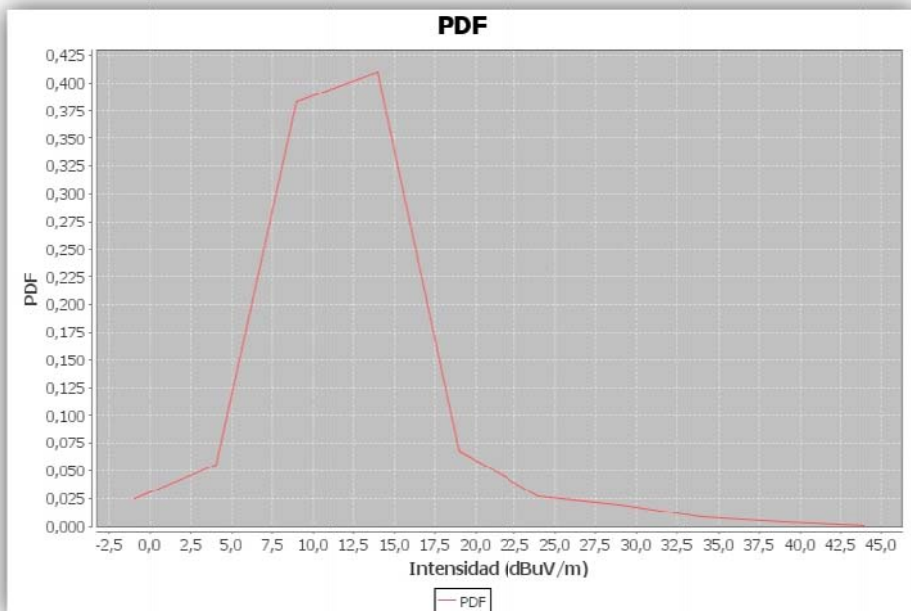


Figura 7.77. Función de Densidad de Probabilidad de las muestras del Monitoreo de Radiodifusión OC, $L=10$. BCOC_100610_0101.

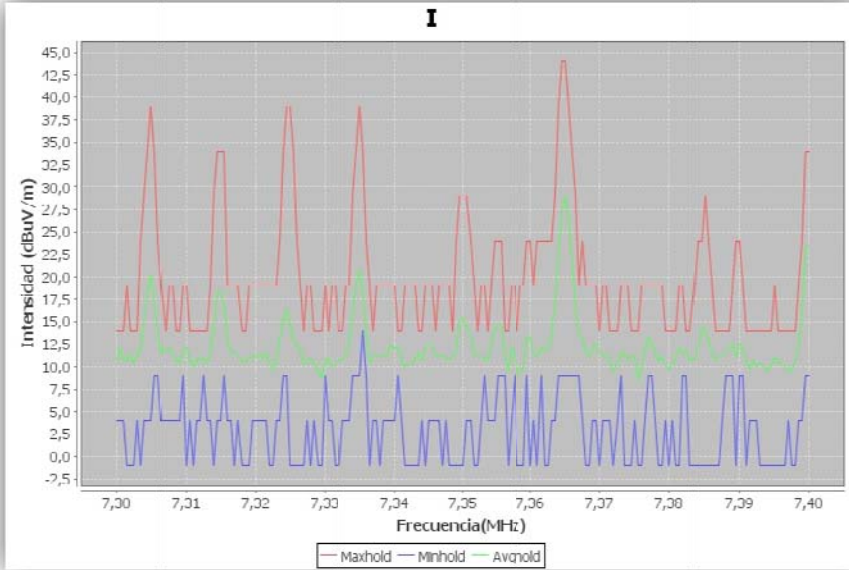


Figura 7.78. Imagen espectral de las muestras del Monitoreo de Radiodifusión OC, $L=10$. BCOC_100610_0101.

Empleando el parámetro suavizar al 40% se obtuvo:

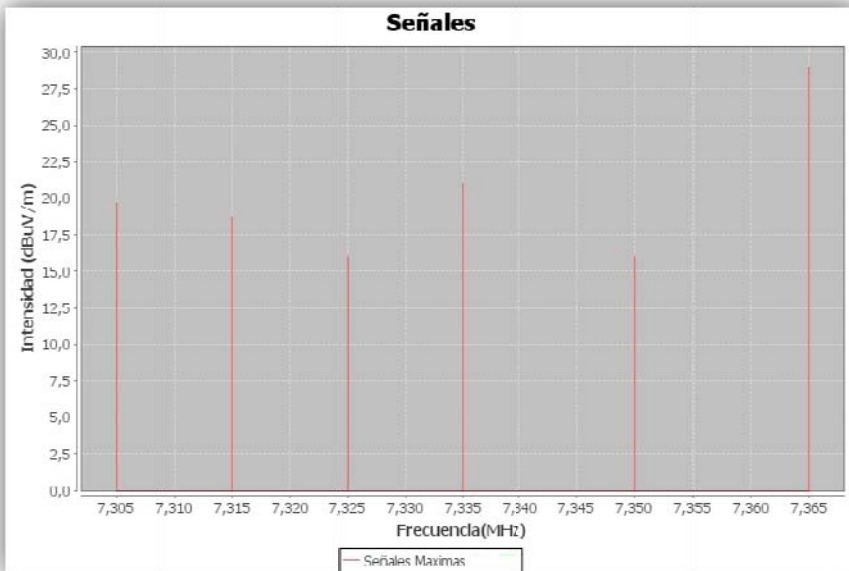


Figura 7.79. Señales identificadas del Monitoreo de Radiodifusión OC aplicando OTSU, $L=10$. BCOC_100610_0101.

Frecuencia [MHz]	Valor [dBuV/m]
7.305	19,7000000
7.315	18,7714286
7.3245	16,0333333
7.335	20,9857143
7.35	16,0095238
7.365	28,9857143

Tabla 7.43. Señales identificadas del Monitoreo de Radiodifusión OC aplicando OTSU, L=10. BCOC_100610_0101.

7.4.3.4 Aplicación del Algoritmo de Clasificación OTSU en monitoreos de Televisión VHF Banda I 54-72 MHz

Se aplica el algoritmo OTSU al conjunto de datos correspondientes al rastreo de frecuencias del rango de 54 MHz-72 MHz de Televisión VHF Banda I. Se establece el valor L=10.

Método	L	Umbral
OTSU	10	55.0

Tabla 7.44. Umbral de clasificación – OTSU con L=10 para el Monitoreo de Televisión VHF Banda I 54-72 MHz. TV1_100527_0101

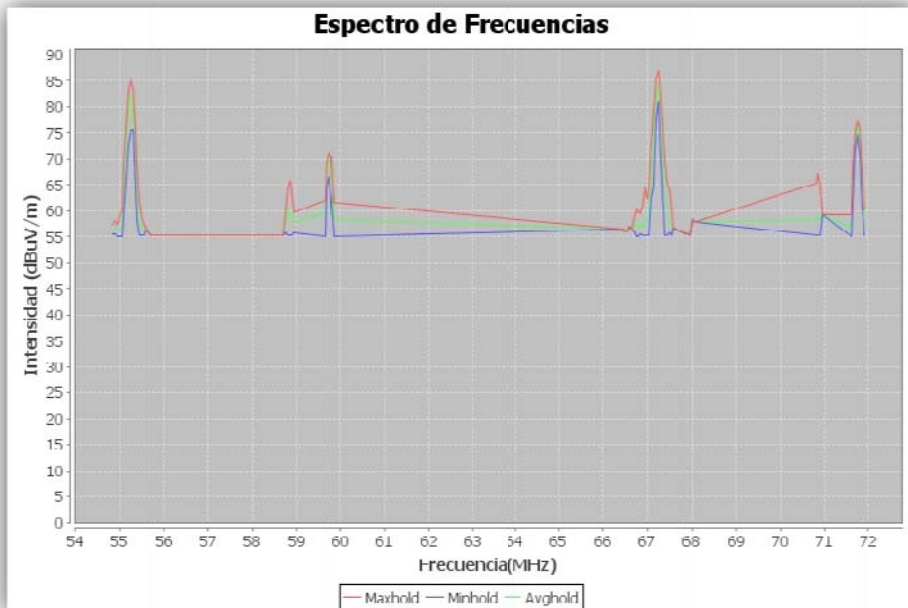


Figura 7.80. Espectro de frecuencias de Televisión VHF Banda I 54-72 MHz clasificado con OTSU, L=10. TV1_100527_0101.

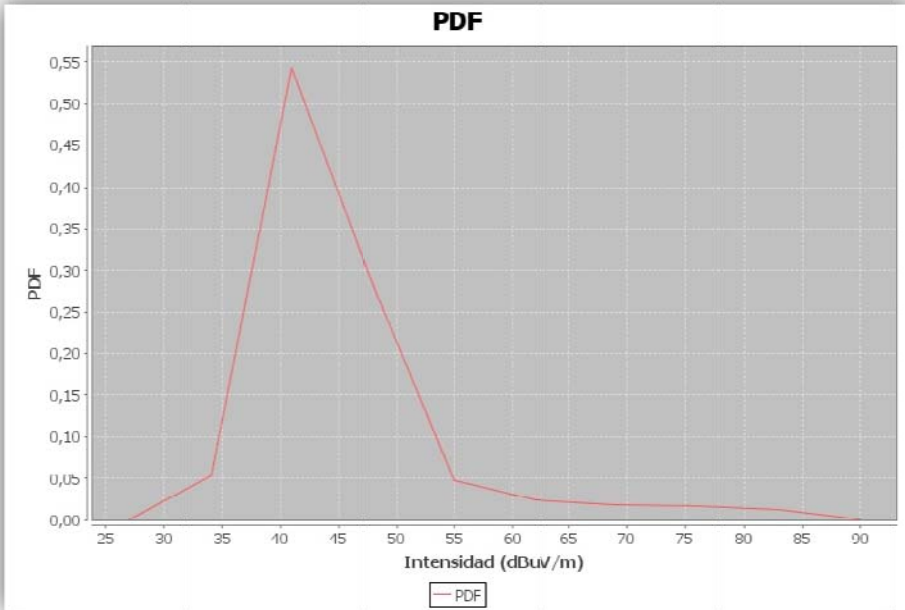


Figura 7.81. Función de Densidad de Probabilidad de las muestras del Monitoreo de Televisión VHF Banda I 54-72 MHz , $L=10$. TV1_100527_0101.

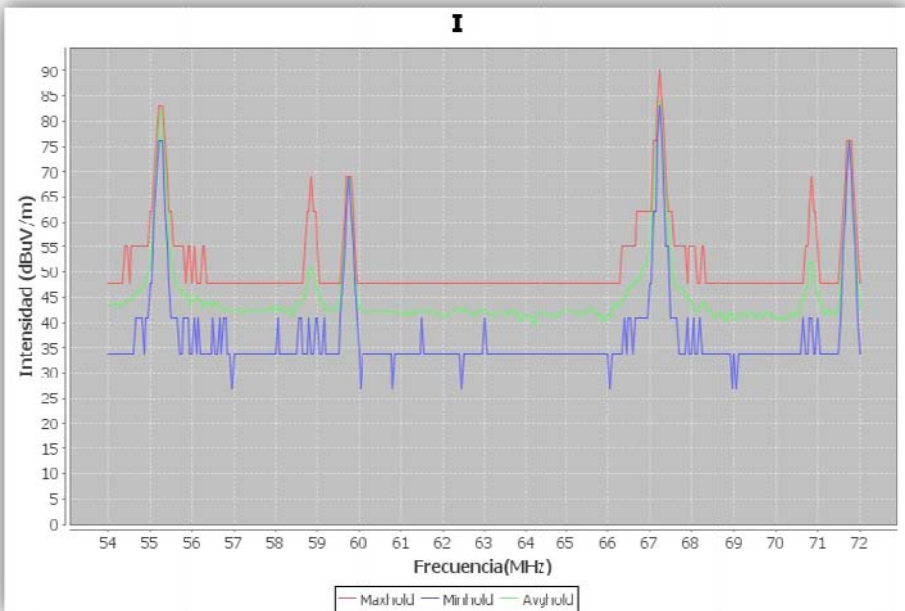


Figura 7.82. Imagen espectral de las muestras del Monitoreo de Televisión VHF Banda I 54-72 MHz , $L=10$. TV1_100527_0101.

Empleando el parámetro suavizar al 90% se obtuvieron las siguientes señales:

Frecuencia [MHz]	Valor [dBuV/m]
55.25	82,0208333
59.75	70,0791667
67.25	84,6916667
71.75	76,1895833

Tabla 7.45. Señales identificadas del Monitoreo de Televisión VHF Banda I 54-72 MHz aplicando OTSU, L=10. TV1_100527_0101.

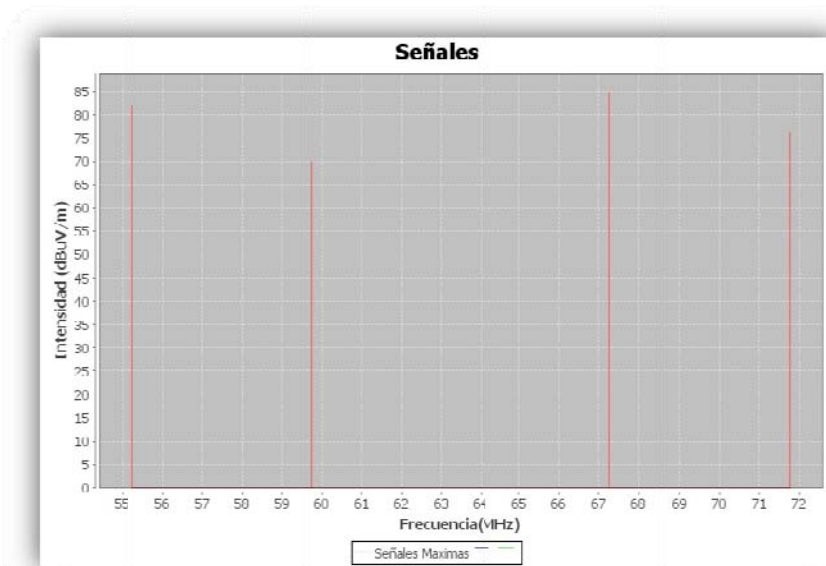


Figura 7.83. Señales identificadas del Monitoreo de Televisión VHF Banda I 54-72 MHz aplicando OTSU, L=10. TV1_100527_0101.

7.4.3.5 Aplicación del Algoritmo de Clasificación OTSU en monitoreos de Televisión VHF Banda I 76-88 MHz

Se aplica el algoritmo OTSU al conjunto de datos correspondientes al rastreo de frecuencias del rango de 76 MHz-88 MHz de Televisión VHF Banda I. Se establece el valor L=10.

Método	L	Umbral
OTSU	10	52.0

Tabla 7.46. Umbral de clasificación – OTSU con L=10 para el Monitoreo de Televisión VHF Banda I 76-88 MHz. TV1_1_100607_0101.

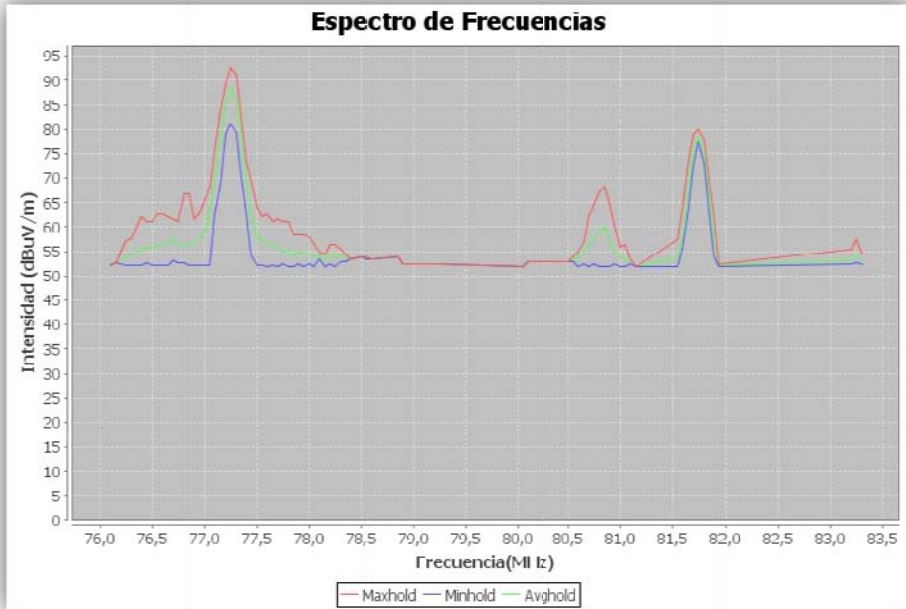


Figura 7.84. Espectro de frecuencias de Televisión VHF Banda I 76-88 MHz clasificado con OTSU, $L=10$. TV1_1_100607_0101.

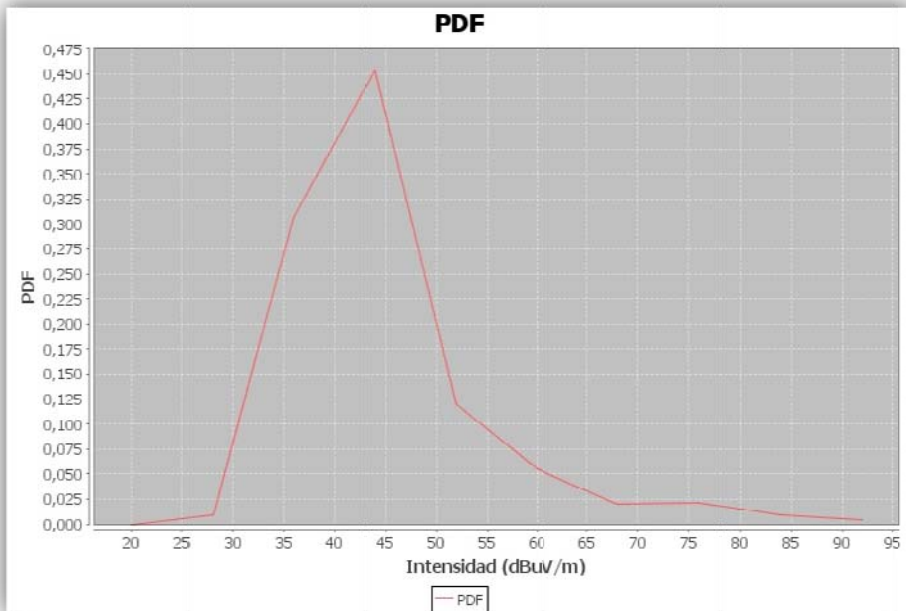


Figura 7.85. Función de Densidad de Probabilidad de las muestras del Monitoreo de Televisión VHF Banda I 76-88 MHz, $L=10$. TV1_1_100607_0101..

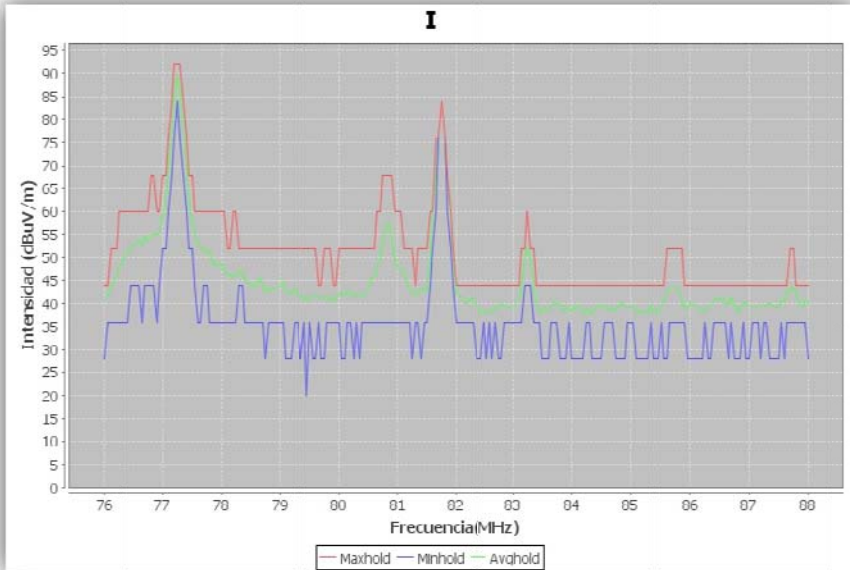


Figura 7.86. Imagen espectral de las muestras del Monitoreo de Televisión VHF Banda I 76-88 MHz, $L=10$. TV1_1_100607_0101.

Empleando el parámetro suavizar al 90% se obtuvieron las siguientes señales:

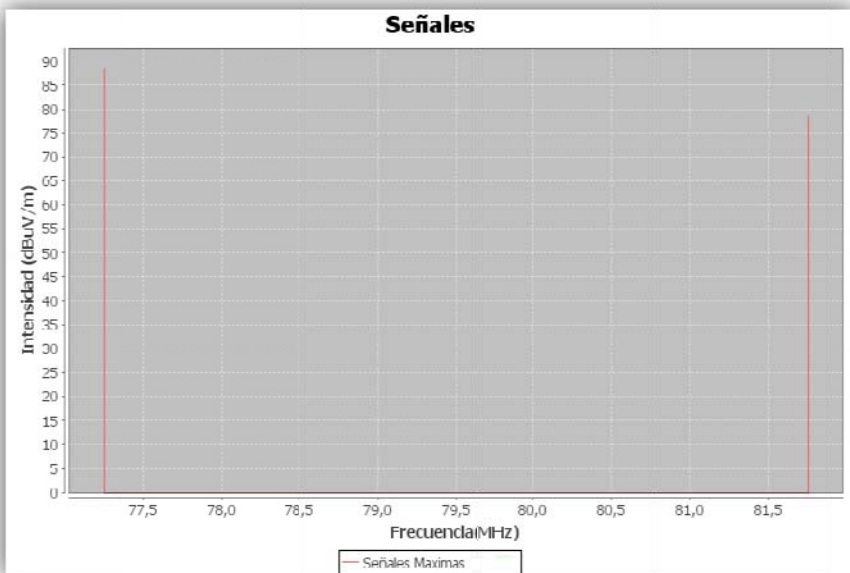


Figura 7.87. Señales identificadas del Monitoreo de Televisión VHF Banda I 76-88 MHz aplicando OTSU, $L=10$. TV1_1_100607_0101.

Frecuencia [MHz]	Valor [dBuV/m]
77.25	88,3475000
81.75	78,4725000

Tabla 7.47. Señales identificadas del Monitoreo de Televisión VHF Banda I 76-88 MHz aplicando OTSU, L=10. TV1_1_100607_0101.

7.4.3.6 Aplicación del Algoritmo de Clasificación OTSU en monitoreos de Televisión VHF Banda III 174-216 MHz

Se aplica el algoritmo OTSU al conjunto de datos correspondientes al rastreo de frecuencias del rango de 174 MHz-216 MHz de Televisión VHF Banda III. Se establece el valor L=10.

Método	L	Umbral
OTSU	10	52.0

Tabla 7.48. Umbral de clasificación – OTSU con L=10 para el Monitoreo de Televisión VHF Banda III 174-216 MHz. TV1_100528_0103.

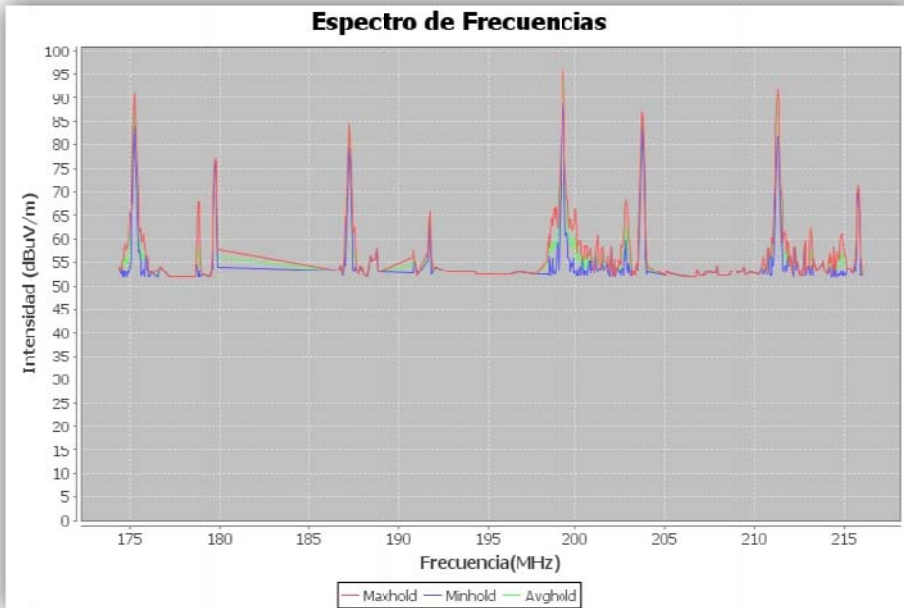


Figura 7.88. Espectro de frecuencias de Televisión VHF Banda III 174-216 MHz clasificado con OTSU, L=10. TV1_100528_0103.

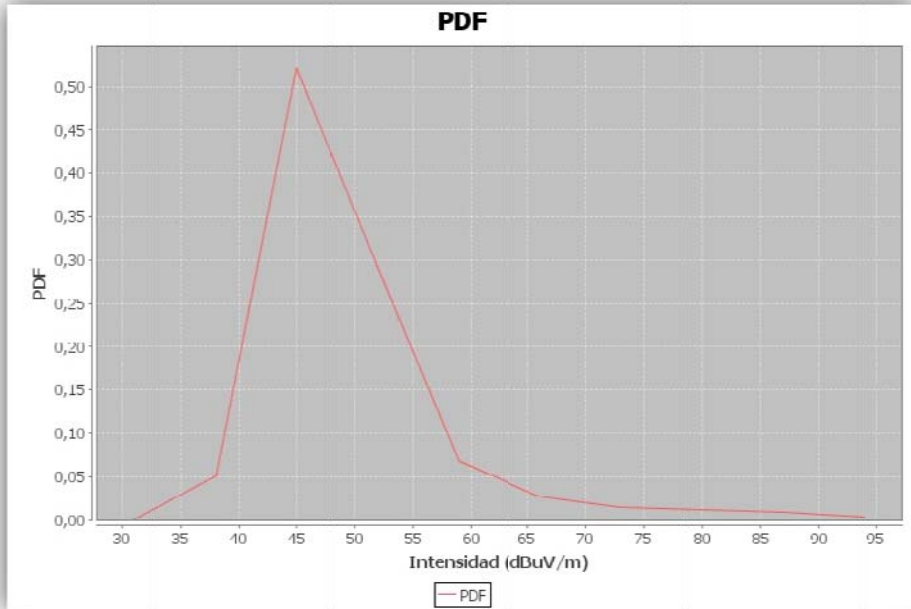


Figura 7.89. Función de Densidad de Probabilidad de las muestras del Monitoreo de Televisión VHF Banda III 174-216 MHz, L=10. TV1_100528_0103.

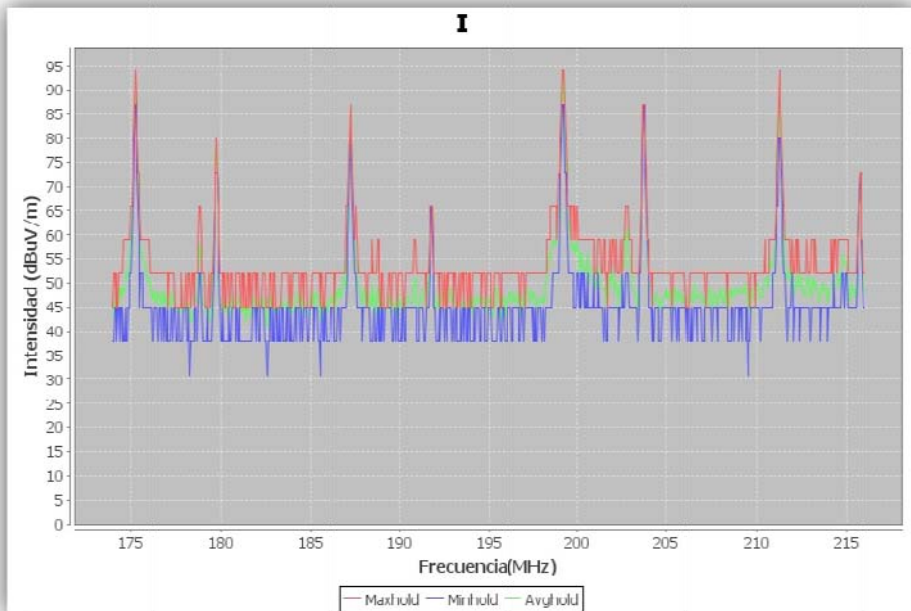


Figura 7.90. Imagen espectral de las muestras del Monitoreo de Televisión VHF Banda III 174-216 MHz, L=10. TV1_100528_0103.

Empleando el parámetro suavizar al 90% se obtuvieron las siguientes señales:

Frecuencia [MHz]	Valor [dBuV/m]
175.25	87,2285714
179.75	76,6142857
187.25	82,0571429
191.75	65,1714286
199.25	93,7142857
203.75	85,9857143
211.25	88,8857143
215.75	70,4571429

Tabla 7.49. Señales encontradas del Monitoreo de Televisión VHF Banda III 174-216 MHz aplicando OTSU, L=10. TV1_100528_0103.

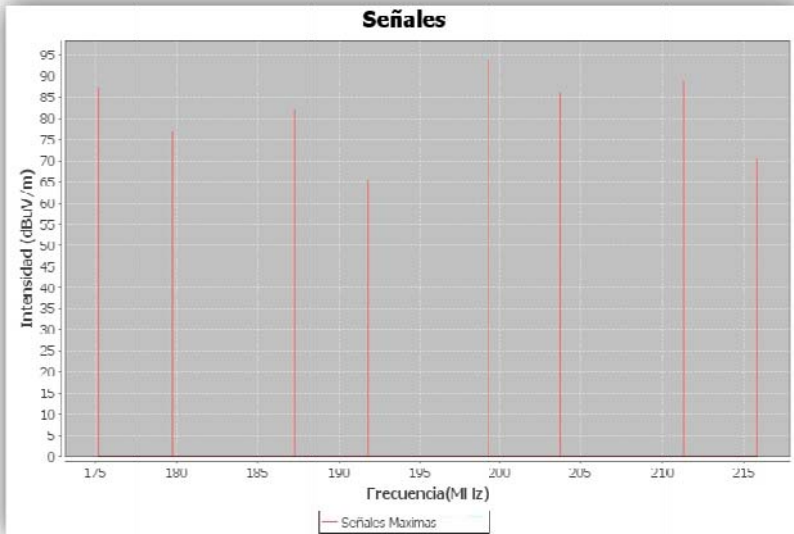


Figura 7.91. Señales identificadas del Monitoreo de Televisión VHF Banda III 174-216 MHz aplicando OTSU, L=10. TV1_100528_0103

7.4.3.7 Aplicación del Algoritmo de Clasificación OTSU en monitoreos de Televisión UHF Banda IV 500-608 MHz

Se aplica el algoritmo OTSU al conjunto de datos correspondientes al rastreo de frecuencias del rango de 500 MHz-608 MHz de Televisión UHF Banda IV. Se establece el valor L=10.

Método	L	Umbral
OTSU	10	63.0

Tabla 7.50. Umbral de clasificación – OTSU con L=10 para el Monitoreo de Televisión UHF Banda IV 500-608 MHz. TV1_100528_0104.

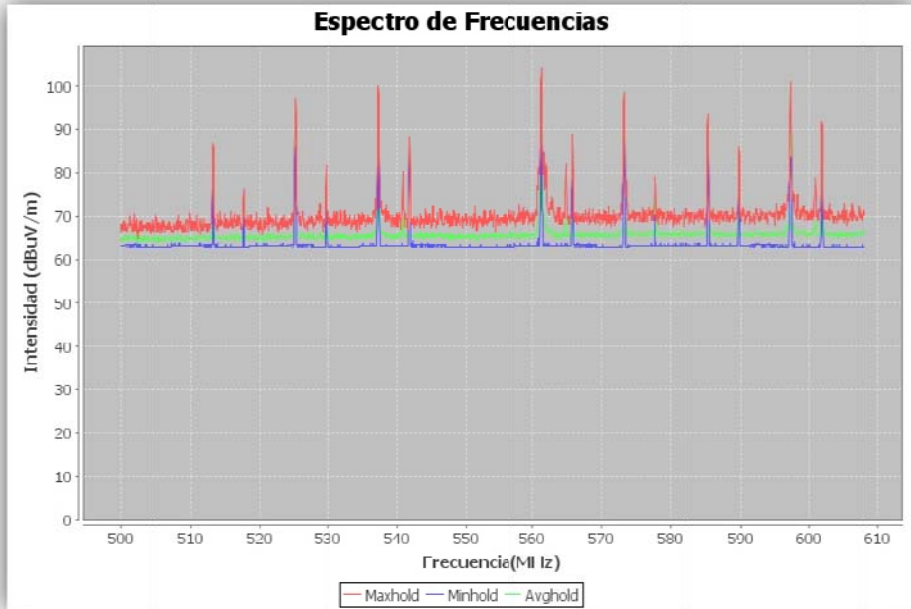


Figura 7.92. Espectro de frecuencias de Televisión UHF Banda IV 500-608 MHz clasificado con OTSU, $L=10$. TV1_100528_0104.

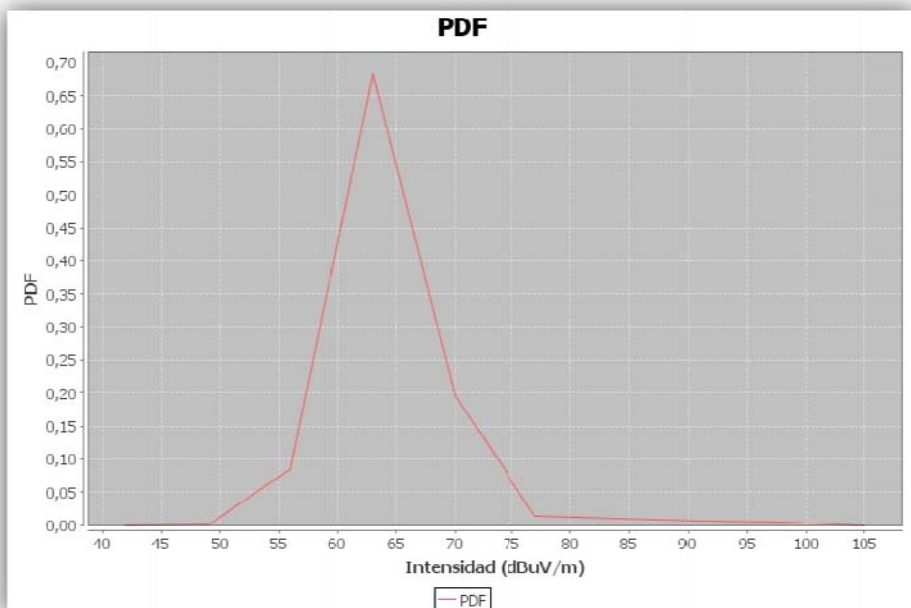


Figura 7.93. Función de Densidad de Probabilidad de las muestras del Monitoreo de Televisión UHF Banda IV 500-608 MHz, $L=10$. TV1_100528_0104.

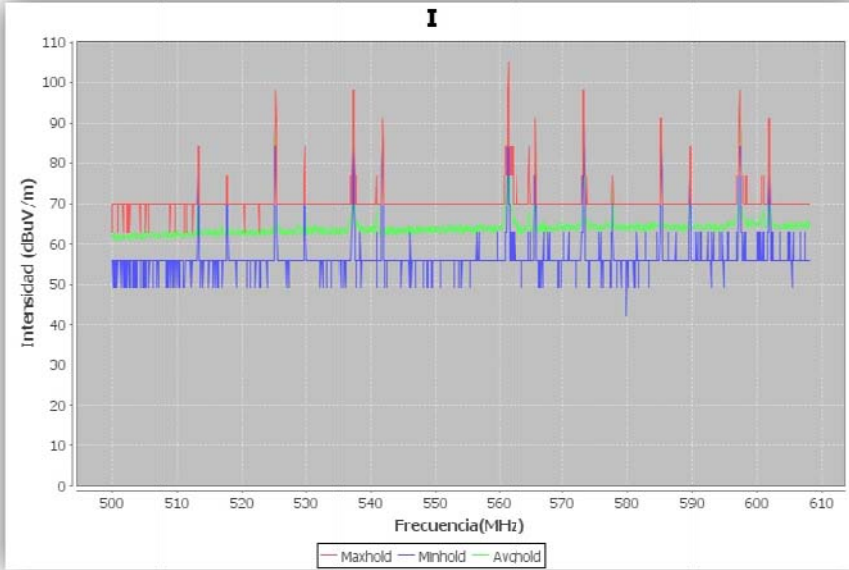


Figura 7.94. Imagen espectral de las muestras del Monitoreo de Televisión UHF Banda IV 500-608 MHz L=10. TV1_100528_0104.

Empleando el parámetro suavizar al 90% se obtuvieron las siguientes señales:

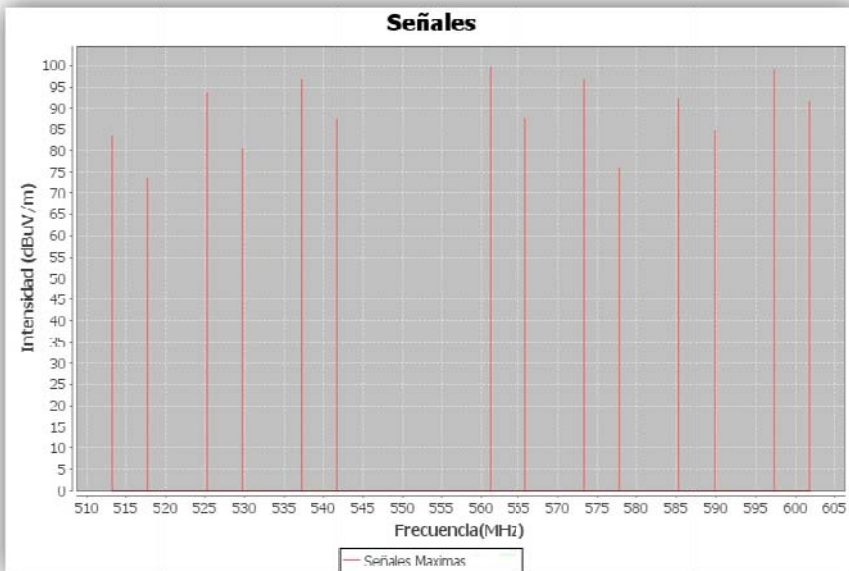


Figura 7.95. Señales identificadas del Monitoreo de Televisión UHF Banda IV 500-608 MHz aplicando OTSU, L=10. TV1_100528_0104.

Frecuencia [MHz]	Valor [dBuV/m]
513.25	83,3900000
517.75	73,3900000
525.25	93,5500000
529.75	80,5700000
537.25	96,7700000
541.75	87,4800000
561.25	99,6600000
565.75	87,8600000

573.25	96,5100000
577.75	75,8900000
585.25	92,1200000
589.75	84,4100000
597.25	98,9800000
601.75	91,3800000

Tabla 7.51. Señales identificadas del Monitoreo de Televisión UHF Banda IV 500-608 MHz aplicando OTSU, L=10. TV1_100528_0104

7.4.3.8 Aplicación del Algoritmo de Clasificación OTSU en monitoreos de Televisión UHF Banda V 644-686 MHz

Se aplica el algoritmo OTSU al conjunto de datos correspondientes al rastreo de frecuencias del rango de 644 MHz-686 MHz de Televisión UHF Banda V. Se establece el valor L=10.

Método	L	Umbral
OTSU	10	57.0

Tabla 7.52. Umbral de clasificación – OTSU con L=10 para el Monitoreo de Televisión UHF Banda V 644-686 MHz. TV_4_100607_0101.

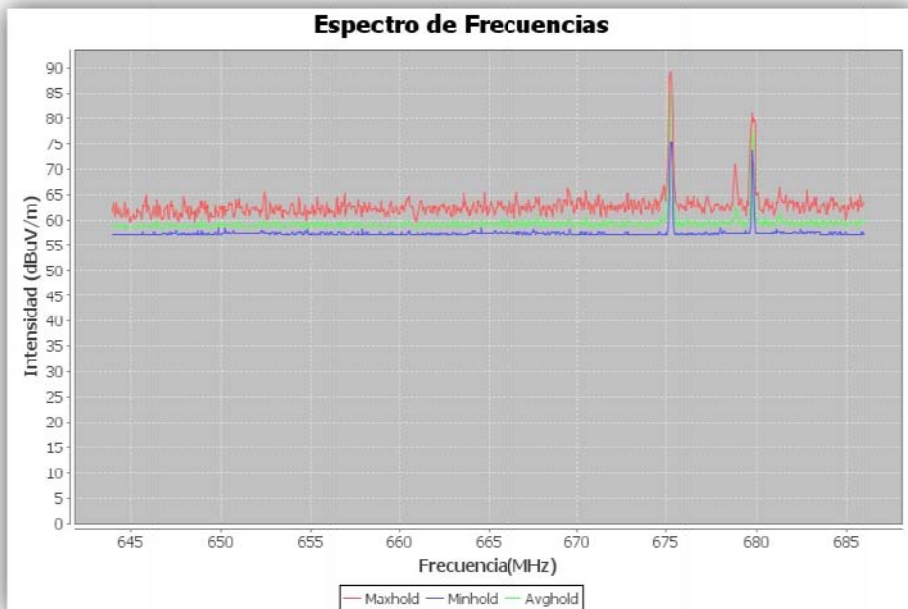


Figura 7.96. Espectro de frecuencias de Televisión UHF Banda V 644-686 MHz clasificado con OTSU, L=10. TV_4_100607_0101.

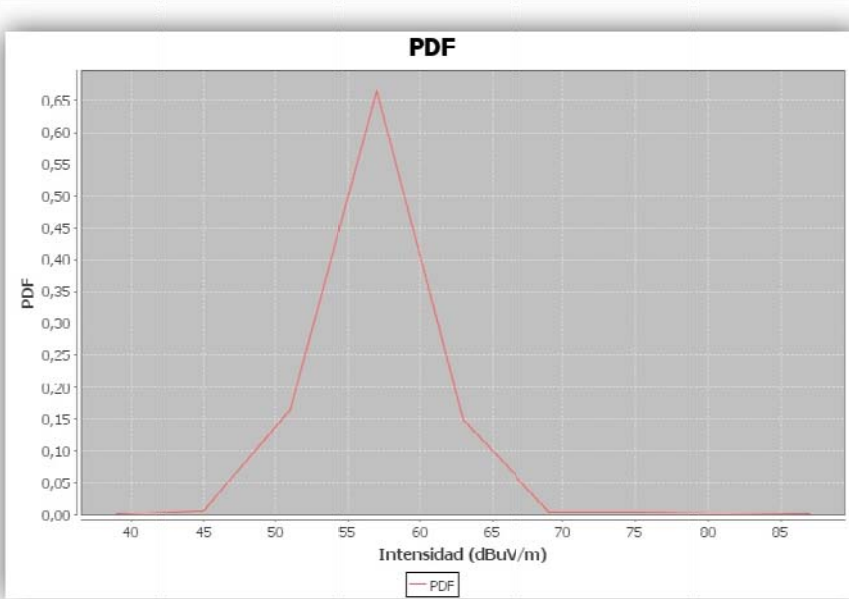


Figura 7.97. Función de Densidad de Probabilidad de las muestras del Monitoreo de Televisión UHF Banda V 644-686 MHz, $L=10$. TV_4_100607_0101.

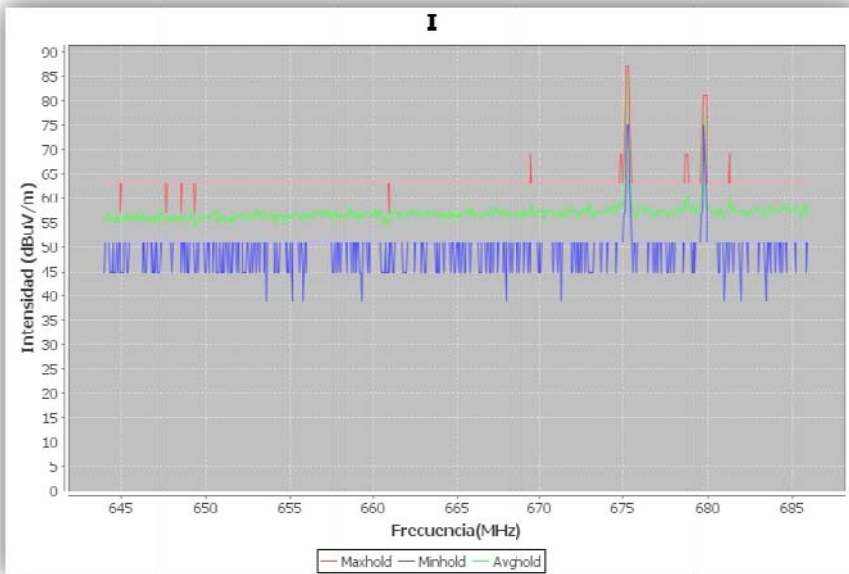


Figura 7.98. Imagen espectral de las muestras del Monitoreo de Televisión UHF Banda V 644-686 MHz, $L=10$. TV_4_100607_0101.

Empleando el parámetro suavizar al 85% se obtuvieron las siguientes señales:

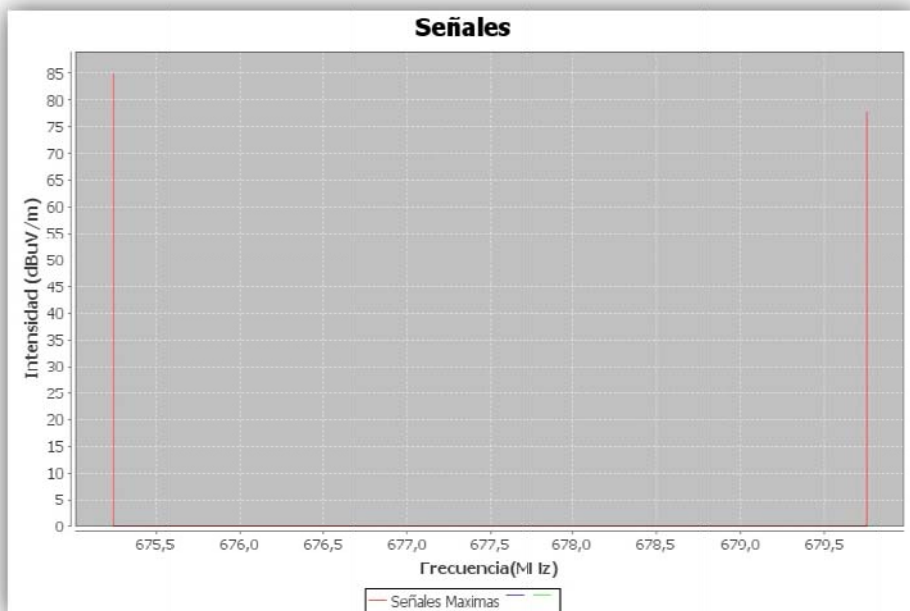


Figura 7.99. Señales identificadas del Monitoreo de Televisión UHF Banda V 644-686 MHz aplicando OTSU, L=10. TV_4_100607_0101.

Frecuencia [MHz]	Valor [dBuV/m]
675.25	84,8102564
679.75	77,6410256

Tabla 7.53. Señales identificadas del Monitoreo de Televisión UHF Banda V 644-686 MHz aplicando OTSU, L=10. TV_4_100607_0101

7.4.3.9 Aplicación del Algoritmo de Clasificación OTSU en Radiocomunicaciones Fijo-Móvil 138-144 MHz

Se aplica el algoritmo OTSU al conjunto de datos correspondientes al rastreo de frecuencias del rango de 138 MHz-144 MHz de Radiocomunicaciones Fijo – Móvil. Se establece el valor L=8.

Método	L	Umbral
OTSU	8	33.0

Tabla 7.54. Umbral de clasificación – OTSU con L=8 para el Monitoreo de Fijo-Móvil 138-144 MHz. FM01_100531_0102.

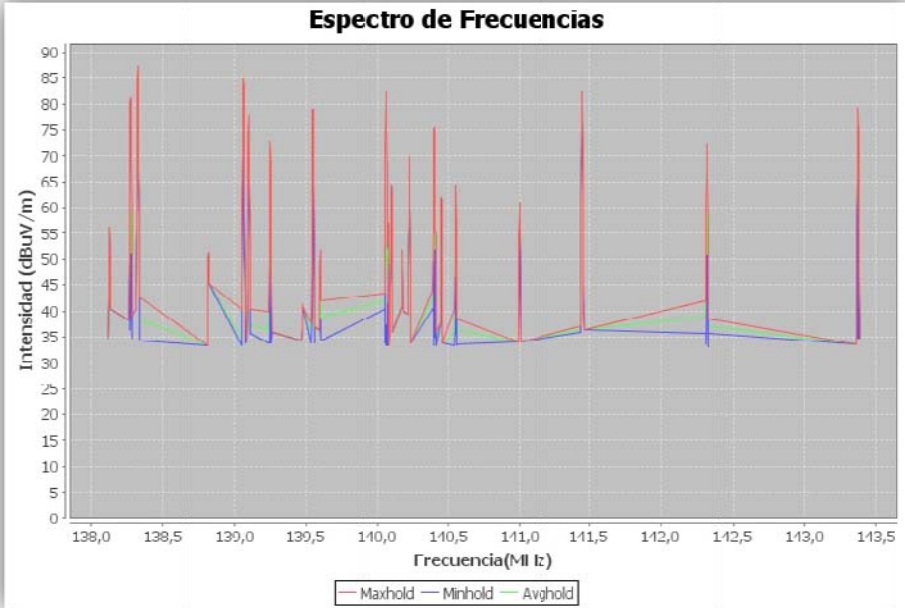


Figura 7.100. Espectro de frecuencias de Fijo-Móvil 138-144 MHz clasificado con OTSU, $L=8$. FM01_100531_0102.

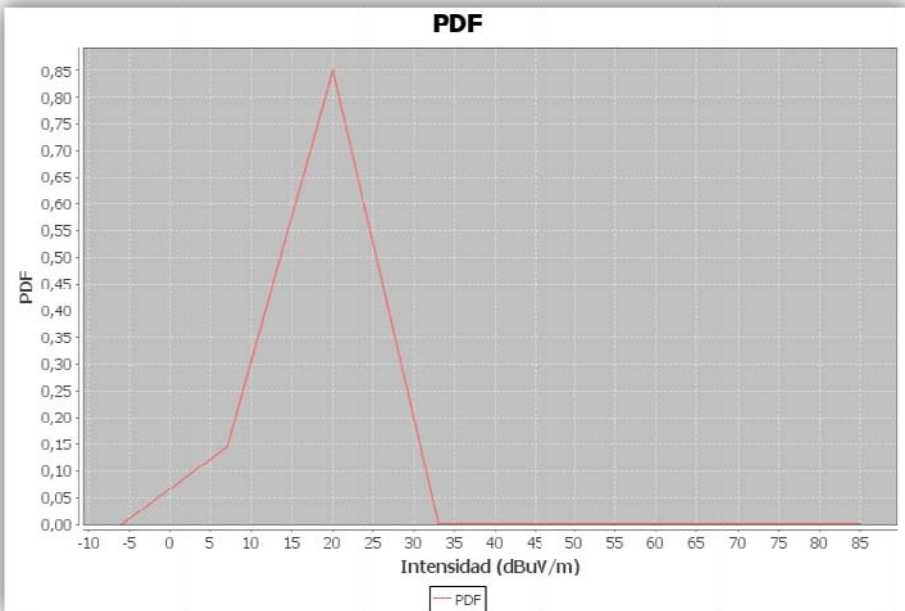


Figura 7.101. Función de Densidad de Probabilidad de las muestras del Fijo-Móvil 138-144 MHz, $L=8$. FM01_100531_0102.

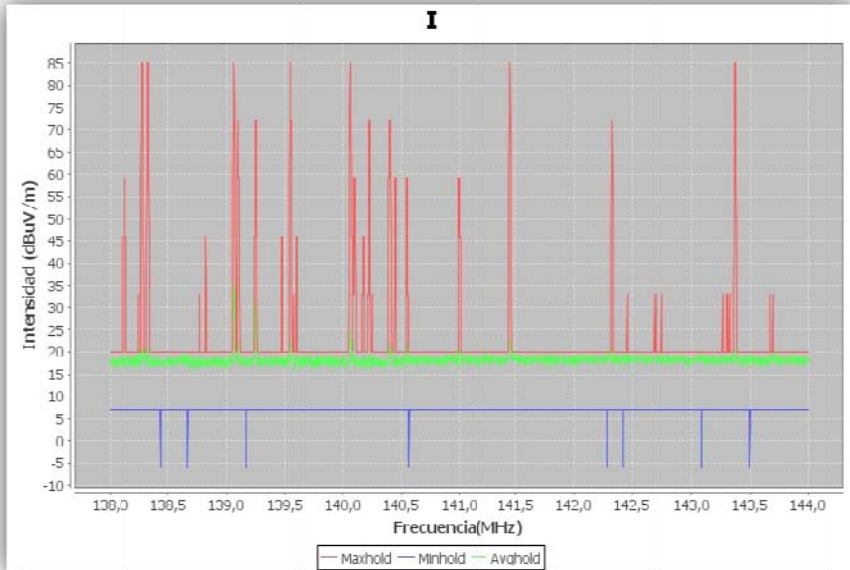


Figura 7.102. Imagen espectral de las muestras del Monitoreo de Fijo-Móvil 138-144 MHz, L=8. FM01_100531_0102.

Empleando el parámetro suavizar al 96% se obtuvieron las siguientes señales:

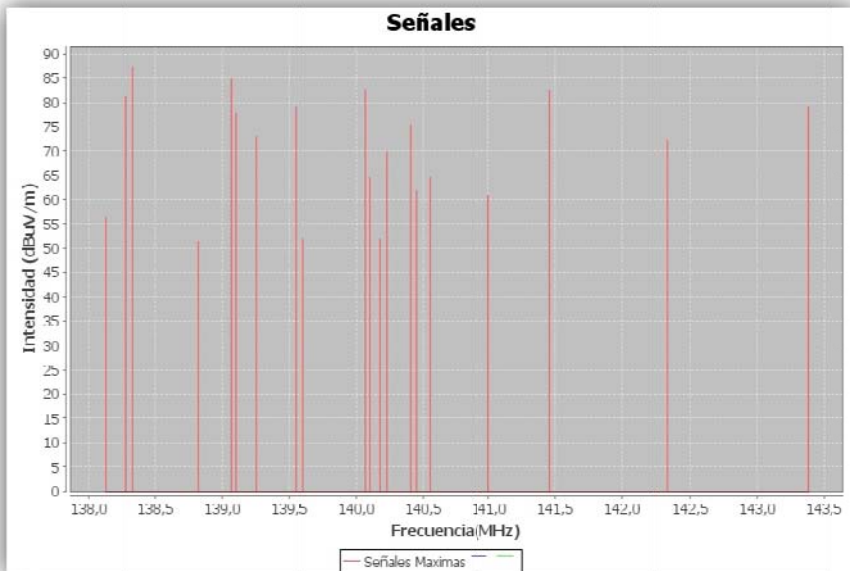


Figura 7.103. Señales identificadas del Monitoreo de Fijo-Móvil 138-144 MHz aplicando OTSU, L=10. FM01_100531_0102.

Frecuencia [MHz]	Valor [dBuV/m]
138.1265	56,3000000
138.2745	81,3000000
138.3245	87,3000000
138.8185	51,3000000
139.0625	84,8000000
139.1005	77,8000000
139.2505	72,8000000
139.5505	78,9000000
139.6005	51,9000000
140.0625	82,4000000

140.1005	64,4000000
140.1745	51,9000000
140.2245	69,9000000
140.4005	75,4000000
140.4485	61,9000000
140.5485	64,4000000
141.0005	61,0000000
141.4505	82,5000000
142.3245	72,1000000
143.3745	79,2000000

Tabla 7.55. Señales identificadas del Monitoreo de Fijo-Móvil 138-144 MHz aplicando OTSU, L=8. FM01_100531_0102.

7.4.3.10 Aplicación del Algoritmo de Clasificación OTSU en la banda de Aficionados 144-148 MHz

Se aplica el algoritmo OTSU al conjunto de datos correspondientes al rastreo de frecuencias del rango de 144 MHz-148 MHz de la banda de aficionados. Se establece el valor L=10.

Método	L	Umbral
OTSU	10	33.0

Tabla 7.56. Umbral de clasificación – OTSU con L=10 para el Monitoreo de Aficionados 144-148 MHz. AF1_100607_0101.

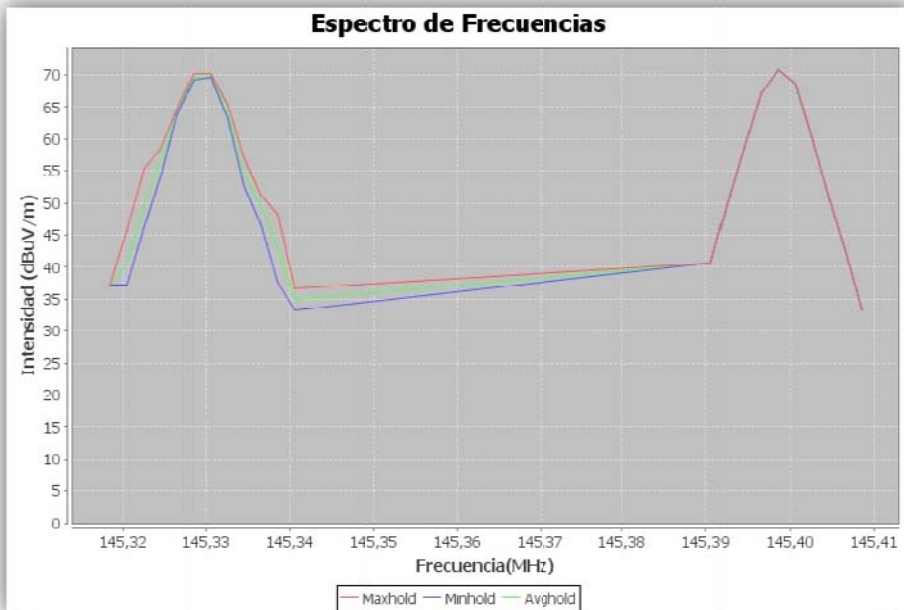


Figura 7.104. Espectro de frecuencias de Aficionados 144-148 MHz clasificado con OTSU, L=10. AF1_100607_0101.

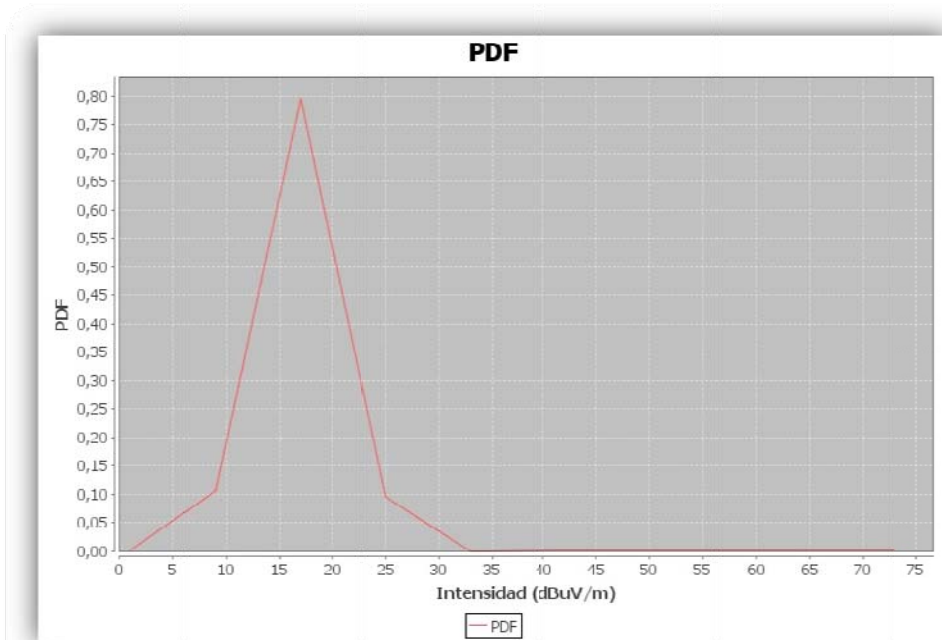


Figura 7.105. Función de Densidad de Probabilidad de las muestras del Monitoreo de Aficionados 144-148 MHz, $L=10$. AF1_100607_0101.

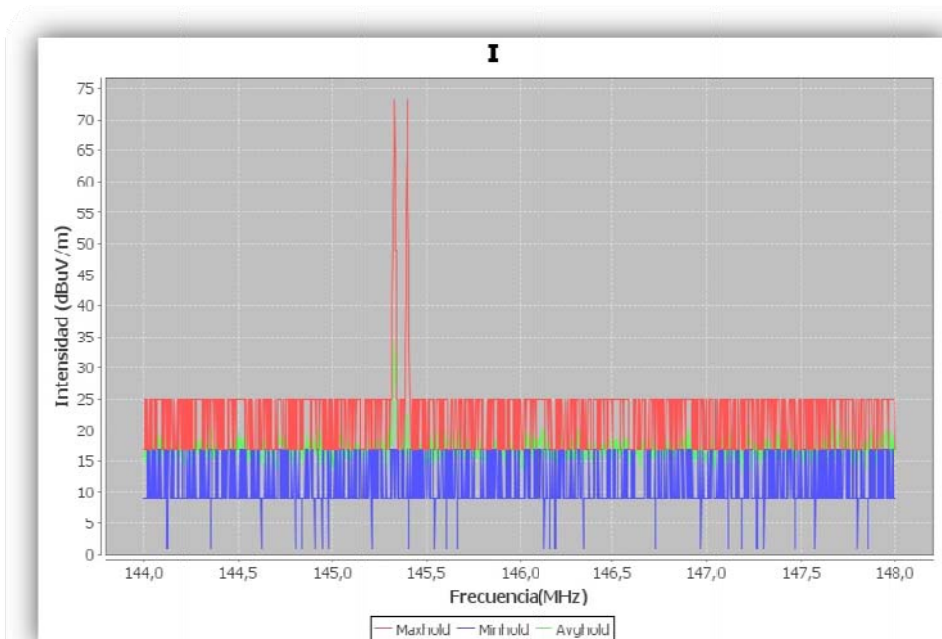


Figura 7.106. Imagen espectral de las muestras del Monitoreo de Aficionados 144-148 MHz, $L=10$. AF1_100607_0101.

Empleando el parámetro suavizar al 95% se obtuvieron las siguientes señales:

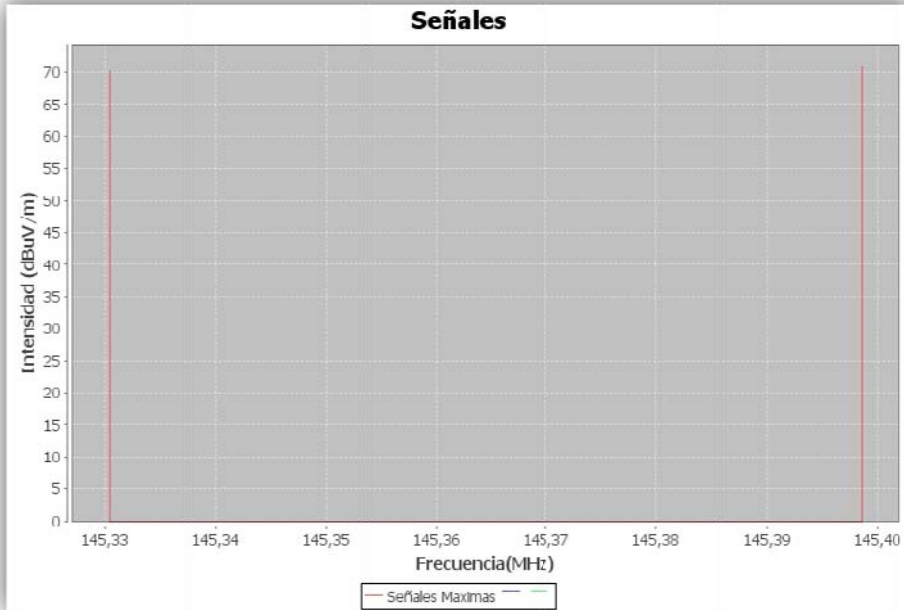


Figura 7.107. Señales identificadas del Monitoreo de Fijo-Móvil Aficionados 144-148 MHz aplicando OTSU, L=10. (el gráfico presenta los máximos de las señales de la tabla anterior) AF1_100607_0101

Fecha (YYY-MM-DD)	Hora (HH:MM:SS)	Frecuencia [MHz]	Valor [dBuV/m]
2010-06-07	09:56:26.883	145.3305	70.2000000
2010-06-07	09:59:26.841	145.3305	69.7000000
2010-06-07	10:06:26.084	145.3305	69.7000000
2010-06-07	10:06:26.084	145.3985	70.7000000

Tabla 7.57. Señales identificadas del Monitoreo de Fijo-Móvil Aficionados 144-148 MHz aplicando OTSU, L=10. (Modo: Registro de Todas las señales) AF1_100607_0101.

7.4.3.11 Aplicación del Algoritmo de Clasificación OTSU en Radiocomunicaciones Fijo-Móvil 148-174 MHz

Se aplica el algoritmo OTSU al conjunto de datos correspondientes al rastreo de frecuencias del rango de 148 MHz-174 MHz de Radiocomunicaciones Fijo – Móvil. Se establece el valor L=5.

Método	L	Umbral
OTSU	5	25.0

Tabla 7.58. Umbral de clasificación – OTSU con L=5 para el Monitoreo de Fijo-Móvil 148-174 MHz. FM02_100531_0101.

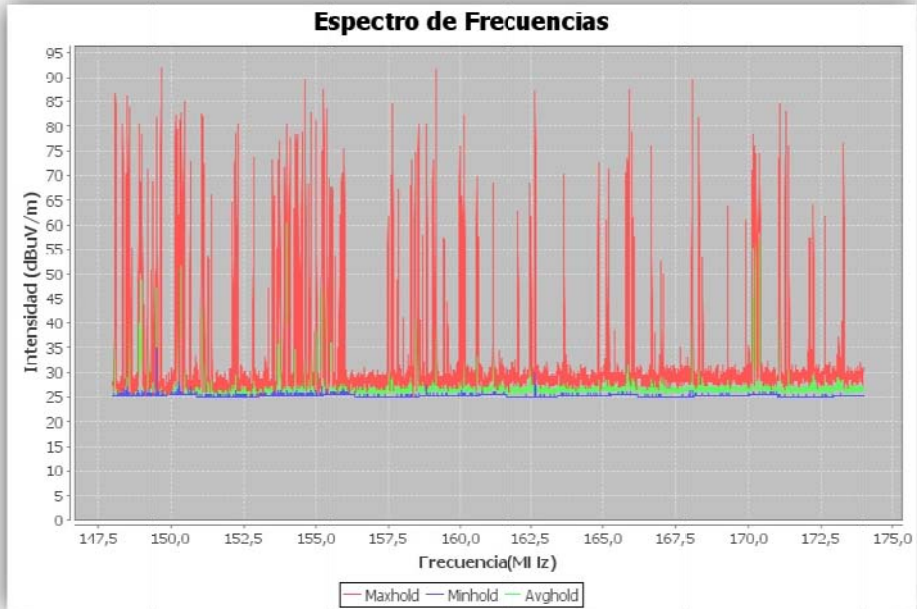


Figura 7.108. Espectro de frecuencias de Fijo-Móvil 148-174 MHz clasificado con OTSU, L=5. FM02_100531_0101.

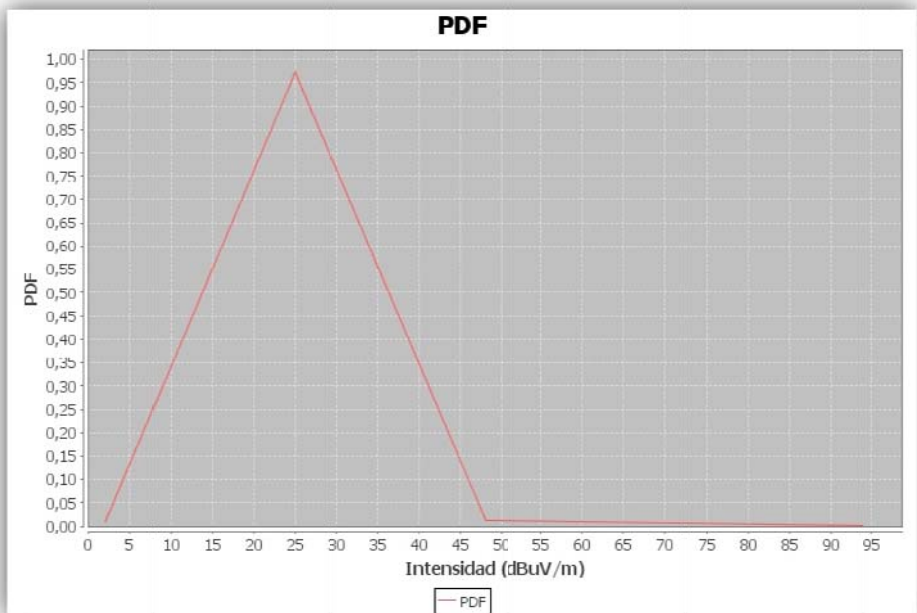


Figura 7.109. Función de Densidad de Probabilidad de las muestras del Monitoreo de Fijo-Móvil 148-174 MHz, L=5. FM02_100531_0101.

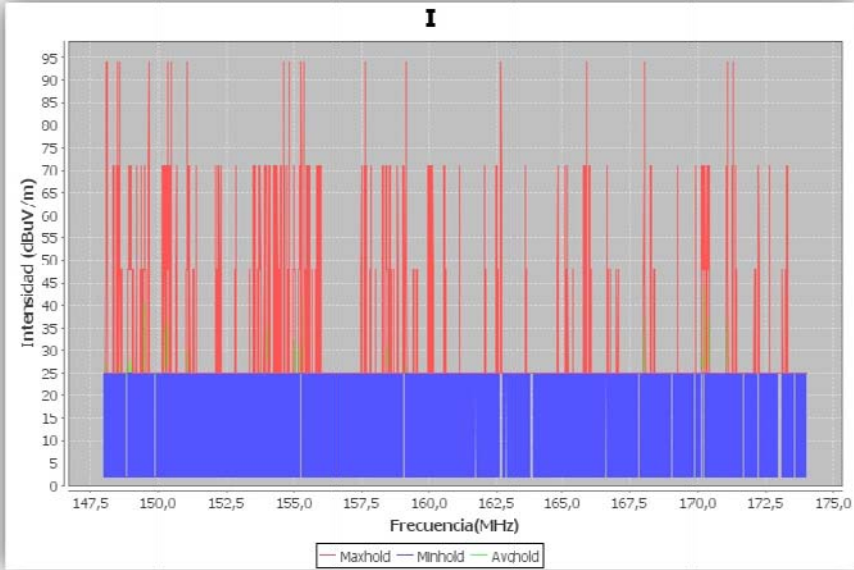


Figura 7.110. Imagen espectral de las muestras del Monitoreo de Fijo-Móvil 148-174 MHz, $L=5$. *FM02_100531_0101*.

Empleando el parámetro suavizar al 90% se obtuvieron las siguientes señales:

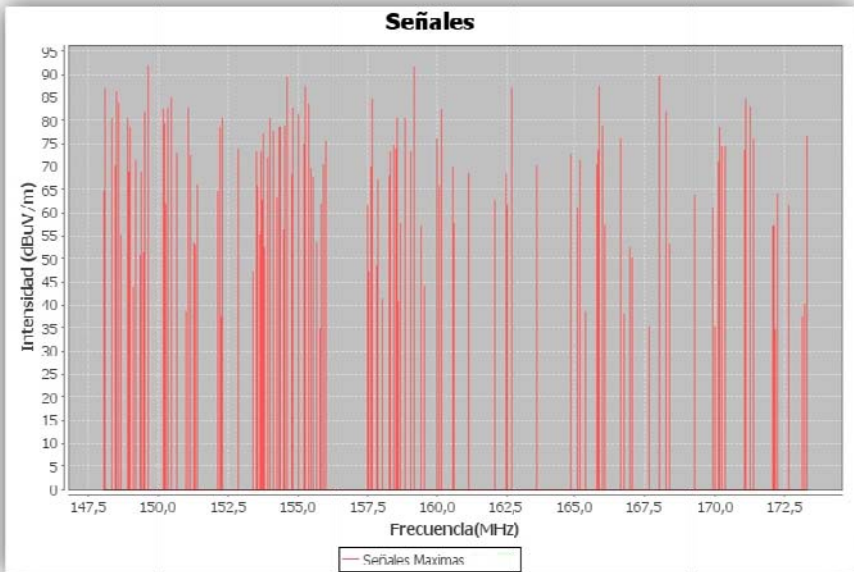


Figura 7.111. Señales identificadas del Monitoreo de Fijo-Móvil 148-174 MHz aplicando OTSU, $L=5$. *FM02_100531_0101*.

Frecuencia [MHz]	Valor [dBuV/m]
148.0645	64,7000000
148.0885	86,7000000
148.3365	80,2000000
148.4525	70,2000000
148.5005	86,2000000
148.5765	83,7000000
148.6525	55,2000000
148.9005	80,3000000
148.9365	68,8000000
148.9485	64,3000000
148.9725	64,8000000
149.0005	78,3000000
149.0885	43,8000000
149.2005	71,3000000
149.3365	50,8000000
149.3765	68,8000000
149.4765	51,3000000
149.5005	81,8000000
149.6525	91,8000000
150.1485	82,4000000
150.2125	79,4000000
150.2645	61,9000000
150.3125	81,4000000
150.3485	82,9000000
150.4525	84,9000000
150.6645	72,9000000
151.0005	38,5000000
151.0525	82,5000000
151.0765	82,0000000
151.1365	72,5000000
151.2765	53,5000000
151.3005	53,0000000
151.3885	66,0000000
152.1125	64,6000000
152.2125	78,6000000
152.2525	37,6000000
152.3005	80,6000000
152.8485	73,6000000
153.3645	47,2000000
153.5005	73,2000000
153.5645	65,7000000
153.6485	55,2000000
153.6885	73,2000000
153.7245	62,7000000
153.7485	77,2000000
153.7765	52,2000000
153.9005	71,7000000
153.9765	80,2000000
154.0005	76,2000000
154.1005	77,7000000
154.2525	63,3000000
154.3005	78,3000000
154.3765	78,3000000
154.4765	56,3000000
154.5245	78,8000000
154.6245	89,3000000
154.7525	68,3000000
154.8245	82,8000000
155.0005	81,3000000
155.2125	74,8000000
155.2645	87,4000000
155.3765	83,4000000
155.4645	69,4000000
155.5245	67,4000000
155.5605	67,9000000
155.6645	53,4000000
155.7725	34,9000000
155.8245	61,9000000
155.9005	70,4000000
155.9765	75,4000000
156.0005	50,4000000
157.5005	61,6000000
157.5245	47,1000000
157.6005	70,1000000
157.6525	84,6000000
157.8245	48,6000000
157.8525	67,1000000
158.0245	41,1000000
158.2765	68,1000000
158.3045	73,1000000
158.4245	74,6000000
158.5245	73,6000000
158.5525	80,6000000
158.6005	40,7000000
158.6885	57,7000000
158.8285	80,2000000
159.0525	73,2000000
159.1485	91,7000000
159.4245	57,2000000
159.5245	44,2000000
159.5485	40,2000000
159.9765	75,8000000
160.0525	65,8000000
160.1245	82,3000000
160.5645	69,8000000
160.6005	57,8000000
161.1285	68,4000000
162.0645	62,5000000
162.4765	68,5000000
162.5245	61,6000000
162.6485	87,1000000
163.6525	70,2000000
164.8485	72,8000000
165.1245	60,8000000
165.2005	71,3000000
165.4005	38,4000000
165.8005	70,4000000
165.8485	73,4000000
165.9005	87,4000000
166.0005	78,9000000
166.0245	61,4000000
166.0765	57,4000000
166.6765	76,0000000
166.8005	38,0000000
167.0005	52,5000000
167.0765	50,0000000
167.6765	35,1000000
168.0485	89,6000000
168.2765	81,7000000
168.4005	53,2000000
169.2725	63,8000000
169.9005	60,8000000
170.0045	35,3000000
170.1245	70,9000000
170.1525	78,4000000
170.1765	75,9000000
170.2245	70,9000000
170.2485	74,4000000
170.3525	74,4000000
170.3765	73,4000000
171.0525	73,5000000
171.0765	84,5000000
171.2765	83,0000000
171.3765	76,0000000
172.0765	57,1000000
172.1245	57,1000000
172.1525	34,6000000
172.2245	64,1000000
172.2525	49,1000000
172.6325	61,6000000
173.1125	37,2000000
173.2245	40,2000000
173.2765	76,7000000

Tabla 7.59. Señales identificadas del Monitoreo de Fijo-Móvil 148-174 MHz aplicando OTSU, L=5. FM02_100531_0101.

7.4.4 Clasificación mediante el Umbral recursivo utilizando el Algoritmo ROHT

La clasificación basada en el umbral recursivo es utilizada para detectar señales con un amplio rango de niveles de intensidad. Se propone el algoritmo ROHT (Recursive one-sided hypothesis testing algorithm) que realiza la clasificación de las mediciones del espectro basadas en el concepto de la prueba de la hipótesis unilateral. El algoritmo trabaja con varios niveles de significancia estadística. Este algoritmo asume que los datos de las mediciones siguen una distribución gaussiana y que se tiene el número suficiente de muestras, de tal manera que la media y la desviación estándar obtenidas de los datos son exactas. El algoritmo comienza asumiendo que el conjunto de mediciones contiene en su mayoría muestras de ruido. Un porcentaje de los datos de las mediciones (especificado por α - value sobre el costado derecho de la distribución gaussiana es definido como muestras de señales y el resto como muestras de ruido. La porción correspondiente a las muestras de señales es descartada y este proceso se repite iterativamente sobre las mediciones restantes sin clasificar. Como resultado, de cada iteración, la desviación estándar se reduce. El algoritmo iterativo se detiene cuando el cambio en la desviación estándar entre dos iteraciones consecutivas

llega a ser menor o igual que θ_k donde θ_k es un valor arbitrario positivo. En cada iteración las señales de mayor intensidad son descartadas, de este modo se reduce el efecto biasing sobre las señales débiles. A medida que el número de iteraciones incrementa, puede haber una mejora en la tasa de error pero a costa de incrementar la tasa de falsas alarmas.

Los parámetros que utiliza el algoritmo son el valor para θ_k y el correspondiente al nivel de confianza. El algoritmo se representa matemáticamente como sigue:

M muestras de la medición.

S señales dentro de *M*.

S_k subconjunto de *S* para la *k* – ésima iteración del algoritmo

Q ruido dentro de *M*.

Q_k superconjunto de *Q* para la *k* – ésima iteración del algoritmo,

Q_k podría contener señales

μ_k, σ_k media y desviación estandar de los elementos de Q_k

θ_k umbral de decisión para identificar el subconjunto de señales de la *k* – ésima iteración

Inicializar $S = \emptyset, S_0 = \emptyset, Q_0 = M, k = 0$

desde

$$\theta_{k+1} = z_{value} * \sigma_k + u_k$$

$$S_{k+1} = \{q_k | q_k \in Q_k, q_k \geq \theta_k\}$$

$$Q_{k+1} = Q_k - S_{k+1}$$

$$S = S \cup S_{k+1}$$

$$k = k + 1$$

hasta $(\sigma_{k-1} - \sigma_k) \leq \varepsilon$

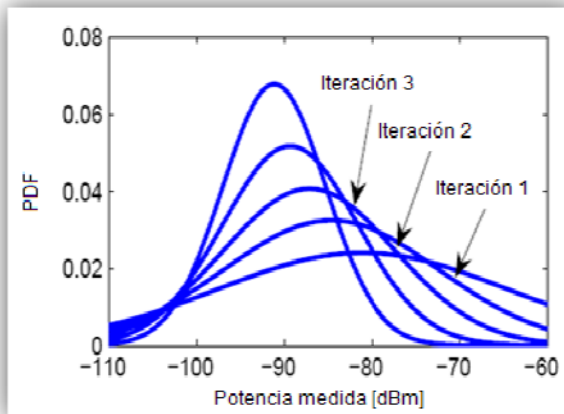


Figura 7.112. Distribución normal de las muestras de mediciones. Ilustración de cuatro iteraciones del algoritmo ROHT.

La figura muestra varias iteraciones del algoritmo demostrando como este extrae progresivamente señales dentro de una banda. Ajustando el intervalo de confianza, cambia la porción de la cola de la distribución que es considerada como señal.

Un inconveniente de este algoritmo es que no todas las distribuciones de los datos de las mediciones son gaussianas. El teorema del límite central es aplicable solamente cuando hay un gran número de muestras disponibles de tal forma que dicha distribución converja para una distribución gaussiana.

7.4.4.1 Aplicación del Algoritmo de Clasificación ROHT en monitores de Radiodifusión FM 88 – 108 MHz

Se aplica el algoritmo ROHT al conjunto de datos correspondientes al rastreo de frecuencias del rango de 88 MHz-108 MHz de Radiodifusión FM. Se establece IC=30%.

Método	IC	Umbral
ROHT	30	56.23396449872286

Tabla 7.60. Umbral de clasificación – ROHT con IC=30% para el Monitoreo de Radiodifusión FM. BCFM2_100609_0101.

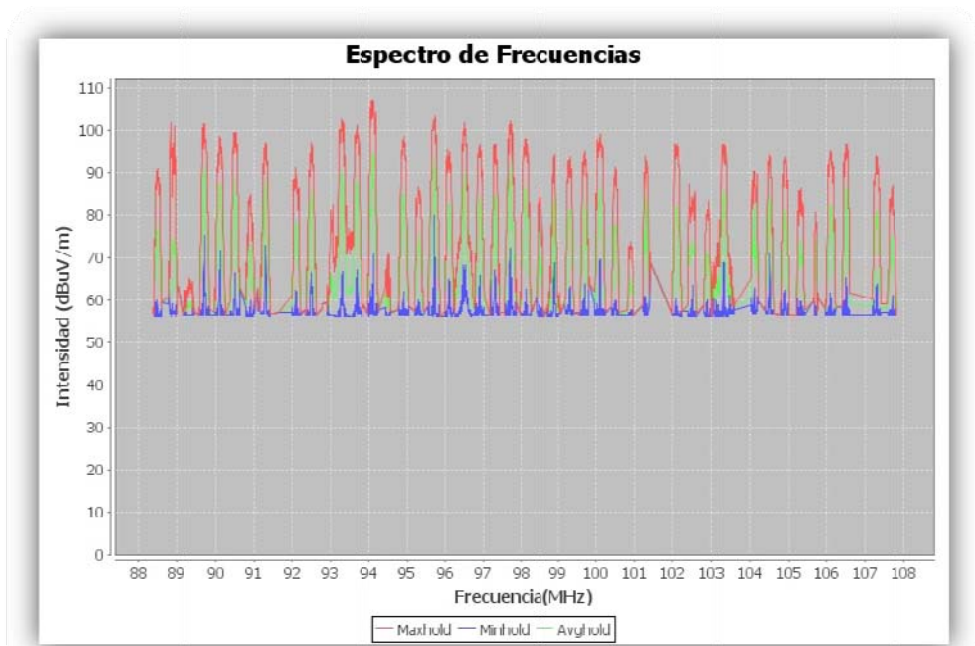


Figura 7.113. Espectro de frecuencias de Radiodifusión FM clasificado con ROHT, IC=30%. BCFM2_100609_0101.

Empleando el parámetro suavizar al 90% se obtuvieron las siguientes señales:

Frecuencia [MHz]	Valor [dBuV/m]
88.504	76,6760000
88.904	73,7660000
89.696	91,0010000
90.1	87,4760000
90.504	88,0860000
91.296	87,8460000
92.096	78,4660000
92.504	85,2860000

93.3	90,2910000
93.688	87,5010000
94.104	94,0810000
94.896	84,7810000
95.3	73,4910000
95.7	92,9410000
96.088	82,5210000
96.504	89,6410000
96.9	83,7460000
98.1	86,5260000

98.5	76,0760000
98.9	85,8510000
99.296	81,4710000
99.7	83,4560000
100.1	85,3760000
100.504	77,0360000
101.3	83,0610000
102.104	81,8810000
102.516	73,3610000
103.304	85,3410000

104.104	82,6010000
104.5	84,1710000
104.9	81,2660000
105.7	73,9560000
106.096	81,7660000
106.5	86,1910000
107.304	80,3910000
107.716	74,4960000

Tabla 7.61. Señales identificadas del Monitoreo de Radiodifusión FM aplicando ROHT, IC=30%. BCFM2_100609_0101.

7.4.4.2 Aplicación del Algoritmo de Clasificación ROHT en monitoreos de Radiodifusión AM 0.525 -1.705 MHz

Se aplica el algoritmo ROHT al conjunto de datos correspondientes al rastreo de frecuencias del rango de 0.525 MHz-1.705 MHz de Radiodifusión AM. Se establece IC=35%.

Método	IC	Umbral
ROHT	35	58.108536982318974

Tabla 7.62. Umbral de clasificación – ROHT con IC=35% para el Monitoreo de Radiodifusión AM. BCAM3_100604_0101.

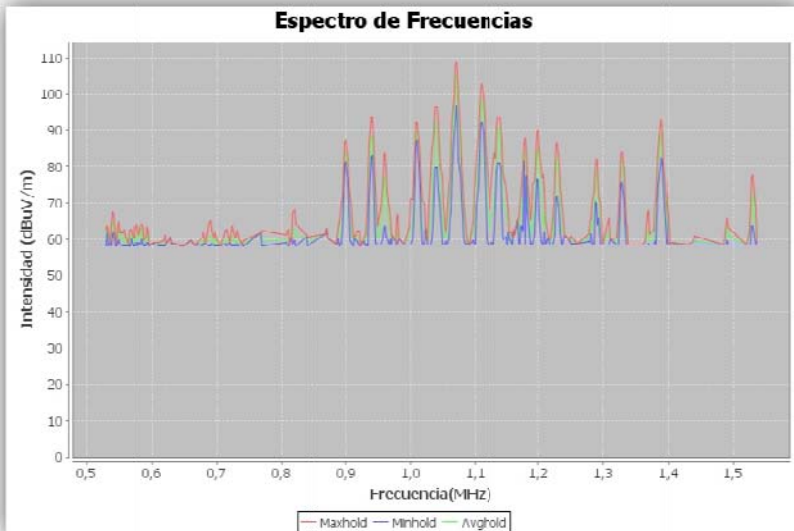


Figura 7.114. Espectro de frecuencias de Radiodifusión AM clasificado con ROHT, IC=35%. BCAM3_100604_0101.

Empleando el parámetro suavizar al 90% se obtuvieron las siguientes señales:

Frecuencia [MHz]	Valor [dBuV/m]
0.9	67,1885714
0.94	88,6600000
0.96	65,9600000
1.01	80,9171429
1.04	91,6885714
1.07	98,4600000
1.11	98,0742857

1.14	74,2314286
1.18	67,0314286
1.2	79,5742857
1.23	73,4171429
1.29	70,9885714
1.33	81,5028571
1.39	72,3600000
1.53	72,6171429

Tabla 7.63. Señales identificadas del Monitoreo de Radiodifusión AM aplicando ROHT, IC=35%. BCAM3_100604_0101.

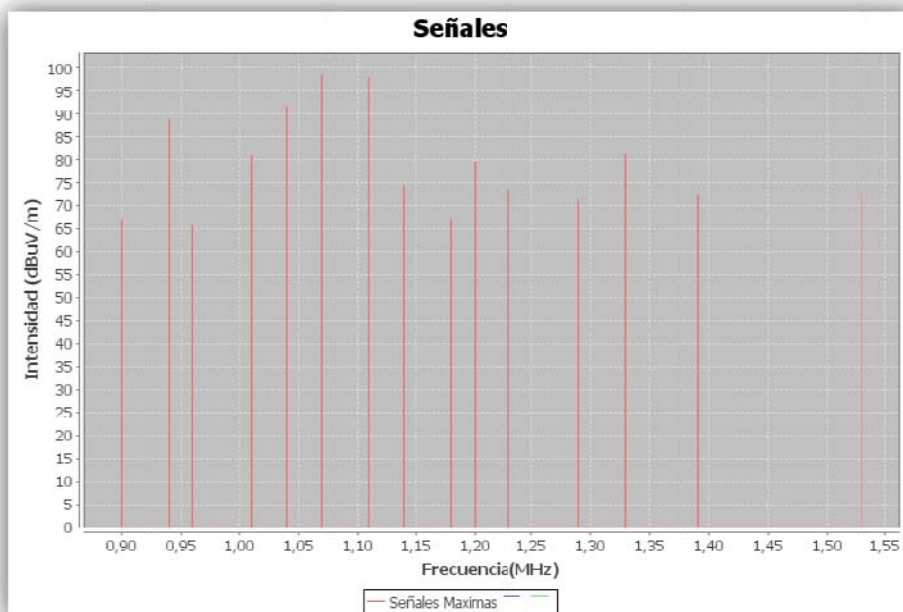


Figura 7.115. Señales identificadas del Monitoreo de Radiodifusión AM aplicando ROHT, IC=35%. BCAM3_100604_0101.

7.4.4.3 Aplicación del Algoritmo de Clasificación ROHT en monitores de Radiodifusión OC de 7.3 MHz – 7.4 MHz

Se aplica el algoritmo ROHT al conjunto de datos correspondientes al rastreo de frecuencias del rango de 7.3 MHz-7.4 MHz de Radiodifusión OC. Se establece IC=10%.

Método	IC	Umbral
ROHT	10	13.163862044257032

Tabla 7.64. Umbral de clasificación – ROHT con IC=10% para el Monitoreo de Radiodifusión OC. BCOC_100610_0101

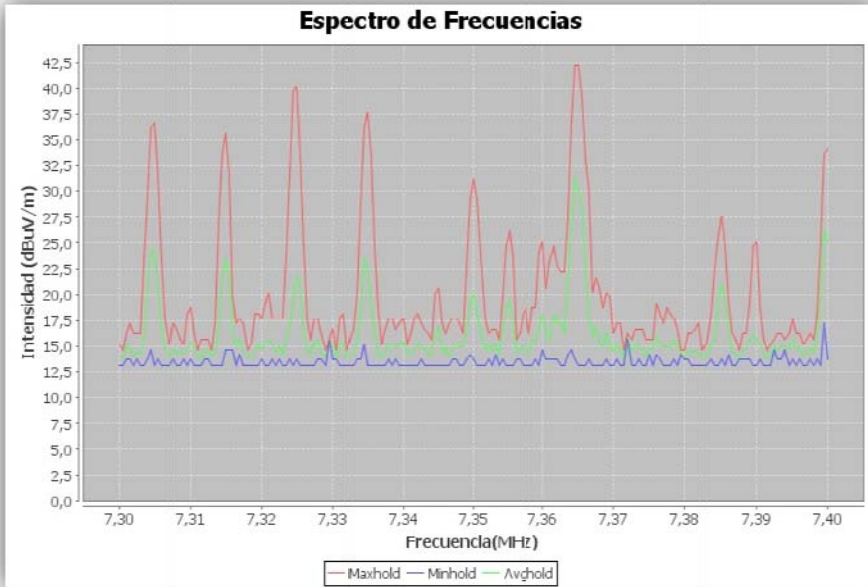


Figura 7.116. Espectro de frecuencias de Radiodifusión OC clasificado con ROHT, IC=10%. BCOC_100610_0101.

Se encontraron las siguientes señales con el parámetro suavizar al 90%:

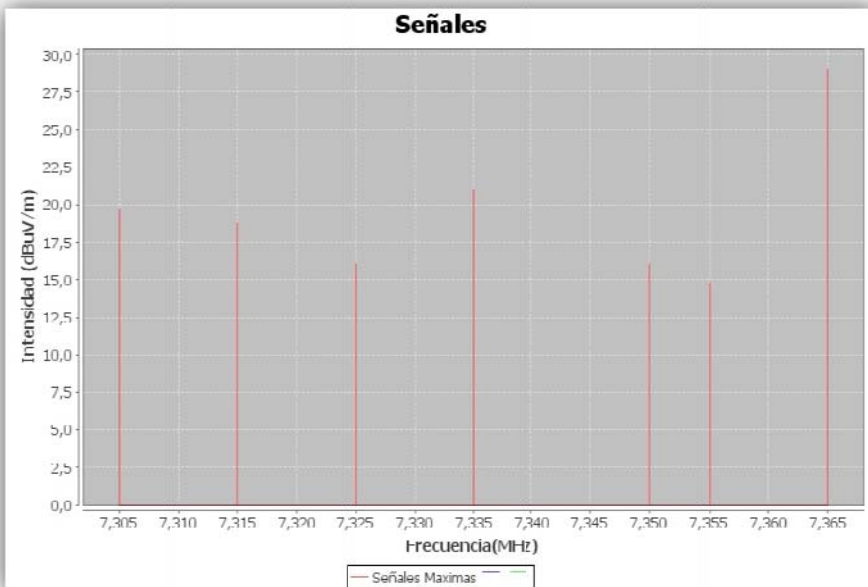


Figura 7.117. Señales identificadas del Monitoreo de Radiodifusión OC aplicando ROHT, IC=10%. BCOC_100610_0101.

Frecuencia [MHz]	Valor [dBuV/m]
7.305	19,7000000
7.315	18,7714286
7.3245	16,0333333
7.335	20,9857143
7.35	16,0095238
7.355	14,7952381
7.365	28,9857143

Tabla 7.65. Señales identificadas del Monitoreo de Radiodifusión OC aplicando ROHT, IC=10%. BCOC_100610_0101.

7.4.4.4 Aplicación del Algoritmo de Clasificación ROHT en monitoreos de Televisión VHF Banda I 54-72 MHz

Se aplica el algoritmo ROHT al conjunto de datos correspondientes al rastreo de frecuencias del rango de 54 MHz-72 MHz de Televisión VHF Banda I. Se establece IC=5%.

Método	IC	Umbral
ROHT	5	45.952480362875775

Tabla 7.66. Umbral de clasificación – ROHT con IC=5% para el Monitoreo de Televisión VHF Banda I 54-72 MHz. TV1_100527_0101.

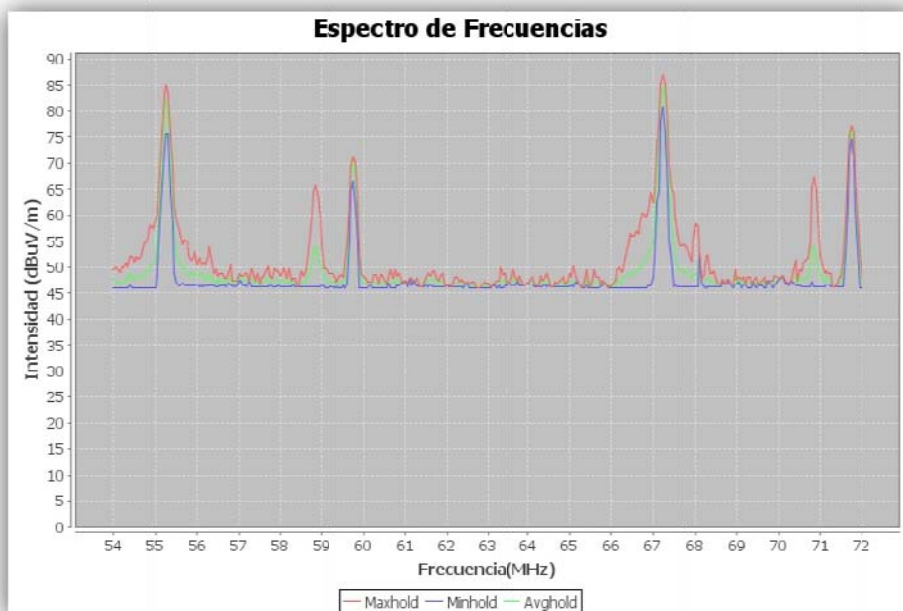


Figura 7.118. Espectro de frecuencias de Televisión VHF Banda I 54-72 MHz clasificado con ROHT, IC=5%. TV1_100527_0101.

Empleando el parámetro suavizar al 90% se obtiene:

Frecuencia [MHz]	Valor [dBuV/m]
55.25	82,0208333
59.75	70,0791667
67.25	84,6916667
71.75	76,1895833

Tabla 7.67. Señales identificadas del Monitoreo de Televisión VHF Banda I 54-72 MHz aplicando ROHT, IC=5%. TV1_100527_0101.

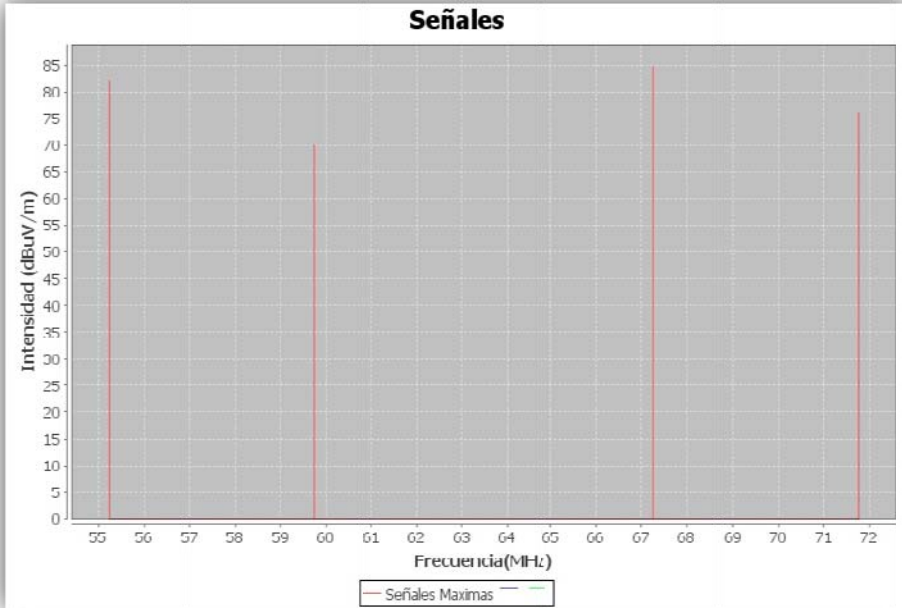


Figura 7.119. Señales identificadas del Monitoreo de Televisión VHF Banda I 54-72 MHz aplicando ROHT, IC=5%. TV1_100527_0101.

7.4.4.5 Aplicación del Algoritmo de Clasificación ROHT en monitoreos de Televisión VHF Banda I 76-88 MHz

Se aplica el algoritmo ROHT al conjunto de datos correspondientes al rastreo de frecuencias del rango de 76 MHz-88 MHz de Televisión VHF Banda I. Se establece IC=5%.

Método	IC	Umbral
ROHT	5	45.518447480157924

Tabla 7.68. Umbral de clasificación – ROHT con IC=5% para el Monitoreo de Televisión VHF Banda I 76-82 MHz. TV1_1_100607_0101.

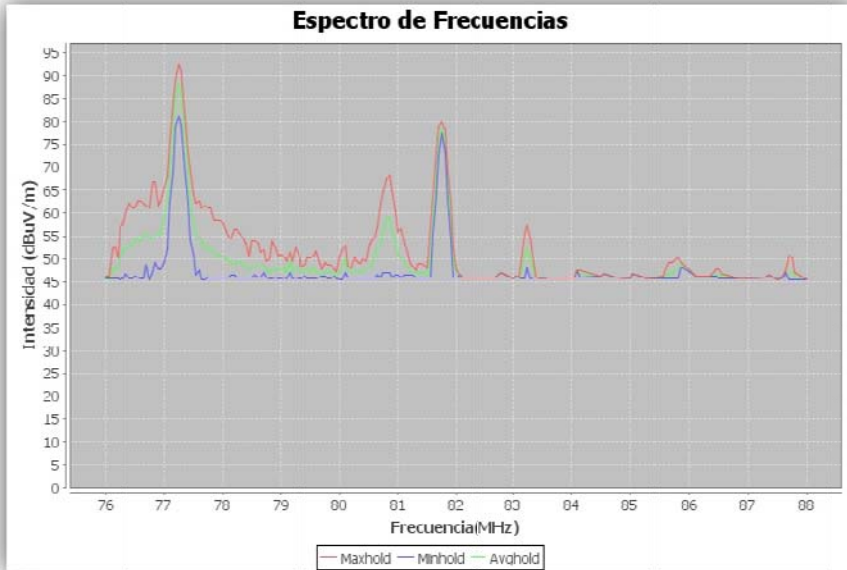


Figura 7.120. Espectro de frecuencias de Televisión VHF Banda I 76-82 MHz clasificado con ROHT, IC=5%. TV1_1_100607_0101.

Empleando el parámetro suavizar al 90% se obtuvieron las siguientes señales:

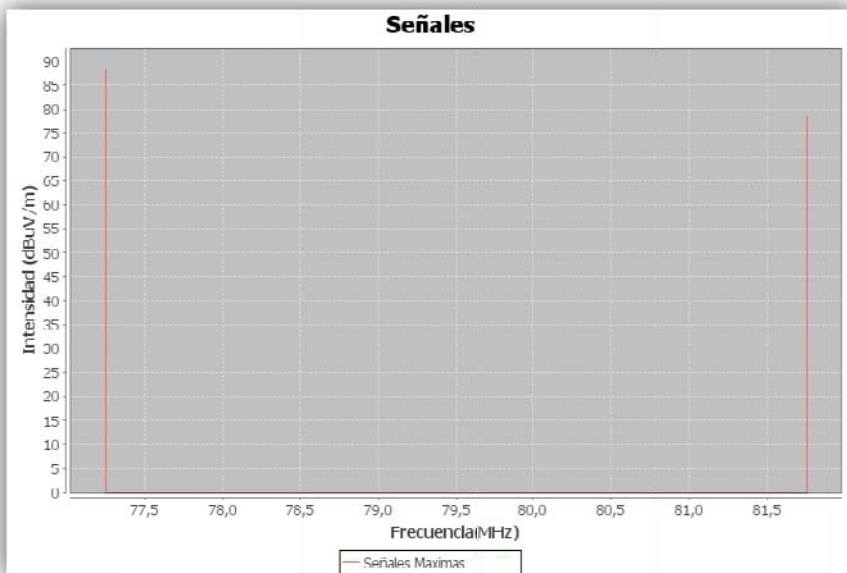


Figura 7.121. Señales identificadas del Monitoreo de Televisión VHF Banda I 76-82 MHz aplicando ROHT, IC=5%. TV1_1_100607_0101.

Frecuencia [MHz]	Valor [dBuV/m]
77.25	88,3475000
81.75	78,4725000

Tabla 7.69. Señales identificadas del Monitoreo de Televisión VHF Banda I 76-82 MHz aplicando ROHT, IC=5%. TV1_1_100607_0101.

7.4.4.6 Aplicación del Algoritmo de Clasificación ROHT en monitoreos de Televisión VHF Banda III 174-216 MHz

Se aplica el algoritmo ROHT al conjunto de datos correspondientes al rastreo de frecuencias del rango de 174 MHz-216 MHz de Televisión VHF Banda III. Se establece IC=5%.

Método	IC	Umbral
ROHT	5	50.0637248619981

Tabla 7.70. Umbral de clasificación – ROHT con IC=5% para el Monitoreo de Televisión VHF Banda III 174-216 MHz. TV1_100528_0103.

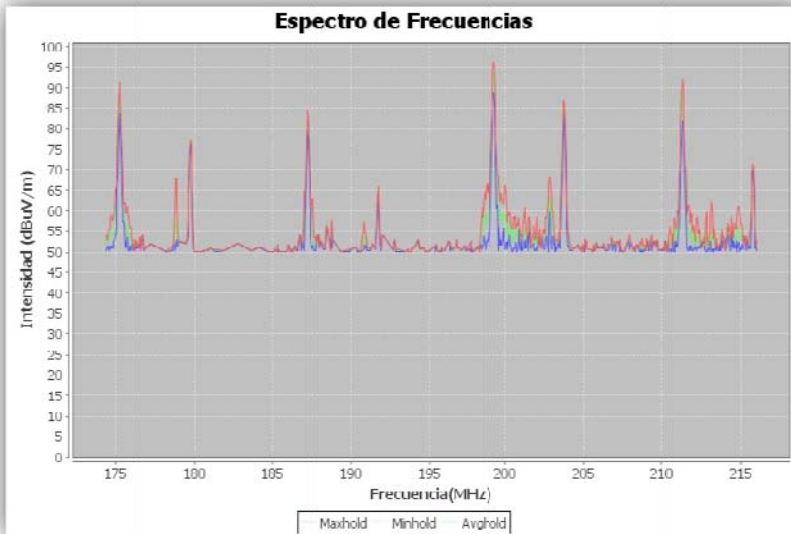


Figura 7.122. Espectro de frecuencias de Televisión VHF Banda III 174-216 MHz clasificado con ROHT, IC=5%. TV1_100528_0103.

Empleando el parámetro suavizar al 90% se obtuvieron las siguientes señales:

Frecuencia [MHz]	Valor [dBuV/m]
175.25	87,2285714
179.75	76,6142857
187.25	82,0571429
191.75	65,1714286
199.25	93,7142857

203.75	85,9857143
211.25	88,8857143
215.75	70,4571429

Tabla 7.71. Señales identificadas del Monitoreo de Televisión VHF Banda III 174-216 MHz aplicando ROHT, IC=5%. TV1_100528_0103.

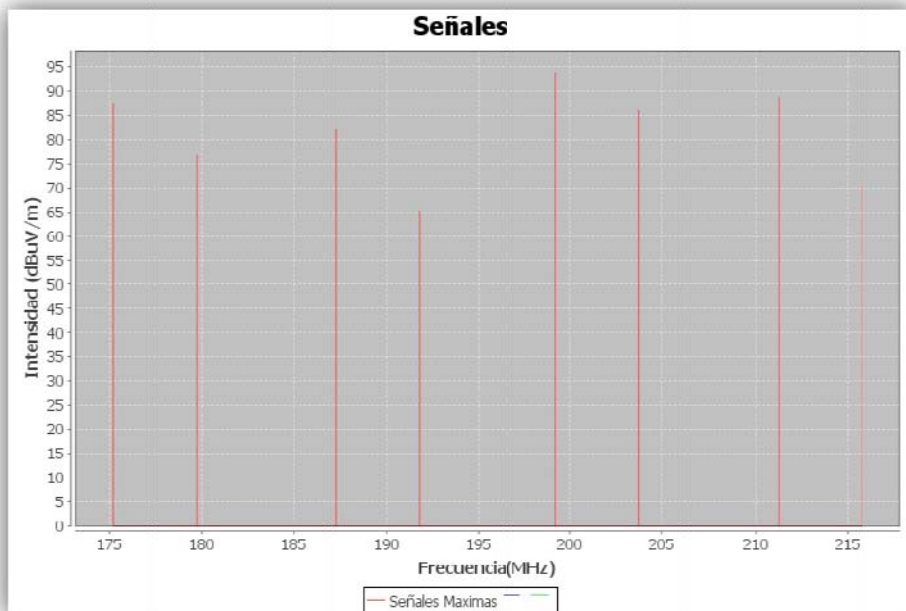


Figura 7.123. Señales identificadas del Monitoreo de Televisión VHF Banda III 174-216 MHz aplicando ROHT, IC=5%. TV1_100528_0103.

7.4.4.7 Aplicación del Algoritmo de Clasificación ROHT en monitoreos de Televisión UHF Banda IV 500-608 MHz

Se aplica el algoritmo ROHT al conjunto de datos correspondientes al rastreo de frecuencias del rango de 500 MHz-608 MHz de Televisión UHF Banda IV. Se establece IC=5%.

Método	IC	Umbral
ROHT	5	64.86406242946336

Tabla 7.72. Umbral de clasificación – ROHT con IC=5% para el Monitoreo de Televisión UHF Banda IV 500-608 MHz TV1_100528_0104.

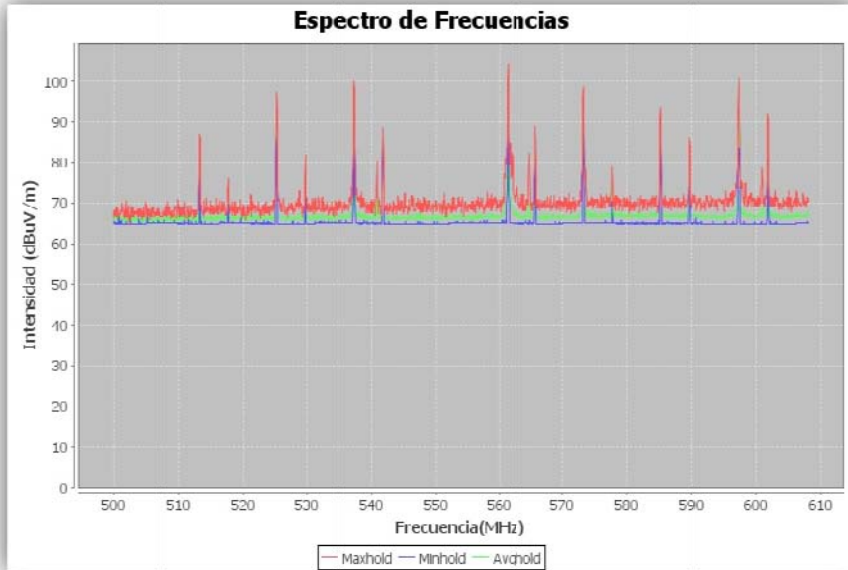


Figura 7.124. Espectro de frecuencias de Televisión UHF Banda IV 500-608 MHz clasificado con ROHT, IC=5%. TV1_100528_0104.

Empleando el parámetro suavizar al 90% se obtuvieron las siguientes señales:

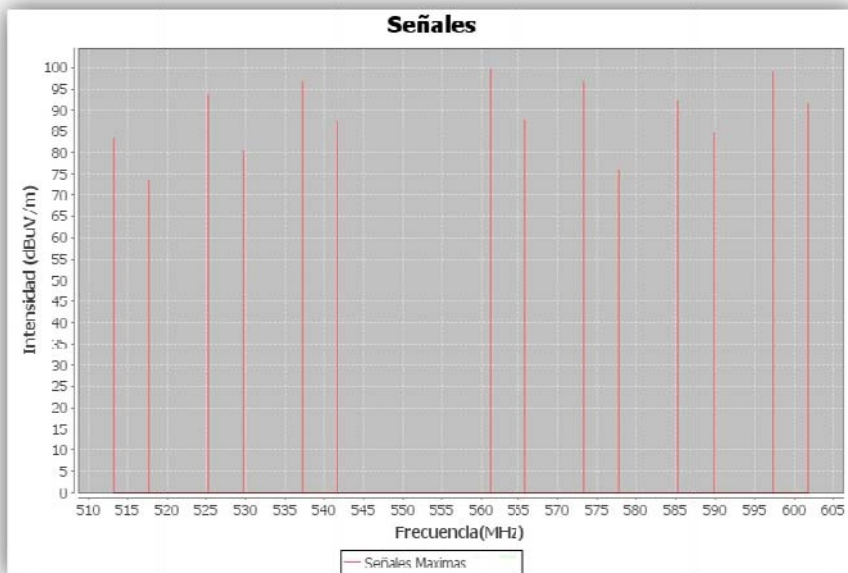


Figura 7.125. Señales identificadas del Monitoreo de Televisión UHF Banda IV 500-608 MHz aplicando ROHT, IC=5%. TV1_100528_0104.

Frecuencia [MHz]	Valor [dBuV/m]
513.25	83,3900000
517.75	73,3900000
525.25	93,5500000
529.75	80,5700000
537.25	96,7700000
541.75	87,4800000
561.25	99,6600000
565.75	87,8600000

573.25	96,5100000
577.75	75,8900000
585.25	92,1200000
589.75	84,4100000
597.25	98,9800000
601.75	91,3800000

Tabla 7.73. Señales identificadas del Monitoreo de Televisión UHF Banda IV 500-608 MHz aplicando ROHT, IC=5%. TV1_100528_0104.

7.4.4.8 Aplicación del Algoritmo de Clasificación ROHT en monitoreos de Televisión UHF Banda V 644-686 MHz

Se aplica el algoritmo ROHT al conjunto de datos correspondientes al rastreo de frecuencias del rango de 644 MHz-686 MHz de Televisión UHF Banda V. Se establece IC=5%.

Método	IC	Umbral
ROHT	5	57.2856524773653

Tabla 7.74. Umbral de clasificación – ROHT con IC=5% para el Monitoreo de Televisión UHF Banda V 644-686 MHz. TV_4_100607_0101.

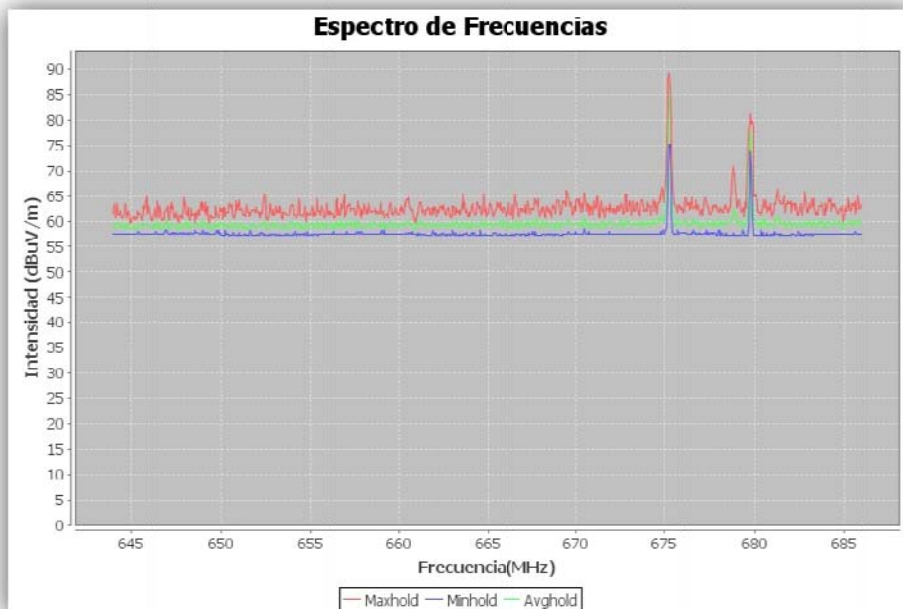


Figura 7.126. Espectro de frecuencias de Televisión UHF Banda V 644-686 MHz clasificado con ROHT, IC=5%. TV_4_100607_0101.

Empleando el parámetro suavizar al 80% se obtuvieron las siguientes señales:

Frecuencia [MHz]	Valor [dBuV/m]
675.25	84,8102564
679.75	77,6410256

Tabla 7.75. Señales identificadas del Monitoreo de Televisión UHF Banda V 644-686 MHz aplicando ROHT, IC=5%. TV_4_100607_0101.

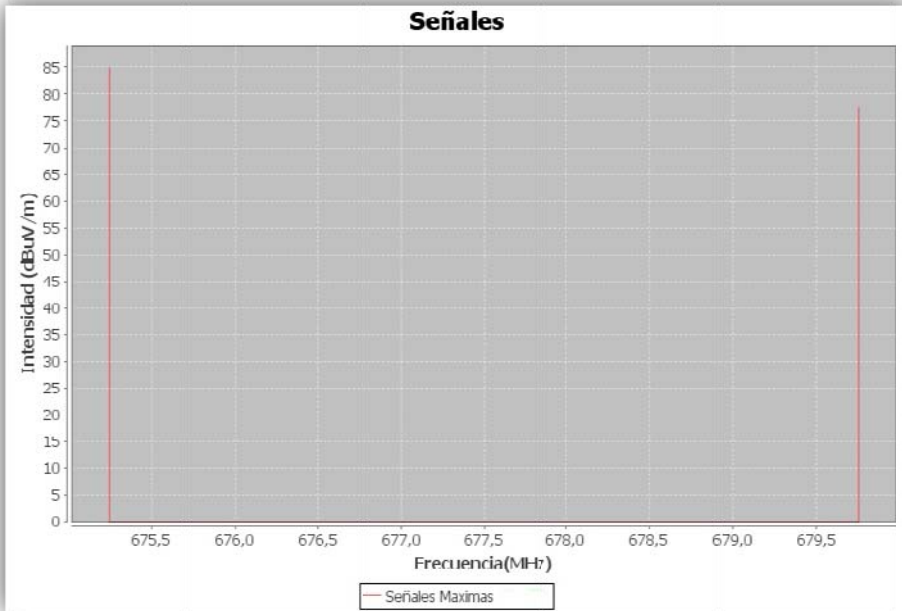


Figura 7.127. Señales identificadas del Monitoreo de Televisión UHF Banda V 644-686 MHz aplicando ROHT, IC=5%. TV_4_100607_0101.

7.4.4.9 Aplicación del Algoritmo de Clasificación ROHT en Radiocomunicaciones Fijo-Móvil 138-144 MHz

Se aplica el algoritmo ROHT al conjunto de datos correspondientes al rastreo de frecuencias del rango de 138 MHz-144 MHz de Radiocomunicaciones Fijo-Móvil. Se establece IC=70%.

Método	IC	Umbral
ROHT	70	21.439448496052414

Tabla 7.76. Umbral de clasificación – ROHT con IC=70% para el Monitoreo de Fijo-Móvil 138-144 MHz. FM01_100531_0102.

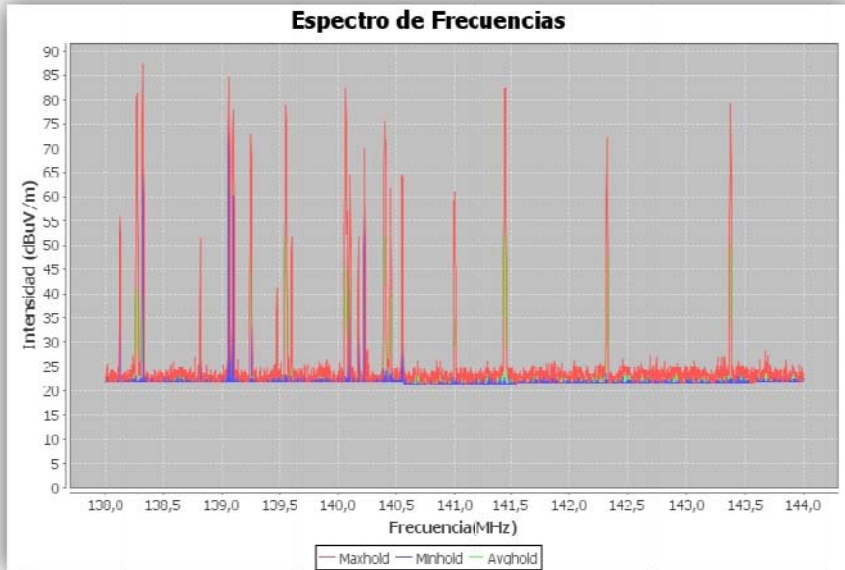


Figura 7.128. Espectro de Frecuencias de Fijo-Móvil 138-144 MHz clasificado con ROHT, IC=70%. FM01_100531_0102.

Empleando el parámetro suavizar al 90% se obtuvieron las siguientes señales:

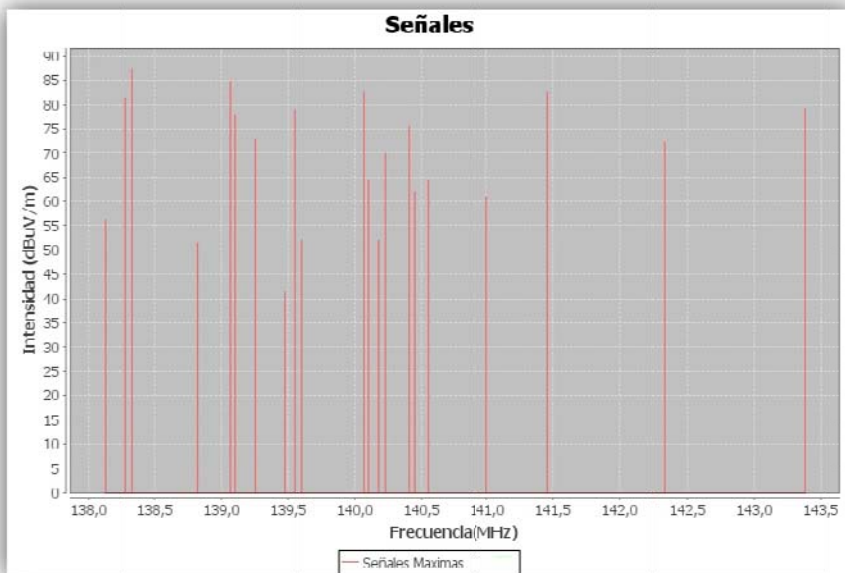


Figura 7.129. Señales Identificadas del Monitoreo de Fijo-Móvil 138-144 MHz aplicando ROHT, IC=70%. FM01_100531_0102.

Frecuencia [MHz]	Valor [dBuV/m]
138.1265	56,3000000
138.2745	81,3000000
138.3245	87,3000000
138.8185	51,3000000
139.0625	84,8000000
139.1005	77,8000000
139.2505	72,8000000
139.4745	41,4000000
139.5505	78,9000000
139.6005	51,9000000

140.0625	82,4000000
140.1005	64,4000000
140.1745	51,9000000
140.2245	69,9000000
140.4005	75,4000000
140.4485	61,9000000
140.5485	64,4000000
141.0005	61,0000000
141.4505	82,5000000
142.3245	72,1000000
143.3745	79,2000000

Tabla 7.77. Señales Identificadas del Monitoreo de Fijo-Móvil 138-144 MHz aplicando ROHT, IC=70%. FM01_100531_0102.

7.4.4.10 Aplicación del Algoritmo de Clasificación ROHT en la banda de Aficionados 144-148 MHz

Se aplica el algoritmo ROHT al conjunto de datos correspondientes al rastreo de frecuencias del rango de 144 MHz-148 MHz de la banda de Aficionados. Se establece IC=80%.

Método	IC	Umbral
ROHT	80	21.83628934623465

Tabla 7.78. Umbral de Clasificación – ROHT con IC=80% para el Monitoreo de Aficionados 144-148 MHz. AF1_100607_0101.

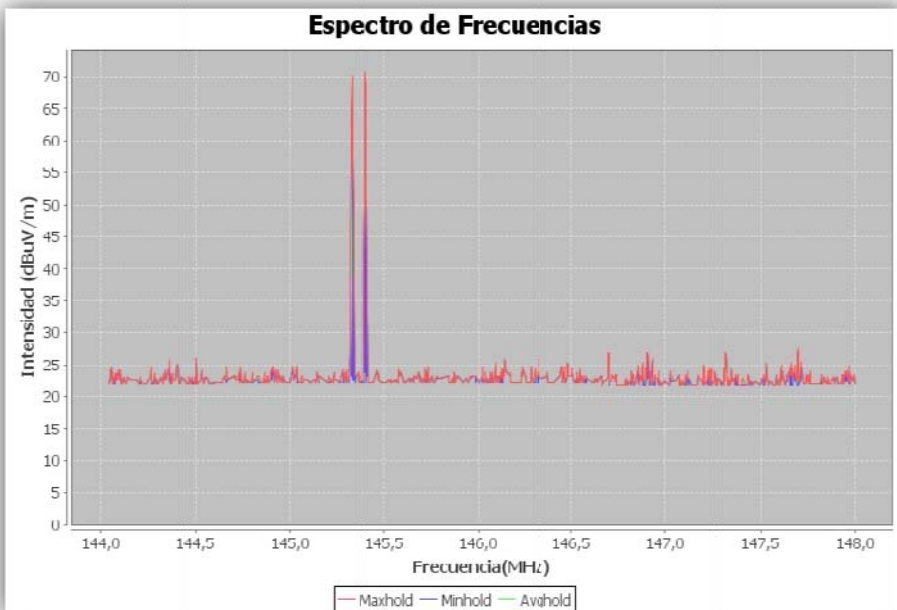


Figura 7.130. Espectro de Frecuencias de Aficionados 144-148 MHz clasificado con ROHT, IC=80%. AF1_100607_0101.

Empleando el parámetro suavizar al 95% se obtuvieron las siguientes señales:

Fecha (YYY-MM-DD)	Hora (HH:MM:SS)	Frecuencia [MHz]	Valor [dBuV/m]
2010-06-07	09:56:26.883	145.3305	70,2000000
2010-06-07	09:59:26.841	145.3305	69,7000000
2010-06-07	10:06:26.084	145.3305	69,7000000
2010-06-07	10:06:26.084	145.3985	70,7000000

Tabla 7.79. Señales Encontradas del Monitoreo de Aficionados 144-148 MHz aplicando ROHT, IC=80%. (Modo: Registrar todas las señales) AF1_100607_0101.

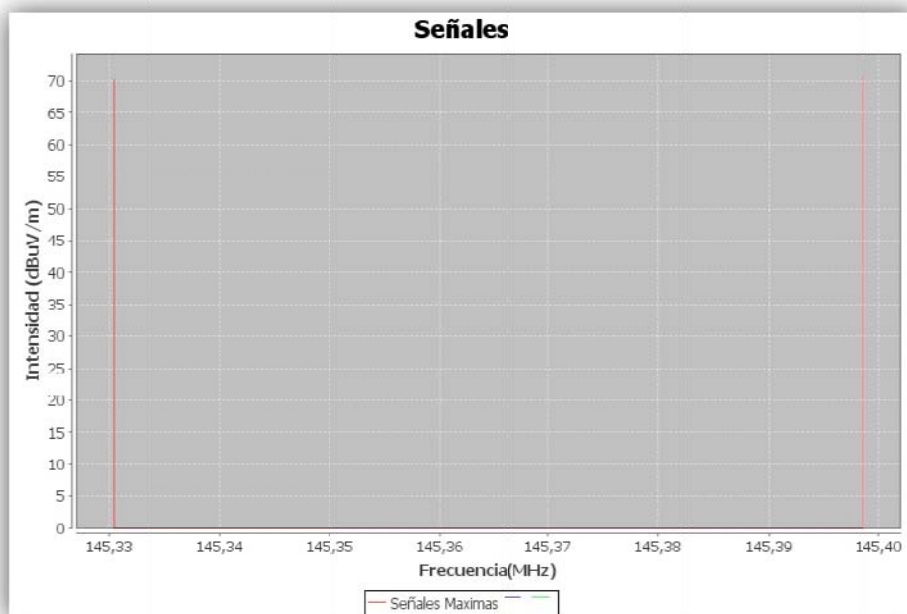


Figura 7.131. Señales Identificadas del Monitoreo de Fijo-Móvil Aficionados 144-148 MHz aplicando ROHT, IC=80%. (gráfico de las señales máximas de la tabla anterior) AF1_100607_0101.

7.4.4.11 Aplicación del Algoritmo de Clasificación ROHT en Radiocomunicaciones Fijo-Móvil 148-174 MHz

Se aplica el algoritmo ROHT al conjunto de datos correspondientes al rastreo de frecuencias del rango de 148 MHz-174 MHz de Radiocomunicaciones Fijo-Móvil. Se establece IC=90%.

Método	IC	Umbral
ROHT	90	33.26896654016454

Tabla 7.80. Umbral de Clasificación – ROHT con IC=90% para el Monitoreo de Fijo-Móvil 148-174 MHz. FM02_100531_0101.

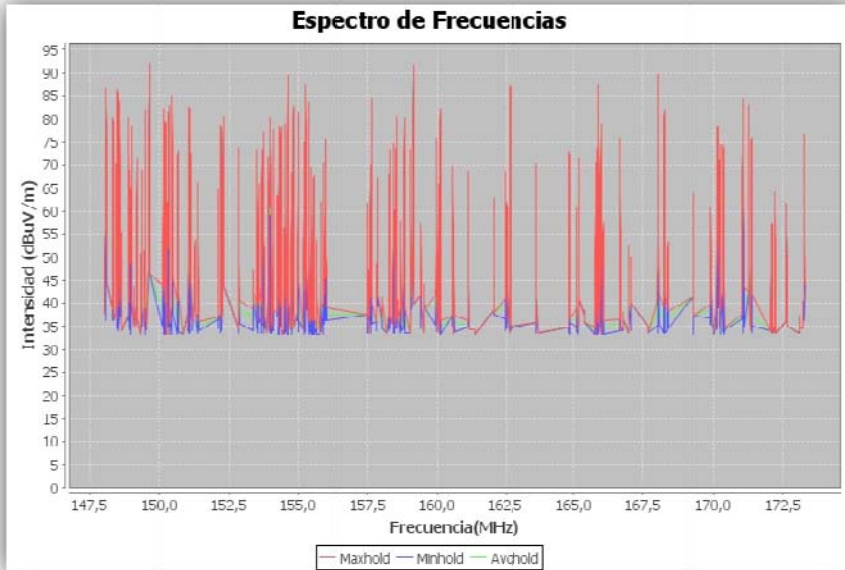


Figura 7.132. Espectro de Frecuencias de Fijo-Móvil 148-174 MHz clasificado con ROHT, IC=90%. FM02_100531_0101.

Empleando el parámetro suavizar al 90% se obtuvieron las siguientes señales:

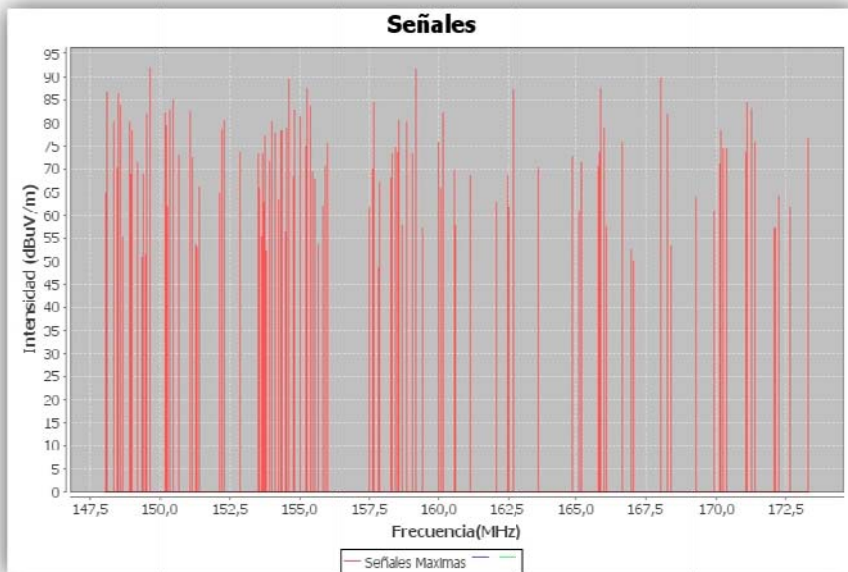


Figura 7.133. Señales Identificadas del Monitoreo de Fijo-Móvil 148-174 MHz aplicando ROHT, IC=90%. FM02_100531_0101.

Frecuencia [MHz]	Valor [dBuV/m]				
148.0645	64,7000000	152.2125	78,6000000	157.5005	61,6000000
148.0885	86,7000000	152.3005	80,6000000	157.6005	70,1000000
148.3365	80,2000000	152.8485	73,6000000	157.6525	84,6000000
148.4525	70,2000000	153.5005	73,2000000	157.8245	48,6000000
148.5005	86,2000000	153.5645	65,7000000	157.8525	67,1000000
148.5765	83,7000000	153.6485	55,2000000	158.2765	68,1000000
148.6525	55,2000000	153.6885	73,2000000	158.3045	73,1000000
148.9005	80,3000000	153.7245	62,7000000	158.4245	74,6000000
148.9365	68,8000000	153.7485	77,2000000	158.5245	73,6000000
148.9485	64,3000000	153.7765	52,2000000	158.5525	80,6000000
148.9725	64,8000000	153.9005	71,7000000	158.6885	57,7000000
149.0005	78,3000000	153.9765	80,2000000	158.8285	80,2000000
149.2005	71,3000000	154.0005	76,2000000	159.0525	73,2000000
149.3365	50,8000000	154.1005	77,7000000	159.1485	91,7000000
149.3765	68,8000000	154.2525	63,3000000	159.4245	57,2000000
149.4765	51,3000000	154.3005	78,3000000	159.9765	75,8000000
149.5005	81,8000000	154.3765	78,3000000	160.0525	65,8000000
149.6525	91,8000000	154.4765	56,3000000	160.1245	82,3000000
150.1485	82,4000000	154.5245	78,8000000	160.5645	69,8000000
150.2125	79,4000000	154.6245	89,3000000	160.6005	57,8000000
150.2645	61,9000000	154.7525	68,3000000	161.1285	68,4000000
150.3125	81,4000000	154.8245	82,8000000	162.0645	62,5000000
150.3485	82,9000000	155.0005	81,3000000	162.4765	68,5000000
150.4525	84,9000000	155.2125	74,8000000	162.5245	61,6000000
150.6645	72,9000000	155.2645	87,4000000	162.6485	87,1000000
151.0525	82,5000000	155.3765	83,4000000	163.6525	70,2000000
151.0765	82,0000000	155.4645	69,4000000	164.8485	72,8000000
151.1365	72,5000000	155.5245	67,4000000	165.1245	60,8000000
151.2765	53,5000000	155.5605	67,9000000	165.2005	71,3000000
151.3005	53,0000000	155.6645	53,4000000	165.8005	70,4000000
151.3885	66,0000000	155.8245	61,9000000	165.8485	73,4000000
152.1125	64,6000000	155.9005	70,4000000	165.9005	87,4000000
		155.9765	75,4000000	166.0005	78,9000000
		156.0005	50,4000000	166.0245	61,4000000
				166.0765	57,4000000
				166.6765	76,0000000
				167.0005	52,5000000
				167.0765	50,0000000
				168.0485	89,6000000
				168.2765	81,7000000
				168.4005	53,2000000
				169.2725	63,8000000
				169.9005	60,8000000
				170.1245	70,9000000
				170.1525	78,4000000
				170.1765	75,9000000
				170.2245	70,9000000
				170.2485	74,4000000
				170.3525	74,4000000
				170.3765	73,4000000
				171.0525	73,5000000
				171.0765	84,5000000
				171.2765	83,0000000
				171.3765	76,0000000
				172.0765	57,1000000
				172.1245	57,1000000
				172.2245	64,1000000
				172.2525	49,1000000
				172.6325	61,6000000
				173.2765	76,7000000

Tabla 7.81. Señales identificadas del Monitoreo de Fijo-Móvil 148-174 MHz aplicando ROHT, IC=90%. FM02_100531_0101.

7.4.5 Clasificación mediante el Umbral adaptativo utilizando el concepto de Ventana deslizante.

Un umbral global puede no ser óptimo para un conjunto de mediciones, específicamente cuando las estadísticas de la señal y el ruido varían dentro del conjunto de datos de una misma medición. En este caso, la clasificación debe realizarse usando valores de umbrales locales que varíen sobre el conjunto de mediciones como una función de los valores de las muestras $M(f_i, t_j)$ y las estadísticas locales de los datos. El umbral global es representado como $T = C\{M\}$, y el umbral local es $T(f_i, t_j) = C\{M_{F,T}, S(M_{F,T})\}$ donde C representa un algoritmo que estima el umbral local $T(f_i, t_j)$ como una función de las muestras de medición contenidas en $M_{F,T}$ y algunas estadísticas locales $S(M_{F,T})$. En este caso, una porción de las mediciones de la matriz M se divide dentro de submatrices disjuntas, denotadas como $M_{F,T}$ y el umbral se calcula independientemente para cada subconjunto de muestras. Para aplicar la ventana deslizante la matriz M se divide en submatrices. Este enfoque de la ventana deslizante ofrece las siguientes ventajas:

- Reducir el efecto biasing
- Reducir la presencia de señales fantasma y ruido fantasma.

La ventana deslizante se mueve a lo largo de los datos y extrae una submatriz $M_{F,T}$ de los datos de M . El umbral local calculado es usado para clasificar las muestras de las mediciones dentro de la submatriz $M_{F,T}$. De esta manera tanto el efecto biasing y la presencia de cantidades de muestras fantasma se reduce.

Existen tres tipos de ventanas que pueden ser definidos como se muestra en la Figura 7.134:

1. Una franja de ancho w_t que se desliza a través del tiempo a lo largo de la duración de la medición.
2. Una franja de ancho w_f que se desliza a través del rango de frecuencias.
3. Una ventana deslizante de dimensiones $w_f \times w_t$: Aquí F y T son subrangos del rango de frecuencias y del rango de tiempo respectivamente.

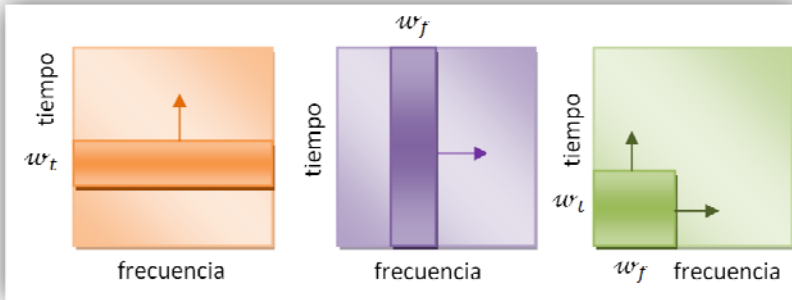


Figura 7.134. Tipos de ventana deslizante.

7.4.5.1 Ventana deslizante a través del tiempo

Para el monitoreo Fijo-Móvil de 138-144 con una duración aproximada de 2 horas se empleará una ventana deslizante a través del tiempo para capturar las señales que operaron en los primeros minutos.

Monitoreo de Fijo-Móvil 138-144MHz: FM03_100531_0102	
Fecha Inicial	2010-05-31
Hora Inicio	09:22:52.548
Fecha Final	2010-06-07
Hora Fin	11:14:52.834
Resolución de Muestreo [s]	59,4716
Frecuencia Inicial [MHz]	138.0005
Frecuencia Final [MHz]	143.9985
Paso de Frecuencia [MHz]	,0020

Tabla 7.82. Monitoreo de Fijo-Móvil 138-144MHz. FM03_100531_0102.

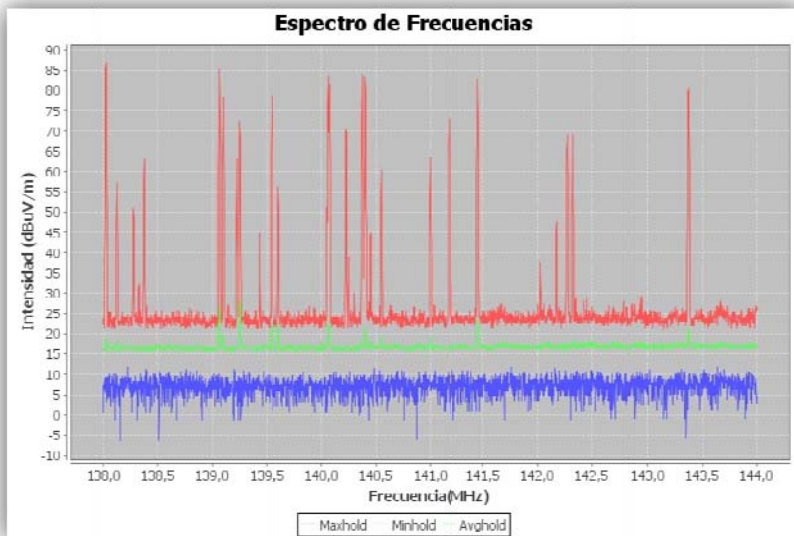


Figura 7.135. Espectro de frecuencias de Fijo-Móvil 138-144MHz. FM03_100531_0102

Método	P	Umbral
CDF	80%	18.992088607594937

Tabla 7.83. Umbral de clasificación – CDF con $p=0.5$ para el Monitoreo de Fijo-Móvil 138-144MHz. FM03_100531_0102

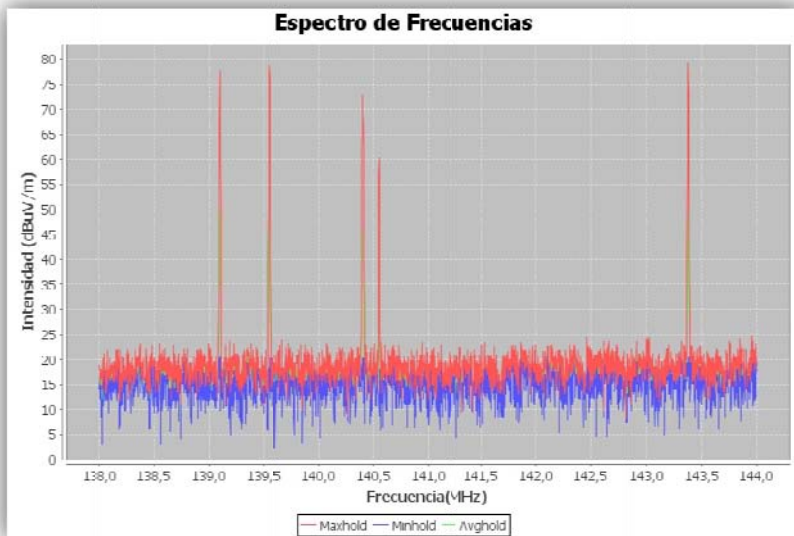


Figura 7.136. Espectro de frecuencias para la Ventana deslizante. FM03_100531_0102

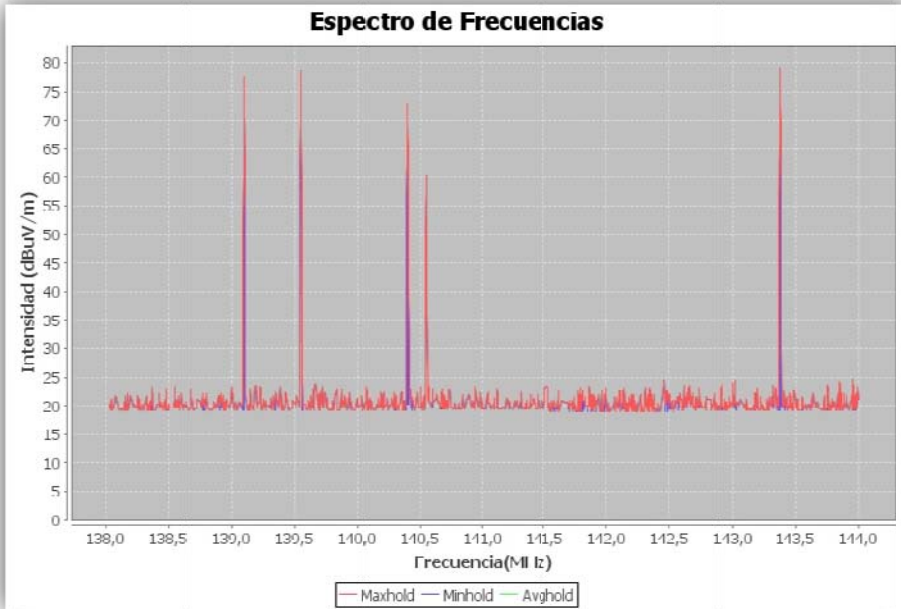


Figura 7.137. Espectro de frecuencias de Fijo-Móvil 138-144MHz clasificado con CDF, $p=0.8$. FM03_100531_0102

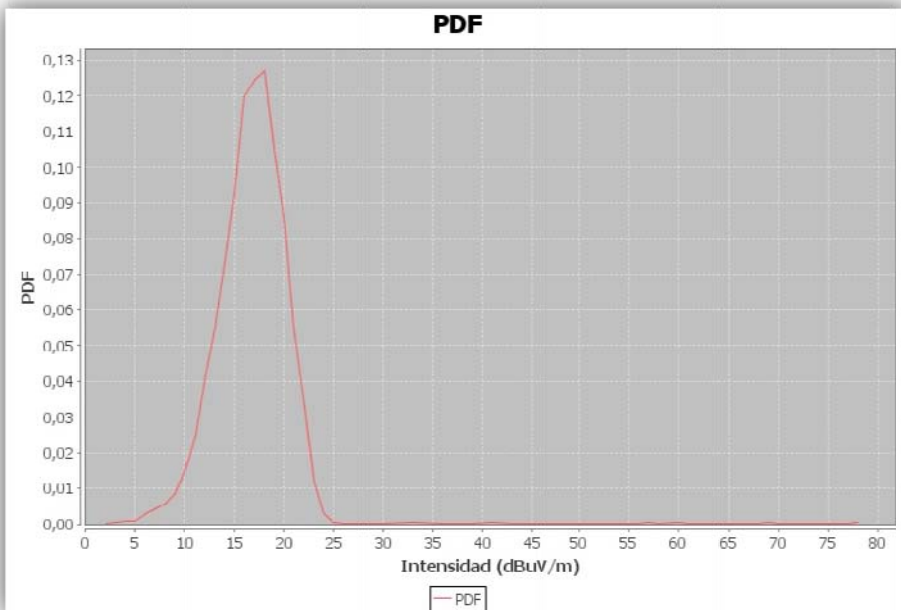


Figura 7.138. Función de Densidad de Probabilidad de las muestras del Monitoreo de Fijo-Móvil 138-144MHz. FM03_100531_0102

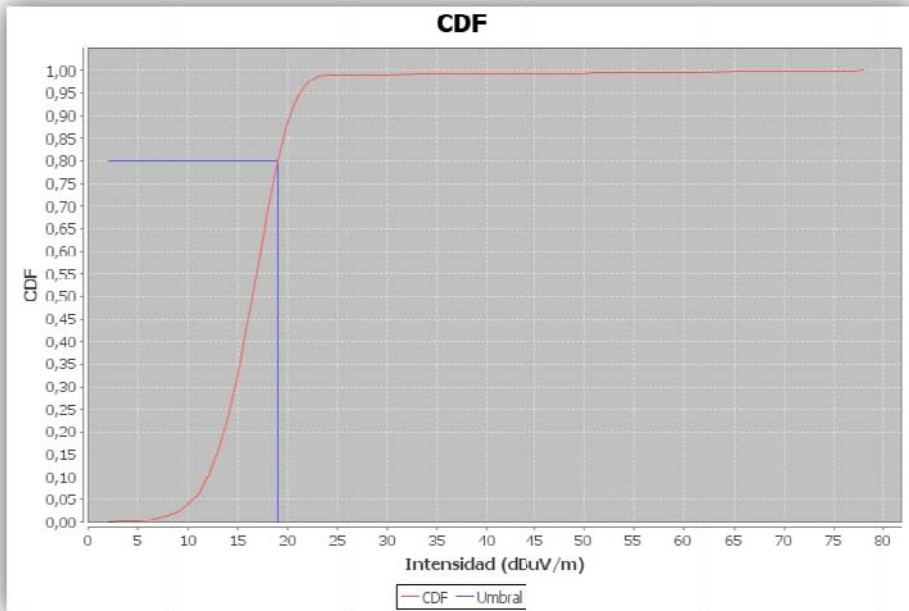


Figura 7.139. Función de Densidad de Probabilidad Acumulativa de las muestras del Monitoreo de Fijo-Móvil 138-144MHz, $p=0.8$. FM03_100531_0102

Empleando el parámetro suavizar al 90% se obtuvieron las siguientes señales:

Frecuencia [MHz]	Valor [dBuV/m]
139.1005	49,2000000
139.5505	46,5500000
140.3985	45,3000000
140.5505	34,5500000
143.3745	49,1000000

Tabla 7.84. Señales identificadas del Monitoreo de Fijo-Móvil 138-144MHz aplicando CDF, $p=0.8$. FM03_100531_0102.

Frecuencia [MHz]	Valor Max [dBuV/m]	Valor Min [dBuV/m]	Valor Avg [dBuV/m]	Concesionario	Servicio	Estado
139.1005	49,2000000	49,2000000	49,2000000	GERARDO ORTIZ E HIJOS CIA. LTDA	RADIOCOMUNICACIONES	A
139.5505	46,5500000	46,5500000	46,5500000	DUMAGUALA CORTE JUAN MANUEL	RADIOCOMUNICACIONES	A
140.3985	45,3000000	45,3000000	45,3000000	TRUJILLO BARRERO JUAN JAVIER	RADIOCOMUNICACIONES	A
140.5505	34,5500000	34,5500000	34,5500000	DUMAGUALA CORTE JUAN MANUEL	RADIOCOMUNICACIONES	A
143.3745	49,1000000	49,1000000	49,1000000	ANDRADE OCHOA FABIAN MAURICIO	RADIOCOMUNICACIONES	A

Tabla 7.85. Señales identificadas de acuerdo al Concesionario y tipo de Servicio. FM03_100531_0102.

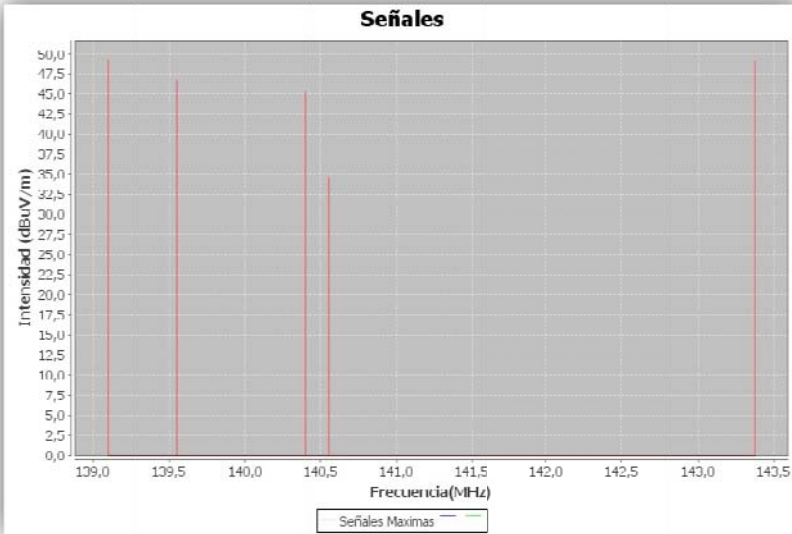


Figura 7.140. Señales identificadas del Monitoreo de Fijo-Móvil 138-144MHz aplicando CDF, $p=0.8$. FM03_100531_0102.

7.5 Procesamiento de las Señales Post clasificación

En ciertas bandas con canalización fija como las de radiodifusión y televisión la mayoría de concesionarios autorizados transmiten continuamente las 24 horas. En estos casos se puede promediar los datos de las mediciones, de esta forma la varianza del ruido se reduce, como se muestra en la Figura 7.141.

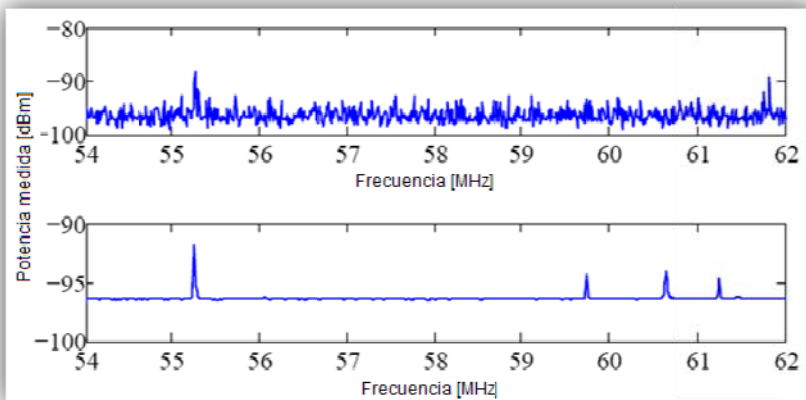


Figura 7.141. En la parte superior: Espectro de frecuencias para la banda de 54-62MHz. En la parte inferior: Promedio de la señal en el tiempo.

Sin embargo, este método no es efectivo para aplicar a bandas de frecuencia ocupadas por ráfagas de señales o señales esporádicas como es el caso del servicio fijo móvil en donde un promedio de los datos de las mediciones ocasionaría una distorsión crítica de la información. El promedio de la intensidad para la frecuencia f_i , $M_a(f_i)$ se calcula como sigue:

$$M_a(f_i) = \frac{1}{N_t} \sum_{j=1}^{N_t} M(f_i, t_j), \quad F_{inicial} \leq f_i < F_{final}$$

La salida clasificada puede contener muestras de señales fantasma que aparecen como subdivisiones de las señales verdaderas en la imagen espectral de los datos clasificados. Mediante un nuevo procesamiento se puede remover estas señales fantasma y reducir las falsas alarmas. El filtrado consiste en una ventana deslizante que extraiga subconjuntos de datos y los reemplace por el dato de la muestra que contenga el valor de intensidad máximo.

A continuación se presenta la identificación de las señales por concesionario, esto es, para una señal detectada mediante el procesamiento de los datos clasificados, se le aplica un postprocesamiento en donde cada señal será identificada de acuerdo al concesionario al que pertenece.

7.5.1 Identificación de Señales de Radiodifusión FM

Se realiza un postprocesamiento de las señales de Radiodifusión FM para identificar el origen de las emisiones obteniendo los siguientes resultados:

Frecuencia [MHz]	Valor Max [dBuV/m]	Valor Min [dBuV/m]	Valor Avg [dBuV/m]	Concesionario	Servicio	Estado
88.5	79,1410714	79,1410714	79,1410714	ACTIVA FM 88	RADIODIFUSION Y TV	A
88.9	76,4071429	76,4071429	76,4071429	NACIONAL DEL ECUADOR FM	RADIODIFUSION Y TV	A
89.7	91,0010000	88,6089286	89,4062857	TROPICALIDA STEREO	RADIODIFUSION Y TV	A
90.1	87,4760000	86,8946429	87,0884286	W FM	RADIODIFUSION Y TV	A
90.5	88,0860000	87,5803571	87,7489048	ANTENA UNO FM	RADIODIFUSION Y TV	A
91.3	87,8460000	86,3000000	86,8153333	J.C. RADIO	RADIODIFUSION Y TV	A
92.1	77,6910714	77,6910714	77,6910714	GCG MAGGICA FM	RADIODIFUSION Y TV	A
92.5	85,2860000	84,4571429	84,7334286	K-1	RADIODIFUSION Y TV	A
93.3	90,3196429	90,2910000	90,3100952	GENESIS FM	RADIODIFUSION Y TV	A
93.7	88,2107143	87,5010000	87,9741429	LA ROJA 93.7 FM	RADIODIFUSION Y TV	A
94.1	94,0810000	93,4071429	93,6317619	QUITUMBE FM	RADIODIFUSION Y TV	A
94.9	84,5375000	84,5375000	84,5375000	SUPER 94.9 FM	RADIODIFUSION Y TV	A
95.7	93,4178571	92,9410000	93,2589048	WQ - DOS	RADIODIFUSION Y TV	A
96.1	81,8732143	81,8732143	81,8732143	LA VOZ DEL PAIS	RADIODIFUSION Y TV	A
96.5	90,5857143	89,6410000	90,2708095	MAS CANDELA	RADIODIFUSION Y TV	A
96.9	84,8678571	84,8678571	84,8678571	FAMILIA FM	RADIODIFUSION Y TV	A
97.3	80,2678571	80,2678571	80,2678571	COSMOS FM STEREO	RADIODIFUSION Y TV	A
97.7	83,4821429	83,4821429	83,4821429	NEXO FM	RADIODIFUSION Y TV	A
98.1	86,5260000	85,0785714	85,5610476	CATOLICA NACIONAL FM	RADIODIFUSION Y TV	A
98.9	85,8510000	85,5035714	85,6193810	COLON FM	RADIODIFUSION Y TV	A
99.3	82,3875000	82,3875000	82,3875000	LA VOZ DEL PUEBLO	RADIODIFUSION Y TV	A
99.7	84,4214286	84,4214286	84,4214286	COMPLICE FM	RADIODIFUSION Y TV	A
100.1	85,3760000	82,7857143	83,6491429	EXCELENCIA RADIO	RADIODIFUSION Y TV	A
100.5	77,9821429	77,9821429	77,9821429	JOYA STEREO	RADIODIFUSION Y TV	A
101.3	83,1053571	83,1053571	83,1053571	RADIO MARIA	RADIODIFUSION Y TV	A
102.1	84,4892857	84,4892857	84,4892857	LA VOZ DE TOMBAMBA	RADIODIFUSION Y TV	A

103.3	85,3410000	85,2464286	85,2779524	MEGA 103.3 FM	RADIODIFUSION Y TV	A
104.1	77,2089286	77,2089286	77,2089286	C.R.E.SATELITAL	RADIODIFUSION Y TV	A
104.5	83,6821429	83,6821429	83,6821429	ALFA STEREO	RADIODIFUSION Y TV	A
104.9	83,1267857	83,1267857	83,1267857	FRANCIA - ECUADOR	RADIODIFUSION Y TV	A
105.7	76,2071429	76,2071429	76,2071429	SONORAMA STEREO	RADIODIFUSION Y TV	A
106.5	86,1910000	83,1910714	84,1910476	METRO STEREO	RADIODIFUSION Y TV	A
107.3	80,8232143	80,8232143	80,8232143	PLANETA 107.3	RADIODIFUSION Y TV	A

Tabla 7.86. Señales de Radiodifusión FM identificadas de acuerdo al Concesionario y tipo de Servicio.

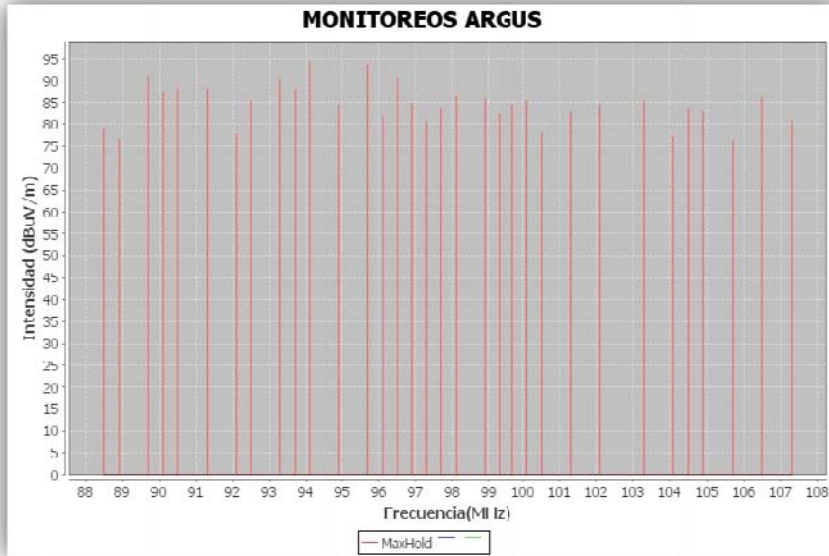


Figura 7.142. Señales de Radiodifusión FM identificadas de acuerdo al concesionario y tipo de servicio

7.5.2 Identificación de Señales de Radiodifusión AM

Se realiza un postprocesamiento de las señales de Radiodifusión AM para identificar el origen de las emisiones obteniendo los siguientes resultados:

Frecuencia [MHz]	Valor Max [dBuV/m]	Valor Min [dBuV/m]	Valor Avg [dBuV/m]	Concesionario	Servicio	Estado
0.9	85,1478261	67,1885714	76,1681988	RADIO RELOJ	RADIODIFUSION Y TV	A
0.94	88,6826087	79,8722222	85,7382770	CARAVANA AM	RADIODIFUSION Y TV	A
0.96	79,5521739	65,9600000	72,7560870	SONOONDA INTERNACIONAL	RADIODIFUSION Y TV	A
1.01	89,1608696	80,9171429	85,0390062	VISION AM	RADIODIFUSION Y TV	A
1.04	92,5250000	91,6885714	92,1067857	SPLENDIT	RADIODIFUSION Y TV	A
1.07	104,6608696	70,9277778	91,3495491	LA VOZ DE TOMEBA MBA	RADIODIFUSION Y TV	A
1.11	99,7472222	97,3347826	98,3854302	COSMOS FM STEREO	RADIODIFUSION Y TV	A
1.14	90,8565217	74,2314286	82,5439752	ALFA MUSICAL	RADIODIFUSION Y TV	A
1.18	85,7043478	67,0314286	76,3678882	CUENCA LA VOZ DE LOS 4 RIOS	RADIODIFUSION Y TV	A
1.2	84,6608696	79,5742857	82,1175776	EL MERCURIO	RADIODIFUSION Y TV	A
1.23	82,2695652	73,4171429	77,8433540	POPULAR INDEPENDIENTE	RADIODIFUSION Y TV	A
1.26	75,7260870	75,7260870	75,7260870	CONTACTO XG	RADIODIFUSION Y TV	A
1.29	79,7043478	70,9885714	75,3464596	LA VOZ DEL RIO TARQUÍ	RADIODIFUSION Y TV	A
1.33	81,7260870	81,5028571	81,6309443	VISION CRISTIANA INTERNACIONAL	RADIODIFUSION Y TV	A
1.39	89,0086957	72,3600000	80,6843478	TROPICANA	RADIODIFUSION Y TV	A
1.53	72,6361111	71,4434783	72,2322441	-	-	-

Tabla 7.87. Señales de Radiodifusión AM identificadas de acuerdo al concesionario y tipo de servicio.

En la tabla anterior se observa que no existe un concesionario registrado en la base de datos de autorizados Radiodifusión AM para la ciudad de Cuenca en la frecuencia 1.53 MHz, por lo que esta señal debe ser evaluada por los técnicos para determinar su procedencia.

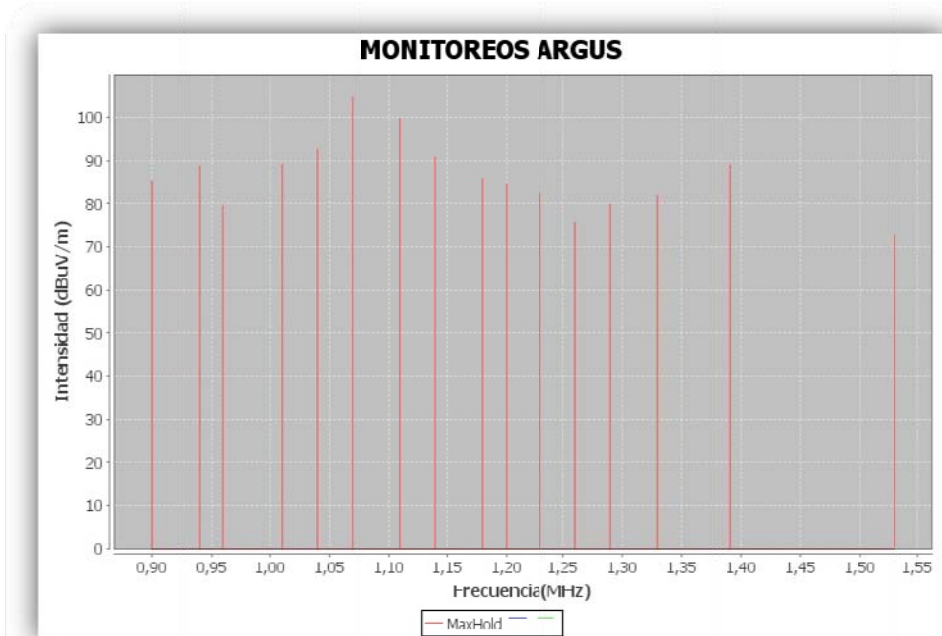


Figura 7.143. Señales de Radiodifusión AM identificadas de acuerdo al concesionario y tipo de servicio.

7.5.3 Identificación de Señales de Televisión VHF Banda I 54-88 MHz

Se realiza un postprocesamiento de las señales de Televisión VHF Banda I, para identificar el origen de las emisiones obteniendo los siguientes resultados:

Frecuencia [MHz]	Valor Max [dBuV/m]	Valor Min [dBuV/m]	Valor Avg [dBuV/m]	Concesionario	Servicio	Estado
55.25	82,0208333	78,8000000	80,4104167	TELECUENCA	RADIODIFUSION Y TV	A
59.75	70,0791667	67,3000000	68,6895833	TELECUENCA	RADIODIFUSION Y TV	A
67.25	84,6916667	84,6916667	84,6916667	TELERAMA	RADIODIFUSION Y TV	A
71.75	76,1895833	76,1895833	76,1895833	TELERAMA	RADIODIFUSION Y TV	A
77.25	88,3475000	88,3475000	88,3475000	ECUAVISA	RADIODIFUSION Y TV	A
81.75	78,4725000	78,4725000	78,4725000	ECUAVISA	RADIODIFUSION Y TV	A

Tabla 7.88. Señales de Televisión VHF banda I 54-88 MHz identificadas de acuerdo al concesionario y tipo de servicio

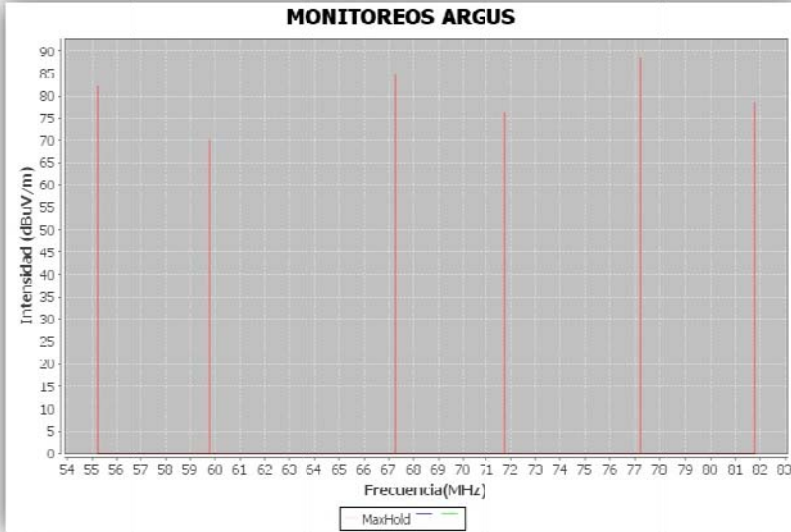


Figura 7.144. Señales de Televisión VHF banda I 54-88 MHz identificadas de acuerdo al concesionario y tipo de servicio

7.5.4 Identificación de Señales de Televisión Banda III 174-216MHz

Se realiza un postprocesamiento de las señales de Televisión VHF Banda III, para identificar el origen de las emisiones obteniendo los siguientes resultados:

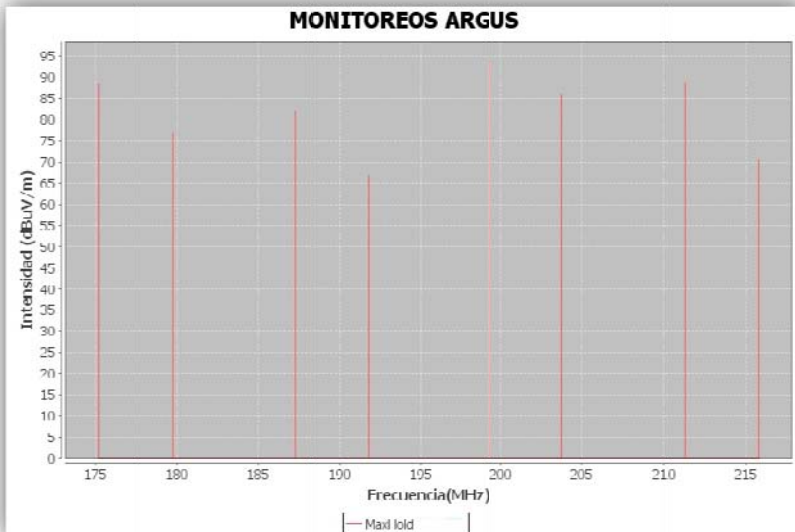


Figura 7.145. Señales de Televisión VHF banda III 174-216 MHz identificadas de acuerdo al concesionario y tipo de servicio.

Frecuencia [MHz]	Valor Max [dBuV/m]	Valor Min [dBuV/m]	Valor Avg [dBuV/m]	Concesionario	Servicio	Estado
175.25	88,3500000	87,2285714	87,7892857	TELECENTRO	RADIODIFUSION Y TV	A
179.75	76,6142857	76,5250000	76,5696429	TELECENTRO	RADIODIFUSION Y TV	A
187.25	82,0571429	81,7500000	81,9035714	GAMA TV	RADIODIFUSION Y TV	A
191.75	66,7000000	65,1714286	65,9357143	GAMA TV	RADIODIFUSION Y TV	A
199.25	93,7142857	93,5500000	93,6321429	TELEAMAZONAS	RADIODIFUSION Y TV	A
203.75	86,0000000	85,9857143	85,9928571	TELEAMAZONAS	RADIODIFUSION Y TV	A
211.25	88,8857143	86,9250000	87,9053571	RED TELESISTEMA (R.T.S)	RADIODIFUSION Y TV	A
215.75	70,4571429	69,9000000	70,1785714	RED TELESISTEMA (R.T.S)	RADIODIFUSION Y TV	A

Tabla 7.89. Señales de Televisión VHF banda III 174-216 MHz identificadas de acuerdo al concesionario y tipo de servicio.

7.5.5 Identificación de Señales de Televisión UHF banda IV y V 500-686 MHz

Se realiza un postprocesamiento de las señales de Televisión UHF Banda IV y V, para identificar el origen de las emisiones obteniendo los siguientes resultados:

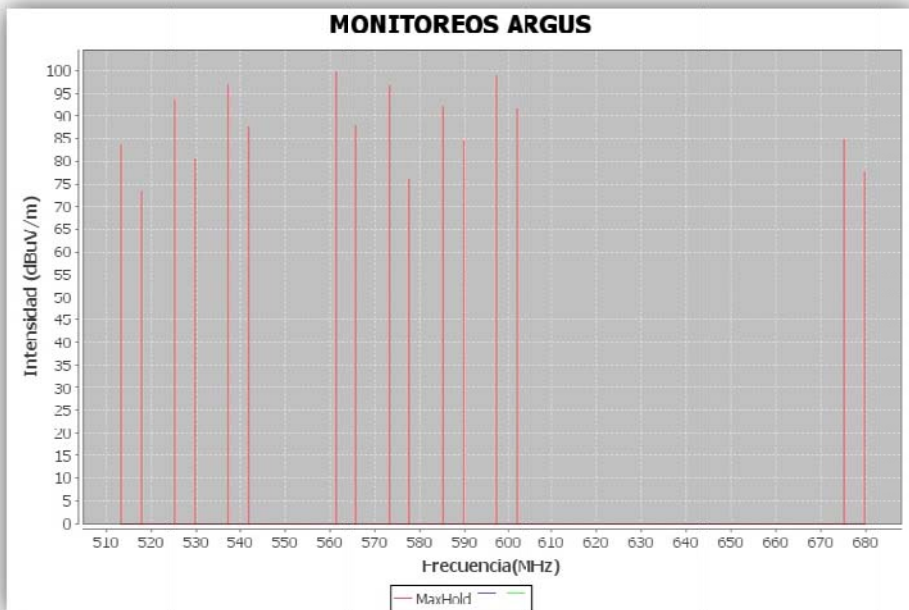


Figura 7.146. Señales de Televisión UHF banda IV y V 500-686 MHz identificadas de acuerdo al concesionario y tipo de servicio.

Frecuencia [MHz]	Valor Max [dBuV/m]	Valor Min [dBuV/m]	Valor Avg [dBuV/m]	Concesionario	Servicio	Estado
513.25	83,3900000	83,3900000	83,3900000	CANAL UNO	RADIODIFUSION Y TV	A
517.75	73,3900000	73,3900000	73,3900000	CANAL UNO	RADIODIFUSION Y TV	A
525.25	93,5500000	93,5500000	93,5500000	AMERICAVISION	RADIODIFUSION Y TV	A
529.75	80,5700000	80,5700000	80,5700000	AMERICAVISION	RADIODIFUSION Y TV	A
537.25	96,7700000	96,7700000	96,7700000	UNSION TV	RADIODIFUSION Y TV	A
541.75	87,4800000	87,4800000	87,4800000	UNSION TV	RADIODIFUSION Y TV	A
561.25	99,6600000	99,6600000	99,6600000	TELEATAHUALPA (RTU)	RADIODIFUSION Y TV	A
565.75	87,8600000	87,8600000	87,8600000	TELEATAHUALPA (RTU)	RADIODIFUSION Y TV	A
573.25	96,5100000	96,5100000	96,5100000	TV AUSTRAL	RADIODIFUSION Y TV	A
577.75	75,8900000	75,8900000	75,8900000	TV AUSTRAL	RADIODIFUSION Y TV	A

585.25	92,1200000	92,1200000	92,1200000	TROPICAL TV	RADIODIFUSION Y TV	A
589.75	84,4100000	84,4100000	84,4100000	TROPICAL TV	RADIODIFUSION Y TV	A
597.25	98,9800000	98,9800000	98,9800000	TELEDUC TV	RADIODIFUSION Y TV	A
601.75	91,3800000	91,3800000	91,3800000	TELEDUC TV	RADIODIFUSION Y TV	A
675.25	84,8102564	84,8102564	84,8102564	TV PAIS	RADIODIFUSION Y TV	A
679.75	77,6410256	77,6410256	77,6410256	TV PAIS	RADIODIFUSION Y TV	A

Tabla 7.90. Señales de Televisión UHF banda IV y V 500-686 MHz Identificadas de acuerdo al concesionario y tipo de servicio.

7.5.6 Identificación de Señales Fijo - Móvil de 138-174 MHz

Se realiza un postprocesamiento de las señales de Radiocomunicaciones Fijo-Móvil obtenidas en los monitoreos específicos AF1_100607_0101, FM02_100531_0101, FM02_100531_0102, para identificar el origen de las emisiones obteniendo los siguientes resultados:

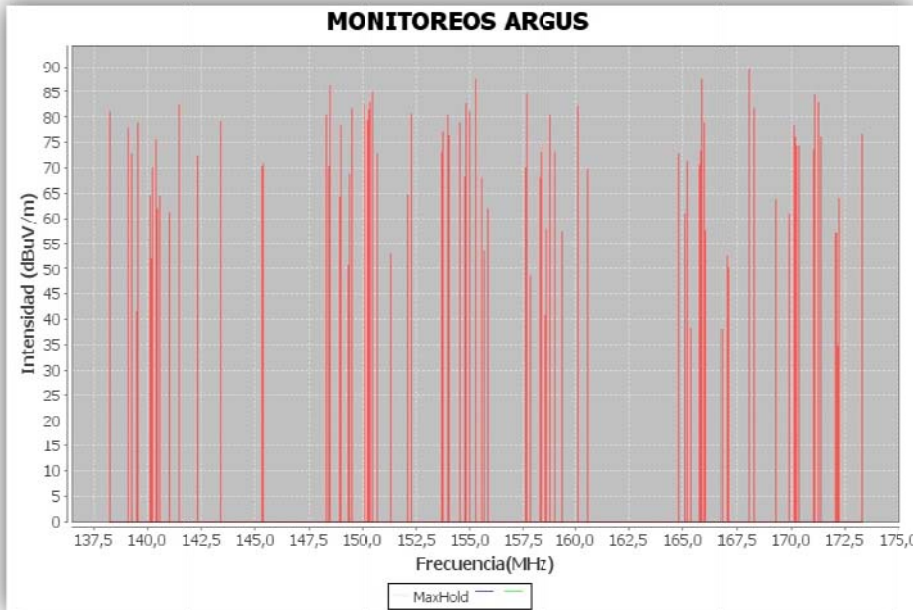


Figura 7.147. Señales de Fijo - Móvil de 138-174 MHz identificadas de acuerdo al concesionario y tipo de servicio.

Frecuencia [MHz]	Valor Max [dBuV/m]	Valor Min [dBuV/m]	Valor Avg [dBuV/m]	Concesionario	Servicio	Estado
138.2745	81,3000000	81,3000000	81,3000000	ESPINOZA ANDRADE FABIAN NEPTALI	RADIOCOMUNICACIONES	A
139.1005	77,8000000	49,2000000	63,5000000	GERARDO ORTIZ E HIJOS CIA. LTDA	RADIOCOMUNICACIONES	A
139.2505	72,8000000	72,8000000	72,8000000	GERARDO ORTIZ E HIJOS CIA. LTDA	RADIOCOMUNICACIONES	A
139.4745	41,4000000	41,4000000	41,4000000	ARIAS VELEZ MARCO HUMBERTO	RADIOCOMUNICACIONES	A
139.5505	78,9000000	46,5500000	62,7250000	DUMAGUALA CORTE JUAN MANUEL	RADIOCOMUNICACIONES	A
140.1005	64,4000000	64,4000000	64,4000000	GERARDO ORTIZ E HIJOS CIA. LTDA	RADIOCOMUNICACIONES	A
140.1745	51,9000000	51,9000000	51,9000000	ALBA GAON LUIS ALBERTO	RADIOCOMUNICACIONES	A
140.2245	69,9000000	69,9000000	69,9000000	CUEVA CORDERO EDMUNDO	RADIOCOMUNICACIONES	A

MAPA DE CONTROL DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO

				LESSLIE		
140.3985	45,3000000	45,3000000	45,3000000	TRUJILLO BARRERO JUAN JAVIER	RADIOCOMUNICACIONES	A
140.4005	75,4000000	75,4000000	75,4000000	TRUJILLO BARRERO JUAN JAVIER	RADIOCOMUNICACIONES	A
140.4485	61,9000000	61,9000000	61,9000000	IMPORTADORA COMERCIAL LARTIZCO CIA. LTDA.	RADIOCOMUNICACIONES	A
140.5485	64,4000000	64,4000000	64,4000000	DUMAGUALA CORTE JUAN MANUEL	RADIOCOMUNICACIONES	A
140.5505	34,5500000	34,5500000	34,5500000	DUMAGUALA CORTE JUAN MANUEL	RADIOCOMUNICACIONES	A
141.0005	61,0000000	61,0000000	61,0000000	IESS HOSPITAL REGIONAL JOSE CARRASCO ARTEAGA	RADIOCOMUNICACIONES	A
141.4505	82,5000000	82,5000000	82,5000000	IMPORTADORA COMERCIAL LARTIZCO CIA. LTDA.	RADIOCOMUNICACIONES	A
142.3245	72,1000000	72,1000000	72,1000000	TAXIS TAHUANTINSUYO S.A	RADIOCOMUNICACIONES	A
143.3745	79,2000000	49,1000000	64,1500000	ANDRADE OCHOA FABIAN MAURICIO	RADIOCOMUNICACIONES	A
145.3305	70,2000000	69,7000000	69,8666667	-	-	-
145.3985	70,7000000	70,7000000	70,7000000	-	-	-
148.3365	80,2000000	80,2000000	80,2000000	CORNEJO SARMIENTO CECILIA LUZMILA	RADIOCOMUNICACIONES	A
148.4525	70,2000000	70,2000000	70,2000000	GUAMAN VILLA ANGEL REMIGIO	RADIOCOMUNICACIONES	A
148.5005	86,2000000	86,2000000	86,2000000	RADELITEXPRES S.A.	RADIOCOMUNICACIONES	A
148.9485	64,3000000	64,3000000	64,3000000	COMPANIA DE TRANSPORTES SANTA ISABEL DEL VALLE DE YUNGULLA S.A.	RADIOCOMUNICACIONES	A
149.0005	78,3000000	78,3000000	78,3000000	SERSEIVI SERVICIO DE SEGURIDAD Y VIGILANCIA CIA. LTDA	RADIOCOMUNICACIONES	A
149.3365	50,8000000	50,8000000	50,8000000	CORNEJO SARMIENTO CECILIA LUZMILA	RADIOCOMUNICACIONES	A
149.3765	68,8000000	68,8000000	68,8000000	RADIOTAX ASOCIADOS S.A.	RADIOCOMUNICACIONES	A
149.4765	51,3000000	51,3000000	51,3000000	RADIOTAX ASOCIADOS S.A.	RADIOCOMUNICACIONES	A
149.5005	81,8000000	81,8000000	81,8000000	RADELITEXPRES S.A.	RADIOCOMUNICACIONES	A
150.1485	82,4000000	82,4000000	82,4000000	GERARDO ORTIZ E HIJOS CIA. LTDA	RADIOCOMUNICACIONES	A
150.2125	79,4000000	79,4000000	79,4000000	SOLANO MATUTE JAIME RAMIRO	RADIOCOMUNICACIONES	A
150.2645	61,9000000	61,9000000	61,9000000	EMPRESA MUNICIPAL DE ASEO DE CUENCA (EMAC)	RADIOCOMUNICACIONES	A
150.3125	81,4000000	81,4000000	81,4000000	ASOCIACION D E PROFESIONALES DEL VOLANTE RADIO COMUNICACION AMIGOS	RADIOCOMUNICACIONES	A
150.3485	82,9000000	82,9000000	82,9000000	PACHECO MORA SALVADOR ANTONIO MALO	RADIOCOMUNICACIONES	A
150.4525	84,9000000	84,9000000	84,9000000	RADIOTAX ASOCIADOS S.A.	RADIOCOMUNICACIONES	A
150.6645	72,9000000	72,9000000	72,9000000	CHUISACA LLIVISACA GERARDO ALFONSO	RADIOCOMUNICACIONES	A
151.3005	53,0000000	53,0000000	53,0000000	PACHECO MORA SALVADOR ANTONIO MALO	RADIOCOMUNICACIONES	A
152.1125	64,6000000	64,6000000	64,6000000	MORALES QUIZHPI JORGE OLMEDO	RADIOCOMUNICACIONES	A
152.2525	37,6000000	37,6000000	37,6000000	VILLAVICENCIO CELI LUIS EDUARDO	RADIOCOMUNICACIONES	A
152.3005	80,6000000	80,6000000	80,6000000	EMPRESA DE TAXIS CRISTAL	RADIOCOMUNICACIONES	A
153.6885	73,2000000	73,2000000	73,2000000	MORALES QUIZHPI JORGE OLMEDO	RADIOCOMUNICACIONES	A
153.7245	62,7000000	62,7000000	62,7000000	CUERPO DE BOMBEROS GUALACEO	RADIOCOMUNICACIONES	A
153.7485	77,2000000	77,2000000	77,2000000	VIGILANCIA INDUSTRIAL Y COMERCIAL S.A "VICOSA"	RADIOCOMUNICACIONES	A
153.9765	80,2000000	80,2000000	80,2000000	COMPANIA DE TAXIS LAS PENCAS S.A	RADIOCOMUNICACIONES	A
154.0005	76,2000000	76,2000000	76,2000000	COMPANIA DE TAXIS LAS PENCAS S.A	RADIOCOMUNICACIONES	A
154.5245	78,8000000	78,8000000	78,8000000	TRANSMIRAFLORES S.A	RADIOCOMUNICACIONES	A
154.7525	68,3000000	68,3000000	68,3000000	COMPANIA DE TAXIS TRANSRAYO S.A	RADIOCOMUNICACIONES	A
154.8245	82,8000000	82,8000000	82,8000000	CRUZ POZO RODRIGO EFRAIN	RADIOCOMUNICACIONES	A
155.0005	81,3000000	81,3000000	81,3000000	EMPRESA ELECTRICA REGIONAL CENTRO SUR	RADIOCOMUNICACIONES	A
155.2645	87,4000000	87,4000000	87,4000000	EMPRESA MUNICIPAL DE ASEO DE CUENCA (EMAC)	RADIOCOMUNICACIONES	A
155.5245	67,4000000	67,4000000	67,4000000	TRANSMIRAFLORES S.A	RADIOCOMUNICACIONES	A
155.5605	67,9000000	67,9000000	67,9000000	COOPERATIVA DE TAXIS VIRGEN DE LA NUBE	RADIOCOMUNICACIONES	A
155.6645	53,4000000	53,4000000	53,4000000	CHUISACA LLIVISACA GERARDO ALFONSO	RADIOCOMUNICACIONES	A
155.8245	61,9000000	61,9000000	61,9000000	COMPANIA DE TAXIS TRANSRAYO S.A	RADIOCOMUNICACIONES	A
157.6005	70,1000000	70,1000000	70,1000000	SERVITAXIS	RADIOCOMUNICACIONES	A
157.6525	84,6000000	84,6000000	84,6000000	TAXIMAN S.A	RADIOCOMUNICACIONES	A

CAPITULO 7: MINERÍA DE DATOS PARA EL CONTROL DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO

157.8245	48,600000	48,600000	48,600000	BENEMERITO CUERPO DE BOMBEROS VOLUNTARIOS DE CUENCA	RADIOCOMUNICACIONES	A
158.2765	68,100000	68,100000	68,100000	SERVICIOS DE SEGURIDAD RENAN JARA VICUÑA CIA LTDA	RADIOCOMUNICACIONES	A
158.3045	73,100000	73,100000	73,100000	BENEMERITO CUERPO DE BOMBEROS VOLUNTARIOS DE CUENCA	RADIOCOMUNICACIONES	A
158.4245	74,600000	74,600000	74,600000	ASOCIACION DE RADIO TAXI AZUAY	RADIOCOMUNICACIONES	A
158.6005	40,700000	40,700000	40,700000	SERVITAXIS	RADIOCOMUNICACIONES	A
158.6885	57,700000	57,700000	57,700000	MORALES QUIZHPI JORGE OLMEDO	RADIOCOMUNICACIONES	A
158.8285	80,200000	80,200000	80,200000	BENEMERITO CUERPO DE BOMBEROS VOLUNTARIOS DE CUENCA	RADIOCOMUNICACIONES	A
159.0525	73,200000	73,200000	73,200000	TAXIMAN S.A	RADIOCOMUNICACIONES	A
159.4245	57,200000	57,200000	57,200000	ASOCIACION DE RADIO TAXI AZUAY	RADIOCOMUNICACIONES	A
160.1245	82,300000	82,300000	82,300000	COOPERATIVA DE TRANSPORTE PUBLICO DE PASAJEROS EN TAXIS IMBABURA	RADIOCOMUNICACIONES	A
160.5645	69,800000	69,800000	69,800000	COOPERATIVA DE TAXIS VIRGEN DE LA NUBE	RADIOCOMUNICACIONES	A
164.8485	72,800000	72,800000	72,800000	EMPRESA MUNICIPAL DE TELECOMUNICACIONES AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO	RADIOCOMUNICACIONES	A
165.1245	60,800000	60,800000	60,800000	COOPERATIVA DE TRANSPORTE PUBLICO DE PASAJEROS EN TAXIS IMBABURA	RADIOCOMUNICACIONES	A
165.2005	71,300000	71,300000	71,300000	MOSCOSO RUILOVA ADRIANA PATRICIA	RADIOCOMUNICACIONES	A
165.4005	38,400000	38,400000	38,400000	EMPRESA MUNICIPAL DE TELECOMUNICACIONES AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO	RADIOCOMUNICACIONES	A
165.8005	70,400000	70,400000	70,400000	COMPANIA DE MONTAJES ELECTRICOS C.M.E C. LTDA	RADIOCOMUNICACIONES	A
165.8485	73,400000	73,400000	73,400000	EMPRESA MUNICIPAL DE TELECOMUNICACIONES AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO	RADIOCOMUNICACIONES	A
165.9005	87,400000	87,400000	87,400000	EMPRESA MUNICIPAL DE TELECOMUNICACIONES AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO	RADIOCOMUNICACIONES	A
166.0005	78,900000	78,900000	78,900000	COMPANIA DE TAXIS ROSALIA	RADIOCOMUNICACIONES	A
166.0765	57,400000	57,400000	57,400000	PIÑA GUAMAN CARLOS GABRIEL	RADIOCOMUNICACIONES	A
166.8005	38,000000	38,000000	38,000000	COMPANIA DE MONTAJES ELECTRICOS C.M.E C. LTDA	RADIOCOMUNICACIONES	A
167.0005	52,500000	52,500000	52,500000	COMPANIA DE TAXIS ROSALIA	RADIOCOMUNICACIONES	A
167.0765	50,000000	50,000000	50,000000	PIÑA GUAMAN CARLOS GABRIEL	RADIOCOMUNICACIONES	A
168.0485	89,600000	89,600000	89,600000	COOPERATIVA DE TAXIS VIRGEN DE LA NUBE	RADIOCOMUNICACIONES	A
168.2765	81,700000	81,700000	81,700000	TEVSUR CIA. LTDA	RADIOCOMUNICACIONES	A
169.2725	63,800000	63,800000	63,800000	TEVSUR CIA. LTDA	RADIOCOMUNICACIONES	A
169.9005	60,800000	60,800000	60,800000	CONSORCIO RADIO TAXI EJECUTIVO	RADIOCOMUNICACIONES	A
170.1245	70,900000	70,900000	70,900000	COMPANIA DE MONTAJES ELECTRICOS C.M.E C. LTDA	RADIOCOMUNICACIONES	A
170.1525	78,400000	78,400000	78,400000	VELECELA CACERES FREDDY GIOVANNY	RADIOCOMUNICACIONES	A
170.1765	75,900000	75,900000	75,900000	HIDALGO CARRASCO CESAR PAUL	RADIOCOMUNICACIONES	A
170.2245	70,900000	70,900000	70,900000	COMPANIA DE MONTAJES ELECTRICOS C.M.E C. LTDA	RADIOCOMUNICACIONES	A
170.2485	74,400000	74,400000	74,400000	COOPERATIVA DE TRANSPORTE DE PASAJERS EN TAXIS CATEDRAL	RADIOCOMUNICACIONES	A
170.3525	74,400000	74,400000	74,400000	CONSORCIO RADIO TAXI EJECUTIVO	RADIOCOMUNICACIONES	A
170.3765	73,400000	73,400000	73,400000	CONSORCIO RADIO TAXI EJECUTIVO	RADIOCOMUNICACIONES	A
171.0525	73,500000	73,500000	73,500000	LEDESMA PESANTES WASHINGTON CARLOS	RADIOCOMUNICACIONES	A
171.0765	84,500000	84,500000	84,500000	COOPERATIVA DE TRANSPORTES EN TAXIS "DOCE DE ABRIL"	RADIOCOMUNICACIONES	A
171.2765	83,000000	83,000000	83,000000	VELECELA CACERES FREDDY GIOVANNY	RADIOCOMUNICACIONES	A
171.3765	76,000000	76,000000	76,000000	CONSORCIO RADIO TAXI EJECUTIVO	RADIOCOMUNICACIONES	A
172.0765	57,100000	57,100000	57,100000	COOPERATIVA DE TRANSPORTES EN TAXIS "DOCE DE ABRIL"	RADIOCOMUNICACIONES	A
172.1245	57,100000	57,100000	57,100000	COMPANIA DE MONTAJES	RADIOCOMUNICACIONES	A

ELECTRICOS C.M.E.C. LTDA					
172.1525	34,6000000	34,6000000	34,6000000	VELECELA CACERES FREDDY GIOVANNY	RADIOCOMUNICACIONES A
172.2245	64,1000000	64,1000000	64,1000000	COMPANIA DE MONTAJES ELECTRICOS C.M.E.C. LTDA	RADIOCOMUNICACIONES A
172.2525	49,1000000	49,1000000	49,1000000	COOPERATIVA DE TRANSPORTE DE PASAJERS EN TAXIS CATEDRAL	RADIOCOMUNICACIONES A
173.2765	76,7000000	76,7000000	76,7000000	VELECELA CACERES FREDDY GIOVANNY	RADIOCOMUNICACIONES A

Tabla 7.91. Señales de Fijo - Móvil de 138-174 MHz identificadas de acuerdo al concesionario y tipo de servicio.

En la tabla anterior se observa que las señales encontradas en el rango de 144-148 no son identificadas pues esta banda está destinada a aficionados.

7.6 Construcción del Modelo de Ocupación del Espectro

7.6.1 Características de las Señales

Los datos del espectro procesados son analizados para determinar las características de la ocupación del espectro. Los siguientes parámetros de utilización del espectro se determinan a partir de las mediciones del espectro:

- Estadísticas de la disponibilidad del canal
- Intensidad de la señal recibida
- Intensidad del ruido
- Características de la señal como ciclo de trabajo en “on” y “off” de una ráfaga de la señal.

La matriz M , en conjunción con M_c , pueden usarse para extraer muestras de parámetros, calculando la probabilidad de distribución de los parámetros de estas muestras y estimando estadísticas como la media y la varianza de estas distribuciones.

Estadísticas de la intensidad de la Señal y el Ruido: Dado un vector columna de las mediciones capturadas del canal de frecuencia f_i , con su clasificación $\{M(f_i, t_j), M_c(f_i, t_j)\}$ se pueden extraer muestras de la intensidad de las señales y el ruido. Las mediciones $M(f_i, t_j)$ y el umbral de decisión se pueden convertir a una escala lineal como:

$$M_l(f_i, t_j) = \text{lineal}(M(f_i, t_j))$$

$$\eta = \text{lineal}(\eta)$$

Note que η puede ser un umbral local o global, usado para clasificar las mediciones $M(f_i, t_j)$.

Para la función de disponibilidad del espectro M_c , el número de instancias de tiempo cuando la señal ha estado presente en el canal puede ser determinada como:

$$K = \sum_{j=1}^{N_t} M_c(f_i, t_j)$$

Una medición que ha sido clasificada como señal tiene una componente de intensidad de señal y otra componente de intensidad de ruido. Un conjunto de K muestras de la intensidad de la señal puede extraerse de los datos del espectro $M(f_i, t_j)$ como:

$$S(f_i) = \{s(k): s(k) = M_l(f_i, t_j) - \eta l, \forall t_j \text{ donde } M_c(f_i, t_j) = 1\}$$

donde

$$k = 1, 2, \dots, K$$

De manera similar, un conjunto de $N_t - K$ muestras de la intensidad del ruido $N(f_i)$ puede extraerse como:

$$N(f_i) = \{n(r): n(r) = M_l(f_i, t_j), \forall t_j \text{ donde } M_c(f_i, t_j) = 0\}$$

donde

$$r = 1, 2, \dots, N_t - K$$

Características de la señal: Dado un vector fila de los datos clasificados del espectro de M_c , los bordes de la señal pueden ser identificados para determinar el ancho de banda de la señal, de manera similar dado un vector columna de M_c , las instancias de tiempo de inicio y fin de la transmisión de la señal puede ser identificado para determinar las veces en “on” y “off” de la señal.

7.6.2 Modelo de la Ocupación del Espectro

Para el modelo del espectro, una medición será representada como una función de tres componentes: señal, ruido y ocupación mediante:

$$M(f_i, t_j) = (M_c(f_i, t_j) \times S(f_i, t_j)) + N(f_i, t_j)$$

donde

$$M(f_i, t_j) \in M$$

$S(f_i, t_j)$ y $N(f_i, t_j)$ son las componentes de intensidad de la señal y el ruido de la muestra de medición $M(f_i, t_j)$. Cada componente del modelo puede ser modelado

como una variable aleatoria. La ocupación del canal se representa por una variable aleatoria X_{fi} y $M_c(f_i, t_j)$ representa una muestra de la variable aleatoria.

Para modelar la ocupación del espectro en un canal, se propone un modelo modificado de Markov que incorpora las variaciones naturales del tiempo (no estacionarios) de la ocupación del canal. El modelo propuesto de Markov asume que el canal será estacionario, sin embargo, en la práctica los parámetros del modelo pueden variar en el tiempo. Por ejemplo, el uso del canal de una estación móvil de un sistema fijo-móvil variará drásticamente con la hora del día teniendo un pico importante de uso durante las horas laborables, en la mayoría de los casos.

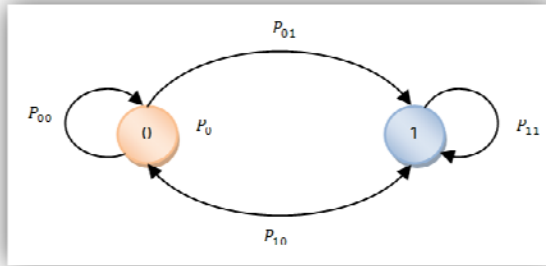


Figura 7.148. Modelo de Markov - Estados de la ocupación del canal.

El aspecto dinámico de X_{fi} , puede ser modelado por dos estados de una cadena de Markov, la cual se muestra en la Figura 7.148 Los parámetros del modelo de markov son estados de probabilidades denotadas por P_0 y P_1 correspondientes al estado 0 y 1. Las probabilidades de los estados de transición se denotan como P_{00} , P_{01} , P_{10} y P_{11} . Se tomará un peso aproximado para calcular los parámetros del modelo donde se dará más importancia al estado del canal más reciente. Para un canal particular de frecuencia f_i , y una instancia de tiempo particular t_k , el numero de pesos de las ocurrencias pasadas del estado 1 se determina con M_c y se denota por $N_w(M_c(f_i, t_j)) = 1$ y los pesos correspondientes de los estados de probabilidad se denotan como:

$$P_1^i(t_k) = \frac{N_w(M_c(f_i, t_j))}{N_{t_k}}$$

$$P_1^i(t_k) = 1 - P_1^i(t_k)$$

$$j = 1, \dots, N_{t_k}$$

Los pesos se establecen basándose en el número de ocurrencias del estado del canal relativo al instante , La variable , es una variable de tiempo “discreta” donde el

número total de muestras de la medición tomadas desde $t_j = 1$ a $(t_k - 1)$ se denota como N_{t_k} . Podemos calcular la probabilidad del conjunto finito de las muestras de la medición como sigue:

$$P_1^i(t_k) = \frac{1}{N_{t_k}} \sum_{j=1}^{N_{t_k}} M_c(f_i, t_j) e^{\gamma(t_k-j)}$$

donde γ es el factor de olvido para $0 \leq \gamma \leq 1$. El factor de olvido permite dar más peso para las muestras recientes y menos peso para las muestras pasadas.

De manera similar, el peso de la probabilidad de transición del estado 0 al estado 1 en el canal f_i es calculado como:

$$P_{01}^i = \frac{N_w(M_c(f_i, t_{j+1}) = 1, M_c(f_i, t_j) = 0)}{N_{t_k-1}}$$

donde

$$j = 1, \dots, N_{t_k} - 2$$

El término en el numerador representa el número de pesos de las ocurrencias de las transiciones del estado 0 al estado 1 en el canal f_i . De la misma manera se pueden calcular las otras probabilidades de transición.

7.6.3 Caracterización de la Utilización del espectro.

El instante de tiempo t_k utilizado para estimar el modelo de markov, estadísticamente tiene que ser mínimo, de modo que el periodo de caracterización es pequeño. En el caso de un proceso aleatorio estacionario, como el número de muestras medidas usadas para calcular la estimación aumenta, la precisión de la estimación también aumenta. Ahora surge una pregunta sobre el número mínimo de muestras que es requerido para estimar los parámetros del modelo, dado un número finito de datos de la medición y las limitaciones de los mecanismos de muestreo de las mediciones. En esta discusión, los parámetros del modelo representan estadísticas de la variable aleatoria X_{f_i} , Donde se asume que la ocupación del canal tiene un comportamiento estacionario por partes. Se asume también que la variable aleatoria X_{f_i} , es ergodica y que las muestras de las mediciones se observan independientemente y bajo condiciones experimentales similares.

Con estos preceptos, el número de muestras medidas N_{t_k} que son tomadas del canal de frecuencia f_i , pueden ser vistas como el espacio muestral de X_{f_i} .

El espacio de tiempo T_r , entre las muestras es la resolución del tiempo de barrido del mecanismo de muestreo. Si T es la duración del tiempo total para la cual las muestras medidas se capturan donde $T = N_{t_k} \cdot T_r$. Si se mejora la resolución entonces el número de muestras N_{t_k} se incrementa.

La relación entre los parámetros de la medición y el error estadístico de los parámetros estimados podría ser calculada. Se considera la siguiente expresión para estimar la probabilidad para el caso de la ocupación de un canal estacionario.

$$\bar{P}_1^i(t_k) = \frac{1}{N_{t_k}} \sum_{j=1}^{N_{t_k}} M_c(f_i, t_j)$$

$$\bar{\sigma}_s^2 = \frac{1}{N_{t_k} - 1} \sum_{j=1}^{N_{t_k}} \left(M_c(f_i, t_j) - \bar{P}_1^i(t_k) \right)^2$$

En la ecuación anterior, $M_c(f_i, t_j)$ representa una muestra de los dos estados de la variable aleatoria X_{f_i} . La sumatoria de las muestras, representa el número de instancias cuando el canal está ocupado, y sigue una distribución binomial $B(N_{t_k}, P_1^i)$. \bar{P}_1^i es un estimador consistente de P_1^i y puede ser tratado como una variable aleatoria con una cierta distribución de muestreo. Para grandes N_{t_k} ($N_{t_k} > 10$) la distribución binomial se puede aproximar con una distribución normal $\mathcal{N}(N_{t_k} P_1^i, P_1^i(1 - P_1^i))$ y \bar{P}_1^i puede ser tratado como una variable aleatoria Gaussiana con una forma de normalización denotada como $z \sim \mathcal{N}(0,1)$. Si α es el coeficiente de confianza, podemos denotar el porcentaje 100α como z_α :

$$P(z_\alpha) = \int_{-\infty}^{z_\alpha} p(z) dz = Prob[z \leq z_\alpha] = 1 - \alpha$$

Dado que t_n es una variable aleatoria con una distribución t-student de n ($n = N - 1$) grados de libertad y porcentaje 100α se denota como $t_{n,\alpha}$. χ_n^2 , representa una variable aleatoria con una distribución chi-cuadrado de $n(n = N - 1)$ grados de libertad con porcentaje 100α se denota como $\chi_{n,\alpha}^2$. En la derivación de la distribución de muestreo, se asume que las muestras de la ocupación del canal no se relacionan unas con otras y ésta hipótesis puede satisfacerse muestreando la ocupación del canal a intervalos aleatorios. De la distribución de muestreo de \bar{P}_1^i , el intervalo de confianza para P_1^i se denota como:

$$P[\bar{P}_1^i - d \leq P_1^i < \bar{P}_1^i + d] = 1 - \alpha$$

$$d = \frac{\bar{\sigma}_s}{\sqrt{N_{t_k}}}$$

Cuando el número de muestras N_{t_k} se incrementa, el intervalo de confianza decrece y la exactitud de la estimación se aumenta.

Esta discusión es aplicable para la estimación de las estadísticas de otros parámetros de la ocupación del espectro y los parámetros del modelo de Markov donde podemos tratar a los parámetros de la ocupación del espectro como una variable aleatoria X (o un proceso aleatorio) con una media μ_x y una desviación estándar σ_x , que representan los parámetros estadísticos de X denotados por Φ_x y sus estimaciones por $\bar{\Phi}_x$, $\bar{\Phi}_x$ puede ser tratado como una variable aleatoria con una cierta distribución de muestreo. La media y la varianza de X se muestran a continuación:

$$\bar{x} = \frac{1}{N_{t_k}} \sum_{j=1}^{N_{t_k}} x_j$$

$$s^2 = \frac{1}{N_{t_k} - 1} \sum_{j=1}^{N_{t_k}} (\bar{x} - x_j)^2$$

Los correspondientes intervalos de confianza son:

$$P[\bar{x} - d \leq \mu_x < \bar{x} + d] = 1 - \alpha,$$

donde

$$d = \frac{st_{n;\alpha/2}}{\sqrt{N_{t_k}}} = \frac{\sigma_z Z_{\alpha/2}}{\sqrt{N_{t_k}}}$$

$$P\left[\frac{ns^2}{\chi_{n;\alpha/2}^2} \leq \sigma_z^2 < \frac{ns^2}{\chi_{n;1-\alpha/2}^2}\right] = 1 - \alpha$$

donde

$$n = N_{t_k} - 1$$

7.6.4 Ocupación del Espectro Radioeléctrico por Rangos de Frecuencias

Estos gráficos de ocupación son generados automáticamente a partir de las muestras de monitoreos DSCAN, y registran el porcentaje de ocupación para cada banda de frecuencias dentro el rango establecido.

7.6.4.1 Ocupación de Radiodifusión FM 88-108MHz

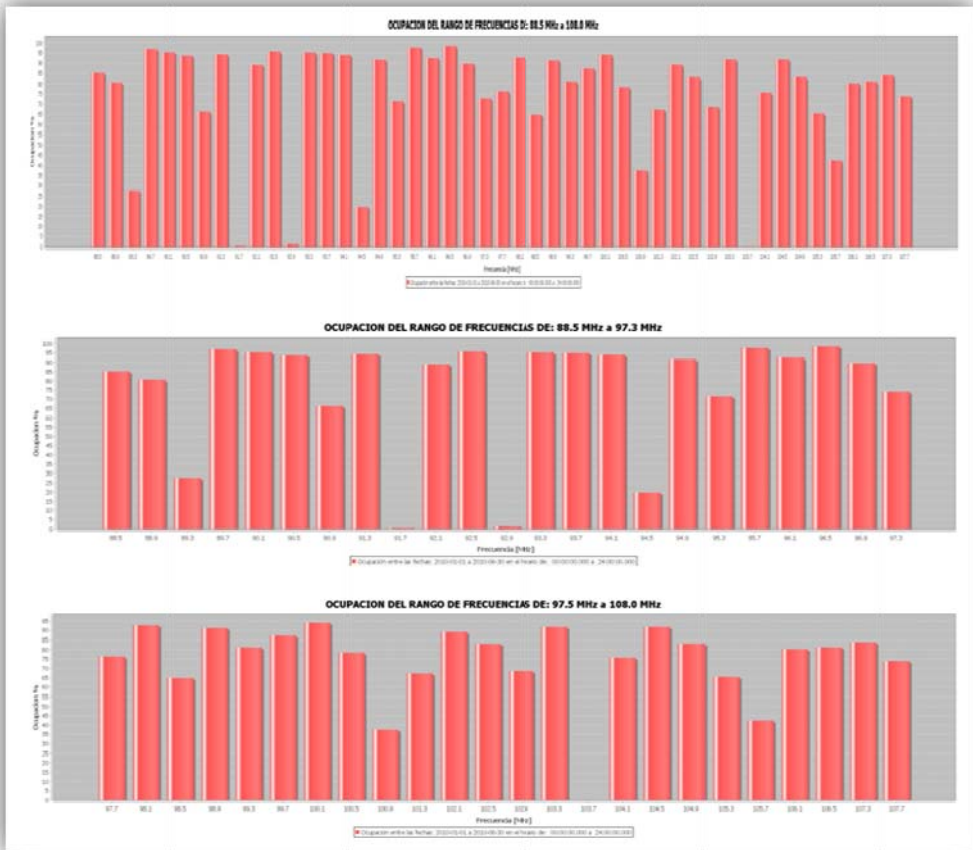


Figura 7.149. Ocupación de Radiodifusión FM 88-108MHz.

7.6.4.2 Ocupación de Radiodifusión AM de 0.525-1.705 MHz

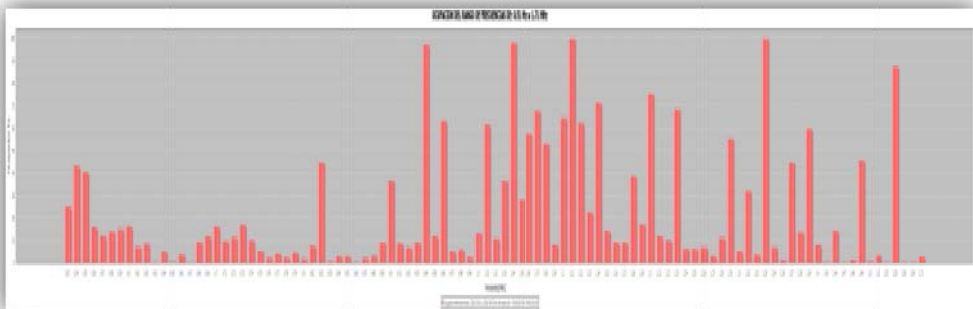


Figura 7.150. Ocupación de Radiodifusión AM 0.525-1.705MHz.

7.6.4.3 Ocupación de Televisión VHF y UHF

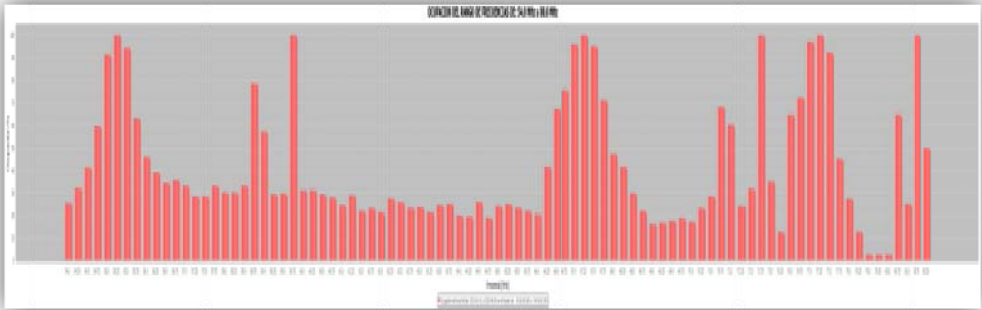


Figura 7.151. Ocupación de Televisión VHF Banda I 54-88MHz.

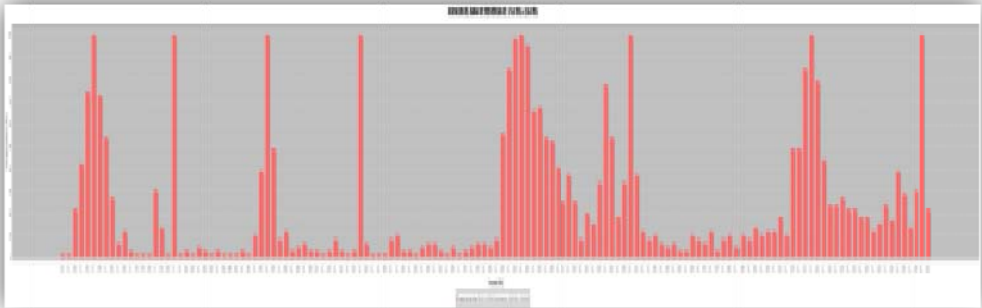


Figura 7.152. Ocupación de Televisión VHF Banda III 174-216MHz.

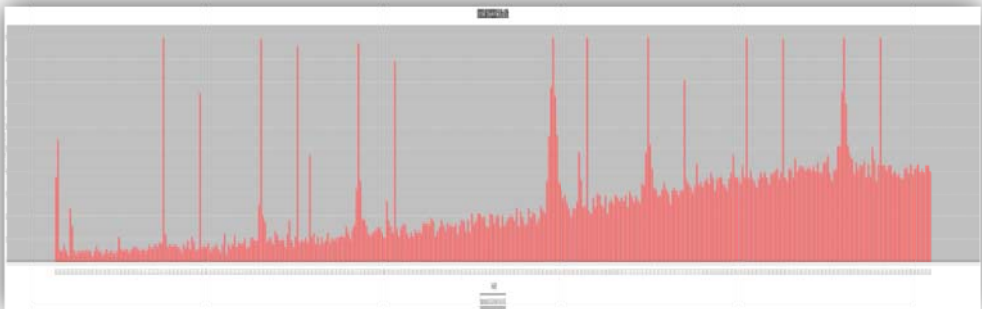


Figura 7.153. Ocupación de Televisión VHF Banda IV 500-608MHz.

7.6.4.4 Ocupación de Fijo – Móvil

A continuación se muestra un ejemplo de resultados de ocupación del servicio fijo-móvil.



Figura 7.154. Ocupación de Fijo – Móvil de 138-144MHz.

7.6.5 Ocupación del Espectro Radioeléctrico por Frecuencia

La ocupación por frecuencia, muestra el comportamiento de la operación de una estación de radiocomunicaciones, radiodifusión o televisión. Los gráficos presentados a continuación muestran claramente la diferencia que existe entre la ocupación de una señal permanente como las de radiodifusión y la ocupación de una señal no permanente como las de radiocomunicaciones.

7.6.5.1 Ocupación para una Estación de Radiodifusión FM



Figura 7.155. Ocupación diaria de la frecuencia 96.5 MHz de Radio “Más Candela”.



Figura 7.156. Ocupación mensual de la frecuencia 96.5 MHz de Radio “Más Candela”.

7.6.5.2 Ocupación de una Estación de Radiodifusión AM



Figura 7.157. Ocupación diaria de la frecuencia 1.07 MHz de Radio “La Voz del Tomebamba”.



Figura 7.158. Ocupación mensual de la frecuencia 1.07 MHz de Radio “La Voz del Tomebamba”.

7.6.5.3 Ocupación para una Estación de Televisión



Figura 7.159. Ocupación diaria de la frecuencia 67.25 MHz de la señal de video de “TELERAMA”.

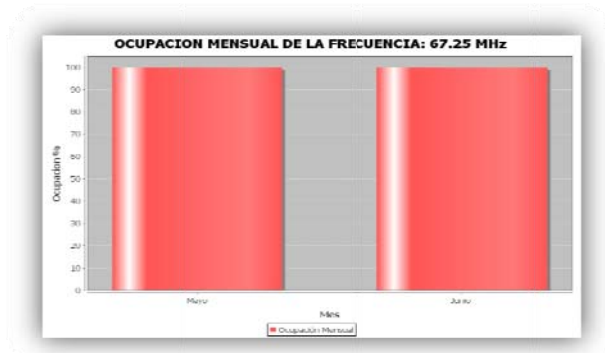


Figura 7.160. *Ocupación mensual de la Frecuencia 67.25 MHz de la señal de video de la estación de televisión “TELERAMA”.*

7.6.5.4 Ocupación para una Estación de Fijo – Móvil

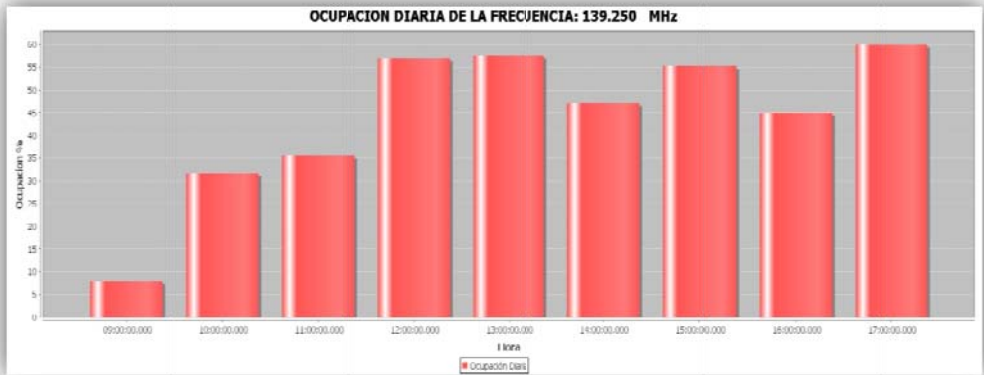


Figura 7.161. *Ocupación diaria de la frecuencia 139.25 MHz de la señal de Fijo – Móvil del concesionario Gerardo Ortiz e Hijos Cia. Ltda.*

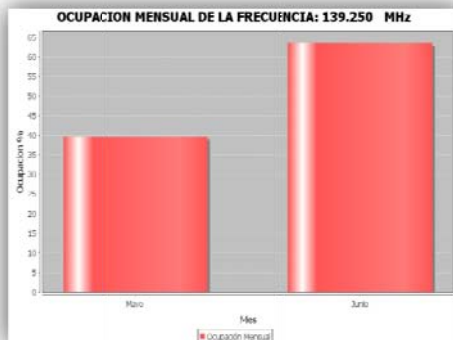


Figura 7.162. *Ocupación mensual de la frecuencia 139.25 MHz de la señal de Fijo – Móvil del concesionario Gerardo Ortiz e Hijos Cia. Ltda.*

7.7 Evaluación de los Resultados del Mapa de Control del Espectro

Para evaluarla eficacia del MAPCER se requiere analizar los datos procesados que aparecen a la salida del algoritmo de clasificación y compararlos con la realidad. La “realidad” se refiere a la información de una fuente confiable que representa el conocimiento sobre la verdadera presencia o ausencia de una señal para una frecuencia e instancia de tiempo particular. Sin embargo hay que considerar el hecho de que una señal no registrada como frecuencia concesionada puede ser real, y tratarse de una emisión no autorizada.

La decisión hecha por el algoritmo de clasificación puede o no coincidir con la realidad, lo cual se interpretaría como una clasificación correcta o incorrecta. Una clasificación incorrecta puede representar una falsa alarma o un error de detección. Una falsa alarma ocurre cuando una muestra de ruido se ha clasificado incorrectamente como una señal, y un error de detección ocurre cuando una muestra de una señal ha sido clasificada incorrectamente como ruido.

Se puede considerar teóricamente una matriz que represente la “realidad” de la ocupación de canales de frecuencias basada en los contratos de concesiones, $\mathbf{T} = [T(f_i, t_j)]$, la cual sería de las mismas dimensiones de la matriz M_C de ocupación del espectro.

Al comparar cada elemento de M_C con el correspondiente elemento de \mathbf{T} , podemos construir una tabla de contingencia del modelo propuesto, como se muestra a continuación:

		Señales Encontradas		
		Señal	Ruido	Total
Señales Reales	Señal	a	B	a+b
	Ruido	c	D	c+d
	Total	a+c	b+d	N=a+b+c+d

Tabla 7.92. *Parámetros para la evaluación de resultados.*

Mediante esta tabla se puede calcular la tasa de falsa alarma y de tasa de error.

En la tabla las cantidades a , b , c , y d representa el número de ocurrencias de las respectivas variables. La tasa de falsa alarma, la tasa de error y los pesos del error se calculan como sigue:

$$FA(\%) = \frac{c}{c + d} \times 100$$

$$TE(\%) = \frac{b}{a+b} \times 100$$

$$PE(\%) = \frac{w_1 b + w_2 c}{N} \times 100$$

Para determinar la ocupación del espectro, la prioridad tanto de minimizar los errores como las falsas alarmas es la misma. Es así que para nuestra evaluación un error de detección debe ser penalizado de igual forma que una falsa alarma considerando $w_1 = 0.5$ y $w_2 = 0.5$.

7.7.1 Evaluación de Resultados del Método CDF

A continuación se presenta la evaluación del método CDF de acuerdo al servicio al cual pertenecen las señales procesadas.

Señales Encontradas de Radiodifusión FM				
Señales Reales de Radiodifusión FM		Señal	Ruido	Total
	Señal	40,00	0,10	40,10
	Ruido	0,14	4,00	4,14
	Total	40,14	4,10	44,24
Señales Encontradas de Radiodifusión AM				
Señales Reales de Radiodifusión AM		Señal	Ruido	Total
	Señal	15,9	0,6	16,50
	Ruido	3,1	94,3	97,40
	Total	19,00	94,90	113,90
Señales Encontradas de Televisión VHF				
Señales Reales de Televisión VHF		Señal	Ruido	Total
	Señal	14	0,08	14,08
	Ruido	0,04	9,7	9,74
	Total	14,04	9,78	23,82
Señales Encontradas de Televisión UHF				
Señales Reales de Televisión UHF		Señal	Ruido	Total
	Señal	18	0,07	18,07
	Ruido	0,2	41,4	41,60
	Total	18,20	41,47	59,67
Señales Encontradas de Fijo-Móvil				
Señales Reales de Fijo-Móvil		Señal	Ruido	Total
	Señal	95	2,1	97,10
	Ruido	7,9	2746	2753,90
	Total	102,90	2748,10	2851,00
Señales Encontradas (Total)				
Señales Reales (Total)		Señal	Ruido	Total
	Señal	182,90	2,95	185,85
	Ruido	11,38	2895,40	2906,78
	Total	194,28	2898,35	3092,63

Tabla 7.93. Parámetros para la evaluación de resultados del Método CDF.

La siguiente tabla muestra la tasa de falsa alarma, tasa de error y peso del error para el método CDF de acuerdo al servicio procesado.

CDF			
Servicio	FA (%)	TE (%)	PE (%)
Radiodifusión FM	3,38164251	0,24937656	0,00271248
Radiodifusión AM	3,18275154	3,63636364	0,01624232
Televisión VHF	0,41067762	0,56818182	0,00251889
Televisión UHF	0,48076923	0,3873824	0,00226244
Fijo-Móvil	0,2868659	2,16271885	0,00175377
Total	0,3914985	1,58730159	0,0023168

Tabla 7.94. Evaluación de resultados del Método CDF.

7.7.2 Evaluación de Resultados del Método OTSU

A continuación se presenta la evaluación del método OTSU de acuerdo al servicio al cual pertenecen las señales procesadas.

Señales Encontradas de Radiodifusión FM				
Señales Reales de Radiodifusión FM		Señal	Ruido	Total
	Señal	37,90	1,80	39,70
	Ruido	0,10	4,90	5,00
	Total	38,00	6,70	44,70
Señales Encontradas de Radiodifusión AM				
Señales Reales de Radiodifusión AM		Señal	Ruido	Total
	Señal	12,9	2,1	15,00
	Ruido	1,6	100,2	101,80
	Total	14,50	102,30	116,80
Señales Encontradas de Televisión VHF				
Señales Reales de Televisión VHF		Señal	Ruido	Total
	Señal	13,9	0,4	14,30
	Ruido	0	9,9	9,90
	Total	13,90	10,30	24,20
Señales Encontradas de Televisión UHF				
Señales Reales de Televisión UHF		Señal	Ruido	Total
	Señal	17,9	0,4	18,30
	Ruido	0	41,9	41,90
	Total	17,90	42,30	60,20
Señales Encontradas de Fijo-Móvil				
Señales Reales de Fijo-Móvil		Señal	Ruido	Total
	Señal	83,1	7,5	90,60
	Ruido	3,4	2783	2786,40
	Total	86,50	2790,50	2877,00
Señales Encontradas (Total)				
Señales Reales (Total)		Señal	Ruido	Total
	Señal	165,70	12,20	177,90
	Ruido	5,10	2939,90	2945,00
	Total	170,80	2952,10	3122,90

Tabla 7.95. Parámetros para la evaluación de resultados del Método OTSU.

La siguiente tabla muestra la tasa de falsa alarma, tasa de error y peso del error para el método OTSU de acuerdo al servicio procesado.

OTSU			
Servicio	FA (%)	TE (%)	PE (%)
Radiodifusión FM	2	4,53400504	0,0212528
Radiodifusión AM	1,57170923	14	0,01583904
Televisión VHF	0	2,7972028	0,00826446
Televisión UHF	0	2,18579235	0,00332226
Fijo-Móvil	0,12202125	8,2781457	0,00189433
Total	0,17317487	6,85778527	0,00276986

Tabla 7.96. Evaluación de resultados del Método OTSU.

7.7.3 Evaluación de Resultados del Método ROHT

A continuación se presenta la evaluación del método ROHT de acuerdo al servicio al cual pertenecen las señales procesadas.

Señales Encontradas de Radiodifusión FM				
Señales Reales de Radiodifusión FM		Señal	Ruido	Total
	Señal	39,60	0,30	39,90
	Ruido	0,12	4,50	4,62
	Total	39,72	4,80	44,52
Señales Encontradas de Radiodifusión AM				
Señales Reales de Radiodifusión AM		Señal	Ruido	Total
	Señal	15,4	0,8	16,20
	Ruido	2,7	98,3	101,00
	Total	18,10	99,10	117,20
Señales Encontradas de Televisión VHF				
Señales Reales de Televisión VHF		Señal	Ruido	Total
	Señal	13,9	0,1	14,00
	Ruido	0	9,8	9,80
	Total	13,9	9,90	23,80
Señales Encontradas de Televisión UHF				
Señales Reales de Televisión UHF		Señal	Ruido	Total
	Señal	17,9	0,1	18,00
	Ruido	0,01	41,9	41,91
	Total	17,91	42,00	59,91
Señales Encontradas de Fijo-Móvil				
Señales Reales de Fijo-Móvil		Señal	Ruido	Total
	Señal	93,5	3,4	96,90
	Ruido	5,22	2775	2780,22
	Total	98,72	2778,40	2877,12
Señales Encontradas (Total)				
Señales Reales (Total)		Señal	Ruido	Total
	Señal	180,30	4,70	185,00
	Ruido	8,05	2929,50	2937,55
	Total	188,35	2934,20	3122,55

Tabla 7.97. Parámetros para la evaluación de resultados del Método ROHT.

La siguiente tabla muestra la tasa de falsa alarma, tasa de error y peso del error para el método ROHT de acuerdo al servicio procesado.

ROHT			
Servicio	FA (%)	TE (%)	PE (%)
Radiodifusión FM	2,5974026	0,7518797	0,00471698
Radiodifusión AM	2,67326733	4,9382716	0,01493174
Televisión VHF	0	0,71428571	0,00210084
Televisión UHF	0,02386065	0,55555556	0,00091804
Fijo-Móvil	0,18775493	3,50877193	0,00149803
Total	0,27403789	2,54054054	0,0020416

Tabla 7.98. Evaluación de resultados del Método ROHT.

PARTE IV

Uso del Conocimiento

CAPITULO 8: IMPLEMENTACIÓN DEL MAPA DE CONTROL DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO

8.1 Metodología de Desarrollo

En base a la estructura corporativa de la SUPERTEL se ha definido como metodología de desarrollo de software estandar el Proceso Unificado Racional (Rational Unified Process, RUP), ya que permite adaptar el proceso, equilibrar prioridades, demostrar valores iterativamente, elevar el nivel de abstracción y enfocarse en la calidad.

En base a RUP, el desarrollo del Mapa de Control del Espectro radioeléctrico se ha realizado en cuatro fases: La fase inicial en donde se acordó el alcance del proyecto dentro de la institución, la fase de elaboración, que en base al proceso de desarrollo KDD, se enfocó en el estudio de los sistemas de comprobación técnica, el estudio del espectro radioeléctrico y las muestras de mediciones de prueba para la construcción del almacén de datos sobre Oracle 10g, la fase de desarrollo en donde se implementaron los algoritmos de clasificación y los procesos necesarios para la identificación de señales sobre una arquitectura web que se ejecuta sobre el servidor de aplicaciones WebLogic, la fase de cierre en donde se ha verificado que el Mapa cumpla con objetivos planteados.

Cada fase del proceso RUP, realiza una serie de artefactos que muestran la estructura de diseño del Mapa de Control del Espectro Radioeléctrico. Estos artefactos se presentan en los apartados siguientes.

8.2 Modelos del Sistema: “Mapa de control del Espectro Radioeléctrico”

8.2.1 Modelo del Negocio

La Intendencia Regional Sur forma parte de la SUPERINTENDENCIA DE TELECOMUNICACIONES, esta jurisdicción es la encargada del control del espectro radioeléctrico y servicios de telecomunicaciones en las provincias de Azuay, Cañar, Loja, Zamora Chinchipe y Morona Santiago. Está formada por la Unidad de Radiocomunicaciones Radiodifusión y Televisión encargada del control de servicios fijo-movil, enlaces radiodifusión y television, estaciones de radiodifusión AM,FM y OC, estaciones de televisión, televisión por cable, servicio CDMA de telefonía fija, y

troncalizados. La unidad de Telecomunicaciones encargada del control de servicios portadores, servicios de valor agregado, cibercafé, telefonía móvil y servicio móvil avanzado. La Unidad Jurídica encargada de orientar en el proceso de juzgamiento de infracciones en los servicios de radiodifusión, televisión y radiocomunicaciones. La Figura 8.1 muestra el modelo del Negocio de la Intendencia Sur

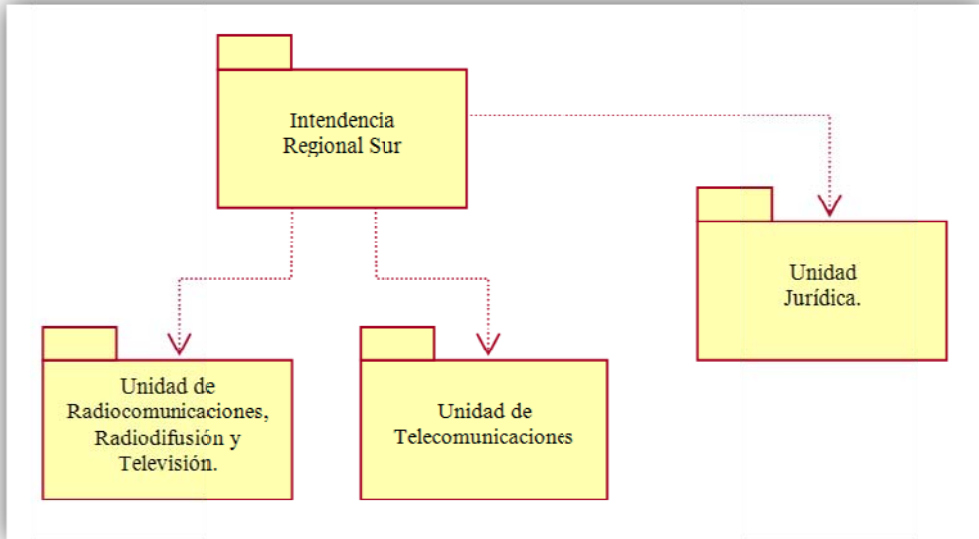


Figura 8.1. Modelo del Negocio de la IRS.

8.2.2 Modelo de Casos de Uso

El modelo de casos de uso describe la funcionalidad del Mapa de Control del Espectro radioeléctrico. Un caso de uso representa una unidad discreta de interacción entre un usuario y el sistema. Un Caso de Uso es una unidad simple de trabajo significativo. Se presenta un modelo de casos de uso para cada módulo del Mapa de Comprobación Técnica del Espectro Radioeléctrico. No se realiza una especificación detallada de cada caso de uso debido a que el “Análisis y Diseño del Sistema” queda fuera de los objetivos de esta tesis.

8.2.2.1 Modelo de Casos de Uso para el Módulo de Comprobación Técnica

El módulo de Comprobación Técnica incluye el registro de monitoreos y mediciones efectuados con los sistemas de comprobación técnica R&S ARGUS y TESAMERICA, y el registro de las observaciones del monitoreo manual. Las mediciones y monitoreos registradas, puede ser administradas y procesadas por el técnico de mediciones. Las tareas de administración se

refieren al acceso a los datos y gráficas del monitoreo, y a las opciones de modificación y eliminación de una medición.

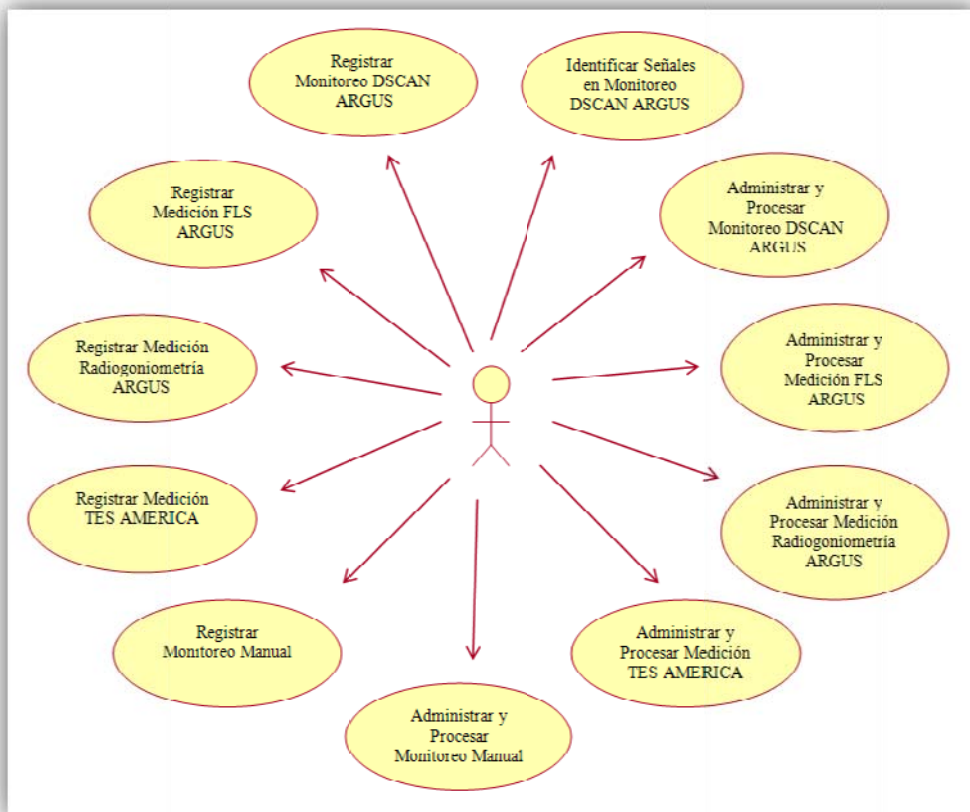


Figura 8.2. Modelo de Casos de Uso para le Módulo de Comprobación Técnica.

8.2.2.2 Modelo de casos de Uso para el Módulo de Concesiones de Frecuencias

El módulo de Concesiones de Frecuencia permite la administración de contratos de radiocomunicaciones y radiodifusión, entiéndase por administración, el ingreso, consulta, eliminación, búsqueda y listados de contratos de radiocomunicaciones, contratos de radiodifusión, circuitos de radiocomunicaciones, estaciones de radiocomunicaciones, enlaces de radiocomunicaciones, estructuras y antenas de estaciones fijas, estaciones de radiodifusión, enlaces de radiodifusión y todos los registros auxiliares para el ingreso de cada una de las entidades mencionadas.

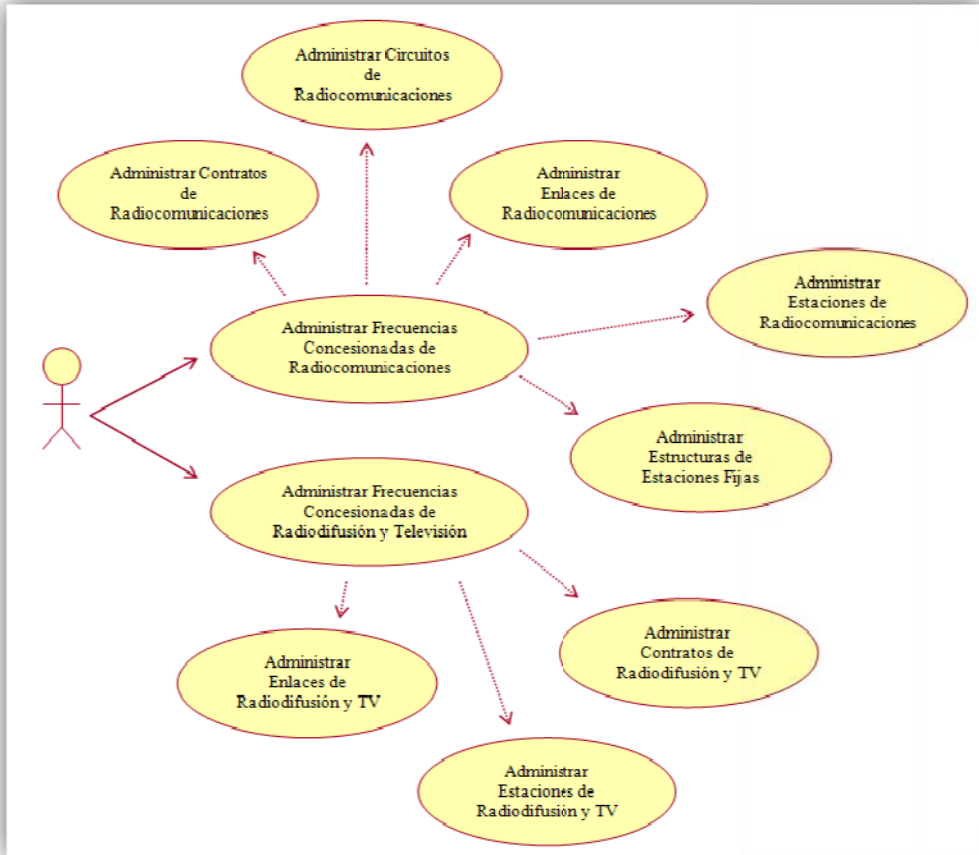


Figura 8.3. Modelo de Casos de Uso para le Módulo de Concesiones de Frecuencias.

8.2.2.3 Modelo de casos de Uso para el Módulo de Procesamiento de Señales

El módulo de procesamiento de señales incluye la aplicación de los algoritmos de clasificación sobre las muestras de los monitoreos DSCAN registrados. Además este módulo se refiere también a las operaciones de identificación de señales para los monitoreos clasificados y el modelo de la ocupación del espectro radioeléctrico. La administración del espectro radioeléctrico permite ver los servicios y concesionarios registrados por rangos de frecuencias y acceder al historial de las mediciones y monitoreos efectuados, permite también determinar la ocupación del espectro radioeléctrico para un rango de frecuencias o evaluar el comportamiento de la ocupación diaria, anual o total por frecuencia.

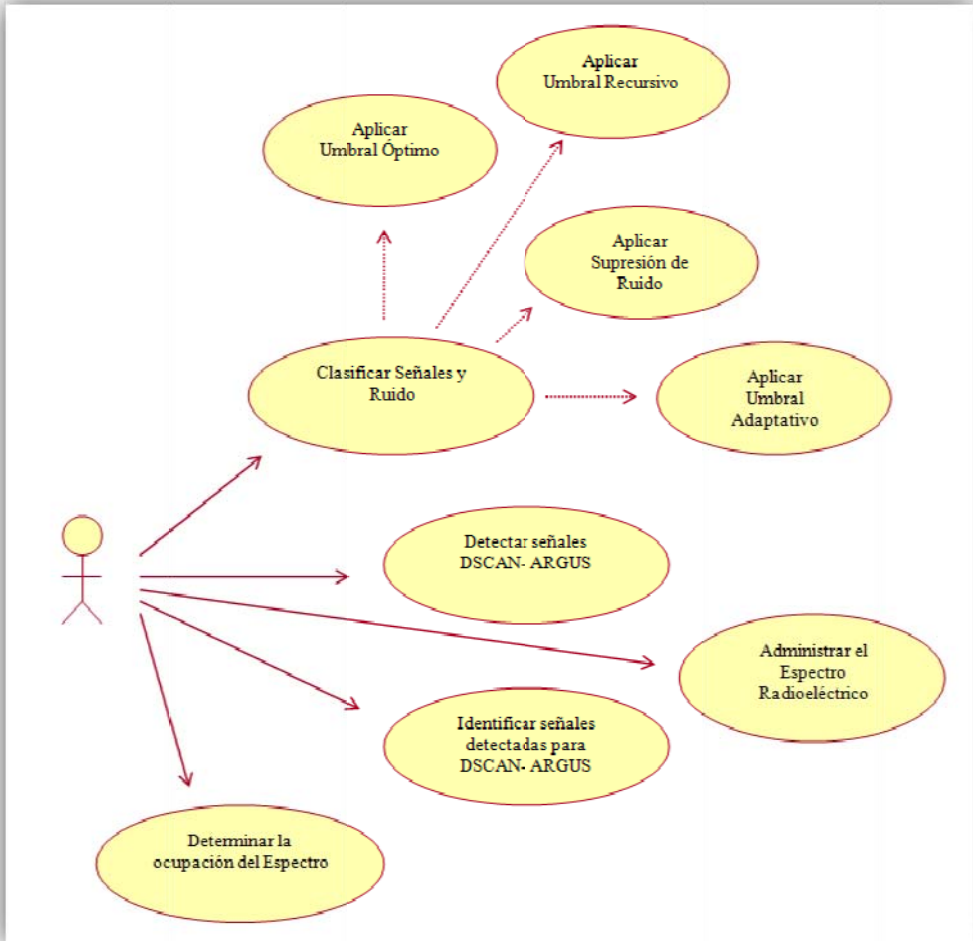


Figura 8.4. Modelo de Casos de Uso para el Módulo de Procesamiento de Señales.

8.2.3 Modelo de Análisis y Diseño

En el modelo de análisis y diseño se presentan los diagramas correspondientes a las vistas lógica, física y de implementación.

8.2.3.1 Vista Lógica

Muestra los componentes principales de diseño y sus relaciones de forma independiente de los detalles técnicos y de cómo la funcionalidad será implementada en la plataforma de ejecución. Se describe la solución en términos de clases de diseño presentadas en tres diagramas correspondientes a cada módulo.

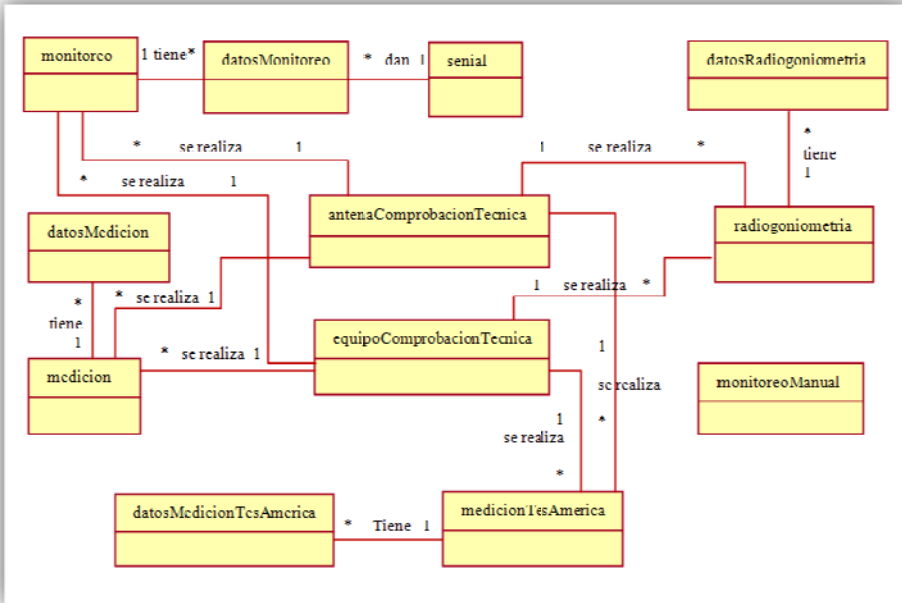


Figura 8.5. Diagrama de Clases del Módulo de Comprobación Técnica del Espectro Radioeléctrico.

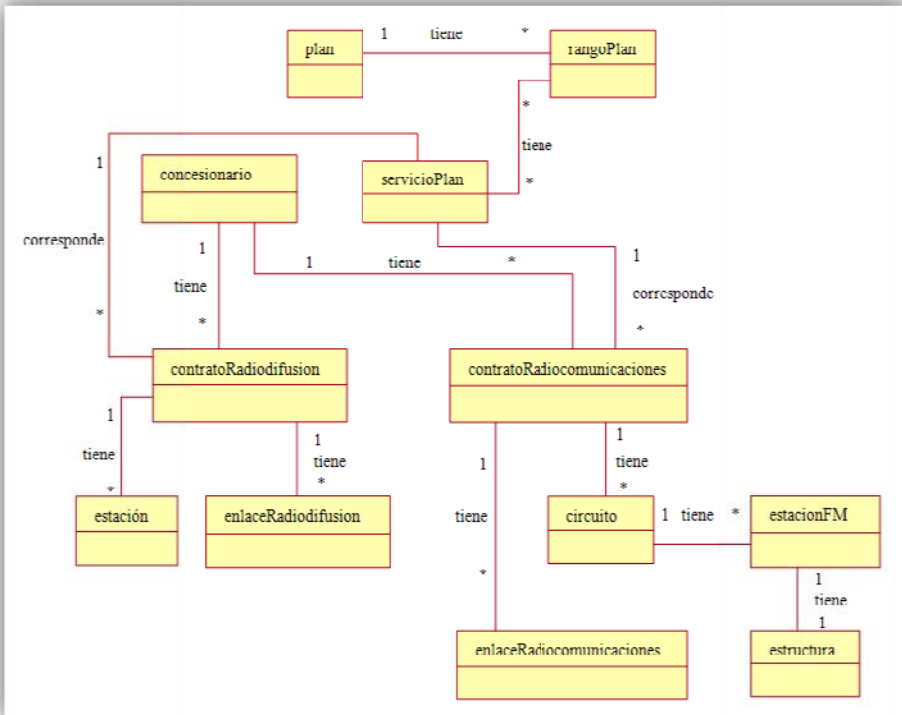


Figura 8.6. Diagrama de Clases del Módulo de Concesiones de Frecuencias.

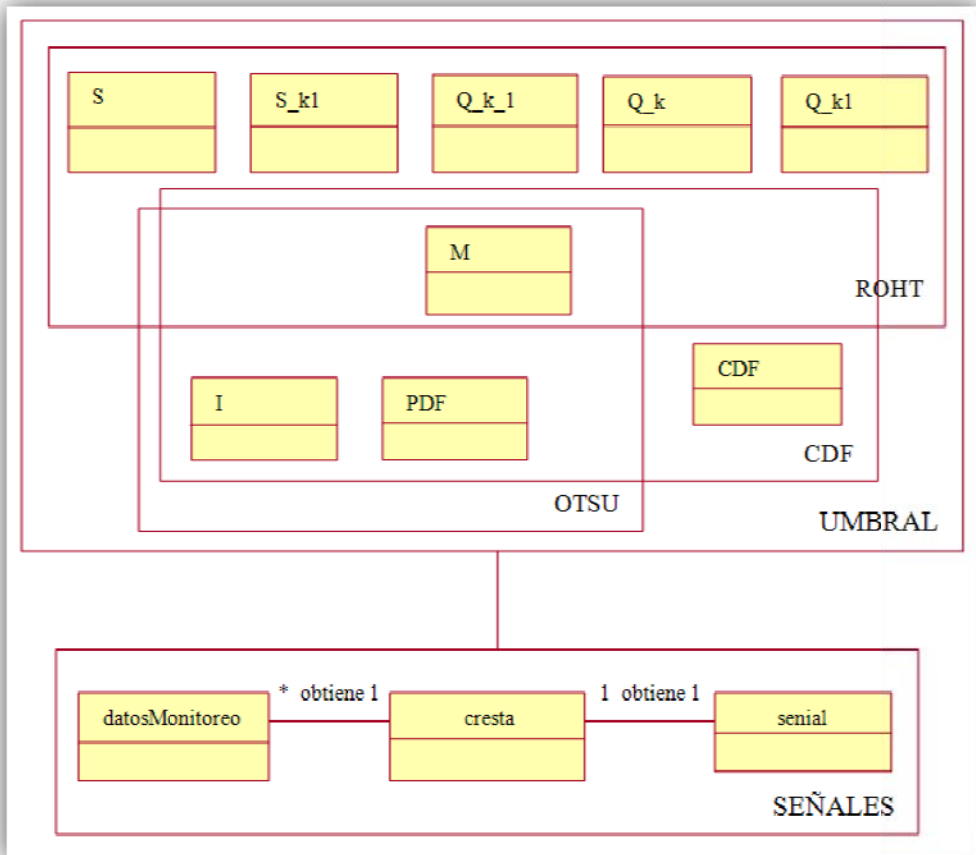


Figura 8.7. Diagrama de Clases del Módulo de Procesamiento de Señales.

8.2.3.2 Vista de Implementación

La vista de implementación emplea los diagramas de secuencia, estados y colaboración para representar el flujo de las operaciones, el estado de los datos y las interacciones organizadas alrededor de niveles respectivamente.

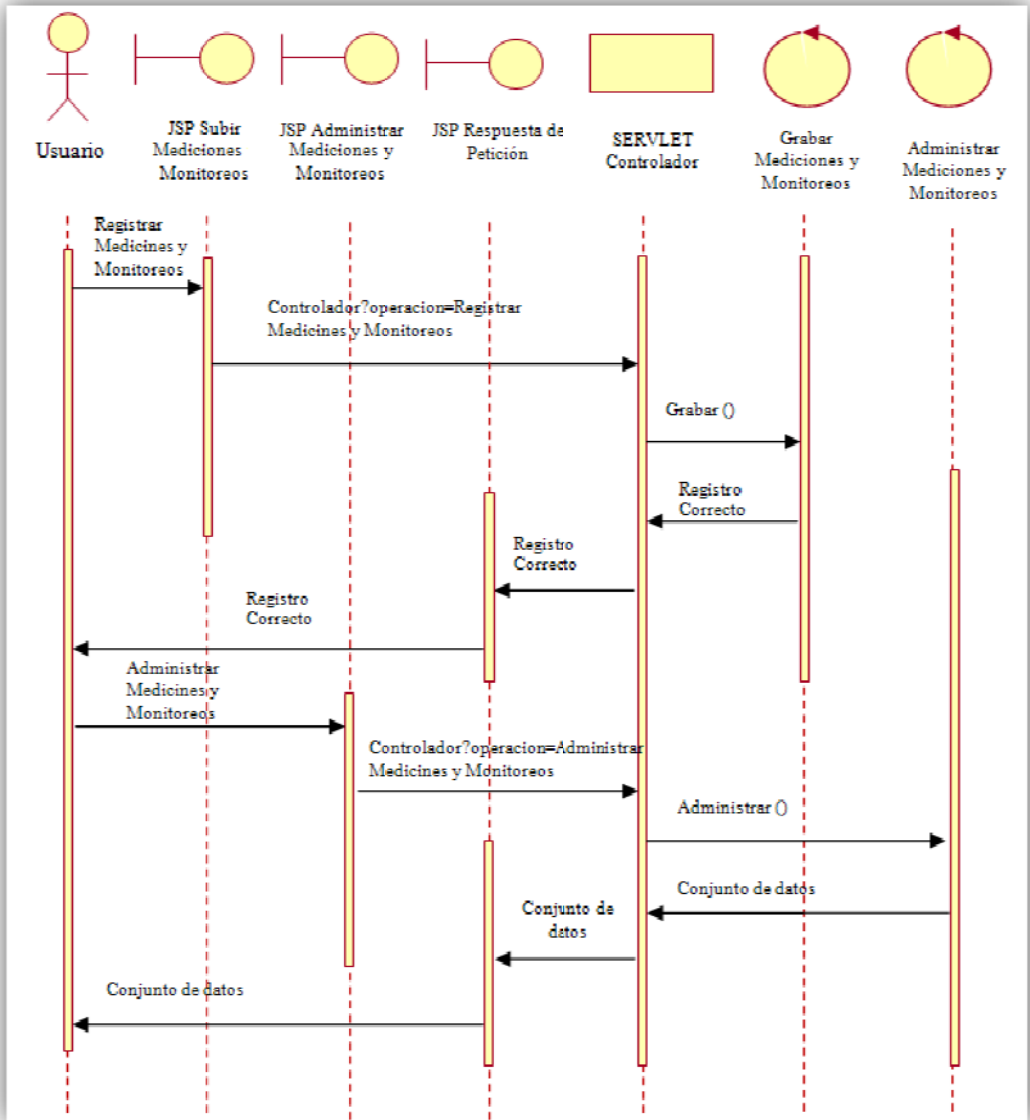


Figura 8.8. Diagrama de Secuencia del Mapa de Control del Espectro Radioeléctrico.

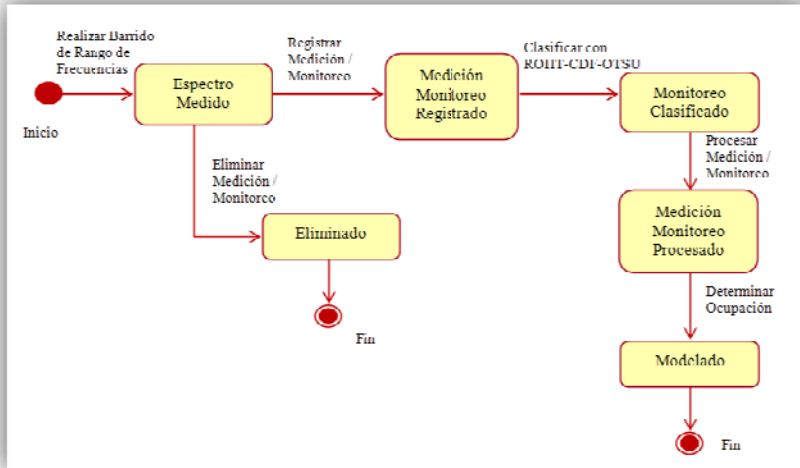


Figura 8.9. Diagrama de Estados de las Mediciones y Monitoreos del Espectro Radioeléctrico.

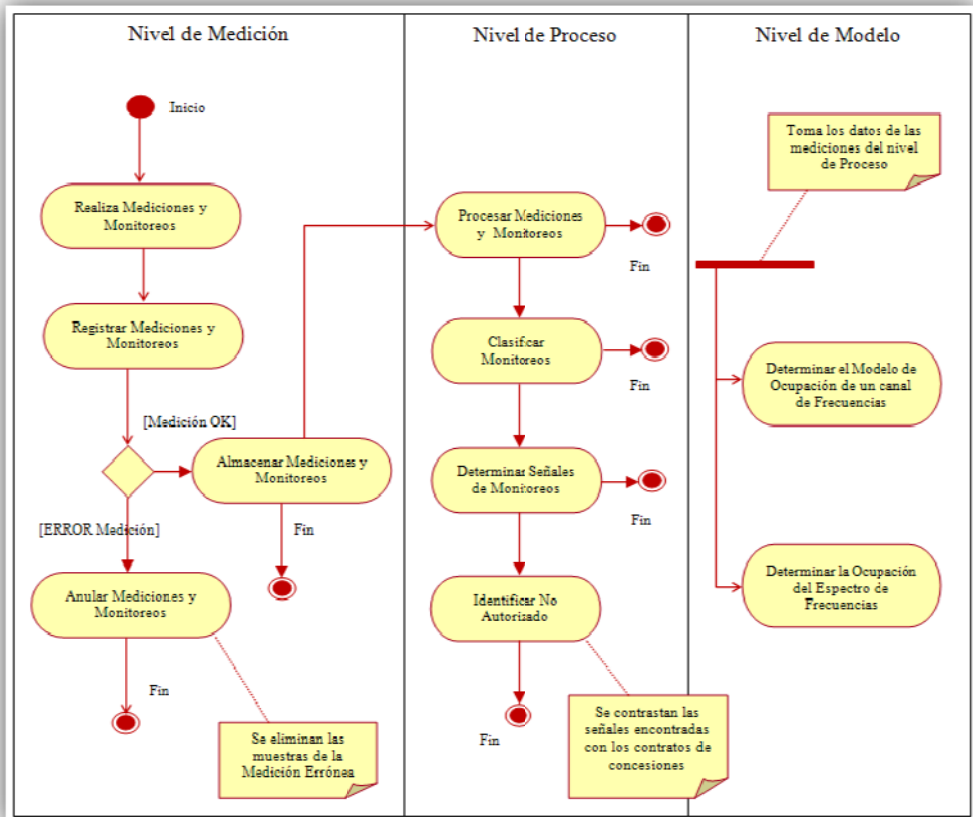


Figura 8.10. Diagrama de Colaboración del Mapa de Control del Espectro Radioeléctrico.

8.2.3.3 Vista física

La vista física muestra el diseño lógico traducido en los componentes que lo implementan. Esta vista ilustra la distribución del procesamiento entre los distintos equipos que conforman el Mapa de Control del Espectro Radioeléctrico. Los elementos definidos en la vista lógica se "mapean" a componentes de software o de hardware.

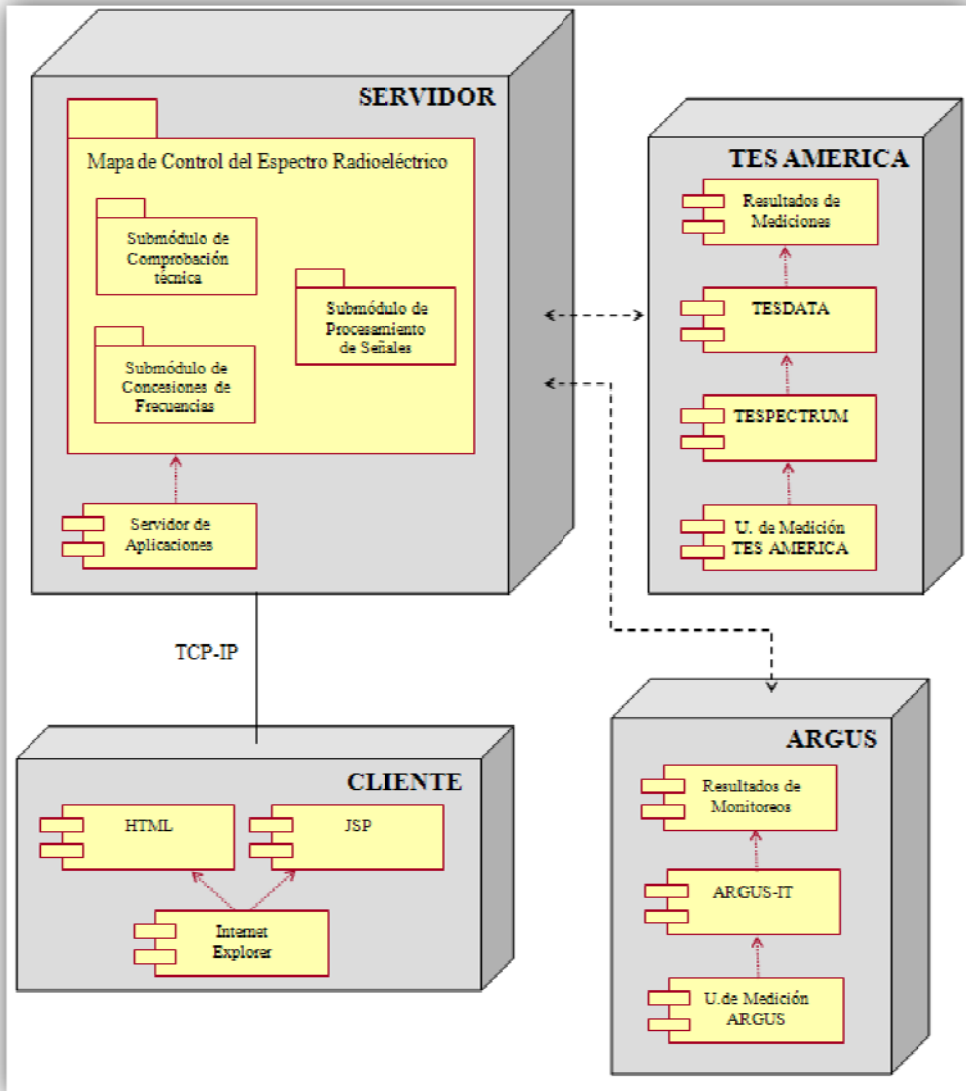


Figura 8.11. Vista Física del Mapa de Control del Espectro Radioeléctrico.

8.3 Arquitectura del Sistema: “Mapa de control del Espectro Radioeléctrico”

A continuación se presenta el diagrama de bloques de la arquitectura del Mapa de control del espectro radioeléctrico que muestra las interacciones de los componentes lógicos del MAPCER.

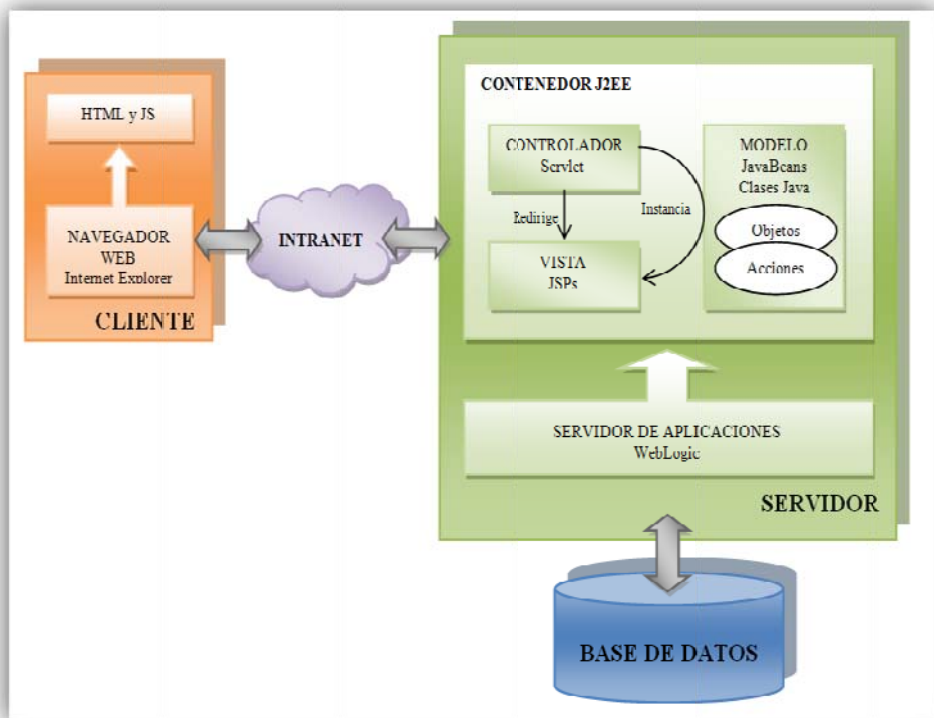


Figura 8.12. Arquitectura del Mapa de Control del Espectro Radioeléctrico.

8.4 Despliegue, Interpretación y Contextualización del Sistema: “Mapa de control del Espectro Radioeléctrico”.

El Mapa de Control del Espectro Radioeléctrico ha sido probado en su entorno de ejecución final. El MAPCER, al ser una aplicación web puede ser accedido por todos los nodos de la intranet de la SUPERTEL.

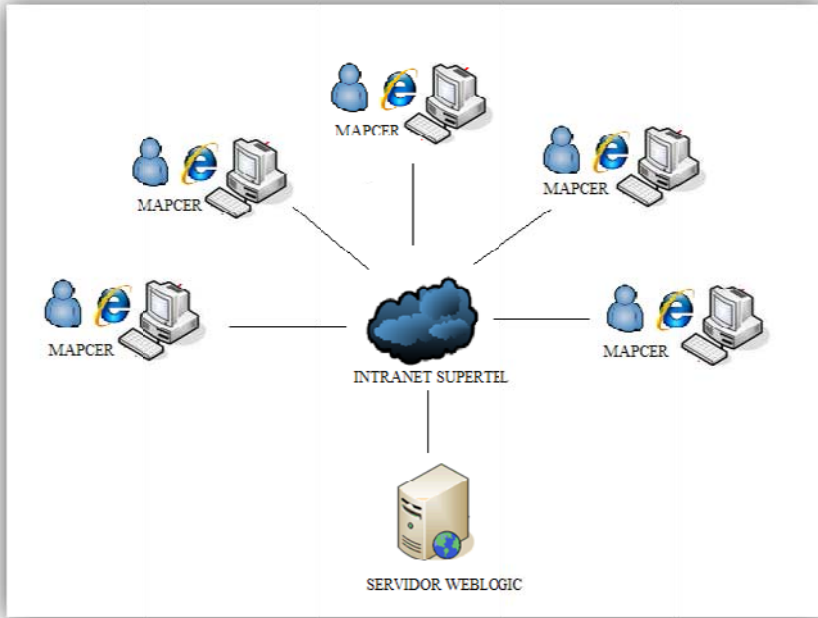


Figura 8.13. Despliegue del Mapa de Control del Espectro Radioeléctrico.



Figura 8.14. Interfaz del Mapa de Control del Espectro Radioeléctrico.

8.5 Documentación del Sistema: “Mapa de control del Espectro Radioeléctrico”

El mapa de control del espectro radioeléctrico presenta las siguientes herramientas para la administración de las mediciones y monitoreos. Estas Son:



SEÑALES REGISTRADAS

Esta herramienta, permite acceder a las mediciones y monitoreos realizadas con los sistemas de comprobación técnica, mediante datasets o gráficos.

Se presenta una ventana deslizante para filtrar las mediciones y monitoreos de acuerdo al rango de frecuencias, a las fechas, y al periodo de tiempo en que se efectuaron las mediciones. Se puede acceder a Registros y Señales de Monitoreos-ARGUS, Registros y Señales de Mediciones-ARGUS, Registros y Señales de Mediciones TESAMERICA y a Registros y Señales del monitoreo manual. La diferencia entre las dos opciones es que la primera presenta un registro para cada muestra tomada a lo largo de las mediciones y la segunda opción presenta un único registro por frecuencia, con los valores máximos, mínimos y promedios registrados en las mediciones.

SEÑALES Y REGISTROS DE MONITOREOS
VENTANA DESLIZANTE

Frecuencia Inicial [MHz]	88.0
Frecuencia Final [MHz]	108.0
Fecha Inicio (YYYY-MM-DD)	2010-01-01
Fecha Fin (YYYY-MM-DD)	2010-01-31
Hora Inicio (HH:MM:SS)	00:00:00.000
Hora Fin (HH:MM:SS)	24:00:00.000

Identificar NO AUTORIZADO

Registros de Monitoreos ARGUS	Señales de Monitoreos ARGUS
Registros de Mediciones ARGUS	Señales de Mediciones ARGUS
Registros de Mediciones TES AMERICA	Señales de Mediciones TES AMERICA
Registros de Monitoreo MANUAL	Señales de Monitoreo MANUAL

Figura 8.15. *Interfaz para la administración de señales registradas.*

Además se permite identificar las señales no autorizadas en donde se contrasta las señales procesadas obtenidas de los monitoreos y las frecuencias registradas en los contratos de concesiones.

SEÑALES						
Frecuencia [MHz]	Valor Max [dBuV/m]	Valor Min [dBuV/m]	Valor Avg [dBuV/m]	Cesionario	Servicio	Estado
94.5	79.1411114	79.1411114	79.1411114	ALIVIA FM RR	RADIODIFUSION Y TV	A
94.9	76.4111474	76.4111474	76.4111474	NACIONAL DEL ECUADOR FM	RADIODIFUSION Y TV	A
94.7	81.11111111	81.11111111	81.11111111	TROPICALIDA STEREO	RADIODIFUSION Y TV	A
94.1	87.47811111	88.9481274	87.1881274	W FM	RADIODIFUSION Y TV	A
94.5	88.18811111	87.7811274	87.7811274	ANTENA UNIV FM	RADIODIFUSION Y TV	A
91.3	87.84810000	86.30100000	86.81533333	J.C. RADIO	RADIODIFUSION Y TV	A
92.1	77.8910714	77.8910714	77.8910714	CCC MACCICA FM	RADIODIFUSION Y TV	A
90.5	85.28800000	84.4571429	84.7334286	IG-1	RADIODIFUSION Y TV	A
90.5	89.30100000	89.30100000	89.30100000	CONFERIA FM	RADIODIFUSION Y TV	A

Figura 8.16. Interfaz para identificación de señales.



ESPECTRO RADIOELÉCTRICO

Esta herramienta muestra el Plan Nacional de Frecuencias. Cada rango de frecuencias puede ser administrado, esto es, se pueden obtener datos de las señales registradas en las mediciones y monitoreos, determinar la ocupación del rango de frecuencias, identificar frecuencias no autorizadas, entre otros.

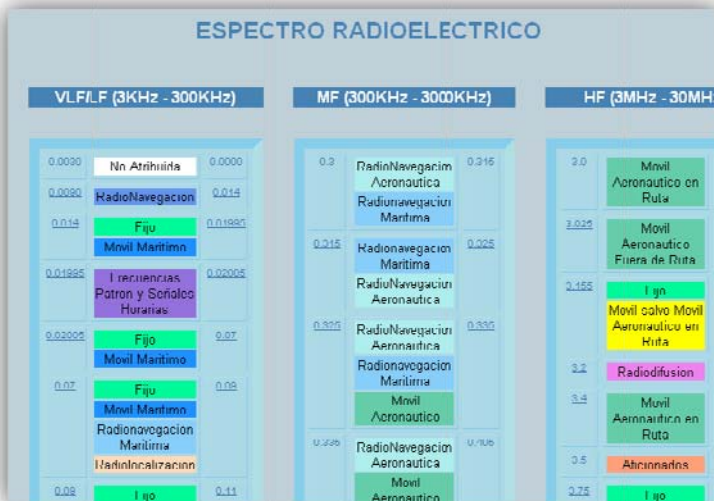


Figura 8.17. Interfaz del espectro radioeléctrico.



MEDICIONES Y MONITOREOS REGISTRADOS

Se presentan las mediciones y monitoreos registrados, del sistema ARGUS, TESAMERICA y monitoreo manual.

Figura 8.18. Interfaz de monitoreos registrados.



CONCESIONARIOS REGISTRADOS

Esta herramienta permite filtrar los concesionarios para un rango de frecuencias y de acuerdo a la provincia y cantón. Además se debe establecer el periodo de tiempo correspondiente a las mediciones y monitoreos que se presentarán en los resultados.

Figura 8.19. Interfaz de concesionarios registrados.



SERVICIOS REGISTRADOS

Permite obtener el número de contratos registrados para cada servicio. Se establece la provincia y el cantón para el cual se evaluarán los resultados, además del rango de frecuencias para la búsqueda de servicios.

Figura 8.20. Interfaz de servicios registrados.

El gráfico estadístico de las frecuencias concesionadas registradas en el MAPCER actualmente se muestran en la Figura 8.21.

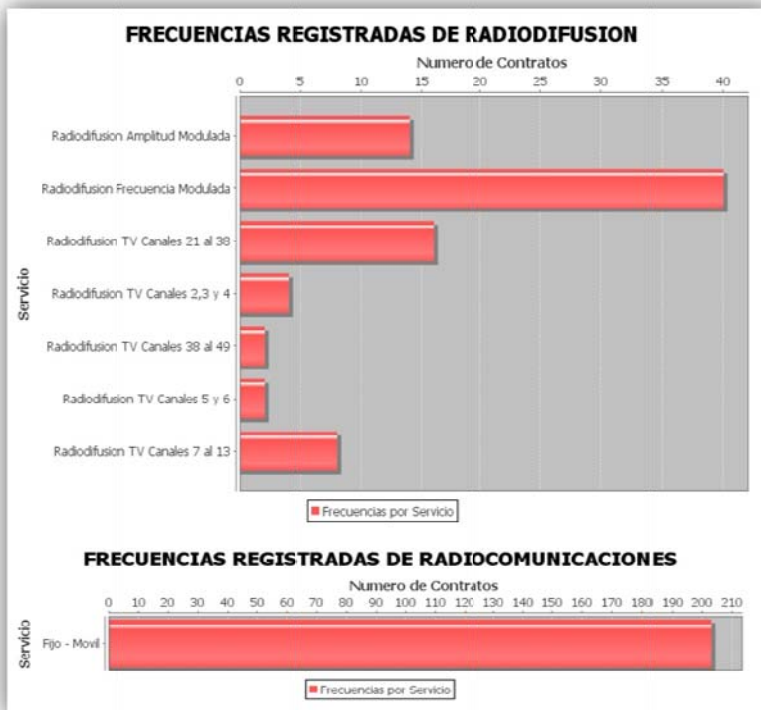


Figura 8.21. Frecuencias autorizadas registradas en el MAPCER.



HISTORIAL POR FRECUENCIA

El historial por frecuencia presenta los valores de las mediciones que se han registrado en un periodo de tiempo para una frecuencia dada. Esto permite ver la variación en la recepción de las señales y detectar si ha habido un cambio en la potencia del transmisor.

HISTORIAL POR FRECUENCIA
VENTANA DESLIZANTE

Frecuencia (MHz):

Fecha Inicio (YYYY-MM-DD):

Fecha Fin (YYYY-MM-DD):

Hora Inicio (HH:MM:SS):

Hora Fin (HH:MM:SS):

MONITOREOS ARGUS	Campo Eléctrico	
MEDICIONES ARGUS	Campo Eléctrico	Ancho de Banda
TES AMERICA	Campo Eléctrico	Ancho de Banda
	Potencia Máxima	P. Isotrópica Máxima
	P. Isotrópica Normalizada	
MANUAL	Campo Eléctrico	Ancho de Banda

Figura 8.22. Interfaz del historial de mediciones y monitoreos por frecuencia.

La Figura 8.23 muestra el historial de los niveles de intensidad de campo registrados para la estación de radiodifusión “Más Candela” que opera en la frecuencia 96.5 MHz.

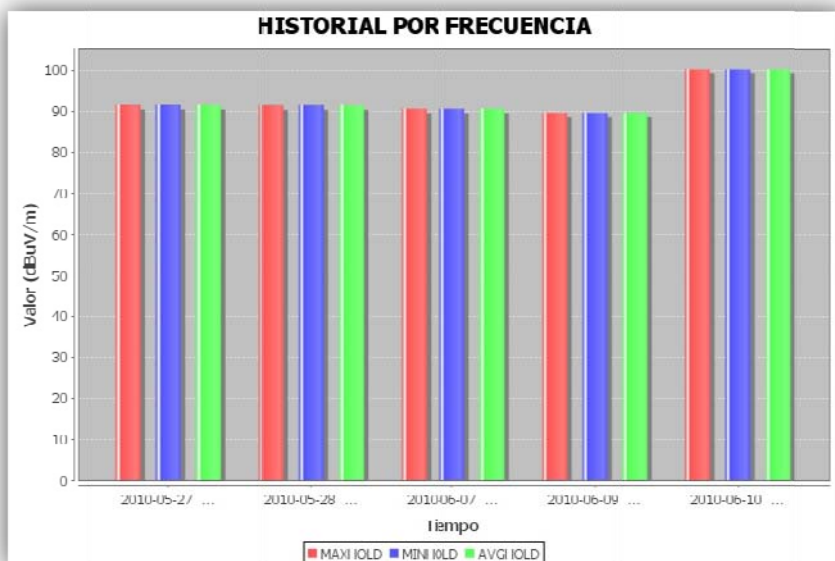


Figura 8.23. Historial de intensidad de campo para la estación de radiodifusión “Más Candela” 96.5 MHz.



OCUPACIÓN POR FRECUENCIA

La ocupación por frecuencia, puede ser evaluada de forma diaria, anual, o total. La ocupación diaria permite ver como se comporta un canal para cada hora del día y determinar las horas pico. La ocupación anual y total dan una visión mas generalizada de la ocupación del canal.

OCUPACION POR FRECUENCIA
VENTANA DESLIZANTE

Frecuencia[MHz]:	96.5
Fecha Inicio:(YYYY-MM-DD):	2010-01-01
Fecha Fin:(YYYY-MM-DD):	2010-06-30
Hora Inicio:(HH:MM:SS):	00:00:00.000
Hora Fin:(HH:MM:SS):	24:00:00.000

Figura 8.24. Interfaz de ocupación por frecuencia.



OCUPACIÓN POR RANGOS DE FRECUENCIAS

Muestra la ocupación real del espectro para un rango de frecuencias establecido.

OCUPACION PARA UN RANGO DE FRECUENCIAS
VENTANA DESLIZANTE

Frecuencia Inicial[MHz]:	88.5
Frecuencia Final[MHz]:	108.0
Fecha Inicio:(YYYY-MM-DD):	2010-01-01
Fecha Fin:(YYYY-MM-DD):	2010-06-30
Hora Inicio:(HH:MM:SS):	00:00:00.000
Hora Fin:(HH:MM:SS):	24:00:00.000
Canalización:[KHz]:	400.0

Figura 8.25. Interfaz de ocupación por rangos de frecuencias.

PROCESAMIENTO DE SEÑALES

El procesamiento de señales se efectúa de acuerdo al tipo de medición.

Para los monitoreos de rangos de frecuencias DSCAN se emplean los algoritmos de calificación ROHT, CDF, OTSU, como se muestra en la Figura 8.26. Cada archivo de mediciones puede ser procesado aplicando la ventana deslizante para obtener mejores resultados.

VENTANA DE PROCESAMIENTO DEL MONITOREO - ARGUS

Descripción Monitoreo:

Frecuencia Inicial[MHz]:

Frecuencia Final[MHz]:

Fecha Inicio:(YYYY-MM-DD):

Fecha Fin:(YYYY-MM-DD):

Hora Inicio:(HH:MM:SS):

Hora Fin:(HH:MM:SS):

Procesar sin Clasificar

ROHT	CDF	OTSU
Intervalo de Confianza: [%] <input type="text" value="5"/> <small>(Porcentaje de ruido)</small>	Probabilidad de Ruido [%] <input type="text" value="50"/>	Nº Niveles: <input type="text" value="10"/>
Procesar y Clasificar - ROHT	Procesar y Clasificar - CDF	Procesar y Clasificar - OTSU

Figura 8.26. Interfaz de procesamiento de monitoreos DSCAN-ARGUS.

El procesamiento de mediciones efectuadas con los sistemas de comprobación técnica ARGUS, TESAMERICA y monitoreo manual, emplean el método de la ventana deslizante. Se puede identificar señales que excedan el ancho de banda establecido en la mediciones FLS.

VENTANA DE PROCESAMIENTO DE LA MEDICIÓN - ARGUS

Descripción Medición:

Piso de Ruido(dBm/Hz):

Frecuencia Inicial[MHz]:

Frecuencia Final[MHz]:

Fecha Inicio (YYYY-MM-DD):

Fecha Fin (HH:MM:SS):

Hora Inicio (YYYY-MM-DD):

Hora Fin (HH:MM:SS):

Procesar

Figura 8.27. Interfaz de procesamiento de mediciones FLS-ARGUS.

VENTANA DE PROCESAMIENTO DE LA MEDICIÓN DE RADIOGONIOMETRIA - ARGUS

Descripción Radiogoniometria:	<input type="text" value="FM 88.9"/>
Piso de Radio (dBluV/m)	<input type="text" value="20.0"/>
Fecha Inicio (YYYY-MM-DD)	<input type="text" value="2010-06-03"/>
Fecha Fin (YYYY-MM-DD)	<input type="text" value="2010-06-03"/>
Hora Inicio (YYYY-MM-DD)	<input type="text" value="18:25:53.287"/>
Hora Fin (HH:MM:SS)	<input type="text" value="18:28:15.630"/>

Figura 8.28. Interfaz de procesamiento de mediciones de radiogoniometria-ARGUS.

VENTANA DESLIZANTE PARA EL PROCESAMIENTO DEL MONITOREO MANUAL

Генерация Исход. (MHz)	<input type="text" value="00.0"/>
Генерация Прием. (MHz)	<input type="text" value="108.0"/>
Fecha Inicio (YYYY-MM-DD)	<input type="text" value="2010 01 01"/>
Fecha Fin (YYYY-MM-DD)	<input type="text" value="2010 08 31"/>
Hora Inicio (HH:MM:SS)	<input type="text" value="00:00:00.000"/>
Hora Fin (HH:MM:SS)	<input type="text" value="24:00:00.000"/>

Figura 8.29. Interfaz de procesamiento del monitoreo Manual.

VENTANA DE PROCESAMIENTO DE LA MEDICIÓN TESAMERICA

Descripción Medición:	<input type="text" value="1 VALQUILIPUSION AM"/>
Frecuencia Inicial (MHz)	<input type="text" value="0.0"/>
Frecuencia Final (MHz)	<input type="text" value="1.3800"/>

Figura 8.30. Interfaz de procesamiento de mediciones TESAMERICA.

CAPITULO 9: OBSERVACIONES FINALES

9.1 Conclusiones Generales

El mapa de control del espectro radioeléctrico, MAPCER, introduce una estandarización de la evaluación del espectro y puede colaborar para estudios sobre su gestión.

El MAPCER permite realizar un control efectivo del espectro radioeléctrico mediante la integración y procesamiento de los datos de las mediciones y monitoreos, proporcionados por los sistemas de comprobación técnica y las observaciones del monitoreo manual.

El procesamiento que realiza el MAPCER se centra, en el tratamiento de los resultados de barridos de rangos de frecuencias. Estos rastreos del espectro representan la mayor fuente de información, pues realizan un muestreo continuo de las emisiones radioeléctricas presentes durante el periodo de medición, es así, que los resultados contienen información altamente valiosa para determinar el modelo de ocupación del espectro. Sin embargo es indispensable aplicar técnicas de procesamiento sobre estos datos para determinar la presencia o ausencia de señales y ruido en el conjunto de muestras, de otro modo, los resultados obtenidos, no serán más que millones de valores que no representan ningún tipo de información.

El MAPCER presenta concretamente las siguientes utilidades para el control del espectro:

- Integra los datos de las mediciones del sistema de comprobación técnica ARGUS orientado a realizar mediciones en un emplazamiento fijo, del sistema portátil TESAMERICA destinado a realizar mediciones en lugares específicos de las provincias controladas por la Jurisdicción Sur, y del monitoreo manual realizado en la estación de comprobación de Collaloma.
- Procesa los datos de los monitoreos y mediciones del sistema ARGUS, clasificando el conjunto de muestras en dos géneros: señal y ruido. Los algoritmos de clasificación utilizados (CDF, ROHT, OTSU) estiman el umbral de decisión basándose en propiedades estadísticas de los datos y no requieren un conocimiento a priori a cerca de las señales presentes en el espectro.

- Identifica las señales clasificadas de las mediciones del espectro, determinando el concesionario y tipo de servicio al cual pertenece una emisión radioeléctrica.
- Permite evaluar la ocupación real del espectro radioeléctrico para cualquier rango de frecuencias comprendido entre 10KHz a 3GHz, para lo cual presenta cuadros de la ocupación del espectro radioeléctrico obtenidos automáticamente de acuerdo a las recomendaciones de la UIT.
- Permite determinar cambios en la potencia de un transmisor, basados en la intensidad de la señal recibida.
- Permite analizar el comportamiento de la ocupación de un canal de frecuencias de acuerdo a la hora del día, esto ayuda a tener una visión clara de las horas de mayor tráfico en servicios de radiocomunicaciones y a determinar variaciones en la intensidad de las señales de radiodifusión y televisión.
- Constituye una fuente de información verídica que prueba infracciones técnicas, sancionadas por la Superintendencia de Telecomunicaciones, como son: la presencia de emisiones no autorizadas, operación de estaciones con parámetros que difieren de lo establecido en el contrato, suspensión de emisiones de una estación sin autorización, entre otros.
- Representa un registro histórico de modelos de ocupación del espectro, mediciones y monitoreos realizados con los sistemas de comprobación técnica R&S ARGUS, TESAMERICA y observaciones manuales. El MAPCER permite administrar esta información para rangos de frecuencia y periodos de tiempo determinados que simplifican el manejo de los resultados históricos.
- Constituye un sistema de información en línea, que permite a los técnicos de control tener un acceso rápido a los datos administrativos y técnicos de contratos de concesiones de frecuencias de radiocomunicaciones, radiodifusión y televisión. Esto es mediante herramientas de búsqueda y filtrado, además de listados ordenados, y cuadros estadísticos.

9.2 Conclusiones Particulares

De la Estructura del MAPCER

La estructura del MAPCER se define mediante un modelo organizado en capas, que permite el adecuado desempeño de esta herramienta. La primera capa representa el espectro radioeléctrico que contiene todos los rangos de frecuencias supervisados. La segunda capa corresponde a la captura de las emisiones mediante los sistemas de

comprobación técnica automáticos, semiautomáticos y manuales. La siguiente capa se encarga de la gestión de los datos, es decir del acondicionamiento y transferencia de las mediciones a la base de datos centralizada en donde son almacenados para su posterior procesamiento. La cuarta capa realiza el procesamiento de las mediciones y monitoreos, finalmente, los datos procesados son analizados para obtener información de la ocupación del espectro e identificar las señales detectadas. Esta información es utilizada para establecer el modelo de la ocupación del espectro en la última capa. Tanto la capa de procesamiento y análisis como la capa del modelo de ocupación, determinan la caracterización del espectro.

Del Emplazamiento de los sistemas de comprobación técnica

El emplazamiento establecido para el sistema ARGUS, en el edificio de la Intendencia Sur, cumple con las expectativas previstas para la captura de las emisiones. Por situarse en una zona densamente poblada existen fuentes de ruido cercanas, como el alambrado eléctrico, afluencia de vehículos, maquinarias entre otros. Sin embargo pueden recibirse gran cantidad de emisiones, incluso emisiones de baja potencia, con niveles de ruido aceptables.

El sistema TES AMERICA está destinado a operar de manera portátil, permitiendo de este modo ampliar la cobertura de mediciones y monitoreos registrados en el MAPCER.

Del procesamiento de los datos

El procesamiento de los datos utiliza técnicas de extracción del conocimiento, y minería de datos. Se define la clasificación como tarea de minería y la aplicación de métodos estadísticos como técnica para llevar a cabo la tarea establecida.

La clasificación de señales y ruido se basa en un umbral de decisión óptimo de manera que el proceso contenga el mínimo de errores, ya que si el umbral obtenido fuera demasiado alto, las señales débiles podrían no ser identificadas y si el umbral obtenido fuera demasiado bajo, entonces algunas muestras de ruido podrían ser clasificadas como señales. En los dos casos la clasificación resultaría errónea.

Además se ha considerado que existen bandas de frecuencia en donde las mediciones de intensidad pueden variar drásticamente dependiendo de la hora del día y de las condiciones atmosféricas. Se considera también que las mediciones del espectro capturan señales recibidas tanto de transmisores distantes como de transmisiones de fuentes vecinas. Como resultado, las señales débiles necesitan ser detectadas en presencia de las señales fuertes. Cuando las técnicas de clasificación estadística son aplicadas sobre datos que contienen un alto rango dinámico de señales, las señales fuertes podrían desviar en el proceso de estimación del umbral. El umbral resultante podría ser demasiado alto de tal manera que éste no detecte las señales débiles

causando errores. Es por esto que se ha puesto especial cuidado en la eficiencia del desempeño de los métodos de clasificación.

El método CDF determina el umbral basándose en la función de densidad acumulativa de las muestras, descartando las muestras de ruido. El método ROHT es utilizado para detectar señales con un amplio rango de niveles de intensidad, el algoritmo trabaja con varios niveles de significancia estadística, asumiendo que los datos de las mediciones siguen una distribución gaussiana y que el conjunto de mediciones contiene en su mayoría muestras de ruido. En cada iteración las señales de mayor intensidad son descartadas, de este modo se reduce el efecto biasing sobre las señales débiles. El método de OTSU selecciona un umbral óptimo basado en las propiedades del histograma de los datos y no asume ningún modelo para el histograma. El umbral óptimo se obtiene en la máxima separación entre las dos clases de datos: señal y ruido.

Ya que un umbral global puede no ser óptimo para un conjunto de mediciones, específicamente cuando las estadísticas de la señal y el ruido varían dentro del conjunto de datos de una misma medición, el procesamiento emplea el concepto de ventana deslizante que permite usar valores de umbrales locales que varíen sobre el conjunto de mediciones como una función de los valores de las muestras y las estadísticas locales de los datos.

De la evaluación de resultados

Una propiedad inherente de las técnicas basadas en un umbral es que éstas bifurcan un conjunto de datos en dos clases independientemente de que las muestras de ambas clases estén presentes o no en los datos. Por lo tanto cuando se aplican técnicas de umbralización sobre un conjunto de datos que contiene solamente muestras de ruido; las muestras fuertes de ruido podrían ser clasificadas incorrectamente como señales. Estas señales se han definido como señales fantasma y ocasionan la presencia de falsas alarmas. De manera similar, las muestras de ruido fantasma podrían aparecer cuando clasificamos datos que contienen solamente señales ocasionando errores de detección. Para contrarrestar este problema MAPCER realiza un post-procesamiento de los datos que elimina este inconveniente.

Para evaluarla eficacia del MAPCER se realizó un análisis de los datos procesados contrastados con la realidad. La tasa de errores de detección es mayor cuando se emplea el algoritmo OTSU, mientras que la tasa de falsas alarmas es menor en este caso. La tasa de errores de detección es menor cuando se emplea el algoritmo CDF, mientras que la tasa de falsas alarmas es mayor en este caso. El algoritmo ROHT presenta un comportamiento intermedio. Sin embargo es importante señalar que las tasas de falsas alarmas y errores de detección dependen del rango de frecuencias medido y de los servicios presentes en cada rango. De forma global el algoritmo que presenta un menor peso de error es el ROHT seguido del CDF y finalmente el OTSU. El peso de error es una métrica que incluye las falsas alarmas y los errores de

detección por lo que es correctamente empleado para hacer una evaluación en términos generales.

Del desarrollo y despliegue del Software

El MAPCER ha sido desarrollado siguiendo los principios adecuados de ingeniería de software bajo el proceso de desarrollo unificado RUP. La forma de programación empleada, se rige al patrón MVC, Modelo-Vista-Controlador, que permite organizar el código de una aplicación Web separando los datos, la interfaz de usuario, y la lógica de control en tres componentes distintos. El controlador recibe las peticiones del usuario y determina la acción que realizará el modelo. La respuesta del modelo regresa al controlador el cual dirige el flujo de datos a la vista encargada de presentar la información al usuario.

Es importante señalar que el MAPCER ha sido implementado para trabajar con grandes volúmenes de datos por lo que emplea técnicas especiales para el tratamiento de la información que no puede ser procesada empleando métodos tradicionales que se ejecutan en RAM.

El MAPCER trabaja en un ambiente WEB, puede ser accedido desde todos los nodos de la intranet de la Superintendencia de Telecomunicaciones, mediante un browser (Internet Explorer).

Se ha empleado el servidor de aplicaciones de Oracle Web Logic 11gR1 y la base de datos Oracle 10g, por ser herramientas robustas, y seguras que permiten el desempeño eficiente del Mapa de Control del Espectro Radioeléctrico.

9.3 Recomendaciones

El control del espectro radioeléctrico requiere un registro continuo de mediciones y monitoreos por lo que se recomienda que el sistema de comprobación técnica automático ARGUS opere de manera ininterrumpida.

Considerando que se han efectuado una gran cantidad de mediciones y monitoreos en la Ciudad de Cuenca, se recomienda que el sistema ARGUS sea trasladado a otro emplazamiento, aprovechando la funcionalidad de operación remota de este sistema, la unidad de medición podría ser emplazada en la ciudad de Loja y posteriormente en otras ciudades pertenecientes al control de la Jurisdicción Sur, con el fin de receptor nuevas emisiones que permitan ampliar el área de cobertura de la información contenida en el MAPCER.

Es importante destacar además la importancia del monitoreo manual, si bien el MAPCER identifica automáticamente las señales capturadas en los rastreos de rangos de frecuencias, el monitoreo auditivo sigue siendo indispensable para efectuar un

control adecuado del espectro radioeléctrico, por lo que se recomienda la presencia de un técnico de mediciones exclusivo para esta labor.

ANEXO 1

EMPLAZAMIENTO DEL SISTEMA DE COMPROBACIÓN TÉCNICA R&S ARGUS-IT

El sistema de comprobación técnica R&S ARGUSM, luego del estudio del emplazamiento detallado en el Capítulo 4, ha sido ubicado en el edificio de la Intendencia Regional Sur ubicado en la calle Luis Cordero y Héroes de Verdeloma en la Ciudad de Cuenca. Este anexo muestra las imágenes de la antenas del sistema emplazadas en la terraza del edificio IRS y la oficina de monitoreo en donde se encuentran la unidad de medición y la unidad de control del equipo.



Figura A1.1 Antenas del Sistema de Comprobación Técnica R&S ARGUS –IT.

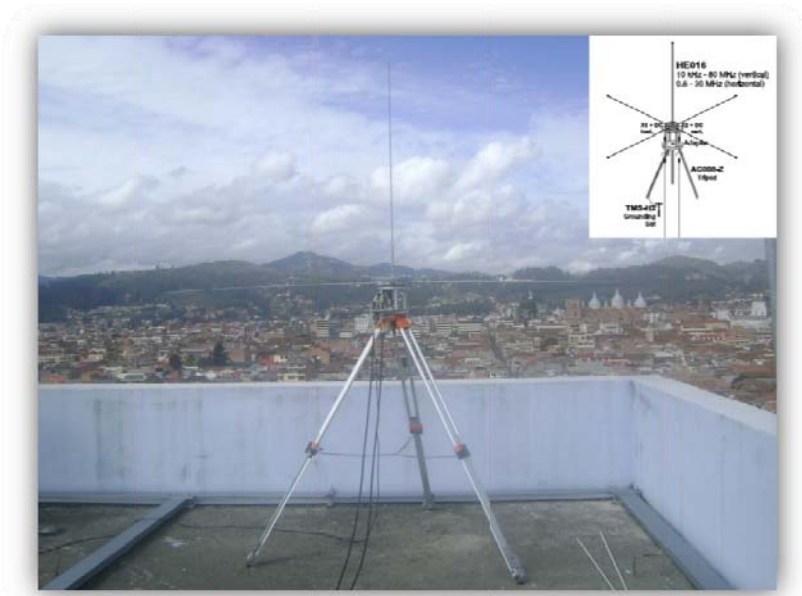


Figura A1.2 Antenas HE016V (10KHz-80MHz) y HE016H (0.6MHz-30MHz).



Figura A1.3 Antenas HE314A1H (20MHz-500MHz) y HF214H (500MHz-1300MHz).

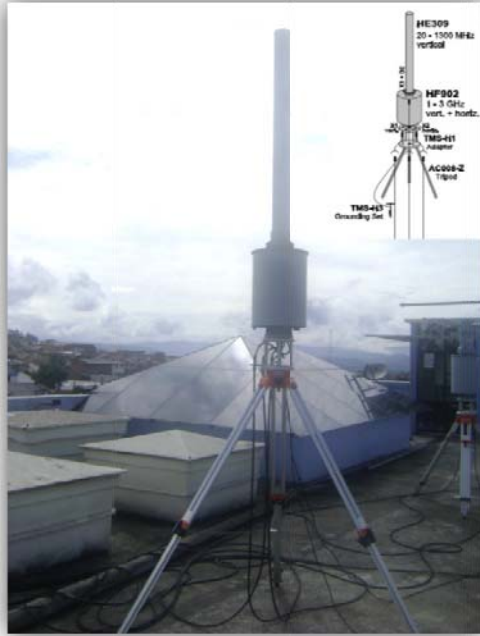


Figura A1.4 Antenas HE309V (20MHz-1300MHz), HF902V (1GHz-3GHz) Y HF902H (1GHz-3GHz).



Figura A1.5 Antenas ADD195 (20MHz-1300MHz).



Figura A1.6 Antenas ADD071 (1.3GHz-3GHz).



Figura A1.7 Oficina de comprobación técnica.



Figura A1.8 Vista frontal de la unidad de medición R&S ARGUS-IT.



Figura A1.9 Vista posterior de la unidad de medición R&S ARGUS-IT.



Figura A1.10 *Unidad de control R&S ARGUS-IT.*



Figura A1.11 *Vista frontal del emplazamiento.*



Figura A1.12 *Vista lateral izquierda del emplazamiento.*



Figura A1.13 *Vista lateral derecha del emplazamiento.*



Figura A1.14 *Vista posterior del emplazamiento.*

ANEXO 2:

CREACIÓN DE LAS TABLAS DEL ALMACEN DE DATOS DEL MAPCER

Tablas para el módulo de Comprobación Técnica del Espectro Radioeléctrico

```

create table equipoComprobacionTecnica(
idEquipoComprobacionTecnica number not null,
descripcion varchar2(200),
primary key (idEquipoComprobacionTecnica));

create table antenaComprobacionTecnica(
idAntenaComprobacionTecnica number not null,
descripcion varchar2(20) not null,
polarizacion varchar2(20) not null,
frecuenciaInicial number not null,
frecuenciaFinal number not null,
primary key (idAntenaComprobacionTecnica));

create table monitoreoManual(
fecha date,
horaInicio number,
horaFin number,
frecuenciaObservada number,
frecuenciaMedida number,
intensidad number,
anchuraBanda number,
descripcion varchar2(2000),
tecnico varchar2(100),
primary key (fecha,horaInicio,horaFin,frecuenciaObservada));

create table medicion(
idMedicion number not null,
descripcion varchar2(250),
idEquipoComprobacionTecnica number not null,
idAntenaComprobacionTecnica number not null,
nombreArchivo varchar2(100),
pisoRuido number not null,
fechaInicio date not null,
fechaFin date not null,
horaInicio number not null,
horaFin number not null,
resolucionTiempo number not null,
frecuenciaInicial number not null,
frecuenciaFinal number not null,
resolucionfrecuencia number not null,
primary key(idMedicion),
foreign Key (idEquipoComprobacionTecnica) references
equipoComprobacionTecnica(idEquipoComprobacionTecnica),
foreign Key (idAntenaComprobacionTecnica) references
antenaComprobacionTecnica(idAntenaComprobacionTecnica));

create table datosMedicion(
idMedicion number not null,
fecha date not null,
hora number not null,
frecuencia number not null,
intensidad number not null,
BW number not null,
foreign key(idMedicion) references medicion(idMedicion));

create table monitoreo(
idMonitoreo number not null,
descripcion varchar2(250),
idEquipoComprobacionTecnica number not null,
idAntenaComprobacionTecnica number not null,
nombreArchivo varchar2(100),
fechaInicio date not null,
fechaFin date not null,
horaInicio number not null,
horaFin number not null,
resolucionTiempo number not null,
frecuenciaInicial number not null,
frecuenciaFinal number not null,
resolucionfrecuencia number not null,
primary key(idMonitoreo),
foreign Key (idEquipoComprobacionTecnica) references
equipoComprobacionTecnica(idEquipoComprobacionTecnica),
foreign Key (idAntenaComprobacionTecnica) references
antenaComprobacionTecnica(idAntenaComprobacionTecnica));

create table datosMonitoreo(
idMonitoreo number not null,
fecha date not null,
hora number not null,
frecuencia number not null,
valor number not null,
foreign key(idMonitoreo) references monitoreo(idMonitoreo));

create table senial(
idMonitoreo number not null,
fecha date not null,
hora number not null,
frecuencia number not null,
valor number not null,
primary key(idMonitoreo,frecuencia,valor,fecha,hora));

create table radiogoniometria(
idRadiogoniometria number not null,
descripcion varchar2(250),
idEquipoComprobacionTecnica number not null,
idAntenaComprobacionTecnica number not null,
nombreArchivo varchar2(100),
fechaInicio date not null,
fechaFin date not null,
horaInicio number not null,
horaFin number not null,
resolucionTiempo number not null,
frecuencia number not null,
pisoRuido number not null,
primary key(idRadiogoniometria),
foreign Key (idEquipoComprobacionTecnica) references
equipoComprobacionTecnica(idEquipoComprobacionTecnica),
foreign Key (idAntenaComprobacionTecnica) references
antenaComprobacionTecnica(idAntenaComprobacionTecnica));

create table datosRadiogoniometria(
idRadiogoniometria number not null,
fecha date not null,
hora number not null,
frecuencia number not null,
grados number not null,
calidad number not null,
intensidad number not null,
latitud_grados number not null,
latitud_minutos number not null,

```

```

latitud_segundos number not null,
latitud_direccion varchar2(3) not null,
longitud_grados number not null,
longitud_minutos number not null,
longitud_segundos number not null,
longitud_direccion varchar2(3) not null,
foreign key(idRadiogoniometria) references
radiogoniometria(idRadiogoniometria));

create table medicionTesAmerica(
idMedicionTesAmerica number not null,
descripcion varchar2(250),
idEquipoComprobacionTecnica number not null,
idAntenaComprobacionTecnica number not null,
nombreArchivo varchar2(100),
fechaInicio date not null,
fechaFin date not null,
horaInicio number not null,
horaFin number not null,
frecuenciaInicial number not null,
frecuenciaFinal number not null,
resolucionfrecuencia number not null,
primary key(idMedicionTesAmerica),
foreign Key (idEquipoComprobacionTecnica) references
equipoComprobacionTecnica(idEquipoComprobacionTecnica),
foreign Key (idAntenaComprobacionTecnica) references
antenaComprobacionTecnica(idAntenaComprobacionTecnica));

create table datosMedicionTesAmerica(
idMedicionTesAmerica number not null,
frecuenciaInicial number not null,
frecuenciaFinal number not null,
BW number not null,
frecuenciaMaxima number not null,
potenciaMaxima number not null,
potencialIsotropicaMaxima number not null,
potencialIsotropicaNormalizada number not null,
campoElectrico number not null,
foreign key(idMedicionTesAmerica) references
medicionTesAmerica(idMedicionTesAmerica));

```

Tablas para el Módulo de Procesamiento de Señales

```

create global temporary table nivel (
desde number,
hasta number,
v number) on commit preserve rows;

create global temporary table cresta (
frecuenciaInicial number,
frecuenciaFinal number,
fecha date, hora number,
valor number) on commit preserve rows;

create global temporary table M (
fecha date not null,
hora number not null,
frecuencia number not null,
valor number not null
) on commit preserve rows;

create global temporary table I (
fecha date not null,
hora number not null,
frecuencia number not null,
valor number not null
) on commit preserve rows;

create global temporary table Q_k (
fecha date not null,
hora number not null,
frecuencia number not null,
valor number not null
) on commit preserve rows;

create global temporary table Q_k1 (
fecha date not null,
hora number not null,
frecuencia number not null,
valor number not null
) on commit preserve rows;

create global temporary table S(
fecha date not null,
hora number not null,
frecuencia number not null,
valor number not null
) on commit preserve rows;

create global temporary table S_k1 (
fecha date not null,
hora number not null,
frecuencia number not null,
valor number not null
) on commit preserve rows;

create global temporary table PDF (
p number not null,
v number not null
) on commit preserve rows;

create global temporary table CDF (
p number not null,
v number not null
) on commit preserve rows;

```

Creación de las Tablas para el Módulo de Concesiones de Frecuencias Vigentes.

```

create table plan(
idPlan number not null,
descripcion varchar2(100),
fecha date,
vigencia varchar2(3) not null,
primary key (idPlan));

create table servicioPlan (
idServicioPlan number not null,
descripcion varchar2(200) not null,
color varchar(10) not null,
primary key (idServicioPlan));

create table rangoPlan (
idRangoPlan number not null,
idPlan number not null,
frecuenciaInicial number not null,
frecuenciaFinal number not null,
primary key (idRangoPlan),
foreign key (idPlan) references plan (idPlan));

create table rangoPlan_servicioPlan (
idRangoPlan number not null,
idServicioPlan number not null,
foreign key (idRangoPlan) references rangoPlan(idRangoPlan),
foreign key (idServicioPlan) references servicioPlan(idServicioPlan));

create table personas (
idPersonas VARCHAR2(12) not null,
nombre VARCHAR2 (50) not null,
primary key (idPersonas));

create table provincia(

```

```

idProvincia number not null,
nombre varchar2(50) not null,
primary key(idProvincia));

create table canton(
idCanton number not null,
idProvincia number not null,
nombre varchar2(50) not null,
Primary key(idCanton,idProvincia),
Foreign key (idProvincia) references provincia(idProvincia));

create table concesionario (
idConcesionario number not null,
nombre varchar2(100) not null,
telefonos varchar2(100),
direccion varchar2(100),
primary key (idConcesionario));

create table tipoContratos (
idTipoContratos number not null,
descripcion varchar2(20) not null,
primary key(idTipoContratos));

create table categoriaEstacion (
idCategoriaEstacion number not null,
descripcion varchar2(100) not null,
primary key (idCategoriaEstacion));

create table sitio(
idSitio number not null,
idCanton number not null,
idProvincia number not null,
nombre varchar2(200) not null,
latitud varchar(100),
longitud varchar(100),
altura number,
primary key (idSitio,idCanton,idProvincia),
foreign key (idCanton,idProvincia) references
canton(idCanton,idProvincia));

create table estado (
idEstado number not null,
descripcion varchar2(50) not null,
primary key (idEstado));

create table contratoRadiodifusion (
idContratoRadiodifusion number not null,
idConcesionario number not null,
idRepresentanteLegal varchar2(12),
nombreEstacion varchar2(800),
idTipoContratos number,
fechaInicio date,
fechaFin date,
idCategoriaEstacion number,
idServicioPlan number,
indicativo varchar2(20),
idEstudio number,
idCanton number,
idProvincia number,
idEstado number,
primary key (idContratoRadiodifusion,idConcesionario),
foreign Key (idCategoriaEstacion) references categoriaEstacion
(idCategoriaEstacion),
foreign Key (idConcesionario) references concesionario
(idConcesionario),
foreign key (idTipoContratos) references
tipoContratos(idTipoContratos),
foreign key (idServicioPlan) references servicioPlan(idServicioPlan),
foreign key (idEstudio,idCanton,idProvincia) references
sitio(idSitio,idCanton,idProvincia),
foreign key (idRepresentanteLegal) references personas(idPersonas),
foreign key (idEstado) references estado(idEstado));

create table tipoEstacion (
idTipoEstacion number not null,
descripcion varchar(20) not null,
primary key (idTipoEstacion));

create table tipoEstacionFM (
idTipoEstacionFM number not null,
descripcion varchar(20) not null,
primary key (idTipoEstacionFM));

create table estacion (
idEstacion number not null,
idContratoRadiodifusion number not null,
idConcesionario number not null,
idSitio number,
idCanton number,
idProvincia number,
idTipoEstacion number,
frecuenciaOperacion number,
tipoEmision varchar2(50),
PER number,
potenciaMaximaOperacion number,
primary key (idEstacion,idContratoRadiodifusion,idConcesionario),
foreign key (idSitio,idCanton,idProvincia) references sitio
(idSitio,idCanton,idProvincia),
foreign key (idContratoRadiodifusion,idConcesionario) references
contratoRadiodifusion (idContratoRadiodifusion,idConcesionario),
foreign key (idTipoEstacion) references tipoEstacion (idTipoEstacion));

create table tipoSistemas (
idTipoSistemas number not null,
descripcion varchar2(100) not null,
primary key (idTipoSistemas));

create table tipoUsoFrecuencia (
idTipoUsoFrecuencia number not null,
descripcion varchar2(100) not null,
primary key (idTipoUsoFrecuencia));

create table contratoRadiocomunicaciones (
idContratoRadiocomunicaciones number not null,
idConcesionario number not null,
idRepresentanteLegal varchar2(12),
idTipoContratos number,
fechaInicio date not null,
fechaFin date not null,
idTipoSistemas number,
idTipoUsoFrecuencia number,
idEstado number,
idServicioPlan number,
primary key (idContratoRadiocomunicaciones,idConcesionario),
foreign key (idConcesionario) references
concesionario(idConcesionario),
foreign key (idRepresentanteLegal) references personas(idPersonas),
foreign key (idTipoContratos) references
tipoContratos(idTipoContratos),
foreign key (idTipoSistemas) references tipoSistemas(idTipoSistemas),
foreign key (idTipoUsoFrecuencia) references
tipoUsoFrecuencia(idTipoUsoFrecuencia),
foreign key (idEstado) references estado(idEstado),
foreign key (idServicioPlan) references servicioPlan(idServicioPlan));

create table modoOperacion (
idModoOperacion number not null,
descripcion varchar2(50),
primary key (idModoOperacion));

create table enlaceRadiodifusion (
idEnlaceRadiodifusion number not null,
idContratoRadiodifusion number not null,
idConcesionario number not null,
idSitio1 number not null,
idCanton1 number not null,
idProvincia1 number not null,
idSitio2 number not null,
idCanton2 number not null,
idProvincia2 number not null,
trayecto varchar2(400),
distancia varchar2(100),
frecuenciaTX number,
frecuenciaRX number,
tipoEmision varchar2(100),
potenciaMaximaOperacion number,
idModoOperacion number,
primary key
(idEnlaceRadiodifusion,idContratoRadiodifusion,idConcesionario),
foreign key (idContratoRadiodifusion,idConcesionario) references
contratoRadiodifusion(idContratoRadiodifusion,idConcesionario),

```

```

foreign key (idSitio1,idCanton1,idProvincia1) references
Sitio(idSitio,idCanton,idProvincia),
foreign key (idSitio2,idCanton2,idProvincia2) references
sitio(idSitio,idCanton,idProvincia),
foreign key (idModoOperacion) references
modoOperacion(idModoOperacion));

create table tipoDocumento (
idTipoDocumento number not null,
descripcion varchar2(100) not null,
detalle varchar2(100),
primary key (idTipoDocumento));

create table documento (
idDocumento number not null,
numero varchar2(20) not null,
lugar varchar2(20),
fecha date,
asunto varchar2(100),
idTipoDocumento number,
primary key (idDocumento),
foreign key (idTipoDocumento) references
tipoDocumento(idTipoDocumento));

create table documento_cRadiodifusion (
idDocumento number not null,
idContratoRadiodifusion number not null,
idConcesionario number not null,
observaciones varchar2(2000),
primary key (idDocumento,idContratoRadiodifusion,idConcesionario),
foreign key (idDocumento) references documento(idDocumento),
foreign key (idContratoRadiodifusion,idConcesionario) references
contratoRadiodifusion(idContratoRadiodifusion,idConcesionario));

create table documento_cRadioComunicaciones (
idDocumento number not null,
idContratoRadiocomunicaciones number not null,
idConcesionario number not null,
observaciones varchar2(2000),
primary key
(idDocumento,idContratoRadiocomunicaciones,idConcesionario),
foreign key (idDocumento) references documento(idDocumento),
foreign key (idContratoRadiocomunicaciones,idConcesionario)
references
contratoRadiocomunicaciones(idContratoRadiocomunicaciones,idCon
cesionario));

create table circuito (
idCircuito number not null,
idContratoRadiocomunicaciones number not null,
idConcesionario number not null,
frecuenciaTX number,
frecuenciaRX number,
anchuraBanda number,
tipoEmision varchar2(100),
idModoOperacion number,
horainicio number,
horafin number,
areasOperacion varchar2(200),
primary key
(idCircuito,idContratoRadiocomunicaciones,idConcesionario),
foreign key (idContratoRadioComunicaciones,idConcesionario)
references contratoRadiocomunicaciones
(idContratoRadiocomunicaciones,idConcesionario),
foreign key (idModoOperacion) references modoOperacion
(idModoOperacion));

create table enlaceRadiocomunicaciones (
idEnlaceRadiocomunicaciones number not null,
idContratoRadiocomunicaciones number not null,
idConcesionario number not null,
frecuenciaTX number,
frecuenciaRX number,
anchuraBanda number,
tipoEmision varchar2(100),
idModoOperacion number,
distancia number,
trayecto varchar2(500),
primary key
(idEnlaceRadiocomunicaciones,idContratoRadiocomunicaciones,idCon
cesionario),
foreign key (idContratoRadioComunicaciones,idConcesionario)
references contratoRadiocomunicaciones
(idContratoRadiocomunicaciones,idConcesionario),
foreign key (idModoOperacion) references modoOperacion
(idModoOperacion));

create table estacionFM (
idEstacionFM number,
idCircuito number,
idContratoRadiocomunicaciones number not null,
idConcesionario number not null,
idTipoEstacionFM number,
indicativo varchar2(100),
potencia varchar2(100),
equipo varchar2(200),
primary
key(idEstacionFM,idCircuito,idContratoRadiocomunicaciones,idConc
esionario),
foreign key
(idCircuito,idContratoRadiocomunicaciones,idConcesionario)
references circuito
(idCircuito,idContratoRadiocomunicaciones,idConcesionario),
foreign key (idTipoEstacionFM) references tipoEstacionFM
(idTipoEstacionFM));

create table estructura (
idEstructura number not null,
idEstacionFM number not null,
idCircuito number not null,
idContratoRadiocomunicaciones number not null,
idConcesionario number not null,
codigoEstructura varchar2(30),
idSitio number,
idCanton number,
idProvincia number,
codigoAntena varchar2(30),
tipoAntena varchar2(100),
gananciaAntena varchar2(100),
azimutAntena varchar2(100),
polarizacionAntena varchar2(50),
primary key
(idEstructura,idEstacionFM,idCircuito,idContratoRadiocomunicaciones
,idConcesionario),
foreign key (idSitio,idCanton,idProvincia) references
sitio(idSitio,idCanton,idProvincia),
foreign key
(idEstacionFM,idCircuito,idContratoRadiocomunicaciones,idConcesio
nario) references
estacionFM(idEstacionFM,idCircuito,idContratoRadiocomunicaciones,
idConcesionario));

```

Bibliografía

Unión Internacional de Telecomunicaciones. (2002). Manual de Comprobación Técnica del Espectro. Ginebra.

Dinesh, D. (2004). Spectrum Surveying for Dynamic Spectrum Access Networks, India.

Russell Petty IV, V. (2005). A Framework for Radio Frequency Spectrum Measurement and Analysis. Kansas.

Rohde & Schwartz. Manual de Referencia R&S ARGUS. Munich.

Complementos Electrónicos S.A. Manual de Usuario TESData – TESMonitor. Quito.

Hernando Rabanos, J.M. (1993), Transmisión por Radio, Madrid: Centro de Estudios Ramón Areces S.A.

Cardama Aznar, A., Roca, L.J., Rius Casals, J.M., Robert, J.R., Blanch Boris, S., Bataller, M.F. (2004). Antenas (2da. Edición), México: Alfaomega.

Hernández Orallo, J., Ramírez Quintana, M.J. y Ferri Ramírez, C., (2004). Introducción a la Minería de Datos, Madrid: Pearsons.

Zhang, S., Zhang, C., Wu, S. (2004). Knowledge discovery in multiple databases. Springer.

Żytkow J.M., Quafafou, M. (1998). Principles of data mining and knowledge discovery. Springer.

Ecuador. (1996). Decreto No. 3398. Reglamento General a la Ley de Radiodifusión y Televisión. Quito.

Ecuador. (2007). Reforma al Reglamento de la Ley de Radiodifusión y Televisión. Quito.

Ecuador. CONATEL (2000). Resolución No. 556-21. Reglamento de Radiocomunicaciones. Quito.

Ecuador. CONATEL (2000). Resolución No. 264-13. Reglamento y norma técnica para los sistemas Troncalizados. Quito.

Ecuador. CONARTEL (1999). Resolución No. 866. Norma Técnica Reglamentaria para Radiodifusión en Frecuencia Modulada Analógica. Quito.

Ecuador. CONARTEL (2007). Resolución No. 3711. Norma Técnica para el Sistema Codificado Terrestre Analógico de Audio y Video por Suscripción en la Banda 2500 – 2686 MHz (MMDS). Quito.

Ecuador. CONARTEL. (2001). Resolución N° 1779. Norma Técnica para el Servicio de Televisión Analógica y Plan de Distribución de Canales. Quito.

Ecuador. CONATEL. (2008). Cuadro Nacional de Atribución de Bandas de Frecuencias. Quito.

Ecuador. CONATEL. (2008). Plan Nacional de Frecuencias y de Uso del Espectro. Quito.

Ecuador. SUPERTEL (2009), Arquitectura de Sistemas Actuales V2.3. Quito.

Ecuador. SUPERTEL (2009), Arquitectura Lógica SW V2.1. Quito.

Ecuador. SUPERTEL (2009), Arquitectura SW V2.2. Quito.

Ecuador. SUPERTEL (2009), Arquitectura ESB-SOA V2.1. Quito.

Ecuador. SUPERTEL (2009), Estandar de Mensajería V1.0. Quito.

Ecuador. SUPERTEL (2009), Modelo Transaccioanl V1.0. Quito.

Ecuador. SUPERTEL (2009), Modelo de Seguridad V1.0. Quito.

Ecuador. SUPERTEL (2009), Modelo de Redes V1.0. Quito.

Unión Internacional de Telecomunicaciones. Recomendación UIT-R SM.1413. Diccionario de datos de Radiocomunicaciones.

Unión Internacional de Telecomunicaciones. Recomendación UIT-R SM.182. (1992).Comprobación automática de la ocupación del espectro de frecuencias.

Unión Internacional de Telecomunicaciones. Recomendación UIT-R P.372. Ruido de radioeléctrico.

Unión Internacional de Telecomunicaciones. Recomendación UIT-R SM.1536. Medición de la ocupación de canales de frecuencias.

Unión Internacional de Telecomunicaciones. Recomendación UIT-R SM.378.
Mediciones de la intensidad de campo en las estaciones de comprobación técnica.

Unión Internacional de Telecomunicaciones. Recomendación UIT-R P.533. Método para la predicción de la propagación de las ondas decamétricas.

Unión Internacional de Telecomunicaciones. Recomendación UIT-R P.845. Medición de la intensidad de campo en ondas decamétricas.

Unión Internacional de Telecomunicaciones. Recomendación UIT-R SM.1268. Método de medición de la máxima desviación de frecuencia de las emisiones de radiodifusión a utilizar en las estaciones de comprobación técnica.

Unión Internacional de Telecomunicaciones. Recomendación UIT-R SM.854. Radiogoniometría y determinación de posición de señales por debajo de 30 MHz en las estaciones de comprobación técnica.

Unión Internacional de Telecomunicaciones. Recomendación UIT-R SM.1793. (2007). Medición de la ocupación de canales de frecuencia mediante la técnica utilizada para la medición de bandas de frecuencia

Informe de Labores 2009 (2010). Consultado el 5 de Marzo del 2010,
Superintendencia de Telecomunicaciones:
http://www.supertel.gov.ec/pdf/publicaciones/informe_supertel_2009_web1.pdf

Superintendencia de Telecomunicaciones. Consultado el 10 de Enero del 2010.
<http://www.supertel.gov.ec/index.php/entidades-del-sector/115-consejo-nacional-de-telecomunicaciones-conatel>

Superintendencia de Telecomunicaciones. Consultado el 10 de Enero del 2010.
<http://www.supertel.gov.ec/index.php/entidades-del-sector/117-secretaria-nacional-de-telecomunicaciones>

Superintendencia de Telecomunicaciones. Consultado el 10 de Enero del 2010.
<http://www.supertel.gov.ec/index.php/organizacion/94-mision-y-vision>

Superintendencia de Telecomunicaciones. Consultado el 10 de Enero del 2010.
<http://www.supertel.gov.ec/index.php/organizacion/95-objetivos>

Superintendencia de Telecomunicaciones. Consultado el 11 de Enero del 2010.
<http://www.supertel.gov.ec/index.php/organizacion/183-politicas>

Superintendencia de Telecomunicaciones. Consultado el 11 de Enero del 2010.

<http://www.supertel.gov.ec/index.php/radiodifusion-y-television/155-informacion-basica>

Superintendencia de Telecomunicaciones. Consultado el 11 de Enero del 2010.

<http://www.supertel.gov.ec/index.php/servicios-de-telecomunicaciones/65-acceso-a-la-internet/209-acciones-de-control>

Superintendencia de Telecomunicaciones. Consultado el 11 de Enero del 2010.

<http://www.supertel.gov.ec/index.php/radiocomunicaciones/157-espectro-radioelectrico>

Superintendencia de Telecomunicaciones. Consultado el 11 de Enero del 2010.

<http://www.supertel.gov.ec/index.php/servicios-de-telecomunicaciones/62-telefonija/188-acciones-de-control-tecnico>

Superintendencia de Telecomunicaciones. Consultado el 11 de Enero del 2010.

<http://www.supertel.gov.ec/index.php/radiodifusion-y-television/234-informacion-basica-television-pagada>

Superintendencia de Telecomunicaciones. Consultado el 11 de Enero del 2010.

<http://www.supertel.gov.ec/index.php/radiocomunicaciones/156-acciones-de-control-tecnico>

ICOM. Consultado el 25 de Mayo del 2010. [http://www.universal-](http://www.universal-radio.com/catalog/widerxvr/1500.html)

[radio.com/catalog/widerxvr/1500.html](http://www.universal-radio.com/catalog/widerxvr/1500.html)