



## **UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**

**ÁREA DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO  
RENOVABLES**

**CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

**TEMA:**

**“ESTUDIO TÉCNICO, ECONÓMICO Y LEGAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN PRÁCTICA DEL  
CANAL DE TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE ECOTEL-TV DE LA CIUDAD DE LOJA, BAJO EL  
ESTÁNDAR ISDB-T/SBTVD ADOPTADO EN EL ECUADOR”**

*TESIS DE GRADO, PREVIO A LA OBTENCIÓN  
DEL TÍTULO DE INGENIERO EN  
ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES*

**AUTOR:**

José Ángel Palacios Albán.

**DIRECTOR:**

Ing. Rodolfo Pabel Merino Vivanco.

**LOJA- ECUADOR**

2014

## Certificación

Ing. Rodolfo Pabel Merino Vivanco.

**DIRECTOR DE TRABAJO DE TESIS**

### **CERTIFICA:**

Haber dirigido, asesorado, revisado y corregido el presente trabajo de tesis de grado, en su proceso de investigación cuyo tema versa en **“Estudio Técnico, Económico y Legal para la implementación práctica del canal de Televisión Digital Terrestre ECOTEL-TV de la ciudad de Loja, bajo el estándar ISDB-T/SBTVD adoptado en el Ecuador”**, previo a la obtención del título de **Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones**, realizado por el señor egresado: **José Ángel Palacios Albán**, la misma que cumple con la reglamentación y políticas de investigación, por lo que autorizo su presentación y posterior sustentación y defensa.

Loja, Mayo de 2014.



Ing. Rodolfo Pabel Merino Vivanco.  
**DIRECTOR DE TESIS**

## **Autoría**

Yo, **José Ángel Palacios Albán**, declaro ser el autor del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional-Biblioteca Virtual.

**Autor:** José Ángel Palacios Albán.

**Firma:** .....



**Cedula:** 1104056013.

**Fecha:** 10 de julio de 2014.

**CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR, PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO.**

Yo, José Ángel Palacios Albán, declaro ser autor de la tesis titulada: "Estudio Técnico, Económico y Legal para la implementación práctica del canal de Televisión Digital Terrestre ECOTEL-TV de la ciudad de Loja, bajo el estándar ISDB-T/SBTVD adoptado en el Ecuador", como requisito para optar al grado de: Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones; autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el repositorio digital Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad. La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los diez días del mes de Julio del dos mil catorce, firma el autor.

Firma: 

**Autor:** José Ángel Palacios Albán. Cédula: 1104056013.

**Dirección:** Av. Eduardo Kigman y Gonzanamá. **Correo Electrónico:** [joseangelpalaciosalban@gmail.com](mailto:joseangelpalaciosalban@gmail.com)

**Teléfono:** 072563471. **Celular:** 0979976854.

**DATOS COMPLEMENTARIOS**

**Director de Tesis:** Ing. Rodolfo Pabel Merino Vivanco.

**Tribunal de Grado:** Ing. Juan Gabriel Ochoa Aldeán.

Ing. Marcelo Fernando Valdiviezo Condolo.

Ing. Manuel Augusto Pesantez González.



## **Dedicatoria**

Este trabajo de tesis está dedicado enteramente:

A mis padres por ser la base y pilar fundamental de toda mi vida, por brindarme su apoyo incondicional que me han convertido la persona quien soy, por todos los sacrificios que han hecho por mi bienestar y por inculcarme a través del ejemplo, la educación, honestidad y bondad. A mi ñaña por ser mi amiga, mi cómplice, y por estar siempre a mi lado.

A mi familia entera por preocuparse e interesarse tanto por mí y mis circunstancias.

## **Agradecimiento**

A Dios por la vida, salud y por todo lo que tengo.

A mis padres por ser mis guías.

A mi hermana por ser mi ejemplo.

A mis profesores por compartir sus conocimientos académicos y personales, y así crecer como persona cada día.

Al Ing. Pabel Merino por dirigir y acompañarme en este proyecto, sin el cual no hubiese sido posible el presente estudio.

A mis compañeros de aula por brindarme su amistad y porque juntos trabajamos por llegar a cumplir nuestros objetivos demostrando que la constancia y esfuerzo en unión, siempre nos llevarán lejos.

A la estación televisiva ECOTEL-TV a través de su generante el Lic. Ramiro Cueva por la apertura y excelente respaldo e interés que permitieron realizar este proyecto de investigación.

De manera especial al Ing. Juan Pablo Cabrera por su amistad, apoyo y colaboración incondicional durante todo el transcurso de mi formación profesional.

A mi amigo y compañero el Ing. Santiago Buri por ser un ejemplo de lucha y perseverancia en esta vida, que en paz descanse.

Gracias a ustedes.

## Índice de contenidos

Certificación.....	ii
Autoría .....	iii
<b>CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR, PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO.....</b>	<b>iv</b>
Dedicatoria .....	v
Agradecimiento .....	vi
Índice de contenidos .....	vii
Glosario de Términos .....	xv
Índice de Figuras .....	xxii
Índice de Tablas .....	xxvi
Resumen.....	xxix
Summary .....	xxxi
Objetivos .....	xxxiii
Introducción .....	xxxiv
<b>CAPÍTULO 1.....</b>	<b>1</b>
<b>1.CONCEPTOS DE TELEVISIÓN DIGITAL - ANALÓGICA, Y SITUACIÓN ACTUAL DE LA TELEVISIÓN EN EL ECUADOR. ....</b>	<b>1</b>
1.1 <i>INTRODUCCIÓN.....</i>	<i>1</i>
1.1.1 <i>Televisión analógica vs. Televisión digital.....</i>	<i>2</i>
1.2 <i>TELEVISIÓN DIGITAL.....</i>	<i>3</i>
1.2.1 <i>Definición de la televisión digital. ....</i>	<i>3</i>
1.2.2 <i>Distintos formatos tecnológicos de la televisión digital.....</i>	<i>3</i>
1.2.2.1 <i>WebTV.....</i>	<i>4</i>
1.2.2.2 <i>Plataformas OTT .....</i>	<i>6</i>
1.2.2.3 <i>IPTV. ....</i>	<i>7</i>
1.2.2.4 <i>Televisión satelital.....</i>	<i>9</i>
1.2.2.5 <i>Televisión por cable.....</i>	<i>9</i>
1.3 <i>TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE (TDT). ....</i>	<i>9</i>
1.3.1 <i>Ventajas de la TDT. ....</i>	<i>10</i>
1.3.1.1 <i>Calidad de sonido e imagen. ....</i>	<i>11</i>

1.3.1.2	Áreas de cobertura.....	13
1.3.1.2.1	Redes de Frecuencia Múltiples (MFN).....	14
1.3.1.2.2	Redes de Frecuencia Única (SFN).....	14
1.3.1.3	Robustez frente a ruidos e interferencias. ....	15
1.3.1.4	Jerarquías por contenidos. ....	17
1.3.1.5	Uso del espectro radioeléctrico.....	17
1.3.1.6	Movilidad. ....	18
1.3.1.7	Interactividad.....	18
1.3.1.8	Multiprogramación.....	19
1.3.1.9	Servicios complementarios.....	20
1.4	BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS ESTÁNDARES MUNDIALES DE TDT.....	21
1.4.1	Adopción de los estándares en los distintos países del mundo.....	21
1.4.2	Clasificación de los estándares TDT. ....	22
1.5	INTRODUCCIÓN AL ESTÁNDAR ISDB-T <sub>b</sub> ADOPTADO POR EL ECUADOR.....	24
1.6	INTRODUCCIÓN A LA TELEVISIÓN ANALÓGICA (ECUADOR). ....	27
1.6.1	Estándares de la televisión analógica. ....	28
1.7	SISTEMAS NTSC ANALÓGICO ADOPTADO POR EL ECUADOR.....	29
1.8	LA TELEVISIÓN EN EL ECUADOR.....	30
1.9	INTRODUCCIÓN DE LA TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE (TDT) EN EL ECUADOR.....	30
1.9.1	Aspectos técnicos.....	32
1.9.2	Ancho de banda. ....	33
1.9.3	Relación portadora a ruido. ....	33
1.9.4	Intensidad de campo eléctrico mínima a proteger. ....	33
1.9.5	Relación de protección Señal deseada/Señal no deseada. ....	34
1.9.6	Potencia radiada máxima PER.....	35
1.9.7	Transmisión jerárquica.....	36
1.9.8	Recepción.....	36
1.9.9	Impedancia de la antena.....	36
1.9.10	Sensibilidad.....	36
1.9.11	Relación de aspecto y muestreo digital. ....	37
1.9.12	Bandas de frecuencias.....	37

1.9.12.1	Canal físico y virtual. ....	39
1.9.12.2	Canalización. ....	40
1.9.12.3	Compartición. ....	40
1.9.12.4	Asignación de canales. ....	40
1.9.12.5	Zonas geográficas. ....	41
1.9.12.6	Enlaces auxiliares. ....	42
1.10	ACCESO Y PENETRACIÓN DE LA TDT EN EL ECUADOR. ....	42
1.10.1	Utilización de televisión en los hogares. ....	43
1.10.2	Programación. ....	44
1.10.3	Tipos de servicios de televisión que cuentan los hogares ecuatorianos. ....	45
<b>CAPÍTULO 2.....</b>		<b>49</b>
<b>2. ESTUDIO DEL ESTANDAR ISDB-T<sub>b</sub> (Integrated Services of Digital Broadcasting – Terrestrial, Internacional) .....</b>		<b>49</b>
2.1	MODULACIÓN DIGITAL. ....	49
2.1.1	Bits, símbolos y velocidad de modulación. ....	50
2.1.2	Modulación QAM. ....	51
2.1.2.1	Representación gráfica: constelaciones y mapeo de bits. ....	53
2.1.2.2	Constelación 16-QAM y 64-QAM. ....	54
2.1.3	Modulación QPSK y DQPSK. ....	55
2.1.4	Normalización de los niveles de modulación. ....	57
2.2	MULTIPLEXACIÓN OFDM. ....	58
2.2.1	Multiplexación por división de frecuencias (FDM). ....	58
2.2.2	Multiplexación por división de frecuencias ortogonales (OFDM). ....	59
2.2.2.1	Eliminación de la interferencia entre portadoras (ICI). ....	59
2.2.2.2	Eliminación de la interferencia entre símbolos (ISI). ....	63
2.2.2.2.1	Características del intervalo de guarda. ....	65
2.2.2.3	Modelo 3D amplitud-tiempo-frecuencia del canal de transmisión. ....	67
2.2.2.3.1	Símbolo OFDM y cuadro OFDM. ....	68
2.2.3	Aplicación de la multiplexación OFDM en TDT. ....	68
2.2.3.1	Comportamiento del canal radioeléctrico. ....	69
2.3	PRESENTACIÓN DEL SISTEMA ISDB-T <sub>b</sub> . ....	70

2.3.1	Transmisión en banda segmentada .....	70
2.3.2	Parámetros OFDM del sistema ISDB-T <sub>b</sub> ; Modo 1.....	71
2.3.3	Modos 2 y 3 del sistema ISDB-T <sub>b</sub> .....	72
2.3.4	Tasas o velocidades de transmisión de datos. ....	74
2.3.5	Las capas jerárquicas de ISDB-T <sub>b</sub> .....	75
2.3.6	Diagrama funcional de una estación de televisión digital ISDB-T <sub>b</sub> .....	76
2.3.6.1	Estudios.....	78
2.3.6.1.1	Definición de términos.....	80
2.3.6.1.2	Servidores de control, datos y servicios.....	80
2.3.6.2	Planta transmisora.....	81
2.3.7	Características del receptor ISDB-T <sub>b</sub> .....	83
2.4	FLUJO DE TRANSPORTE TS MPEG-2.....	85
2.4.1	Flujo de transporte (TS).....	85
2.5	REMÚLTIPLEXOR Y FLUJO BTS.....	86
2.5.1	Remultiplexor.....	86
2.5.1.1	Flujo de transporte para difusión (BTS).....	88
2.5.1.1.1	Receptor modelo.....	89
2.5.1.1.2	Divisor jerárquico.....	91
2.6	CODIFICACIÓN DEL CANAL.....	92
2.7	PILOTOS, SEÑALES DE CONTROL Y AUXILIARES.....	92
2.7.1	Pilotos Dispersos (SP).....	93
2.7.2	Piloto Continuo (CP).....	96
2.7.3	Canal auxiliar.....	96
2.7.4	Multiplexación de señales de control y auxiliares.....	97
2.8	MODULACIÓN.....	98
2.8.1	Estructura y conformación del cuadro OFDM.....	99
2.8.2	Transformada rápida inversa de Fourier (IFFT).....	101
2.8.3	Inserción del intervalo de guarda.....	103
2.8.4	Modulador I-Q.....	104
2.8.5	Bandas de guarda para canales ISDB-T <sub>b</sub> .....	106
<b>CAPÍTULO 3.....</b>		<b>110</b>



<b>3. ANÁLISIS Y DISEÑO TÉCNICO DE LA RED DE TELEVISION DIGITAL TERRESTRE PARA LA ESTACIÓN ECOTEL-TV. ....</b>	<b>110</b>
3.1 <i>SITUACION ACTUAL DE LA ESTACIÓN ECOTEL-TV. ....</i>	110
3.1.1 <i>Descripción de la Infraestructura Interna. ....</i>	111
3.1.1.1 <i>Área de Estudio o Set. ....</i>	111
3.1.1.2 <i>Área de Dirección de Cámaras. ....</i>	112
3.1.1.3 <i>Área de Audio o Sonido. ....</i>	115
3.1.1.4 <i>Área de Edición o Postproducción. ....</i>	116
3.1.1.5 <i>Área de Control Master. ....</i>	117
3.1.2 <i>Descripción de la Infraestructura externa. ....</i>	122
3.2 <i>REQUERIMIENTOS TÉCNICOS PARA LA MIGRACIÓN DE TELEVISIÓN ANALÓGICA A DIGITAL EN ECOTEL-TV. ....</i>	124
3.2.1 <i>Digitalización de la infraestructura Interna. ....</i>	124
3.2.1.1 <i>Análisis de los equipos del Área de Estudio o Set. ....</i>	124
3.2.1.2 <i>Análisis de los equipos del Área de Dirección de Cámaras. ....</i>	125
3.2.1.3 <i>Análisis de los equipos del Área de Audio. ....</i>	127
3.2.1.4 <i>Análisis de los equipos del Área de Control Master. ....</i>	128
3.3 <i>UTILIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE. ....</i>	129
3.3.1 <i>Propuesta para Escenario 1. ....</i>	129
3.3.1.1 <i>Enlace de la señal digital vía Microonda. ....</i>	130
3.3.2 <i>Equipos para Infraestructura Interna y Externa. ....</i>	130
3.4 <i>DISEÑO DE UNA RED DE FRECUENCIA ÚNICA (SFN) PARA LA ESTACIÓN ECOTEL-TV. ....</i>	134
3.4.1 <i>Parámetros de acuerdo a la Norma Técnica ABNT NBR 15601 (TELEVISION DIGITAL TERRESTRE – SISTEMA DE TRANSMISIÓN). ....</i>	137
3.4.2 <i>Parámetros necesarios para el diseño. ....</i>	138
3.4.2.1 <i>Topología. ....</i>	138
3.4.2.2 <i>Organización del canal radioeléctrico. ....</i>	139
3.4.2.3 <i>Modo e intervalo de guarda. ....</i>	139
3.4.2.4 <i>Elección de los parámetros OFDM. ....</i>	140
3.4.2.5 <i>Bandas de guarda. ....</i>	143
3.4.2.6 <i>Off-set de la frecuencia central del canal. ....</i>	146
3.4.2.7 <i>Programación. ....</i>	147

3.4.2.7.1	<i>Transmisión en capas jerárquicas.</i>	148
3.4.2.8	<i>Transport Stream.</i>	151
3.4.2.9	<i>Broadcast Transport Stream (BTS).</i>	151
3.4.2.10	<i>Parámetros de acuerdo a la Norma Técnica ABNT 15604 (TELEVISION DIGITAL TERRESTRE - RECEPTORES).</i>	151
3.4.2.10.1	<i>Sensibilidad en el receptor.</i>	151
3.4.2.11	<i>Potencia Efectiva Radiada.</i>	153
3.4.2.12	<i>Enlace Microondas.</i>	154
3.4.2.12.1	<i>Ancho de banda del enlace.</i>	155
3.5	<i>SIMULACIÓN DE RESULTADOS.</i>	156
3.5.1	<i>Descripción del sistema de enlace STL.</i>	157
3.5.1.1	<i>Puntos de enlace.</i>	157
3.5.1.2	<i>Parámetros enlace.</i>	158
3.5.1.3	<i>Modelo de Antenas.</i>	159
3.5.1.4	<i>Simulación del enlace Microondas.</i>	160
3.5.1.5	<i>Resultados.</i>	162
3.5.2	<i>Parámetros de Radiodifusión.</i>	165
3.5.2.1	<i>Descripción del sistema radiante.</i>	166
3.5.2.2	<i>Parámetros de Recepción.</i>	167
3.5.2.2.1	<i>Características de los receptores.</i>	167
3.5.2.2.2	<i>Puntos de recepción.</i>	168
3.5.2.3	<i>Simulación y determinación de Cobertura.</i>	171
3.5.2.3.1	<i>Configuración del Sistema de Transmisión.</i>	172
3.5.2.3.2	<i>Determinación de la Cobertura.</i>	175
3.5.2.3.3	<i>Análisis de resultados.</i>	178
3.6	<i>ELEMENTOS NECESARIOS PARA LA DIFUSIÓN DE TDT.</i>	181
3.6.1	<i>Equipos a ser utilizados en una red TDT.</i>	182
3.6.1.1	<i>Aspectos a considerar sobre los equipos de Producción, Transmisión- Difusión.</i>	182
3.6.2	<i>Equipos para Infraestructura Interna.</i>	184
3.6.3	<i>Equipos para Infraestructura Externa.</i>	185
<b>CAPÍTULO 4</b>		<b>186</b>

<b>4. ANÁLISIS ECONÓMICO Y LEGAL DE LA MIGRACIÓN ANALÓGICO A DIGITAL</b>	<b>186</b>
4.1 ANÁLISIS ECONÓMICO.....	186
4.1.1 Costo de inversión para la propuesta de Escenario 1.....	186
4.1.2 Costo de inversión para la propuesta de Escenario 2.....	187
4.1.2.1 Área de Estudio o Set.....	188
4.1.2.2 Área de Dirección de Cámaras.....	188
4.1.2.3 Área de Audio o Sonido.....	188
4.1.2.4 Área de Edición o Postproducción.....	189
4.1.2.5 Área de Control Master.....	189
4.1.2.6 Servidores y equipos de red.....	190
4.1.2.7 Equipos de Transmisión y Difusión.....	190
4.2 ANALISIS LEGAL.....	193
4.2.1 Marco legal y regulatorio.....	193
4.2.1.1 Transmisión simultánea de señales de televisión analógica y digital (Simulcast).	193
4.2.1.2 Inicio de las transmisiones de televisión digital y periodo del Simulcast.....	194
4.2.1.3 Obligaciones en el periodo de Simulcast.....	194
4.2.1.4 Características de la transmisión de señales de Televisión Digital Terrestre de carácter temporal.....	194
4.2.1.4.1 Solicitudes de autorizaciones temporales.....	195
4.2.1.4.2 Metodología de Asignación.....	196
4.2.1.5 Concesiones para la transmisión de señales de TDT definitivas.....	197
4.2.1.6 Otorgamiento para nuevas concesiones para TDT.....	198
4.2.2 Espectro radioeléctrico y canalización.....	198
4.2.2.1 Bandas de Frecuencias.....	198
4.2.2.2 Canal Físico y virtual.....	200
4.2.2.3 Canalización.....	200
4.2.2.4 Compartición.....	201
4.2.2.5 Asignación de canales.....	201
4.2.2.6 Zonas Geográficas.....	201
4.2.2.7 Enlaces auxiliares.....	203

4.2.3	<i>Apagón Analógico.</i>	203
4.2.3.1	<i>Cronograma del apagón analógico.</i>	203
4.2.4	<i>Generación de Contenidos.</i>	204
4.2.4.1	<i>Generación.</i>	204
4.2.4.1.1	<i>Objetivo de la programación.</i>	204
4.2.5	<i>Equipamiento.</i>	204
4.2.5.1	<i>Producción y transmisión.</i>	204
4.2.5.2	<i>Recepción.</i>	204
4.2.5.3	<i>Interactividad.</i>	205
4.2.6	<i>Disposiciones complementarias.</i>	205
4.2.6.1	<i>Mecanismos para acelerar el proceso de transición a la TDT.</i>	205
4.2.7	<i>Modificación del marco legal.</i>	205
4.2.7.1	<i>Ley de radiodifusión y televisión.</i>	205
4.2.7.2	<i>Reglamento general a la ley de radiodifusión y televisión.</i>	206
4.2.7.3	<i>Norma técnica para el servicio de televisión digital.</i>	206
4.2.7.4	<i>Régimen de concesiones.</i>	206
4.2.7.5	<i>Requisitos para la obtención de frecuencia.</i>	207
4.2.7.5.1	<i>Requisitos para sistemas de televisión y conexos.</i>	207
4.2.7.5.2	<i>Otorgamiento de concesiones de servicios mediante adjudicación directa.</i>	208
4.2.7.6	<i>Reglamento de tarifas por concesión de servicios de televisión.</i>	211
4.2.7.6.1	<i>Radiodifusión Sonora y Televisión.</i>	211
4.2.7.7	<i>Transición a la TDT.</i>	211
	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>214</b>
	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>217</b>
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>220</b>
	<b>ANEXOS</b>	<b>228</b>
	<b>Descripción técnica de los equipos de Producción (Infraestructura Interna y Externa).</b>	<b>228</b>
	<b>Formularios Técnicos para la presentación de solicitudes de autorización, concesión y adjudicación temporal de frecuencias de los servicios de radiodifusión sonora y de televisión abierta.</b>	<b>268</b>

## Glosario de Términos

<b>8-VSB</b>	Vestigial Sideband Modulation (Banda Lateral Vestigial Modulada a 8 niveles).
<b>AAC</b>	Advanced Audio Coding (Codificación de Audio Avanzado).
<b>ABNT</b>	Associação Brasileira de Normas Técnicas (Asociación Brasileña de Normas Técnicas).
<b>ADSL</b>	Asymmetric Digital Subscriber Line (Linea de Abonado Digital Asimétrica).
<b>AES/EBU</b>	Audio Engineering Society/European Broadcasting Union.
<b>ANATEL</b>	Agencia Nacional de Telecomunicaciones. (Brasil).
<b>ARIB</b>	Association of Radio Industries and Businesses (Asociación de Empresas e Industrias de Radio del Japón).
<b>ASK</b>	Amplitude Shift Keying (Modulación por Desplazamiento de Amplitud).
<b>ATSC</b>	Advanced Television Systems Committee (Comité de Sistemas de Televisión Avanzada).
<b>AVC</b>	Advanced Video Coding (Codificación de Video Avanzado).
<b>AWGN</b>	Additive White Gaussian Noise (Ruido Gaussiano Blanco Aditivo).
<b>BCH</b>	Bose-Chaudhuri-Hocquenghem.
<b>BST-OFDM</b>	Band Segmented Transmission – OFDM (Transmisión en Banda Segmentada - OFDM).
<b>BTS</b>	Broadcast Transport Stream (Flujo de Transporte Broadcast).
<b>CATV</b>	Television por Cable.
<b>CC</b>	Corriente Continua.

<b>CF</b>	Canal Físico.
<b>CIF</b>	Common Intermediate Format.
<b>CITDT</b>	Comité Interinstitucional Técnico para la Introducción de la Televisión Digital Terrestre en el Ecuador.
<b>CNR</b>	Carrier-to-Noise Ratio (Relación Señal a Ruido).
<b>CONATEL</b>	Consejo Nacional de Telecomunicaciones.
<b>CV</b>	Canal Virtual.
<b>DB TD/RD</b>	Digital Broadcasting Transmission Digital/Reception Digital
<b>DDS</b>	Síntesis Digital Directa.
<b>DMB-T</b>	Digital Multimedia Broadcasting – Terrestrial (Difusión Multimedia Digital - Terrestre).
<b>DQPSK</b>	Differential Quadrature Phase Shift Keying (Modulación por Desplazamiento de Fase en Cuadratura Diferencial).
<b>DSM-CC</b>	Medios de Almacenamiento Digital – Comandos y Control.
<b>DTH</b>	Direct To Home (Televisión Satelital Directa al Hogar).
<b>DTS</b>	Decode Time Stamp.
<b>DV</b>	Video Digital.
<b>DVB-C</b>	Digital Video Broadcasting by Cable (Difusión de Video Digital por Cable).
<b>DVB-S</b>	Digital Video Broadcasting by Satellite (Difusión de Video Digital por Satelite).
<b>DVB-S2</b>	Digital Video Broadcasting by Satellite - Second Generation (Diffusion de Video Digital por Satelite de Segunda Generación).
<b>DVB-T</b>	Digital Video Broadcasting Terrestrial (Difusión de Video Digital Terrestre).



<b>DVD</b>	Digital Video Disc.
<b>EDTV</b>	Enhanced Definition Television (Televisión de Mejorada Definición).
<b>EIT</b>	Tabla de Información Eventual.
<b>EPG</b>	Guía Electrónica de Programación.
<b>ES</b>	Flujo Elemental.
<b>ESCR</b>	Elementary Stream Clock Reference.
<b>FDM</b>	Multiplexación por División de Frecuencias.
<b>FEC</b>	Forward Error Correction (Corrección de Errores hacia Atrás).
<b>FI</b>	Frecuencia Intermedia.
<b>FSK</b>	Frequency Shift Keying (Modulación por Desplazamiento de Frecuencia).
<b>GATR</b>	Grupo de Aspectos Técnicos y Regulatorios.
<b>GPS</b>	Global Positioning System (Sistema de Posicionamiento Global).
<b>HAAT</b>	Height Above Average Terrain (Altura por Encima del Promedio del Terreno).
<b>HbbTV</b>	Hybrid Broadcast Broadband TV (Difusión en Banda Ancha de TV).
<b>HD</b>	High Definition (Alta Definición).
<b>HDMI</b>	High - Definition Multimedia Interface o HDMI (Interfaz Multimedia de Alta Definición)
<b>HDTV</b>	High Definition Television (Televisión de Alta Definición).
<b>HFC</b>	Redes Híbridas Fibra-Coaxial.
<b>ICI</b>	Interferencia entre Portadoras.
<b>IDFT</b>	Transformada Discreta de Fourier Inversa.

<b>IFFT</b>	Inverse Fast Fourier Transform (Inversa de la Transformada Rápida de Fourier).
<b>IIP</b>	ISDB-T <sub>b</sub> Information Packet (Paquete de Información ISDB-T <sub>b</sub> ).
<b>INEC</b>	Instituto de Estadísticas y Censos del Ecuador.
<b>IPS</b>	Images Per Second (Imágenes Por Segundo)
<b>ISDB</b>	Integrated Services of Digital Broadcasting (Radiodifusión Digital de Servicios Integrados).
<b>ISDB-Tb</b>	International System for Digital Broadcast - Terrestrial, Brazilian versión (Sistema Internacional para Radiodifusion Digital - Terrestre, Versión Brasileña).
<b>ISI</b>	Interferencia entre Símbolos.
<b>ISO/IEC</b>	International Organization for Standardization / International Electrotechnical Commission (Organización Internacional de Normalización / Comisión Electrotécnica Internacional).
<b>LDPC</b>	Low-Density-Parity-Check.
<b>LDTV</b>	Low Definition Television (Televisión de Baja Definición).
<b>MFN</b>	Multiple Frequency Network (Red de Frecuencia Múltiple).
<b>MINTEL</b>	Ministerio de Telecomunicaciones.
<b>MPEG-2</b>	Moving Pictures Experts Group 2 (Grupo de Expertos en Imágenes en Movimiento)
<b>NBR</b>	Normas Brasileiras Regulamentadoras. (Normas Reguladoras Brasileñas).
<b>NIT</b>	Tabla de Información de Red.
<b>NTSC</b>	National Television System Committe (Comisión Nacional de Sistema de Televisión).

<b>OFDM</b>	Multiplexación por División de Frecuencia Ortogonales.
<b>PAL</b>	Phase Alternating Line (Linea de Fase Alternada).
<b>PAT</b>	Tabla de Asociación de Programa.
<b>PCR</b>	Reloj de Referencia de Programa.
<b>PES</b>	Flujo Elemental Empaquetado.
<b>PID</b>	Información de Identificación de Paquete.
<b>PMT</b>	Tabla de Mapa de Programa.
<b>PNF</b>	Plan Nacional de Frecuencias.
<b>PRBS</b>	Secuencias Binarias Pseudo – Aleatorias.
<b>PSK</b>	Phase Shift Keying (Modulación por Desplazamiento de Fase).
<b>PTS</b>	Presentation Time Stamp.
<b>QAM</b>	Quadrature Amplitude Modulation (Modulación de Amplitud en Cuadratura).
<b>QPSK</b>	Quadrature Phase Shift Keying (Modulación por Desplazamiento de Fase en Cuadratura).
<b>RAM</b>	Memoria de Acceso Aleatorio.
<b>RF</b>	Radiofrecuencia.
<b>RTS</b>	Red Telesistema.
<b>SBTVD-T</b>	Sistema Brasileño de Televisión Digital Terrestre.
<b>SCTE-QAM</b>	Society of Cable Telecommunications Engineers - Quadrature Amplitude Modulation (Sociedad de Ingenieros de Telecomunicaciones por Cable-Modulación de Amplitud en Cuadratura).

<b>SDI</b>	Serial Digital Interface.
<b>SDTV</b>	Standart Definition Television (Televisión con Definición Estándar).
<b>SECAM</b>	Sequential Couleur Avec Memoire or Sequential Color (Color Secuencial con Memoria).
<b>SEMPLADES</b>	Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo.
<b>SENATEL</b>	Secretaria Nacional de Telecomunicaciones.
<b>SENESCYT</b>	Secretaria Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación.
<b>SFN</b>	Single Frequency Network (Red de Frecuencia Única).
<b>SMPTE</b>	Society of Motion Picture and Television Engineers.
<b>STB</b>	Set Top Box (Receptor de Televisión o Decodificador).
<b>STC</b>	Recuperación del Reloj del Sistema.
<b>SUPERTEL</b>	Superintendencia de Telecomunicaciones.
<b>TDH</b>	Televisión Directa al Hogar.
<b>TDT</b>	Televisión Digital Terrestre.
<b>TF</b>	Transformada de Fourier.
<b>TIC</b>	Tecnologías de Información y Comunicación.
<b>TMCC</b>	Canal de Control de Configuración de Trasmisión y Multiplexación.
<b>TS</b>	Transport Stream (Flujo de Transporte).
<b>UHF</b>	Ultra High Frequency (Frecuencia Ultra Alta).
<b>UTDT</b>	Unidad para la implementación de la TDT.
<b>VCD</b>	Video CD.

<b>VCR</b>	Video Cassette Recorder.
<b>VHF</b>	Very High Frequency (Frecuencia Muy Alta).
<b>VHS</b>	Video Home System.
<b>VTR</b>	Video Tape Recorder.

## Índice de Figuras

<i>Figura 1.1. Componentes da HbbTV.</i> .....	5
<i>Figura 1.2. Esquema de la plataforma OTT.</i> .....	7
<i>Figura 1.3. Esquema de una red IPTV.</i> .....	8
<i>Figura 1.4. Esquema conceptual de utilización del ancho de banda disponible.</i> .....	13
<i>Figura 1.5. Red de Frecuencias Múltiples (MNF).</i> .....	14
<i>Figura 1.6. Red de Frecuencia Única (SFN).</i> .....	15
<i>Figura 1.7. Esquema de interactividad en TDT.</i> .....	19
<i>Figura 1.8. Estándares de TDT en los distintos países del mundo.</i> .....	22
<i>Figura 1.9. Bloques funcionales de un transmisor de TDT.</i> .....	23
<i>Figura 1.10. Diagramas en bloques del transmisor ISDB-Tb.</i> .....	27
<i>Figura 1.11. Espectro de la señal ISDB-Tb.</i> .....	27
<i>Figura 1.12. Espectro de un canal de televisión analógica.</i> .....	28
<i>Figura 1.13. Interferencia en canal virtual (CV).</i> .....	40
<i>Figura 1.14. Tenencia de televisores en el Ecuador.</i> .....	43
<i>Figura 1.15. Encuesta de usos, hábitos y preferencias de la televisión en Ecuador.</i> .....	44
<i>Figura 1.16. Encuesta de usos, hábitos y preferencias de la televisión en Ecuador.</i> .....	44
<i>Figura 1.17. Preferencias de programación en Ecuador.</i> .....	45
<i>Figura 1.18. Participación del mercado en subscriptores por operador de TV por pago.</i> .....	46
<i>Figura 1.19. Evolución de abonados y penetración por hogar de TV por pago en Ecuador.</i> .....	47
<i>Figura 2.1. Técnicas de modulación.</i> .....	50
<i>Figura 2.2. Señal ASK representando un bit de información.</i> .....	50
<i>Figura 2.3. Señal ASK representando dos bits de información.</i> .....	51
<i>Figura 2.4. Modulador 16-QAM.</i> .....	52
<i>Figura 2.5. Mapeo de símbolos en un modulador digital.</i> .....	53
<i>Figura 2.6. Recepción de un símbolo fuera de la región de decisión correspondiente.</i> .....	54
<i>Figura 2.7. Constelación 16-QAM.</i> .....	54
<i>Figura 2.8. Constelación 64-QAM.</i> .....	55
<i>Figura 2.9. Constelación QPSK.</i> .....	55
<i>Figura 2.10. Constelación DQPSK basada en cambios de fase.</i> .....	56



<i>Figura 2.11. Modulador DQPSK.</i>	57
<i>Figura 2.12. Espectro ocupado por señales FDM.</i>	59
<i>Figura 2.13. Sistema FDM de portadoras ortogonales.</i>	59
<i>Figura 2.14. Espectro de un pulso de duración <math>T_u</math>.</i>	60
<i>Figura 2.15. Espectro de dos portadoras con separación <math>\Delta f</math>.</i>	60
<i>Figura 2.16. Espectro de un tren de pulsos de anchura <math>T_u</math> y periodo <math>T_s</math>.</i>	61
<i>Figura 2.17. Portadoras moduladas con símbolos de duración <math>T_u</math>.</i>	61
<i>Figura 2.18. Espectro de portadoras moduladas con símbolos de duración <math>T_u</math>.</i>	62
<i>Figura 2.19. Espectro ocupado por señales OFDM.</i>	62
<i>Figura 2.20. Trayectorias de la señal directa y de la señal reflejada.</i>	63
<i>Figura 2.21. Interferencia entre símbolos (ISI).</i>	64
<i>Figura 2.22. Formación del intervalo de guarda.</i>	65
<i>Figura 2.23. Correlación entre las señales <math>s(n)</math> y <math>t(n)</math>.</i>	66
<i>Figura 2.24. Sincronismo inicial del receptor.</i>	67
<i>Figura 2.25. Modelo 3D del canal de transmisión.</i>	67
<i>Figura 2.26. Símbolo OFDM y cuadro OFDM.</i>	68
<i>Figura 2.27. Posibles envolventes espectrales de la señal recibida.</i>	69
<i>Figura 2.28. Puntos de emisión múltiples de una red de frecuencia única (SFN).</i>	73
<i>Figura 2.29. Organización de los segmentos en tres capas jerárquicas.</i>	75
<i>Figura 2.30. Diagrama funcional de una estación de televisión digital ISDB-Tb.</i>	77
<i>Figura 2.31. Diagrama de bloques del modulador ISDB-Tb.</i>	81
<i>Figura 2.32. Diagrama de bloques del receptor ISDB-Tb.</i>	83
<i>Figura 2.33. Estructura del paquete TS.</i>	85
<i>Figura 2.34. Flujo TS.</i>	86
<i>Figura 2.35. Remultiplexor ISDB-Tb y flujo de transporte para difusión (BTS).</i>	88
<i>Figura 2.36. Receptor modelo del sistema ISDB-Tb.</i>	89
<i>Figura 2.37. Señal demodulada a la entrada del divisor jerárquico, para un cuadro OFDM.</i>	91
<i>Figura 2.38. Divisor jerárquico.</i>	92
<i>Figura 2.39. Esquema de distribución de pilotos dispersos.</i>	94
<i>Figura 2.40. Esquema de distribución diagonal de pilotos dispersos.</i>	95
<i>Figura 2.41. Interfaces del sistema ISDB-Tb.</i>	97

<i>Figura 2.42. Esquemas de multiplexación para la información de control y auxiliar. ....</i>	<i>98</i>
<i>Figura 2.43. Bloques de la etapa de modulación. ....</i>	<i>99</i>
<i>Figura 2.44. Señales para la conformación del cuadro OFDM. ....</i>	<i>99</i>
<i>Figura 2.45. Estructura del segmento para modulación sincrónica (Modo 1). La posición de los canales TMCC y AC1 es diferente para cada segmento. ....</i>	<i>101</i>
<i>Figura 2.46. Símbolos de portadoras activas y símbolos nulos para el cálculo de la IFFT. ....</i>	<i>102</i>
<i>Figura 2.47. Entrada de símbolos (Sj), procesamiento IFFT y salida de muestras [s(n)]. ....</i>	<i>102</i>
<i>Figura 2.48. Cálculo de un punto de la IFFT en el dominio del tiempo discreto. ....</i>	<i>103</i>
<i>Figura 2.49. Concepto de intervalos de guarda. ....</i>	<i>103</i>
<i>Figura 2.50. Inserción del intervalo de guarda. ....</i>	<i>104</i>
<i>Figura 2.51. Modulador I-Q digital. ....</i>	<i>105</i>
<i>Figura 2.52. Modulador I-Q analógico. ....</i>	<i>105</i>
<i>Figura 2.53. Asignaciones de canales de televisión analógica. ....</i>	<i>107</i>
<i>Figura 2.54. Asignaciones mixtas de canales de TV (analógico y digitales). ....</i>	<i>107</i>
<i>Figura 2.55. Señales ISDB-Tb y PAL en canales adyacentes. ....</i>	<i>108</i>
<i>Figura 2.56. Coincidencia de portadoras OFDM y portadoras analógicas. ....</i>	<i>108</i>
<i>Figura 3.1. Área de estudio o Set. ....</i>	<i>112</i>
<i>Figura 3.2. Área de Dirección de Cámaras. ....</i>	<i>113</i>
<i>Figura 3.3. Área de Audio. ....</i>	<i>115</i>
<i>Figura 3.4. Área de Edición o Postproducción. ....</i>	<i>117</i>
<i>Figura 3.5. Área de Control Master. ....</i>	<i>118</i>
<i>Figura 3.6. Esquema de la secuencia de Video analógico en ECOTEL-TV. ....</i>	<i>120</i>
<i>Figura 3.7. Esquema de la secuencia de Audio analógico en ECOTEL-TV. ....</i>	<i>121</i>
<i>Figura 3.8. a) Transmisor UHF ubicado en el estudio ECOTEL-TV. b) Set de equipos Transmisor-Receptor. ....</i>	<i>123</i>
<i>Figura 3.9. Antena para enlace STL, estudio ECOTEL-TV con Cerro Guachichambo. ....</i>	<i>123</i>
<i>Figura 3.10. Esquema digital para la propuesta de Escenario 1. ....</i>	<i>132</i>
<i>Figura 3.11. Esquema digital enlace Microondas para la propuesta de Escenario 1. ....</i>	<i>133</i>
<i>Figura 3.12. Diagrama en bloques del Sistema de Transmisión Digital. ....</i>	<i>135</i>
<i>Figura 3.13. Espaciamiento en frecuencia del canal ISDB-Tb con canales analógicos. ....</i>	<i>143</i>
<i>Figura 3.14. Bandas de guarda para canales ISDB-Tb. ....</i>	<i>144</i>

<i>Figura 3.15. Bandas de guarda para canales analógicos.</i>	144
<i>Figura 3.16. Off-set de la frecuencia central.</i>	146
<i>Figura 3.17. Perfil topográfico enlace ESTUDIOS ECOTEL-TV – CERRRO GUACHICHAMBO.</i>	157
<i>Figura 3.18. Torre para ubicar los equipos de STL.</i>	158
<i>Figura 3.19. Patrón de Radiación de antena ANDREW PL4-65.</i>	160
<i>Figura 3.20. Ubicación del enlace STL en el mapa de la ciudad de Loja.</i>	161
<i>Figura 3.21. Parámetros de configuración del sistema ESTUDIOS ECOTEL.</i>	162
<i>Figura 3.22. Parámetros de configuración del sistema CERRO GUACHICHAMBO.</i>	163
<i>Figura 3.23. Resultados de la simulación del enlace Microondas.</i>	164
<i>Figura 3.24. Patrón de radiación del Sistema Radiante.</i>	167
<i>Figura 3.25. Puntos de Recepción: a) Norte, b) Centro - Norte, c) Sur - Oeste, d) Centro - Sur.</i>	171
<i>Figura 3.26. Configuración de la red RADIODIFUSION DIGITAL.</i>	172
<i>Figura 3.27. Configuración del sistema UHF TRANSMISOR.</i>	174
<i>Figura 3.28. Configuración del sistema UHF RECEPTOR.</i>	175
<i>Figura 3.29. Enlaces para cada uno de los puntos de recepción.</i>	176
<i>Figura 3.30. Ubicación de los puntos y patrón de radiación del Sistema Radiante.</i>	176
<i>Figura 3.31. Diagrama de cobertura Polar.</i>	177
<i>Figura 3.32. Perfil topográfico de cobertura.</i>	178
<i>Figura 3.33. Diagrama de cobertura Polar (Campo Eléctrico).</i>	181
<i>Figura 3.34. Componentes principales para Infraestructura del canal ECOTEL-TV.</i>	183
<i>Figura 4.1. Metodología de asignación de frecuencias temporales para TDT.</i>	197
<i>Figura 4.2. Interferencia en canal virtual (CV).</i>	200

## Índice de Tablas

<i>Tabla 1.1. Clasificación de los estándares de TDT. ....</i>	<i>22</i>
<i>Tabla 1.2 Características de los sistemas de televisión analógica. ....</i>	<i>30</i>
<i>Tabla 1.3. Fases de la transición a la Televisión Digital Terrestre. ....</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 1.4. Nivel de campo eléctrico para las respectivas áreas de cobertura. ....</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 1.5. Relación de protección Señal deseada/Señal no deseada. ....</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 1.6. Parámetros de Selectividad-Relación de protección. ....</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 1.7. Potencia radiada máxima PER. ....</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 1.8. Sensibilidad en los equipos receptores. ....</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 1.9. Formato de salida de video, relación de aspecto y resolución. ....</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 1.10. Bandas de frecuencias a ser utilizadas en TDT. ....</i>	<i>38</i>
<i>Tabla 1.11. Televisión bajo suscripción bajo la modalidad de televisión codificada terrestre (UHF Codificado). ....</i>	<i>39</i>
<i>Tabla 1.12. Zonificación de la actual Norma Técnica para el Servicio de Televisión Analógica y Plan de Distribución de Canales. ....</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 1.13. Número de subscriptores del servicio de audio y video por suscripción. ....</i>	<i>46</i>
<i>Tabla 2.1. Reglas para los cambios de fase en DQPSK. ....</i>	<i>56</i>
<i>Tabla 2.2. Factores de normalización a potencia media unitaria. ....</i>	<i>58</i>
<i>Tabla 2.3. Intervalos de guarda, duraciones de símbolo y distancias de reflexión del Modo 1. ....</i>	<i>72</i>
<i>Tabla 2.4. Valores de N, cantidad de paquetes TSP por segmento y por cuadro OFDM. ....</i>	<i>89</i>
<i>Tabla 2.5. Distribución de tipos y cantidades de potadoras por segmento. ....</i>	<i>95</i>
<i>Tabla 2.6. Distribución de portadoras por segmento. ....</i>	<i>100</i>
<i>Tabla 2.7. Parámetros y valores de la IFFT para los tres modos. ....</i>	<i>101</i>
<i>Tabla 3.1. ECOTEL-TV datos generales. ....</i>	<i>111</i>
<i>Tabla 3.2. ECOTEL-TV datos técnicos. ....</i>	<i>111</i>
<i>Tabla 3.3. Equipos usados en el Área de estudio o Set. ....</i>	<i>112</i>
<i>Tabla 3.4. Equipos utilizados en el Área de Dirección de Cámaras. ....</i>	<i>113</i>
<i>Tabla 3.5. Equipos utilizados en el Área de Audio. ....</i>	<i>116</i>
<i>Tabla 3.6. Equipos utilizados en el Área de Control Master. ....</i>	<i>119</i>
<i>Tabla 3.7. Parámetros del enlace STL autorizados por la SUPERTEL. ....</i>	<i>122</i>

<i>Tabla 3.8. Análisis de los equipos usados en el Área de Estudio o Set. ....</i>	<i>124</i>
<i>Tabla 3.9. Análisis de los equipos utilizados en el Área de Dirección de Cámaras. ....</i>	<i>125</i>
<i>Tabla 3.10. Análisis de los equipos utilizados en el Área de Audio. ....</i>	<i>127</i>
<i>Tabla 3.11. Análisis de los equipos utilizados en el Área de Control Master. ....</i>	<i>128</i>
<i>Tabla 3.12. Equipos a utilizar en infraestructura Interna y Externa. ....</i>	<i>131</i>
<i>Tabla 3.13. Intervalos de guarda, duraciones de símbolo y distancias de reflexión del Modo 2. ...</i>	<i>140</i>
<i>Tabla 3.14. Distribución de portadoras por segmento Modo 2. ....</i>	<i>143</i>
<i>Tabla 3.15. Porción porcentual entre cada portadora y el límite del canal. ....</i>	<i>145</i>
<i>Tabla 3.16. Bandas de guarda ISDB-Tb. ....</i>	<i>146</i>
<i>Tabla 3.17. Tasa de datos para los diferentes tipos de canales en MPEG-2 y MPEG-4. ....</i>	<i>148</i>
<i>Tabla 3.18. Parámetros obtenidos correspondientes a cada capa jerárquica. ....</i>	<i>150</i>
<i>Tabla 3.19. Parámetros a ser utilizados en nuestra red SFN. ....</i>	<i>150</i>
<i>Tabla 3.20. Parámetros para el cálculo del nivel mínimo de señal a la entrada del receptor. ....</i>	<i>152</i>
<i>Tabla 3.21. Relaciones de protección para un receptor full-seg. ....</i>	<i>152</i>
<i>Tabla 3.22. Distancia para el azimut de máxima radiación. ....</i>	<i>153</i>
<i>Tabla 3.23. Potencia radiada máxima PER. ....</i>	<i>153</i>
<i>Tabla 3.24. Valor de S/N teórica para ISDB-Tb. ....</i>	<i>156</i>
<i>Tabla 3.25. Coordenadas geográficas para el enlace STL. ....</i>	<i>157</i>
<i>Tabla 3.26. Características del sistema LINEAR IST7G50P5/ISR7G5000. ....</i>	<i>159</i>
<i>Tabla 3.27. Características de la antena ANDREW PL4-65. ....</i>	<i>159</i>
<i>Tabla 3.28. Datos del enlace STL. ....</i>	<i>160</i>
<i>Tabla 3.29. Resumen de resultados obtenidos para el enlace Microonda. ....</i>	<i>164</i>
<i>Tabla 3.30. Características del sistema marca SIRA UTV-01. ....</i>	<i>166</i>
<i>Tabla 3.31. Ubicación de los Puntos de Recepción. ....</i>	<i>168</i>
<i>Tabla 3.32. Parámetros de configuración del sistema UHF TRANSMISOR. ....</i>	<i>173</i>
<i>Tabla 3.33. Parámetros de configuración del sistema UHF RECEPTOR. ....</i>	<i>174</i>
<i>Tabla 3.34. Resultados obtenidos (simulación) en cada uno de los puntos de recepción. ....</i>	<i>179</i>
<i>Tabla 3.35. Equipos para Infraestructura Interna. ....</i>	<i>184</i>
<i>Tabla 3.36. Equipos para Infraestructura Externa. ....</i>	<i>185</i>
<i>Tabla 4.1. Precios de Equipos para la propuesta de Escenario 1. ....</i>	<i>187</i>
<i>Tabla 4.2. Equipos disponibles a ser reutilizados. ....</i>	<i>187</i>

<i>Tabla 4.3. Características técnicas del Tx (alterno) para el Cerro Guachichambo. ....</i>	<i>191</i>
<i>Tabla 4.4. Precio del equipo Transmisor/Modulador DBTU/1000. ....</i>	<i>191</i>
<i>Tabla 4.5. Precios de Equipos para la propuesta de Escenario 2. ....</i>	<i>192</i>
<i>Tabla 4.6. Bandas de frecuencias a ser utilizadas en TDT. ....</i>	<i>198</i>
<i>Tabla 4.7. Televisión bajo suscripción bajo la modalidad de televisión codificada terrestre (UHF Codificado). ....</i>	<i>199</i>
<i>Tabla 4.8. Número de estaciones en televisión Abierta y Codificada Terrestre. ....</i>	<i>199</i>
<i>Tabla 4.9. Zonificación de la actual Norma Técnica para el Servicio de Televisión Analógica y Plan de Distribución de Canales. ....</i>	<i>202</i>
<i>Tabla 4.10. Fases de la transición a la Televisión Digital Terrestre. ....</i>	<i>203</i>

## Resumen

Con el surgimiento de la TDT se pueden difundir señales de televisión con la más alta tecnología digital para poder transmitir de manera optimizada imágenes y sonidos con la mejor calidad permitiendo de esta forma ofrecer a los televidentes mayores servicios interactivos y de acceso a la información. En este contexto se inicia dicho estudio realizando una introducción a la televisión digital, en donde se hace énfasis a las características generales que esta presenta, la forma en la que opera, los diferentes estándares con los que funciona y las ventajas y desventajas que posee.

El presente estudio trata sobre los distintos aspectos a tomar en cuenta en el proceso de migración de televisión analógica a televisión digital para la estación televisiva ECOTEL-TV, y para su desarrollo se lo ha dividido en cuatro Capítulos de la siguiente manera.

En el Capítulo 1 se realiza una síntesis histórica de la televisión en el país desde sus inicios hasta la actualidad teniendo en cuenta que en esta parte se pone de manifiesto el uso, hábitos y preferencias de la Televisión en el Ecuador, incluido otros factores ya sean estos económicos y sociales que permiten tener una idea clara del impacto que tendrá esta nueva tecnología de televisión en la sociedad ecuatoriana.

En nuestro país y bajo la recomendación de la SUPERTEL se decidió adoptar la norma brasileña ISDB-T/SBTVD, para que funcione en el Ecuador como el estándar de Televisión Digital Terrestre, por lo que se dedica un capítulo completo para analizar las características técnicas y los beneficios que trae consigo para su implementación en el país.

En el Capítulo 2 se describen las principales características del estándar ISDB-T<sub>b</sub> y los principios de funcionamiento de las redes de frecuencia única (SFN); los mismos que se detallan dentro de la norma técnica brasileña ABNT NBR 15601 para el sistema de transmisión de la TDT y que serán tomados en cuenta para el diseño de la SFN.

A fin de optimizar el equipamiento de la estación ECOTEL-TV, en el Capítulo 3 se desarrolla todo el proceso correspondiente al levantamiento de la infraestructura existente dentro de la estación, con el objetivo de reutilizar los equipos que se encuentran operando actualmente y que permitirán la generación del contenido digital.

Dentro del mismo capítulo y de acuerdo a los objetivos planteados se diseñó una red de frecuencia única (SFN), especificando los parámetros de modulación, intervalos de guarda, Modo, tasas de transmisión, potencia y calidad de la imagen, así mismo la red SFN constara con sus respectivos sistemas de transmisión y difusión. Se utilizó herramientas o aplicaciones en línea como *Google maps* y *Google earth* para determinar latitud, longitud, altura y perfiles topográficos, y el *software* Radio Mobile para la simulación de los enlaces de Microonda digital y también para determinar el área de cobertura de los transmisores. Este proyecto es una referencia clara para la implementación de una red SFN de televisión abierta que brinde el servicio de señal digital a la ciudad de Loja.

En el Capítulo 4 se presenta el listado y presupuesto de los equipos necesarios que corresponden a la infraestructura tanto interna como externa para la correcta implementación del diseño, considerando las mejores características técnicas, disponibilidad y costos, de acuerdo a la oferta existente en el mercado nacional. De la misma forma al final del mismo se establece el aspecto Legal, donde se analiza la normativa y reglamentación de los organismos de control y regulación.

Al finalizar la investigación se exponen las conclusiones de los distintos aspectos analizados en esta temática y las recomendaciones pertinentes para la fase de implementación de la Televisión Digital Terrestre en el Ecuador.



## Summary

With the emergence of DTT, it can diffuse television signals with the highest digital technology in order to transmit images and sounds in optimized way with the best quality thus allowing viewers to offer interactive services and greater access to information. In this context starts making an investigation about introduction of digital television, which emphasizes the general characteristics that this presents, how it operates, study the different standards that it works and the advantages and disadvantages it has.

The present study is about different aspects to be taken into account in the process of migrating from analog to digital television for ECOTEL-TV television station, and its development has divided into four Chapters as follows.

In Chapter 1 a historical overview of television is performed in the country from its beginnings to the present considering that this part is illustrated the use, habits and preferences of Ecuador Television, including whether other factors these economic and social that allow to have a clear idea of the impact of this new television technology in Ecuadorian society .

In our country, with the recommendation of the SUPERTEL was decided to adopt the Brazilian standard ISDB-T/SBTVD, in order to work in Ecuador as the standard for Digital Terrestrial Television, for which an entire chapter is dedicated to analyze the technical characteristics and the benefits it brings to its implementation in the country.

In the Chapter 2 will describe the main features of ISDB -Tb standard and the principles of operation of single frequency networks (SFN); the same as detailed in the Brazilian ABNT NBR 15601 standard technique for the transmission system of DTT and will be considered for the design of the SFN .

In order to optimize the equipment ECOTEL-TV station, in Chapter 3 all the corresponding process develops the lifting of the existing infrastructure within the station, in order to reuse the equipment that are currently operating and will allow the generation of digital content.

Within the same chapter and in accordance with the objectives of single frequency network (SFN), specifying the modulation parameters, guard intervals, mode, transmission rates, performance

and image quality, also the SFN network will consist with the transmission and diffusion systems. It was used tools or applications online such as *Google maps* and *Google earth* to determine latitude, longitude, altitude and topographic profiles, and Radio Mobile *software* for simulating links digital microwave as well as to determine the coverage area of the transmitter. This project is a clear reference to the implementation of a SFN network broadcast television service that provides digital signal to the Loja city.

In the Chapter 4 is presented the list and budget of necessary equipment, which correspond to both internal and external infrastructure for the correct implementation of the design, considering the best technical features, availability and costs, according to the existing supply in the national market. Likewise at the end of it the Legal aspect is set, where the rules and regulations of organisms control and regulation are analyzed.

To finish the investigation, the conclusions of different aspects analyzed in this thematic and pertinent recommendation for the implementation of the Digital Terrestrial Television in Ecuador are exposed.

## **Objetivos**

### **Objetivo General.**

- Realizar el estudio Técnico, Económico y Legal para la implementación de un canal de Televisión Digital Terrestre (TDT) con el estándar ISDB-T/SBTVD, lo cual facilite la transición del sistema Analógico al Digital, en este caso, de la empresa televisiva ECOTEL-TV, con todos los parámetros y condicionantes requeridas para su aplicación según resolución 084-05-CONATEL-2010 del 25 de marzo del 2010 para la transmisión Digital de Servicios Integrados.

### **Objetivos Específicos.**

- Analizar la infraestructura actual que permite el funcionamiento de la estación de televisión ECOTEL-TV.
- Investigar la Infraestructura técnica necesaria para la implementación del canal de Televisión Digital Terrestre para ECOTEL-TV, así como los equipos o medios necesarios que la emisora debería emplear para la transmisión y recepción de señales digitales, y con ello definir la mejor alternativa de equipos para TDT.
- Diseñar una Red de Frecuencia Única (SFN) de televisión digital con todos los parámetros correspondientes para la estación ECOTEL-TV.
- Realizar un análisis general del aspecto Económico y Legal que permita la ejecución del proyecto en cuestión.

## Introducción

Durante las últimas décadas la humanidad ha desarrollado tecnologías enfocadas al mejoramiento de la trasmisión de información a través de redes de telecomunicaciones y al aprovechamiento del espectro radioeléctrico para los servicios de telecomunicaciones, incluyendo la parte atribuido al servicio de televisión terrestre de radiodifusión.

En el año 2010, el Ecuador adopto la norma japonesa con modificaciones brasileñas (ISDB-T/SBTVD) de televisión digital para realizar el cambio requerido para liberar el espectro de frecuencia utilizado por la televisión analógica.

En la actualidad se está viviendo la transformación global de este servicio en el que la televisión digital representa una revolución en la transmisión de programas junto a una gran flexibilidad en los contenidos emitidos, siendo posible mezclar un número determinado de canales de video, audio y datos en una sola señal. La radio y la Televisión Digital Terrestre (TDT) son nuevas técnicas de difusión que gracias a la tecnología digital, permiten, entre otros beneficios, mayor control sobre la calidad de funcionamiento de los canales, mejora en la capacidad de compresión de datos, optimización el espectro y junto a ellos, consideraciones importantes tales como: poder ofrecer servicios y aplicaciones mucho más diversas que en los sistemas analógicos.

Estas nuevas características representan aspectos muy favorables en televisión digital desde el punto de vista del concesionario o radiodifusor, ya que le permite ofrecer al mercado diversos servicios con mayor calidad y, por parte del consumidor, la interactividad con los mismos.

Es importante señalar que el cambio del mundo analógico al digital afecta en todos los niveles la cadena de valor de radiodifusión, esto es, al contenido, la producción, la transmisión y la recepción, puesto que habrá que mejorar técnicamente todos ellos para que puedan soportar la radiodifusión digital. De ahí que sea importante recordar que, como en muchas otras industrias, los cambios que se han producido en el sector de la radiodifusión obedecen al surgimiento y explotación de nuevas tecnologías.

La radiodifusión nació a partir de la necesidad de difundir información y entretenimiento, dentro de áreas o zonas geográficas lo más amplias posibles, para que pueda ser recibida por la mayor cantidad de audiencia. Desde un punto de vista más técnico también podría ser descrito como

“transmisión punto a multipunto”, aunque este concepto no llega a reflejar la verdadera dimensión del tema ni la diversidad de disciplinas profesionales involucradas en esta actividad.

En efecto, no importa tanto la tecnología con la cual este equipada la emisora, el disponer de un elenco de artistas de gran relieve y la posibilidad de generar imágenes de la más alta definición, si no se puede llegar adecuadamente y con buena calidad de señal hasta el receptor del usuario, en realidad no importan tanto los bits transmitidos, lo que importa son los bits recibidos.

La cobertura y planificación de los servicios de televisión han sufrido cambios importantes con la introducción de la televisión digital, la conocida tecnología de las redes MFN involucra el uso de varias frecuencias para dar servicio en áreas cuya extensión es tal, que no resulta posible cubrirlas con un solo transmisor, siendo necesario instalar repetidoras con frecuencias de emisión diferentes a las del transmisor principal. Los criterios y herramientas de cálculo de cobertura MFN para televisión analógica y televisión digital son similares y en general, los conocimientos adquiridos en la primera pueden ser utilizados sin problema en los nuevos sistemas digitales.

Sin embargo, las redes formadas por transmisores que operan en la misma frecuencia, llamadas SFN plantean nuevos desafíos y para los cálculos de cobertura es necesario contar con software especializado capaz de resolver complejos algoritmos, muy complicados como para desarrollarlos en forma manual, debido a la enorme cantidad de datos que se deben procesar.

De esta manera se puede enunciar que la conversión analógico – digital representa un avance sustancial, tanto en el aspecto de entretenimiento, como en el área comercial, generando mayores accesos a la información de forma libre, y con un mejor uso del espectro comparado con la televisión analógica.

En los próximos años la televisión dejara de ser exclusivamente un dispositivo para desplegar imágenes solamente si no que nos convierte en usuario interactivos, ya que toda nueva tecnología aplicada a las comunicaciones constituye un progreso para la humanidad y por lo tanto debe ser utilizada para fortalecer la libertad de expresión del pensamiento y la pluralidad de opiniones y medios de comunicación.

Por lo mencionado anteriormente es necesaria la migración de la señal de televisión analógica a digital en el país, y por tal motivo el canal ECOTEL-TV considera pertinente la realización del

análisis de todos los requerimientos necesarios para la correcta adopción de esta nueva tecnología y con el proceso de transición más adecuado de acuerdo a las necesidades de todas las partes involucradas.

## CAPÍTULO 1

### 1. CONCEPTOS DE TELEVISIÓN DIGITAL - ANALÓGICA, Y SITUACIÓN ACTUAL DE LA TELEVISIÓN EN EL ECUADOR.

#### 1.1 INTRODUCCIÓN.

La televisión se ha constituido como uno de los medios de comunicación masiva con más impacto y responsabilidad de los mayores cambios culturales a gran escala tanto positivos como negativos, superado en los últimos tiempos por el Internet. Este impacto lejos de decrecer puede incrementarse y transformarse, con la aparición de nuevas tecnologías como la televisión digital.

La televisión en sus distintas versiones, por cable, por satélite o por aire, ha iniciado la actualización de sus servicios y de sus tecnologías incorporando la digitalización en todas sus etapas de funcionamiento, desde la cámara hasta la pantalla del televidente, esto le ha permitido una mejora en la calidad de imagen y de sonido, eliminando los problemas como imágenes múltiples, intermodulaciones, ruidos y muchas otras degradaciones propias de los sistemas analógicos, con el agregado de un mejor aprovechamiento del espectro radioeléctrico y la posibilidad de incrementar la cantidad de señales transmitidas, con el objeto de incorporar nuevos servicios tales como la alta definición (HD), múltiples canales de audio, señales para dispositivos móviles, interactividad y muchos más.

Los desarrollos de la Televisión Digital Terrestre (TDT) empezaron en los estado Unidos de América a mediados de la década del noventa, con la implementación de la norma ATSC (*Advanced Television Systems Committee*), siguieron en Europa con el estándar DVB (*Digital Video Broadcasting*), y más recientemente en Japón con ISDB (*Integrated Services of Digital Broadcasting*). La mayoría de los países del mundo han adoptado alguna de estas normas, o bien están en su respectivo proceso de cambio, las decisiones finales están sujetas y obedecen a cuestiones económicas y políticas, desarrollo del sector, posibilidades tecnológicas o algún tipo de combinación de estas.

En la actualidad, la digitalización ha llegado a todos los servicios de transmisión de televisión, iniciándose con la televisión satelital y luego con el cable en sus versiones coaxial, fibra óptica, líneas telefónicas, redes eléctricas y también, la televisión terrestre en sus versiones codificadas y abiertas, de la misma forma ha llegado íntegramente a los estudios de televisión, incluyendo los

procesos de captura, producción, post-producción, almacenamiento, distribución y transmisión. Más recientemente la digitalización ha llegado al receptor de usuario.

En Latinoamérica se ha dado un proceso de digitalización acelerado, la mayoría de los países han adoptado una u otra norma y en muchos casos ya están funcionando los sistemas de transmisión digitales. Por ejemplo, se utiliza la norma DVB-S y DVB-S2 para la televisión satelital y para el transporte de programación respectivamente, DVB-C o ATSC para la TV por cable e ISDB-T<sub>b</sub> para la Televisión Digital Terrestre, los servicios codificados, a los que se puede acceder a través de una suscripción, han adoptado DVB-T. En el caso de la TDT, se han conformado grupos homogéneos de países que han adoptado la misma norma, situación que no se había podido lograr en el momento de adopción de los estándares analógicos, lo que constituye una ventaja para la región en cuanto a las posibilidades de desarrollos tecnológicos conjuntos y de formar grandes mercados demandantes de estas tecnologías.

La incorporación de la TDT en la región ha permitido un gran aporte de la industria de cada país en el diseño, la fabricación y la producción de la mayoría de las partes involucradas en las plantas transmisoras digitales, potenciando el estudio y la capacitación sobre todos los aspectos que involucran el sistema. En general, puede afirmarse que la televisión digital abierta se ha convertido en una política de estado en todo los países latinoamericanos, con el objetivo de ofrecer a la población una igualdad en las condiciones de acceso a los contenidos audiovisuales, brindar mayor cantidad de señales, servicios y mejorar la calidad.

### **1.1.1 Televisión analógica vs. Televisión digital.**

La televisión actual analógica es aquella en donde los parámetros de la imagen y el sonido son representados por magnitudes de una señal eléctrica cuyos niveles varían de forma continua, es decir sin interrupciones. Uno de los principales problemas de la televisión analógica es que no se beneficia del hecho de que las señales de video varían muy poco al pasar de un elemento de imagen (pixel) a los contiguos, y esto implica un derroche de espectro radioeléctrico, además al aumentar el número de estaciones de radiodifusión la interferencia aumenta considerablemente.

En contraparte la televisión digital en cambio se basa en el muestreo de voltajes, tomando muestras a intervalos iguales, cada muestra es transformada en un número digital binario que corresponde al nivel de voltaje que tiene la señal analógica donde se tomó la muestra, luego la



muestra digital se la transmite y se recibe en un receptor donde el número binario es reconvertido nuevamente en la señal analógica original, con esto se puede someter a la señal a procesos muy complejos y sin degradación de calidad, ofreciendo múltiples ventajas y abriendo la posibilidad de nuevos servicios.

## **1.2 TELEVISIÓN DIGITAL.**

### **1.2.1 Definición de la televisión digital.**

La televisión digital es la aplicación de la tecnología digital a la señal de televisión analógica. La información es codificada en forma binaria, proceso que permite optimizar el espectro radioeléctrico, implementar nuevos servicios y aplicaciones interactivas, nueva programación y la posibilidad de crear vías de retorno entre consumidor y el productor de contenidos.

En la televisión digital la información se transmite, recibe y procesa a las señales de audio, video y datos de manera discreta unos y ceros (1s y 0s), en contraste con la forma continua usada por la televisión analógica. El proceso de digitalización de una señal analógica lo realiza el conversor Analógico/Digital, el cual se encarga de comprimir la señal, almacenarla y transportarla con un mínimo uso de recursos sin degradar la calidad de video ni de audio.

### **1.2.2 Distintos formatos tecnológicos de la televisión digital.**

Televisión digital es todo formato de difusión de programación de audio y video digitalizado, que utiliza bits como medio de codificación de la información esencial y que puede ser canalizado por distintos medios y con distintos protocolos, tales como espectro radioeléctrico, el cable coaxial, la fibra óptica, etc. De todas estas posibilidades, los sistemas de radiodifusión que hacen uso del espectro radioeléctrico generalmente son considerados servicios públicos y se encuentran rigurosamente legislados y regulados en todos los países del mundo.

El termino televisión significa “visión a la distancia” de los contenidos que se encuentran grabados o se difunden en vivo, con las nuevas tecnologías informáticas centradas en las redes de datos, el termino incluye varias de ellas.

### 1.2.2.1 WebTV.

Este tipo de formato utiliza la Internet como medio de transporte, en WebTV, los programas están empaquetados en archivos de audio y video, almacenados en servidores y pueden ser transmitidos por demanda o en vivo, con el uso de técnicas de *streaming*<sup>1</sup> de video y de audio. Se caracteriza porque tiene todas las ventajas asociadas a Internet y también las desventajas propias de este tipo de red, por mencionar algunas de ellas se tiene la falta de continuidad en la transmisión de flujo de datos, mayores posibilidades de fallas o caídas de los sistemas, por el hecho de que los paquetes deben atravesar múltiples etapas con diversas administraciones de red, menor capacidad de transporte, etc. En cuanto a los servidores de WebTV no llegan a igualar a los otros formatos tecnológicos de distribución, los avances y las continuas mejoras que se registran en las velocidades de acceso a Internet desde el domicilio de los usuarios, están cambiando la percepción y las preferencias en cuanto a las forma de ver televisión.

Por lo general estos servicios están orientados para poder accederlos mediante un computador personal y no desde receptores de televisión convencionales. Sin embargo, es posible que esta modalidad cambie rápidamente durante los próximos años, esto debido al agregado de conexiones de Internet en los receptores de televisión (televisión conectada), o por el uso de dispositivos adaptadores externos al televisor, conocidos como *Network Multimedia Player*.

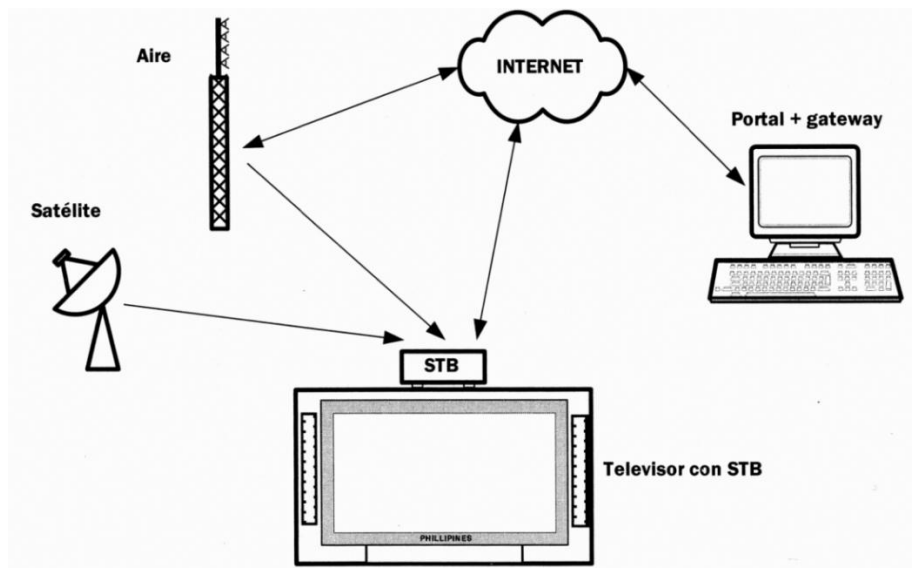
Varios fabricantes de televisores están desarrollando sus propias plataformas de acceso por WebTV para sus receptores como es el caso de Apple TV (de Apple) el cual es un receptor multimedia diseñado para reproducir contenido multimedia digital desde la iTunes Store (Tienda virtual de Apple), y más servidores como: Youtube, Flickr, iCloud, etc. El televisor se provee con una interfaz que permite acceder a contenidos audiovisuales específicos, o simplemente con sencillos programas (*Widgets*), que entre otras características integran correo electrónico y las redes sociales. Este tipo de receptores se conocen como "*SmartTV*" y por complementar la recepción de la televisión convencional con los contenidos en Internet, también se los denomina Televisores Híbridos (*Hybrid-TV*). Además con respecto a los receptores convencionales de televisión, en la actualidad se han incorporado otros dispositivos conectados, cajas decodificadoras, consolas de juego, teléfonos móviles, tabletas, etc.

---

<sup>1</sup> *Streaming*: es un flujo continuo de bits que transporta contenidos multimedia por redes de datos.

Si bien a través de WebTV se puede acceder a una gran cantidad de material de video en forma libre y gratuita, en general son servicios de pago y funcionan por demanda. La calidad de imagen y sonido es de media a baja y puede sufrir variaciones de acuerdo a la congestión de la red. La WebTV está relacionada con la SocialTV o TV participativa, estos conceptos nuevos que empiezan a tener preponderancia a partir de las redes sociales y de la participación de los individuos como generadores de contenido audiovisual.

Un esquema basado en la combinación de servicios como ejemplo de televisión híbrida es el desarrollo europeo denominado HbbTV (*Hybrid Broadcast Broadband TV*), el mismo que combina las emisiones por aire (o por cable/satélite) con los contenidos existentes en Internet. En la Figura 1.1 pueden observarse los componentes de la HbbTV. Este esquema es una solución intermedia que combina la Televisión *Broadcast* con los servicios a los que se acceden por medio de Internet, definiendo una clara convergencia entre la televisión y la *Word Wide Web*. Se requiere una conexión de banda ancha en el domicilio del usuario para poder acceder a la amplia gama de contenidos generados por Internet, desde la planta transmisora *Broadcast* y desde los servidores especialmente dispuestos para estos servicios.



**Figura 1.1.** Componentes de HbbTV. Fuente: HbbTV, <sup>[7]</sup> (2013).

El requerimiento básico para los servicios de WebTV son las conexiones a Internet de banda ancha desde el domicilio, este tipo de conexiones han crecido significativamente, y lo siguen haciendo en

Latinoamérica. Un informe de la empresa CISCO <sup>[7]</sup>, revela el elevado porcentaje del crecimiento anual del consumo IP para video en Latinoamérica, aproximadamente un 64% en los últimos 6 años, lo que implica la posibilidad de un crecimiento importante de los servicios de WebTV en el mundo.

La WebTV requiere de televisiones con conexión a Internet, ya sean receptores *SmartTV* o televisores convencionales conectados a cajas adaptadoras conocidas como *Set Top Box* (STB). En todos los casos, los usuarios disponen de los siguientes servicios:

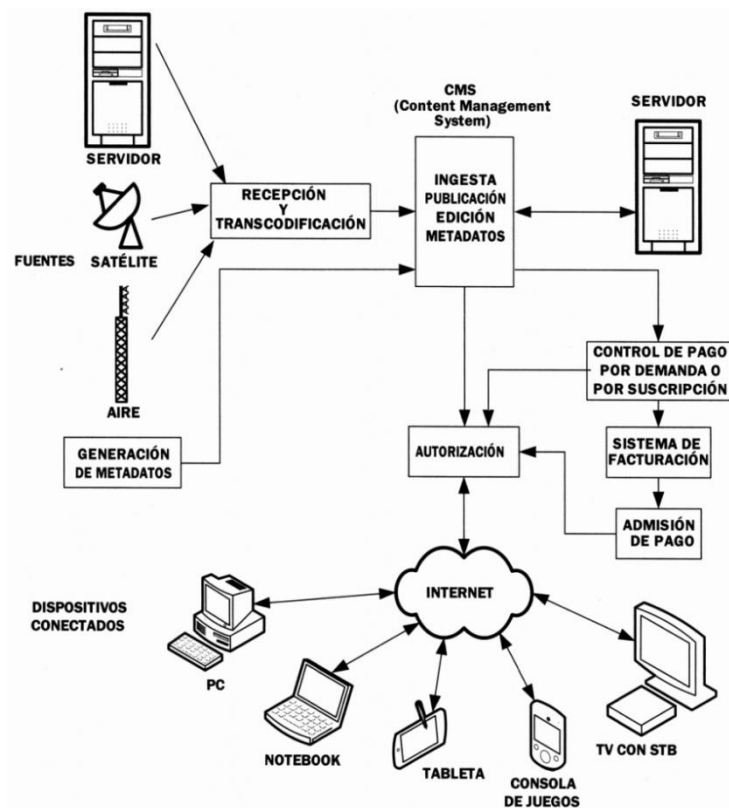
- Recepción de emisiones analógicas y digitales.
- Acceso a servicios web de diversos tipos: buscar y navegar, servidores especializados como YouTube, redes sociales, correo electrónico y aplicaciones multimedia, servicios de comercio electrónico, juegos, etc.
- Acceso a programas de comunicación como: MSN, Skype o telefonía IP.
- Posibilidad de instalar aplicaciones sobre la plataforma operativa: consola de juego, *gadgets*, recursos educativos, etc.
- Grabación en disco duro o en memoria electrónica.
- Visualización de contenidos audiovisuales en alta definición.
- Posibilidad de interactuar con los contenidos, a través de las páginas Web o de aplicaciones específicas.

#### **1.2.2.2 Plataformas OTT**

El termino OTT significa *Over The Top* y hace referencia a la distribución de contenidos audiovisuales a usuarios conectados a Internet sin que participe ningún administrador o distribuidor, en forma directa desde el propietario de los derechos o creador del contenido. Algunos ejemplos de servicios OTT son Netflix, Hulu (NBC, Fox y Disney), CDA (Contenidos Digitales Abiertos) este último es un servicio estatal argentino, etc. En esta variante de WebTV, existe la participación directa de los desarrolladores de contenidos y no se refiere al acceso por redes privadas como en el caso de IPTV.

Este nuevo formato de TV directa desde Internet está creciendo exponencialmente sobre todo en los países donde la banda ancha alcanza a la mayoría de los domicilios con velocidades cercanas o

superiores a los 20 Mbps y se estima que para el 2019 la audiencia de televisión desde Internet igualara a la de *Broadcast*, empezándola a desplazar muy rápidamente. La plataforma OTT son servicios de pago por demanda (VoD, *Video On Demand*) o por suscripción. Los usuarios acceden a los contenidos desde diversos dispositivos conectados a Internet, por lo general utilizando sus navegadores convencionales, por otro lado, quien brinda el servicio cuenta con sistemas de administración y validación de usuarios, control del tráfico de contenidos desde y hacia los servidores, incluyendo los provenientes de emisiones convencionales previamente convertidas al formato IP. En la Figura 1.2 se representa un esquema convencional OTT.



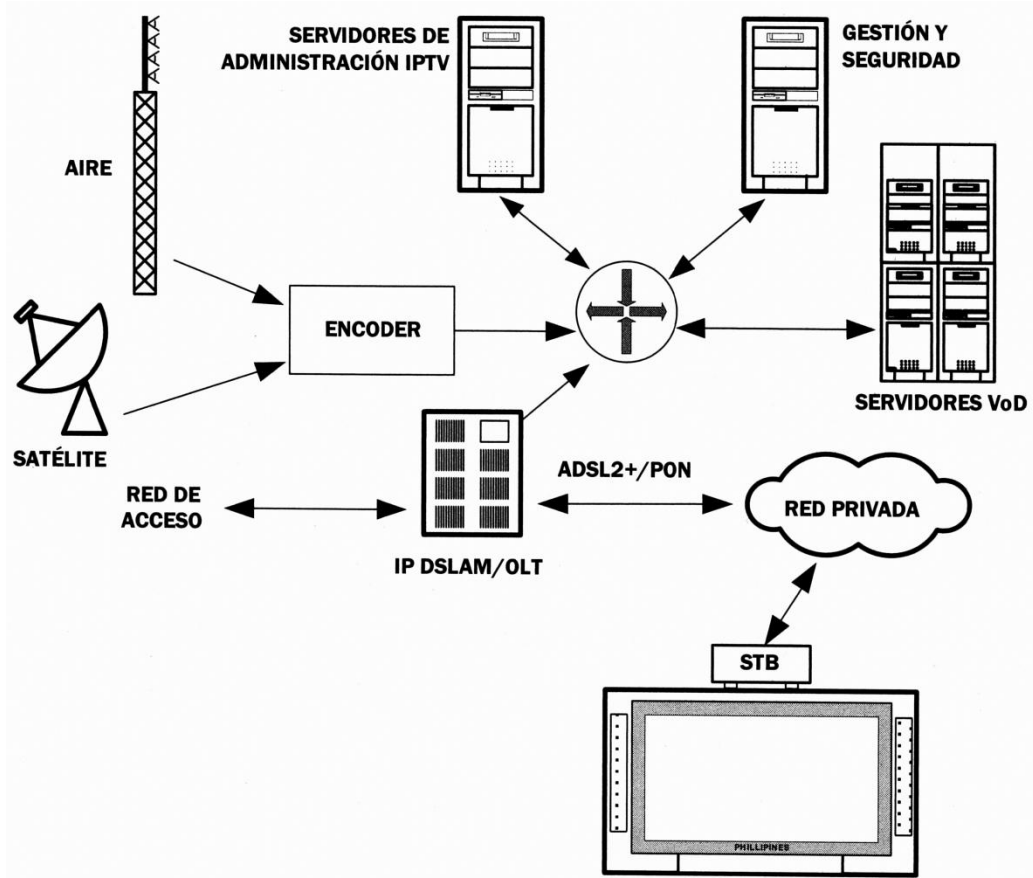
**Figura 1.2.** Esquema de la plataforma OTT. Fuente: PISCIOTA Néstor,<sup>[1]</sup> (2013).

### 1.2.2.3 IPTV.

Este nuevo formato consiste en la distribución de programación y servicios mediante redes que utilizan la suite de protocolos IP, generalmente se desarrollan sobre redes privadas que emplean la infraestructura de las operadoras telefónicas, tendidos eléctricos (BPL, *Broandban over power lines*), cable coaxial o fibra óptica y están orientados al equipo de televisión convencional, esta

plataforma permite un mejor uso comercial, dada la posibilidad de incluir una gran cantidad de servicios complementarios en entornos controlados y administrados por un operador.

Los servicios de IPTV son de pago, por demanda o por suscripción y los contenidos se encuentran almacenados en servidores ubicados en las cabeceras (*head-end*) de las empresas prestadoras o en la propia Internet, las características de este servicio es que el usuario no puede acceder directamente a menos que pertenezca a la red. La interactividad está garantizada desde el momento en que se necesita una conexión para recibir los servicios. Los contenidos llegan al usuario a su requerimiento y por lo tanto los mismos no están disponibles de manera simultánea, se cargan sobre el STB en forma transitoria o permanente. La Figura 1.3 muestra un ejemplo de red IPTV que utiliza la infraestructura de una operadora telefónica.



**Figura 1.3.** Esquema de una red IPTV. Fuente: PISCIOTA Néstor,<sup>[1]</sup> (2013).

#### **1.2.2.4 Televisión satelital.**

Se refiere a los servicios que llegan al usuario en forma directa desde un satélite y por esta razón también se los conoce como TDH (Televisión Directa al Hogar). Las transmisiones son del tipo difusión, unidireccionales y generalmente abarcan extensas áreas que incluyen países completos o regiones del globo. Si bien existen transmisiones libres, en su mayoría los flujos de datos son encriptados para garantizar los derechos sobre las señales, accesibles únicamente por suscripción. Si se establece un canal de retorno es posible brindar servicios interactivos, cabe señalar que la norma adoptada a nivel mundial es DVB-S, o su versión mejorada DVB-S2.

#### **1.2.2.5 Televisión por cable.**

Se trata de la transmisión de televisión que utiliza redes de cable coaxial o fibra óptica. La televisión analógica por cable lleva muchos años de servicio, los distintos países y en los últimos años se han adaptado y mejorado las redes Híbridas Fibra-Coaxial (HFC), para incorporar las transmisiones digitales en perfecta convivencia con las analógicas, además de brindar servicios de Internet. En la televisión por cable se utilizan varias normas, entre ellas DVB-C y SCTE-QAM (*Society of Cable Telecommunications Engineers - Quadrature Amplitude Modulation*). Los servicios son de acceso por pago, con abono y por suscripción; la interactividad resulta muy simple de implementar ya que toda la información se encuentra confinada dentro de la red de cable.

### **1.3 TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE (TDT).**

La denominación de Televisión Digital Terrestre incluye a todos los servicios de difusión de televisión por el aire en los que los flujos de datos son transmitidos mediante sistemas de modulación digital que utilizan el espectro radioeléctrico. Las canalizaciones o anchos de banda asignadas pueden ser de 6, 7 u 8 MHz y cada país cuenta con una canalización específica de acuerdo a sus políticas de distribución. Cabe señalar que es predominante el uso de la banda UHF, a diferencia de las bandas VHF y UHF que utiliza la TV analógica. Las transmisiones son del tipo difusión (*Broadcast*) punto a multipunto y pueden ser de acceso libre y gratuito, o por suscripción. Cuando es por acceso libre los modelos de negocios se basan en ingresos por publicidad o aportes del estado.

Las transmisiones de TDT reemplazaran completamente a las de televisión analógica cuando en cada país se produzca el tan esperado “Apagón Analógico” (*switch-off*) fecha que la mayoría de países ya la han definido.

El desarrollo de la TDT iguala sus servicios a los de la televisión por satélite y por cable y, por lo tanto, constituye un avance muy importante para la inclusión social, porque ofrece una diversidad de servicios complementarios unidireccionales y también bidireccionales cuando se establece una conexión a Internet de canal de retorno adecuado.

### **1.3.1 Ventajas de la TDT.**

La TDT presenta numerosas ventajas frente a su contraparte analógica. Las principales se las resume a continuación:

- a) Exhibe una mejor calidad de sonido e imagen.
- b) Permite contenido en alta definición (HD).
- c) Posibilita la multiprogramación, al permitir la transmisión de varias señales en el mismo ancho de banda asignada a la emisora.
- d) Permite que se integren y se complementen los contenidos con Internet.
- e) Brinda nuevos servicios asociados a la interactividad y otros como la “Guía Electrónica de Programación” (EPG), ejecución de aplicaciones, etc.
- f) Ahorro significativo de espectro radioeléctrico, al incorporar mayor cantidad de señales dentro del mismo ancho de banda. En el caso de los sistemas codificados, es posible utilizar una menor cantidad de canales para difundir sus programas.
- g) Incremento de la programación ofrecida y con ello se moviliza significativamente la industria de la producción de contenidos audiovisuales y también otras industrias como: electrónica, telecomunicaciones, *software*, etc.
- h) Permite brindar servicios a diversos dispositivos: teléfonos móviles, STB fijas o portátiles, televisores con decodificador incluido, sintonizadores para computadores portátiles, GPS con sintonizador, etc., y los integra a la cultura audiovisual.
- i) Posibilita, en la mayoría de las normas existentes, la implementación de Redes de Frecuencia Única (SFN), ampliando las áreas de cobertura en la misma frecuencia de la emisora principal, como resultado el consiguiente ahorro de espectro radioeléctrico.



- j) Permite que un contenido audiovisual pueda verse en diferentes equipos con diferentes calidades, esto se conoce como producción para multiplataforma.

#### **1.3.1.1 Calidad de sonido e imagen.**

La llegada de la TDT ha permitido que los servicios lleguen al televidente con una mayor calidad de imagen y sonido en comparación con las emisiones analógicas, con la gran ventaja de que la calidad permanece constante dentro de toda el área de cobertura, algo que era imposible garantizar con las transmisiones analógicas. Las emisiones digitales pueden tener distintos formatos en audio y video, pero una vez definido el sistema de transmisión los parámetros de calidad se mantienen inalterables en todo los puntos de la recepción. Sin embargo, existe una pequeña desventaja que se presenta en forma de corte abrupto de la señal, cuando las degradaciones y deterioros producidos en su recorrido la afectan significativamente y los sistemas de corrección de errores hacia adelante (FEC, *Forward Error Correction*) no son suficientes para recuperar los datos.

La mayor calidad de imagen y sonido se relaciona con la alta capacidad de transporte de información, con tasas del orden de los 20 Mbps o mayores. El uso de esta capacidad depende de los objetivos del radiodifusor y de las necesidades de protección contra errores, según las características del emplazamiento de la planta transmisora, entre otras cuestiones. Todo esto se traduce en la posibilidad de ver mejor, sin interferencias, con continuidad y en todos los lugares del área de servicio de la emisora.

La TDT transmite tres tipos de flujos binarios:

- **Video y audio**, correspondiente a la programación, en diversos formatos de resolución y de pantalla, barridos (progresivo o entrelazado), audio en distintos idiomas, etc.
- **Datos**, que corresponden a una pequeña porción del flujo total transmitido y se utilizan para enviar al receptor información adicional a la programación, tal como interactividad entre la planta transmisora, el receptor o los servidores de datos ubicados en Internet.
- **Codificación y sincronización**, el primero, destinado a proteger los flujos útiles de las interferencias introducidas en el canal de transmisión y el segundo para que el receptor detecte el esquema de transmisión utilizado y pueda recuperar los datos recibidos.

Cuando hablamos de los formatos de video, las señales se pueden clasificar de acuerdo a su resolución en cantidad de pixels<sup>2</sup>, dando origen a las siguientes denominaciones y velocidad de flujo aproximadas.

- **LDTV (*Low Definition Television*)**: baja resolución, ejemplo 320x240 pix. Utilizada en las transmisiones para receptores móviles, requiere una tasa binaria del orden de 450 Kbps.
- **SDTV (*Standart Definition Television*)**: resolución estándar, típica de las transmisiones analógicas de 720x576 pix. Comúnmente usada para multiprogramación, envía varias señales dentro del ancho de banda asignado a la emisora. Requiere de una tasa de datos media situada en el orden de los 3 Mbps.
- **EDTV (*Enhenced Definition Television*)**: resolución mejorada o intermedia, típicamente en el orden de los 1280x720 pix. Se obtiene una muy buena calidad de imagen con una tasa no demasiada elevada, en el orden de los 9 Mbps, lo que permite un mejor aprovechamiento del canal de transmisión.
- **HDTV (*High Definition Television*)**: alta resolución que permite transmitir imágenes de gran calidad de unos 1920x1080 pix, que hacen referencia a una tasa binaria alrededor de los 13 Mbps.

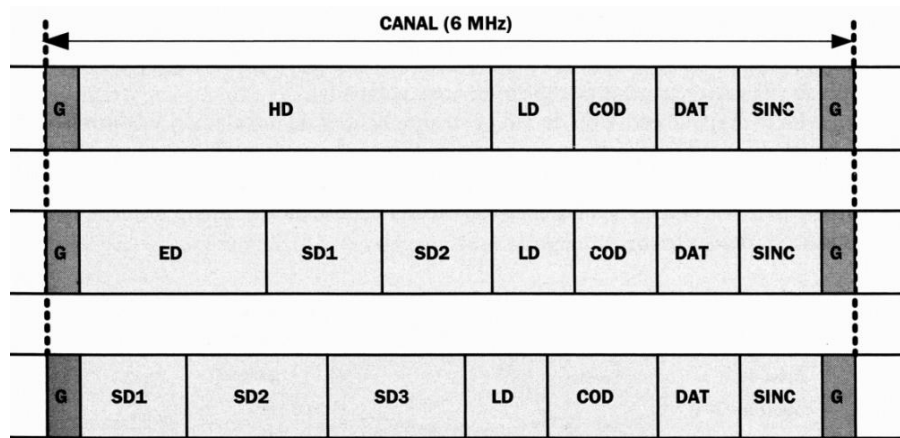
Los valores de velocidades de flujo antes mencionados incluyen dos canales de audio.

Como se puede ver, cada servicio que se incluye consume una parte de este espacio y esta afirmación es válida para todas las normas de TDT. En la Figura 1.4 se ilustra de manera conceptual y muy simplificada, algunos ejemplos de utilización del ancho de banda del canal de acuerdo a la información que se desea transmitir. Tanto en la parte superior e inferior del canal se han dejado espacios de protección o bandas de guarda (G). Se transmiten diversos servicios de video y audio (HD, ED, SD y LD) adicionalmente se incluyen datos generales (DAT), codificación (COD) y sincronización (SINC). La cantidad y tipo de servicio que se pueden transmitir dependen de la calidad de video y audio requerida y de la robustez que se les asigne para lograr una determinada continuidad del servicio. Por ejemplo, los servicios de HDTV demandan una alta velocidad del flujo binario y habitualmente se utiliza una protección moderada, en cambio, los servicios para receptores móviles y portátiles LDTV requieren de una protección más alta, a fin de garantizar que

---

<sup>2</sup> *Pixel: es la menor unidad homogénea en color que forma parte de una imagen digital. (Abreviatura **pix**).*

la recepción sea buena aun en condiciones muy adversas, habituales en las situaciones de movilidad y portabilidad.



**Figura 1.4.** Esquema conceptual de utilización del ancho de banda disponible. Fuente: PISCIOTA Néstor,<sup>[1]</sup> (2013).

### 1.3.1.2 Áreas de cobertura.

La TDT entre sus beneficios nos permite incrementar el alcance de las señales y aumentar la uniformidad de los niveles de intensidad de campo dentro del área de cobertura deseada, esto se puede lograr instalando emisores que operen en las mismas frecuencias de la estación principal dentro de la misma zona geográfica, esquema conocido como red de frecuencia única SFN.

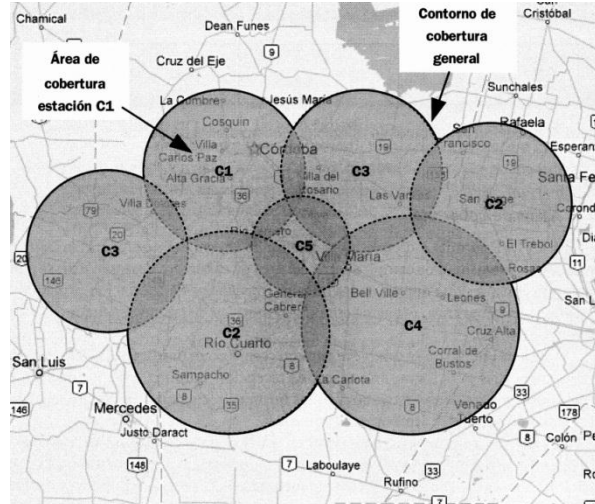
El área de cobertura se establece para un contorno definido por la intensidad de campo eléctrico necesario para lograr una adecuada recepción, garantizando que no existan interferencias desde y hacia otras estaciones en las mismas frecuencias, en canales adyacentes o en frecuencias relacionadas armónicamente entre sí.

Los niveles de potencia necesarios en TDT para conseguir un área de cobertura equivalente a la del servicio analógico son mucho menores, lo que constituye una gran ventaja en cuanto a tamaño, consumo eléctrico y menores costos de los equipos transmisores. Para obtener una determinada zona de cobertura, las redes TDT se pueden diseñar de acuerdo a dos esquemas posibles.

### 1.3.1.2.1 Redes de Frecuencia Múltiples (MFN).

El área de cobertura se obtiene mediante una red formada por varios emisores, donde cada uno utiliza una frecuencia diferente, aunque es posible reutilizarse si se toma en cuenta y asegura que no existirán posibilidades de que un receptor sea alcanzado por las señales provenientes de dos transmisores que empleen la misma frecuencia, lo que provocaría el solapamiento de sus zonas de cobertura individuales. Este tipo de configuración es utilizada para las transmisiones analógicas y digitales. La ventaja de este tipo de redes es su simplicidad en la instalación y administración, ya que no requiere de una distribución complicada de las señales a transmitir porque cada transmisor recibe la señal de alguna de las estaciones vecinas y la retransmite en una frecuencia diferente, por otro lado su principal desventaja radica en el uso de varias frecuencias que implica el consumo de grandes cantidades de espectro radioeléctrico.

En la Figura 1.5, se utilizan siete transmisores y cinco frecuencias, C1 a C5, con repetición o reutilización de C2 y C3. Podemos observar que no existe posibilidad de interferencia ni solapamiento de zonas en la misma frecuencia.



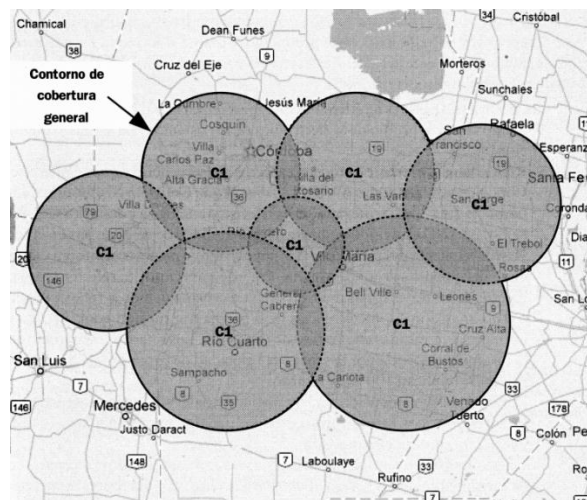
**Figura 1.5.** Red de Frecuencias Múltiples (MFN). Fuente: PISCIOTA Néstor,<sup>[1]</sup> (2013).

### 1.3.1.2.2 Redes de Frecuencia Única (SFN).

Este tipo de redes constituyen una buena alternativa para lograr una determinada área de cobertura y se aplican únicamente a los sistemas de transmisión digitales, específicamente aquellos que usan técnicas como (OFDM) Multiplexación por División de Frecuencia Ortogonales, (aunque

existen propuestas para sistemas de portadora única como es el caso del estándar ATSC), donde se necesita tan solo un canal para cubrir y dar servicio en toda el área de interés, la ventaja de ese tipo de redes radica en el eficiente uso del espectro, recurso tan escaso y requerido últimamente.

La Figura 1.6 indica la implementación de una red SFN, en las zonas de solapamiento no hay interferencias porque existe sincronización entre todos los transmisores y por lo tanto cualquier equipo receptor que reciba dos o tres señales de distintos transmisores podrá demodular correctamente la señal, con la condición de que los tiempos de retardo se encuentren dentro de un intervalo de protección llamado “intervalo de guarda”. Para conformar las SFN se utiliza un adaptador especial en la estación principal, que permite sincronizar en frecuencia y en tiempo cada estación, esto gracias a las señales suministradas por el sistema de posicionamiento global GPS.



**Figura 1.6.** Red de Frecuencia Única (SFN). Fuente: PISCIOTA Néstor, <sup>[1]</sup> (2013).

Es importante mencionar la necesidad de que los transmisores deben funcionar sincronizados y, por lo tanto, cada estación deberá transmitir exactamente los mismos datos dentro de un intervalo de tiempo perfectamente determinado, esto imposibilita la inserción de programas o datos específicos de forma individual en cada una de las estaciones de la red.

### 1.3.1.3 Robustez frente a ruidos e interferencias.

Todas las señales transmitidas por la TDT de una u otra forma se ven alteradas en la trayectoria de propagación del transmisor hacia el receptor, esto por acción de diversos fenómenos de

interferencia producidos por diversas fuentes. Para corregir estos problemas se recurre al uso de esquemas de protección en el flujo de datos transmitidos más conocidos como FEC, que son utilizados en el receptor para comprobar y corregir los errores producidos en el trayecto, de esta forma se obtiene una gran inmunidad frente al ruido e interferencias, y la posibilidad de alcanzar mayores capacidades en el transporte de datos.

Los principales factores interferentes que aparecen en la trayectoria de propagación son:

- Ruido térmico, propio de la electrónica de los sistemas y de los elementos de irradiación, etc.
- Ruido blanco, presente en todo el espectro de frecuencias y que no puede ser evitado, este ruido es conocido como AWGN (*Additive White Gaussian Noise*), y es el causante de la “lluvia o nevado” en la televisión analógica y reduce el nivel de la relación S/N (*Signal/Noise*), además en TDT este ruido aumenta la probabilidad de error de bits en la recepción.
- Desvanecimiento de la señal, se produce por la distancia entre la estación transmisora y los receptores, y puede ser desvanecimiento selectivo en frecuencia y desvanecimiento selectivo en el tiempo.
- Efectos de las trayectorias múltiples en la recepción debido a reflexiones en edificios o montañas, estas interferencias son provocadas por la propia transmisión debido a la llegada de señales múltiples y retrasadas en el punto de recepción. Los retardos están relacionados con la distancia recorrida por la señal a la velocidad de propagación de la luz, por ejemplo 30 Km de recorrido implican 100us de retardo.
- Ruido impulsivo producido por equipos industriales y del hogar (motores de explosión, motores eléctricos, luces fluorescentes, etc.), ruido causados por líneas de alta tensión, interferencias por descargas atmosféricas y otras.
- Efecto *Doppler* en sistemas móviles, que se produce cuando el receptor se encuentra en movimiento con respecto al emisor, la velocidad de desplazamiento afecta las frecuencias de las señales produciendo inestabilidad en la recepción.

- Interferencias producidas por otros servicios en el mismo canal, en canales adyacentes o por creación de productos de intermodulación<sup>3</sup>.

Un aspecto importante a considerar es que los sistemas de transmisión digital disponen los datos de la manera más aleatoria posible, esto con el objetivo de que los efectos provocados por el ruido y otras interferencias se distribuyan al azar y no de manera continua sobre las portadoras y símbolos transmitidos, de esta forma el receptor tiene mayores probabilidades de recuperar los bits transmitidos que resultaron afectados a lo largo del camino de propagación.

#### **1.3.1.4 Jerarquías por contenidos.**

Una de las características importantes de la TDT es que permiten jerarquizar las señales emitidas, esto se aplica cuando se transmiten varias señales dentro del mismo ancho de banda asignada al canal, proceso conocido como Multiprogramación. A cada señal se le puede asignar una jerarquía teniendo en cuenta el tipo de contenido y el tipo de dispositivo de recepción al cual está destinado, configurando adecuadamente el transmisor. Las señales de mayor jerarquía poseen una menor tasa de transmisión de datos, que es el precio que se paga a cambio de una mayor robustez, además una mayor jerarquía implica mejor penetración en el área de cobertura con el objetivo de llegar a receptores móviles o fijos equipados con antenas internas.

#### **1.3.1.5 Uso del espectro radioeléctrico.**

Frente a la posibilidad de utilizar los canales adyacentes y varios servicios en el mismo canal, el uso del espectro radioeléctrico se ve muy favorecido, además se tiene la posibilidad de incorporar las redes SFN, la planificación se hace mucho más sencilla y se traduce en un ahorro en el uso del recurso espectral. La regulación que se van estableciendo en los distintos países procura sentar ciertas bases legales frente a esta nueva alternativa, dando como resultado lo que se conoce como "Dividendo Digital"<sup>4</sup>.

---

<sup>3</sup> *Intermodulación: modulación de amplitud no deseada de señales, con dos o más frecuencias diferentes, en un sistema con comportamiento no lineal.*

<sup>4</sup> *Dividendo Digital: es la parte del espectro radioeléctrico que se deja libre cuando se optimiza su uso gracias a la incorporación de la televisión digital.*

### 1.3.1.6 Movilidad.

La televisión móvil es una nueva posibilidad que ofrece la TDT, siguiendo los desarrollos de la telefonía móvil la TDT se ha incorporado al teléfono y a muchos otros dispositivos portátiles. La forma en que se incorpora el servicio móvil puede ser mediante un receptor independiente del sistema de telefonía móvil o integrado a la misma red, dependiendo del modelo de implementación adoptado en cada país, y por lo tanto, fuertemente ligado a las normas y a la regulación.

El uso creciente de equipos móviles capaces de recibir televisión digital en aquellos países en donde se está ofreciendo el servicio móvil, por ejemplo en Japón, demuestra que hay importantes cambios en el *Prime Time*<sup>5</sup>, y se registran nuevos máximos de audiencia en los horarios de almuerzo o a la salida de las oficinas. Esas nuevas experiencias de los usuarios llevan al desarrollo de programación específica para los teléfonos móviles como pueden ser noticias breves, programación personalizada, informes meteorológicos, integración a las redes sociales, contenidos interactivos, etc.

### 1.3.1.7 Interactividad.

Esta ha sido reservada casi exclusivamente a la computadora y a las conexiones por Internet, en la TDT se pueden plantear dos grandes alternativas:

- **Interactividad local:** consiste en la ejecución de aplicaciones en el decodificador o receptor del usuario, las cuales se instalan automáticamente a través de la señal transmitida, sin que se requieran conexiones adicionales para el receptor, en esta modalidad el usuario interactúa mediante el control remoto (u otro dispositivo) con la aplicación recibida desde el operador, algunos ejemplos de estos son: juegos, tablas de posiciones en deportes, informes del tiempo, resumen de noticias, guía electrónica de programación, etc.
- **Interactividad completa:** requiere obligatoriamente un camino de retorno entre el receptor y los servidores existentes en Internet o directamente a la estación transmisora. Los caminos de retorno más comunes son los denominados ADSL (*Asymmetric Digital*

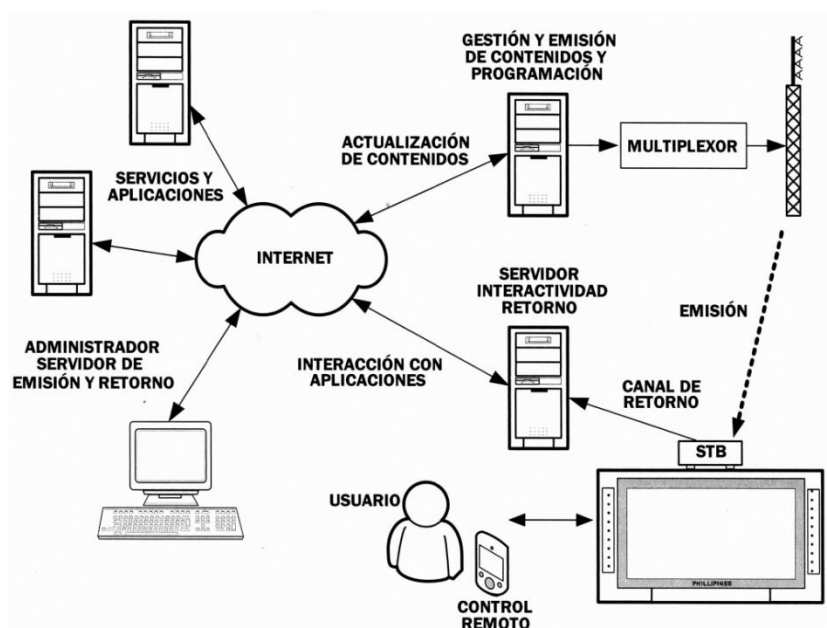
---

<sup>5</sup> *Prime Time: horario estelar, es una franja de tiempo u espacio televisivo dedicada a programación exclusivamente a la familia.*



*Subscriber Line*) y la telefonía móvil, entre otros. Podemos mencionar algunos ejemplos: votaciones en programas de entretenimiento, aplicaciones educativas con vinculación directa con los docentes, aplicaciones médicas con conexión a hospitales, redes sociales, compra de productos, etc.

La interactividad es el resultado de emitir información adicional a cada servicio desde la estación transmisora. En la Figura 1.7 se muestra un posible esquema para interactividad en TDT, el mismo que utiliza servidores intermedios. Aquí el STB del usuario está conectado a Internet a través de una interfaz Ethernet, la estación transmisora envía en forma global los datos de interactividad que se cargan en las memorias de los receptores de tal manera que el usuario pueda acceder a esa información cuando lo desee, visualizándola en la pantalla y actuando de acuerdo a sus intereses. Ciertas acciones de los usuarios se encaminan a través de servidores en Internet y son interpretadas para devolver una respuesta a la planta transmisora o al STB.



**Figura 1.7.** Esquema de interactividad en TDT. Fuente: PISCIOA Néstor,<sup>[1]</sup> (2013).

### 1.3.1.8 Multiprogramación.

Cuando se hable de Multiprogramación es importante visualizar la diferencias entre los términos canal y señal, se llama canal al ancho de banda disponible del espectro para transmitir televisión y

señal a la programación que se emite en el canal. En la televisión analógica a cada canal le corresponde una señal, mientras que en la televisión digital en cada canal se pueden transmitir varias señales. Cuando se transmiten varias señales diferentes en un canal se dice que se utiliza “Multiprogramación”. Los servicios de Multiprogramación no están reglamentados de igual forma en cada país, pues cada administración tiene su propio concepto de Multiprogramación donde se definen determinadas jerarquías que definen el grado de robustez de cada señal y por lo tanto el alcance y la calidad con que se verá dentro del área de cobertura.

#### **1.3.1.9 Servicios complementarios.**

La TDT en cualquier de sus estándares, ofrece servicios adicionales a la programación principal. Parte de los bits que se transmiten y llegan al receptor se utilizan para brindar información adicional relacionada a los programas que se está transmitiendo, o bien se trata de información de interés general. La mayoría de los decodificadores que utilizan los usuarios poseen una interfaz Ethernet que permite conectarlo a Internet, generando así un canal de retorno que posibilita la interactividad entre el usuario, la planta transmisora y determinados sitios alojados en servidores especialmente diseñados para controlarla.

Los siguientes son algunos de los servicios complementarios que pueden brindarse a partir de la implementación de la TDT.

- Información de programación a través de la guía electrónica de programación.
- Informaciones varias: horario y disponibilidad de vuelos, estado del tiempo, datos de equipos y jugadores para las transmisiones deportivas, letras de canciones en eventos musicales, transcripciones de voz a texto (subtítulos), audio de alta calidad subtulado en varios idiomas.
- Aplicaciones que se instalan en el decodificador del usuario para ejecutarlas en conjunto a la programación emitida o posteriormente.
- La posibilidad de grabar la programación con protección de derecho de autor.
- Ejecución de “*Widgets*”, se refiere a pequeños programas que permiten acceder a innumerables servicios existentes en la Web (informes del clima, redes sociales, etc.).
- Alarmas y alertas, por ejemplo, sistemas de alerta en caso de desastres naturales.
- Navegación en Internet, interactividad local y remota.

- Integración con diversos aparatos en el hogar, con dos a tres pantallas independientes.
- Compras, ventas y transacciones.

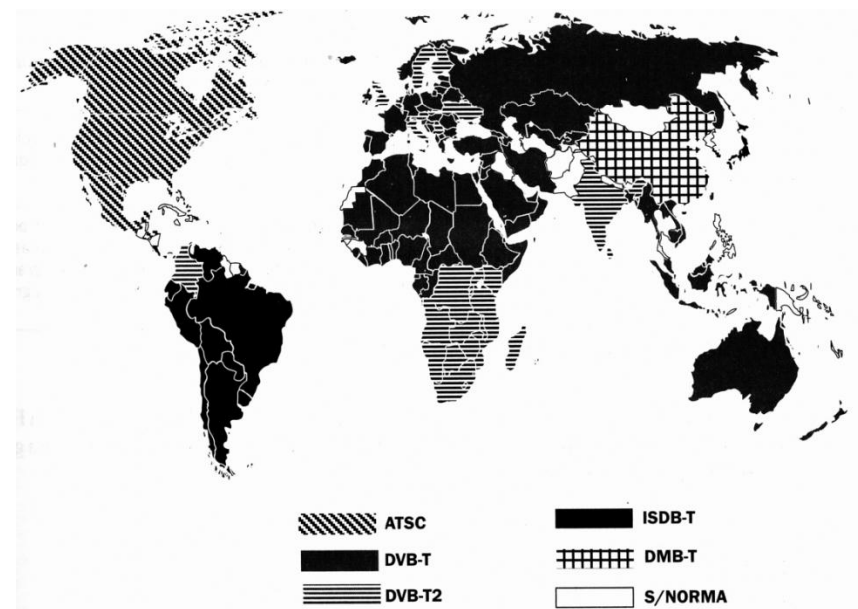
#### **1.4 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS ESTÁNDARES MUNDIALES DE TDT.**

En la actualidad existen varias normas de TDT en el mundo, que empezaron a desarrollarse a partir de 1990 aproximadamente y que responden a distintos modelos de migración desde analógica o digital y sobre todo a criterios de compatibilidad con los sistemas de televisión preexistentes en los países de origen, además de variados intereses tecnológicos, políticos y económicos. Algunos de los conceptos teóricos en los que se basan los distintos estándares se conocen desde hace más de cien años y recientemente con los avances tecnológicos actuales han podido ser implementados en circuitos electrónicos. Estos avances han sido desarrollados en función de las posibilidades tecnológicas disponibles en un determinado momento, dando origen a cuatro normas y a su vez a distintas versiones de las mismas. Estas normas son:

- **ATSC** (*Advanced Television System Committee*), Estados Unidos de América.
- **DVB-T** (*Digital Video Broadcasting - Terrestrial*), Europa.
- **ISDB-T** (*Integrated Services of Digital Broadcasting - Terrestrial*), Japón.
- **ISDB-T<sub>b</sub>** introduce modificaciones propuestas por Brasil.
- **DMB-T** (*Digital Multimedia Broadcasting - Terrestrial*), China. También es conocido como **DTMB**.

##### **1.4.1 Adopción de los estándares en los distintos países del mundo.**

Cada país ha adoptado, o está próximo a hacerlo, alguno de los cuatro estándares desarrollados. La Figura 1.8 muestra cómo se han distribuido los respectivos estándares, con información actualizada al mes de abril del 2011.



**Figura 1.8.** Estándares de TDT en los distintos países del mundo. Fuente: DVB. <sup>[9]</sup> (2011).

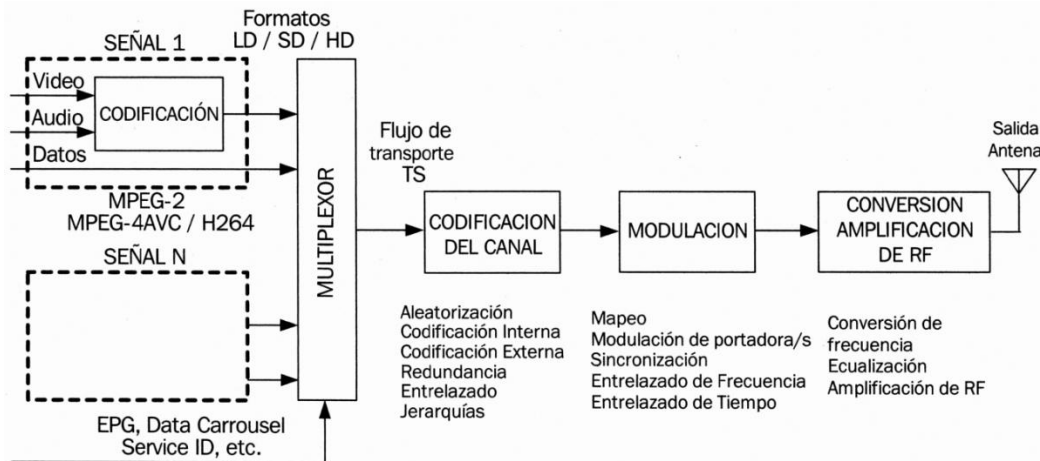
#### 1.4.2 Clasificación de los estándares TDT.

Para analizar las características generales de los distintos estándares, es importante clasificarlos considerando la manera en la que cada uno hace uso del ancho de banda disponible del canal. Desde este punto de vista, los sistemas TDT se pueden clasificar en dos grandes grupos. Teniendo en cuenta la cantidad de portadoras que utilizan para el transporte del flujo binario de datos y la forma en la que se agrupan esas portadoras. La Tabla 1.1 presenta esta clasificación.

**Tabla 1.1.** Clasificación de los estándares de TDT. <sup>[1]</sup>

Clasificación		Estándar	Características
Portadora Única		ATSC	El flujo de bits se transmite modulando una portadora con 8 niveles de amplitud en banda lateral vestigial (8-VSB).
Multiportadora	Banda no segmentado	DVB-T DVB-T2 DMB-T	El flujo de bits se transmite distribuyéndose sobre miles de portadoras que ocupan la totalidad de la anchura de banda del canal (OFDM)
	Banda segmentada	ISDB-T ISDB-Tb	El flujo de bits se transmite en miles de portadoras, las cuales se encuentran agrupadas en 13 bloques o segmentos. Cada flujo de programación se distribuye en agrupamientos de segmentos (BST-OFDM)

Los diferentes estándares de TDT tienen varias similitudes en su estructura general. En la Figura 1.9 se muestran los bloques funcionales más importantes y sus funciones principales, que de manera muy general se los explica a continuación.



**Figura 1.9.** Bloques funcionales de un transmisor de TDT. Fuente: PISCIOTA Néstor, <sup>[1]</sup> (2013).

- **Codificación:** El video y el audio digitalizados son codificados para reducir la velocidad de transferencia, lo que implica reducir la tasa binaria de cada flujo con la menor pérdida de calidad posible. De acuerdo a cada norma, se utiliza para el video el perfil principal MPEG-2 (ISO/IEC 13818-2) y MPEG-4AVC/H264, mientras para el audio se utilizan Dolby AC-3, MPEG-2 Layer II y MPEG-2 AAC.
- **Multiplexor:** Conformar el flujo de transporte de paquetes de bits correspondientes a cada señal de video, audio y datos de cada servicio, entrelazando las secuencias de los distintos servicios, agregando la información adicional correspondiente a la estación transmisora. Si bien cada estándar tiene sus propias particularidades, todos utilizan el modelo de transporte que corresponde a MPEG-2 TS (ISO/IEC 13818-1).
- **Codificación del canal:** Para proteger los datos a transmitir frente a las características propias e indeseadas del canal de propagación, tales como el ruido, las interferencias por múltiples trayectorias y otras señales indeseadas, se agrega redundancia a los bits de datos, se aleatorizan y entrelazan las secuencias de bits y se establecen jerarquías en las señales a transmitir. Básicamente, se utiliza la codificación externa *Reed – Solomon*, y

codificación interna Trellis. Los estándares más recientes, utilizan codificaciones avanzadas como BCH y LDPC<sup>6</sup>, entrelazado externo, interno, de frecuencia y de tiempo.

- **Modulación:** Estos bloques definen la forma de transportar los datos binarios, aplicando esquemas de modulación digital a una portadora o a miles de portadoras de acuerdo al estándar. También se agrega la información de sincronización necesaria para que el receptor se ajuste al patrón de transmisión y pueda realizar el proceso inverso, de esta forma se puede recuperar los datos originales. Se realiza un entrelazado de frecuencia y de tiempo para mejorar la inmunidad frente a las interferencias en el camino de transmisión. En cuanto a la modulación de las portadoras, se utiliza 8-VSB para portadora única o DQPSK, QPSK, 16-QAM y hasta 256-QAM para los sistemas OFDM, con intervalos de guarda seleccionables y en tres modos diferentes.
- **Conversión – amplificación de RF:** En estas etapas se conforma el ancho de banda de emisión mediante filtros que eliminan o atenúan las emisiones no deseadas sobre los canales adyacentes. También se hacen ajustes de linealidad y recortes en la señal de radiofrecuencia. En los pasos finales se realiza una conversión que lleva la señal desde una frecuencia intermedia (FI) hasta la frecuencia de emisión del canal. Por último se amplifica potencia hasta obtener el nivel necesario para conseguir el área de cobertura específica para el servicio considerado.

### 1.5 INTRODUCCIÓN AL ESTÁNDAR ISDB-T, ADOPTADO POR EL ECUADOR.

El estándar ISDB-T fue desarrollado por la Asociación de Empresas e Industrias de Radio del Japón, ARIB. Fue pensado fundamentalmente para transmisiones terrestres (ISDB-T) y satelitales (ISDB-S), con el objetivo de transmitir multiprogramación de señales LD, SD y HD, y dispone de grandes facilidades para establecer jerarquías que permitan llegar al receptor con distintos parámetros de calidad que involucren las más variadas situaciones.

ISDB-T permite la transmisión de audio, video, gráficos, textos, programas informáticos e información de programación que pueden ser descargadas en el decodificador del usuario. El sistema transporta los bits modulando con datos codificados miles de portadoras dentro del canal. El ancho de banda total se divide en 14 segmentos, de los cuales 13 están ocupados con

---

<sup>6</sup> BCH: Bose-Chaudhuri-Hocquenghem y LDPC: Low-Density-Parity-Check. Son códigos de detección de error de alta eficiencia.

portadoras, el segmento restante se reparte en ambos extremos del canal para conformar las bandas de guarda que separan la emisión de los canales adyacentes. Esta forma particular de dividir el espectro se conoce como transmisión OFDM en banda segmentada (BST-OFDM) y es una característica propia de ISDB-T.

Desde su origen, se contempló la posibilidad de transmitir programación para dispositivos móviles y portátiles, utilizando especialmente para este servicio el segmento central. Este segmento es conocido como “*one-seg*”. En este estándar se pueden establecer tres jerarquías o capas (A, B, y C) donde se ubican las señales a ser transmitidas y de la misma forma se selecciona para cada caso la cantidad de segmentos y los parámetros FEC y esquemas de modulación que se deseen, según la cantidad de portadoras que se utilicen hay tres modos de operación: Modo 1 con 1405 portadoras, Modo 2 con 2809 y Modo 3 con 5617, esto posibilita la capacidad de una gran variedad de intervalos de guarda que lo hacen muy adecuado para adaptarse a una diversidad de entornos de transmisión, además de poder configurar redes SFN.

De acuerdo a esto el gobierno brasileño definió los lineamientos para la TDT en noviembre de 2003, y puso en marcha el Sistema Brasileño de Televisión Digital Terrestre (SBTVD-T). Bajo este marco se estableció una alianza con el gobierno japonés que permitió introducir algunas modificaciones al estándar ISDB-T, para adecuarlo a ciertas necesidades planteadas por Brasil. En virtud de estas modificaciones, surgió el estándar ISDB-T<sub>b</sub>, también conocido como ISDB-T Internacional, que fue adoptado por Brasil en junio del 2006. Uno de los acuerdos celebrado entre los dos países estableció la necesidad de difundir el estándar en toda la región, con el objetivo de formar un conglomerado que permitiera disminuir los costos de implementación y que genere nuevas industrias relacionadas con la televisión.

En la Figura 1.10 se muestran los bloques que conforman el transmisor, donde ingresan las distintas señales o programaciones al remultiplexor (REMUX), proceso donde se realiza la multiplexación de las señales y se agrega información que permite definir los parámetros de transmisión, a su salida, entrega un flujo especial de datos denominado BTS (*Broadcast Transport Stream*), que utiliza el formato TS MPEG-2. Luego de esto le siguen las etapas de corrección FEC que procesa los datos en tres capas jerárquicas, a cada señal o grupo de señales a transmitir se les asigna una de las tres capas, a fin de seleccionar los parámetros de transmisión en forma

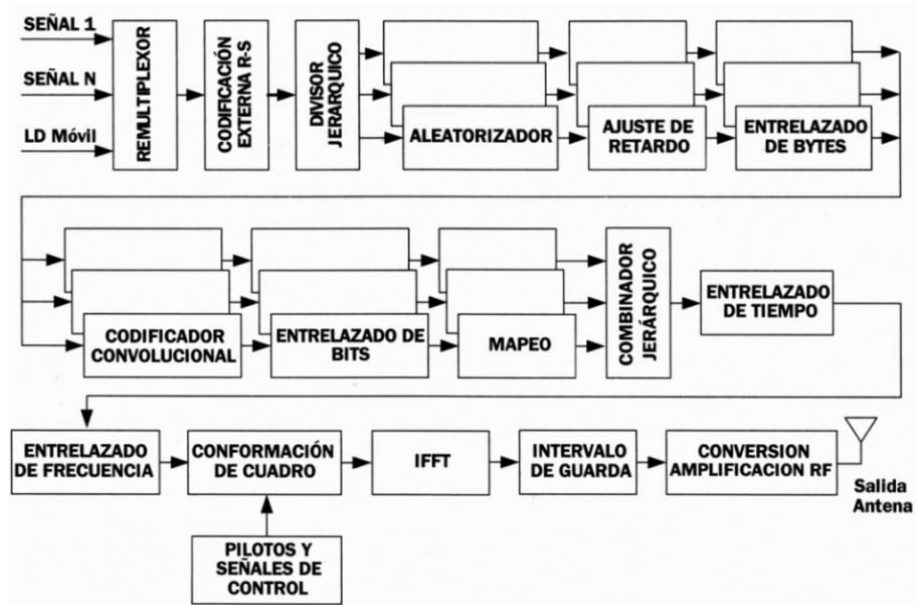
independiente. Además se le asigna a cada capa un número determinado de segmentos en función de la tasa de datos que se necesite en cada una.

Como ejemplo, si se transmite una señal destinada a dispositivos móviles, se utiliza la capa A asignándole un segmento (*one-seg*). Para la corrección de errores FEC se emplea el código *Reed-Solomon* y la codificación convolucional, además se incluyen los bloques de aleatorización, entrelazado de bytes, entrelazado de bits y mapeo, con las correspondientes ecualizaciones de retardo, finalizando con los entrelazados de tiempo y frecuencia. Le siguen las capas de conformación del cuadro OFDM, donde se incorpora la información auxiliar y de control, para finalmente generar la señal OFDM en el dominio del tiempo por aplicación de la IFFT, seguida por la inserción del intervalo de guarda y la conformación final de la señal de salida en radiofrecuencia, hasta la antena transmisora.

ISDB-T<sub>b</sub> realiza un entrelazado de tiempo como protección contra interferencias de corta duración, la cual consiste en retrasar a las portadoras que forman los segmentos con el objetivo de que las secuencias de datos no sean transmitidas en un mismo instante. También se aplica un entrelazado de frecuencia que cambia la posición de los datos entre los segmentos y dentro de ellos, a fin de evitar que se distribuyan sobre portadoras contiguas, reduciendo los riesgos de pérdida de datos por desvanecimiento selectivo.

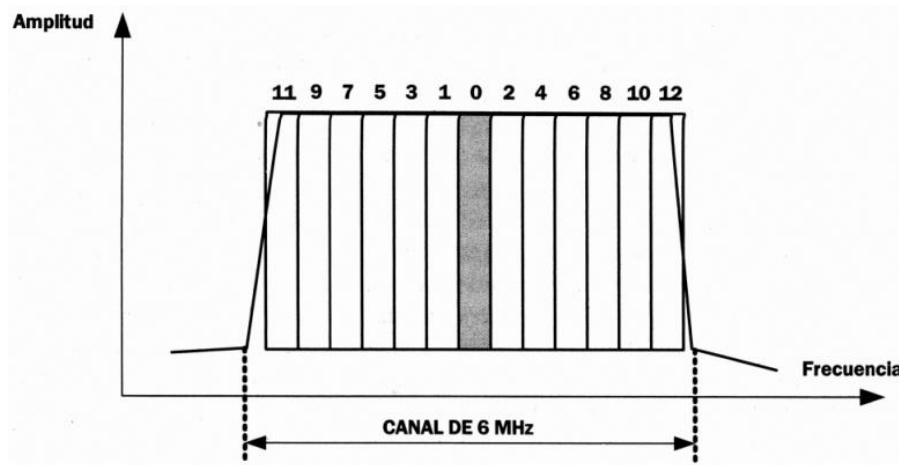
En cuanto a las transmisiones para receptores móviles ISDB-T<sub>b</sub> reserva el segmento central del espectro transmitido, el cual incluye todas las señales necesarias para que el receptor pueda sintonizarlo y decodificarlo individualmente, esto permite reducir el consumo de baterías por la menor necesidad de procesamiento. Algo que vale señalar es que el entrelazado de frecuencia no se aplica al segmento central cuando este se destina al servicio móvil.





**Figura 1.10.** Diagramas en bloques del transmisor ISDB-Tb. Fuente: PISCIOTA Néstor,<sup>[1]</sup> (2013).

En la Figura 1.11 se indica el espectro de la señal ISDB-T<sub>b</sub>, para una canalización de 6 MHz de ancho de banda. El segmento número 0 corresponde a *one-seg* y su uso no es obligatorio.

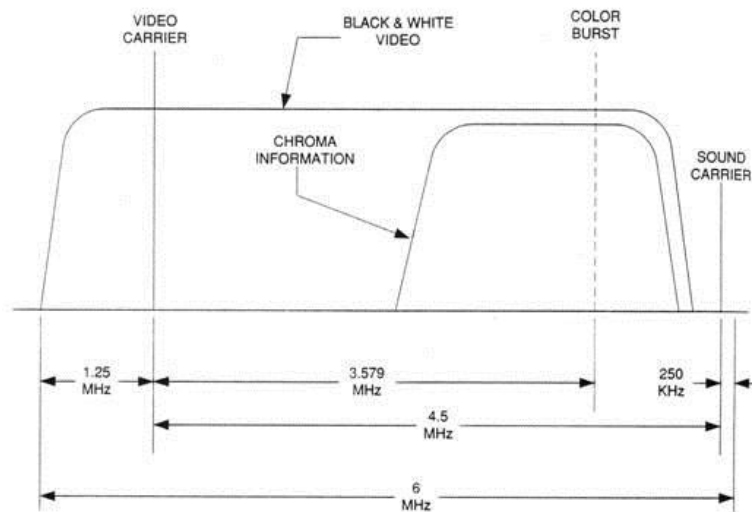


**Figura 1.11.** Espectro de la señal ISDB-Tb. Fuente: PISCIOTA Néstor,<sup>[1]</sup> (2013).

## 1.6 INTRODUCCIÓN A LA TELEVISIÓN ANALÓGICA (ECUADOR).

La televisión analógica permite la radiodifusión unilateral de programas de televisión, los mismos que están destinados al público en general a partir de una estación difusora que se encuentra ubicada en tierra. En un inicio la televisión analógica empezó a transmitirse de manera

monocromática (blanco y negro), es decir la señal de video que se trasmitía por las estaciones existentes incluía únicamente la información del brillo de la imagen que se representaba como una sucesión de puntos con mayor o menor intensidad en el receptor (escala de grises); posteriormente apareció la televisión a color lo cual significaba un aumento en el ancho de banda ya que se necesitaba transmitir señales que corresponden a los tres colores primarios como el rojo (R), verde (G) y azul (B), en donde el ojo humano establece la sensación del color, por lo tanto al tener color en la señal de video se transmiten dos tipos de señales que contienen la información del brillo (Luminancia) y el matiz y saturación de la escena (Crominancia), esta última es utilizada para la reconstrucción de los tres colores. Además el audio ocupa un espacio dentro del ancho de banda, este en un principio era monofónico y luego paso a ser estéreo. La Figura 1.12 nos muestra la ocupación del ancho de banda para un canal analógico.



**Figura 1.12.** Espectro de un canal de televisión analógico. Fuente: LAYA Fernando, <sup>[10]</sup> (2012).

### 1.6.1 Estándares de la televisión analógica.

Con la llegada de la televisión a color fue necesario crear ciertas normativas que permitan definir parámetros técnicos generales, así como también regular la fabricación y uso de receptores para de este modo poder garantizar la interoperabilidad en los diferentes países del mundo y además conservar la compatibilidad de los sistemas: blanco y negro y a color. Los sistemas de televisión analógica desarrollados en las diferentes partes del mundo y aún vigentes en la actualidad son los siguientes:

- Sistema **NTSC** (*National Television System Committee*)
- Sistemas **PAL** (*Phase Alternating Line*)
- Sistemas **SECAM** (*Sequential Couleur Avec Memoire or Sequential Color*).

### **1.7 SISTEMAS NTSC ANALÓGICO ADOPTADO POR EL ECUADOR.**

El sistema NTSC fue desarrollado en los Estados Unidos en el año de 1940, su objetivo principal es el estudiar y emitir recomendación acerca de los aspectos técnicos de la televisión, es muy utilizado en varios países de América (Incluido Ecuador) y en Japón.

Este comité en un inicio establecía un sistema de 325 líneas utilizando un ancho de banda de 6 MHz, después se decidió modificar dos de los parámetros más importantes como es el barrido y el número de líneas por cuadro, entre sus características principales podemos citar las siguientes:

- Frecuencia de barrido vertical de 60 Hz.
- Frecuencia de barrido horizontal de 15.750 Hz.
- Relación de aspecto 4:3<sup>7</sup>.

A continuación se listan algunas de las ventajas y desventajas de este sistema:

#### **Ventajas:**

- Reducción del efecto parpadeos.
- Posibilidad de edición en cualquier punto límite de los campos sin distorsiones de color.

#### **Desventajas:**

- Deficiencias de luminancia.
- Degradación de la señal.
- Degradación de la calidad de video.
- Deficiencia de cobertura.
- Interferencias.

---

<sup>7</sup> 4:3 (Relación de aspecto): o razón de aspecto de una imagen, es la proporción entre su ancho y su altura.

En la Tabla 1.2 se presenta un cuadro comparativo con las características de los sistemas de televisión analógica.

**Tabla 1.2.** Características de los sistemas de televisión analógica. <sup>[11]</sup>

Sistema	NTSC	PAL	SECAM
Linea/Campo	525/60	625/50	625/50
Frecuencia horizontal	15734 KHz	15625 KHz	15625 KHz
Frecuencia vertical	60 Hz	50 Hz	50 Hz
Ancho de banda de video	4,2 MHz	5,0 MHz	5,0 MHz
Portadora de sonido	4,5 MHz	5,5 MHz	5,5 MHz
Relación de aspecto	4:3	4:3	4:3

### 1.8 LA TELEVISIÓN EN EL ECUADOR.

El inicio de la televisión en el Ecuador se remonta hace 50 años, esta industria a lo largo de la historia se ha convertido en una de las más grandes fuentes de ingresos, ya que en ella se invierten grandes cantidades de dinero, teniendo en constante movimiento al mercado mundial, constituyéndose así en un poder que influye en el destino de una Nación.

En 1959 llegan a Quito los primeros equipos televisivos que fueron utilizados para algunos eventos en esta ciudad. En 1960 en la feria de octubre la televisión llega el puerto de Guayaquil tras un convenio con la Casa de Cultura, es así que el canal 4 ahora denominado Red Telesistema (RTS) obtiene el permiso respectivo para operar dicho canal o frecuencia, siendo la misma Casa de la Cultura la encargada de la instalación de la antena. Con este evento se marcó el inicio de la televisión en el Ecuador, en la década de los setenta (1970) en el país se da un notable desarrollo debido a que surgen nuevos canales como: Canal 2 en Guayaquil, Canal 8 en Quito, y Canal 10.

### 1.9 INTRODUCCIÓN DE LA TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE (TDT) EN EL ECUADOR.

La inclusión de la TDT ha constituido un puesto de gran importancia para los gobiernos del Estado Ecuatoriano, esto, con el objetivo de aprovechar de forma más eficiente el espectro radioeléctrico, la incorporación de nuevos servicios, aplicaciones y facilidades para los usuarios o televidentes.

Los países que migrarán a la televisión digital, deben establecer un calendario de transmisión el cual debe culminar con el conocido “Apagón Analógico”, que corresponde a la terminación de las emisiones analógicas.

El Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información y las demás entidades gubernamentales del sector de las telecomunicaciones como la Superintendencia de Telecomunicaciones y el Consejo Nacional de Telecomunicaciones trabajan para implementar el sistema de Televisión Digital Terrestre en el país.

De acuerdo al Plan Maestro de Transición a la TDT, aprobado en octubre de 2012 el “Apagón Analógico” en Ecuador concluirá en diciembre del 2018, pero iniciara en el 2016. La primera fase de la transición a la Televisión Digital Terrestre se cumplirá hasta diciembre de 2016, en las ciudades que tengan mayor población y hasta diciembre de 2018 se realizara el cambio definitivo a la llamada “Era Digital”.

La terminación de las trasmisiones analógicas, se desarrollaran de acuerdo al siguiente cronograma:

**Tabla 1.3. Fases de la transición a la Televisión Digital Terrestre.** <sup>[12]</sup>

Fases	Localidades	Apagón analógico
Fase 1	Áreas de cobertura de las estaciones que al menos cubran una capital de provincia, cabecera cantonal o parroquia con población mayor a 500.000 habitantes	31 de diciembre de 2016
Fase 2	Áreas de cobertura de las estaciones que al menos cubran una capital de provincia, cabecera cantonal o parroquia con población entre 500.000 y 200.000 habitantes	31 de diciembre de 2017
Fase 3	Áreas de cobertura de las estaciones que al menos cubran una capital de provincia, cabecera cantonal o parroquia con población menor a 200.00 habitantes	31 de diciembre de 2018

Los actuales concesionarios de televisión analógica, que no hubieren solicitado una concesión para televisión digital de acuerdo con el cronograma anterior, podrán obtenerla de manera posterior, participando en procesos públicos competitivos; adicionalmente, deberán mantener sus

transmisiones analógicas hasta la fecha establecida para el “Apagón Analógico”, conforme a la fase respectiva o el contrato de concesión correspondiente, lo que sucediere primero.

### **1.9.1 Aspectos técnicos.**

Con respecto a los aspectos técnicos es necesario reasignar algunos aspectos como bandas de frecuencias, y los criterios para la distribución y asignación de canales. En este periodo de transición la transmisión será simultánea (*Simulcast*) es decir las señales analógicas y digitales compartiendo el espectro radioeléctrico, debido a esto se mantendrá la Norma Técnica de Televisión Analógica que se aplica en la actualidad. Se debe tener claro que para que los nuevos radiodifusores realicen sus transmisiones en formato digital es necesario nuevas bandas de frecuencia.

La Norma Técnica de Televisión vigente en el Ecuador, reserva los canales 19 y 20 para facilitar el proceso de migración a la televisión digital y mediante resolución No. 1838-CONARTEL-1 del 21 de junio del 2001, se reserva para el Estado Ecuatoriano los canales de televisión 48 y 49 UHF, de acuerdo con la zona geográfica en todo el territorio nacional, cabe señalar que de acuerdo a las últimas revisiones y modificaciones de la Norma Técnica relacionada directamente con el proceso de transición a la TDT muchos de los parámetros mencionados a continuación se están modificando con el objetivo de convivir con los dos tipos de transmisiones (analógicas y digitales) hasta que el apagón analógico sea un hecho.

Mediante Acuerdo Interministerial No. 170 de 3 de agosto de 2011, el Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, la Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo, la Secretaria Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación y la Secretaria Nacional de Telecomunicaciones, acuerdan crear el Comité Interinstitucional Técnico para la introducción de la Televisión Digital Terrestre en el Ecuador – CITDT.

Con Resolución No. CITDT-2011-02-004 de 16 de septiembre de 2011, el Comité Interinstitucional Técnico para la introducción de la Televisión Digital Terrestre en el Ecuador, resuelve aprobar el alcance, agenda mínima e integración de los grupos de asesoría y comités consultivos del CITDT, entre los cuales se encuentra el Grupo de Aspectos Técnicos y Regulatorios.

Las principales características técnicas de la Norma Técnica son las siguientes:

- Ancho de Banda.
- Intensidad de Campo Eléctrico mínima a proteger.
- Relación de protección señal deseada/ señal no deseada.
- Potencia radiada máxima.
- Potencia de ruido en banda del receptor.
- Margen de recepción, etc.

### **1.9.2 Ancho de banda.**

Actualmente el ancho de banda para las emisiones de televisión analógica ocupan un espacio de frecuencia de 6 MHz, por otro lado el ancho de banda requerido para la Televisión Digital Terrestre es menor o igual a 6 MHz. De acuerdo a la Norma Brasileira ABNT NBR 15601<sup>8</sup>, para la radiodifusión de TDT, se debe usar obligatoriamente el ancho de banda de frecuencia de 5,571 MHz y con la separación entre portadoras correspondiente a cada modo jerárquico. Este ancho de banda se debe aplicar obligatoria e independientemente del modo elegido.

### **1.9.3 Relación portadora a ruido.**

En televisión digital se hace referencia a la relación portadora ruido, C/N o CNR (*Carrier-to-Noise ratio*), la cual constituye la relación señal a ruido de una señal modulada. C/N hace referencia a la relación entre la potencia de la portadora y la potencia del ruido recibido. Valores altos de C/N proveen mejor calidad de recepción y comunicación.

De acuerdo a la norma brasileña para TDT, se tiene un valor umbral de 19 dB de C/N para un sistema digital con antena interna y externa.

### **1.9.4 Intensidad de campo eléctrico mínima a proteger.**

En televisión analógica se han considerado los límites para la recepción en los bordes del área de cobertura principal y secundaria. Para el área de cobertura principal correspondiente a las ciudades, aquí la intensidad de campo será igual o mayor a la intensidad de campo mínima a proteger en el área urbana. Para el área de cobertura secundaria o aquella que se ubica en los

---

<sup>8</sup> ABNT NBR 15601: NORMA BRASILEÑA: Televisión Digital Terrestre. Sistemas de Transmisión

alrededores de las ciudades la intensidad de campo se halla definida entre los valores definidos para la misma y sin rebasar los límites de la zona geográfica.

**Tabla 1.4.** Nivel de campo eléctrico para las respectivas áreas de cobertura. <sup>[13]</sup>

Banda	Borde de área de cobertura secundaria	Borde de área de cobertura principal
I	47 dBuV/m	68 dBuV/m
III	56 dBuV/m	71 dBuV/m
IV y V	64 dBuV/m	74 dBuV/m

En televisión digital el valor mediano mínimo de intensidad de campo (en dBuV/m) dependerá de los factores climáticos y geográficos. Sin embargo, se toman valores de referencia para el análisis, basados en Normas para la Televisión Digital Terrestre ya existentes.

En base a la norma brasileña, el nivel de intensidad de campo a proteger será de 51 dBuV/m para el contorno, parámetro que será tomado como referencia mientras se elabora la Norma Técnica de TDT que regirá en el país.

#### 1.9.5 Relación de protección Señal deseada/Señal no deseada.

Estos valores de relaciones de protección están establecidos en la Norma Técnica para el servicio de televisión analógica y plan de distribución de canales (Resolución No. 1779-CONARTEL-01). Cabe recalcar que las relaciones de protección en las bandas I, III, IV, V se refieren siempre a las señales de entrada al receptor. Los valores que se consideran son el valor eficaz de la portadora de la señal de televisión en la cresta de la envolvente de modulación y el valor eficaz de la onda portadora de sonido no modulada, lo mismo en el caso de modulación en frecuencia que en el de modulación en amplitud.

**Tabla 1.5.** Relación de protección Señal deseada/Señal no deseada. <sup>[13]</sup>

Interferencia cocanal		Interferencia canales adyacentes	
Separación de portadoras	Relación señal deseada/Señal interferente	Interferencia	Relación señal deseada/Señal interferente
Inferior a 1 KHz	45 dB	Del canal inferior	-6 dB
1/3, 2/3, 4/3, o 53 de la frecuencia de línea	28 dB	Del canal superior	-12 dB



De acuerdo a la norma brasileña los parámetros de *Selectividad-Relación de protección* se definen de acuerdo a la siguiente tabla:

**Tabla 1.6.** Parámetros de *Selectividad-Relación de protección*.<sup>[14]</sup>

<b>Interferencia señal analógica</b>	Cocanal		≤ +18 dB
	Canal adyacente inferior	UHF	≤ -33 dB
		VHF	≤ -26 dB
	Canal adyacente superior	UHF	≤ -35 dB
		VHF	≤ -26 dB
	<b>Interferencia señal digital</b>	Cocanal	
Canal adyacente inferior		UHF	≤ -26 dB
		VHF	≤ -24 dB
Canal adyacente superior		UHF	≤ -29 dB
		VHF	≤ -24 dB

#### 1.9.6 Potencia radiada máxima PER.

La potencia radiada máxima de una estación de televisión de VHF o UHF será aquella que genere una intensidad de campo que no sobrepase el valor de intensidad de campo mínima a proteger en los límites de la respectiva zona geográfica, la misma deberá cumplir con la protección de la *Señal deseada/Señal no deseada* y prevalecerá a aquellas determinadas en este estudio de ingeniería y al contrato de concesión. Generalmente las transmisiones digitales requieren de entre un 50% y un 75% menos de potencia para cubrir la misma zona que una transmisión analógica.

De acuerdo a la norma de TDT brasileña, las estaciones digitales se clasifican en: clase Especial, Clase A, Clase B y Clase C. En la Tabla 1.7 se presentan los valores máximos de potencia PER para cada clase de estación, tomándose como altura de referencia 150 m sobre el nivel medio del terreno.

**Tabla 1.7.** Potencia radiada máxima PER.<sup>[15]</sup>

Clases	Máxima potencia PER KW (150 m sobre el nivel medio de terreno)	
	Banda VHF alta	UHF
Especial	16	80
A	1.6	8
B	0.16	0.8
C	0.016	0.08

### **1.9.7 Transmisión jerárquica.**

ISDB-T<sub>b</sub> permite conmutar entre sistemas de transmisión y usar múltiples de esos sistemas. Esto permite una transmisión estable de señal de programas para receptores móviles, portátiles y fijos, además del envío de gran volumen de datos de transmisión.

Cuando se selecciona 64-QAM como esquema de modulación y 7/8 como corrección de errores, es posible alcanzar una capacidad de transmisión de 20 Mbps o más para 6 MHz de ancho de banda.

Sin embargo para proveer servicio para receptores móviles y receptores portátiles, en la transmisión jerárquica puede ser más ventajoso emplear el esquema de modulación QPSK o 16-QAM de modulación usando tan solo una parte del ancho de banda.

### **1.9.8 Recepción.**

En televisión digital, la señal digital se transmitirá en varios formatos de calidad como HDTV o SDTV, lo que afectara directamente a los receptores de la actualidad, es decir a los televisores analógicos, para la recepción de la señal digital es necesario adquirir un aparato de uso externo que convierta la señal digital a analógica (*Set Top Box*), o bien un televisor con receptor ISDB-T<sub>b</sub> integrado que muestre directamente la imagen. El uso de este convertidor permitirá mejoras considerables en la señal de video y audio. Además que se podrá contar con acceso a servicios de interactividad, característico de la señal digital.

### **1.9.9 Impedancia de la antena.**

Se define como la relación entre la tensión y la corriente en los terminales de entrada de la antena. En TDT se trabaja con una interfaz externa, con una entrada de antena Tipo F, de 75  $\Omega$  de impedancia y conexión de tipo desbalanceado.

### **1.9.10 Sensibilidad.**

La sensibilidad es una característica con la que se puede obtener una recepción adecuada, dentro de las especificaciones técnicas mínimas de los televisores para la recepción *full-seg* de TDT en el Ecuador se tienen los siguientes niveles de umbral de recepción.

**Tabla 1.8.** Sensibilidad en los equipos receptores. <sup>[14]</sup>

<b>Nivel mínimo de entrada</b>	-77 dBm
<b>Nivel máximo de entrada</b>	-20 dBm

### 1.9.11 Relación de aspecto y muestreo digital.

La relación de aspecto en TDT se expresa mediante una fracción, la cual representa la relación entre el ancho y el alto de la imagen igual que en el sistema analógico. En televisión digital la imagen se divide en 1080 y 480 líneas activas para formato HD y SD respectivamente. Las líneas activas son las que llevan la información de la imagen a ser digitalizada. De esta manera, para una mayor calidad de imagen, como el caso HD, se requiere más muestras por línea activa debido a que existe mayor cantidad de información.

Para el formato HD se muestrean 1920 muestras por línea activa de Luminancia y 960 (1920/2) muestras por línea activa de cada una de las señales diferencia de color o Crominancia. Mientras que para el formato SD se muestrean 720 muestras por línea activa de Luminancia y 360 (720/2) muestra por línea activa de cada una de las señales diferencia de color o Crominancia.

Para la Televisión Digital Terrestre se presentan los valores definidos en la siguiente Tabla.

**Tabla 1.9.** Formato de salida de video, relación de aspecto y resolución. <sup>[14]</sup>

<b>Formato</b>	<b>Relación de aspecto</b>	<b>Resolución</b>
525i(480i)	4:3	720x480
525i(480i)	16:9	720x480
525p(480p)	16:9	720x480
750p(720p)	16:9	1280x720
1125i(1080i)	16:9	1920x1080

### 1.9.12 Bandas de frecuencias.

De acuerdo al informe No. CITDT-GATR-2012-005, del 11 de septiembre del 2012, elaborado por el Grupo de Aspectos Técnicos y Regulatorios, mediante el cual se propone la metodología de asignación de frecuencias temporales para la operación de estaciones de Televisión Digital Terrestre, pone de manifiesto las consideraciones a tratar a continuación.

La banda de frecuencia que se usara para la transmisión de TDT es la banda UHF del espectro radioeléctrico, atribuida para el Servicio de Radiodifusión con emisiones de Televisión.

El CONATEL identifico las bandas y canales para la implementación de la Televisión Digital Terrestre, esto, de acuerdo a los informes presentados por el CITDT.

**Tabla 1.10.** *Bandas de frecuencias a ser utilizadas en TDT.* <sup>[16]</sup>

<b>Banda (MHz)</b>	<b>Canales</b>
174 - 216	7 – 13
470 - 482	14 – 15
512 - 608	21 – 36
614 - 686	38 – 49
686 - 698	50 – 51
698 - 806	52 – 69

El uso de la banda 174 – 216 MHz correspondientes a los canales del 7 al 13, al momento, está sujeto al desarrollo de equipos para emisiones de TDT que se tenga en la región, y su uso estará sujeto a los desarrollos futuros que se realicen sobre la norma ISDB-T<sub>b</sub>.

Las bandas 470 – 482 MHz y 686 – 698 MHz, están siendo analizadas y despejadas de acuerdo a los procedimientos establecidos en la leyes y reglamentos, para el servicio de radiodifusión de TDT.

Los canales 14 y 15 (banda 470 – 482 MHz) serán liberados de acuerdo a zonas donde existan previamente concesiones a servicios de interés general determinado por el CONATEL.

Las bandas 512 – 608 MHz (canales 21 al 36) y 614 – 686 MHz (canales del 38 al 49), atribuidas para el servicio de radiodifusión con emisiones de televisión abierta en el PNF (Plan Nacional de Frecuencias), podrían ser usadas para la operación temporal de estaciones de TDT, dependiendo de la disponibilidad y los grupos de canales UHF asignados en cada zona geográfica en la Norma de TV abierta analógica.

Durante el periodo de *Simulcast* se utilizaran los canales adyacentes a los utilizados en cada zona geográfica en la banda de canales del 21 al 51.

La banda 686 – 806 MHz que actualmente se encuentra asignada para servicios de audio y video por suscripción bajo la modalidad de televisión codificada terrestre (UHF Codificado), se encuentra ocupada de la siguiente manera:

**Tabla 1.11.** Televisión bajo suscripción bajo la modalidad de televisión codificada terrestre (UHF Codificado).<sup>[17]</sup>

Provincia	Categoría	Área de cobertura	Concesionario	Canales
Guayas	Televisión Codificada Terrestre	Guayaquil y alrededores	CABLEVISION S.A	7
		Guayaquil y alrededores	CIA. TV. MAX S.A. TIVIMAXSA	6
		Guayaquil y alrededores	TELESAT S.A	7
<u>Loja</u>	<u>Televisión Codificada Terrestre</u>	<u>Loja</u>	<u>CALVA MARTIN FRANCISCO RAFAEL (GLOBAL TV)</u>	<u>20</u>
Pichincha	Televisión Codificada Terrestre	Quito y zonas aledañas	CABLEVISION S.A	7
		Quito y zonas aledañas	CIA. T.V. MAX. S.A. TIVIMAXSA	6
		Quito y zonas aledañas	TELESAT S.A.	7
Tungurahua	Televisión Codificada Terrestre	Ambato, Patate, Pelileo, Pillaro	SANCHEZ LOPEZ JULIO CESAR (AMERICAN CABLE)	20

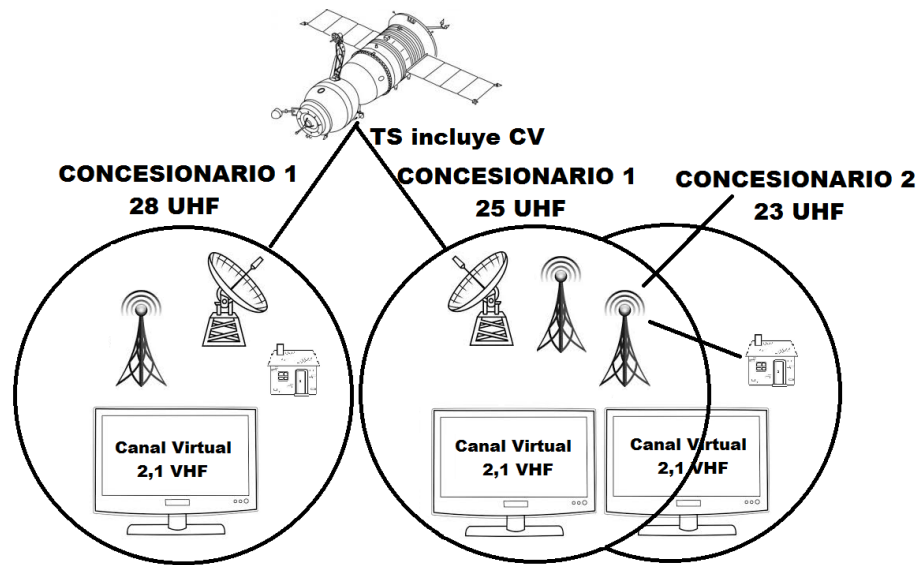
No obstante, la operación de la TDT, se enmarcara dentro de lo dispuesto en el Plan Nacional de Frecuencias en vigencia.

#### 1.9.12.1 Canal físico y virtual.

Se define como Canal Físico (CF) a la frecuencia real de la portadora con todos los servicios complementarios dentro de la banda de frecuencia de 6 MHz.

Se entiende como Canal Virtual (CV) al número del canal en el cual el receptor muestra la programación de una estación TDT, independientemente del canal físico en el cual se transmite. La configuración de CV se encuentra embebida en el *Transport Stream* (TS) que se transmite a todas las estaciones repetidoras del sistema.

Una falta de planificación en la asignación de CV podría ocasionar que el TS que se recibe en una estación repetidora, con un determinado CV, cause interferencia con otro CV configurado con un mismo número para atender a la misma zona. En la Figura 1.13 se tiene una interferencia de este tipo.



**Figura 1.13.** Interferencia en canal virtual (CV). Fuente: CITDT-GATR-2012-005, <sup>[16]</sup> (2012).

#### **1.9.12.2 Canalización.**

Para la transmisión de TDT se utilizarán canales de 6 MHz de ancho de banda. Se autoriza la concesión de canales de 6 MHz a concesionarios o poseedores de títulos habilitantes de televisión abierta y a nuevos peticionarios de frecuencias de TDT de acuerdo a la reglamentación vigente.

#### **1.9.12.3 Compartición.**

En caso de existir una solicitud expresa de frecuencias para la operación de TDT de un nuevo peticionario debidamente justificada; por escasez de recursos de espectro radioeléctrico, o cuando por motivos de interés general el CONATEL lo disponga y en donde sea técnicamente factible, el concesionario estará en la obligación de la compartición del canal de 6 MHz a través de su propia infraestructura, de conformidad a la normativa que para el efecto emita el CONATEL.

#### **1.9.12.4 Asignación de canales.**

Se propenderá a la implementación de redes SFN, tomando en cuenta las condiciones técnicas que permitan dicha operación. En las zonas geográficas donde no exista disponibilidad de canales principales y de acuerdo con las condiciones geográficas que así lo permitan, las asignaciones de canales para TDT se realizarán en el canal adyacente.

En las zonas geográficas donde si exista disponibilidad de canales principales, las mismas podrán ser asignadas a canal seguido, de conformidad a la canalización establecida en dicha zona o localidad, de acuerdo con la demanda existente y donde técnicamente sea factible.

#### 1.9.12.5 Zonas geográficas.

La Norma Técnica que para efectos de implementación de la TDT establezca el Organismo de Regulación, deberá incluir la zonificación del país para las concesiones de televisión digital; y mientras tanto se considerara la zonificación de la actual “Norma Técnica para el Servicio de Televisión Analógica y Plan de Distribución de Canales”.

**Tabla 1.12.** Zonificación de la actual Norma Técnica para el Servicio de Televisión Analógica y Plan de Distribución de Canales. <sup>[13]</sup>

Zona geográfica	Descripción de la zona geográfica
A	Provincia del Azuay excepto zona norte (cantones Sigsig, Chordeleg, Guañaceo, Paute, Guachapala, El Pan y Sevilla de Oro), y zona occidental de la cordillera occidental de la provincia de Azuay.
B	Provincia de Bolívar, excepto la zona occidental de la cordillera occidental de Los Andes de la provincia de Bolívar
C	Provincia del Carchi, incluye las poblaciones de Pimampiro, Juncal, Valle del Chota y Batallon Yaguachi de la provincia de Imbabura
D	Provincia de Orellana y Sucumbios
E	Provincia de Esmeraldas, excepto Rosa Zarate y Muisne
G	Provincia de Guayas, excepto Gral. Villamil, El Empalme, Palestina y Balao, se incluye la Troncal, Suscal y zona occidental de la Cordillera Occidental de provincias de Cañar y Azuay.
F	Provincia de santa Elena y Gral. Villamil
H	Provincia de Chimborazo, excepto las estribaciones occidentales de la cordillera occidental de la provincia de Chimborazo
J	Provincia de Imbabura, excepto las poblaciones de Pimampiro, Juncal, Valle del chota Batallon Yaguachi
L1	Provincia de Loja, excepto cantones de Loja, Catamayo, Saraguro, Amaluza, y zona occidental de la Cordillera Occidental.
L2	Provincia de Loja, cantones de Loja, Catamayo y Saraguro.
M1	Provincia de Manabí, zona norte (desde Bahía de Caraquez hacia el norte), excepto El Carmen y Flavio Alfaro, se incluye Muisne
M2	Provincia de Manabí, zona sur, comprende poblaciones localizadas al sur de la ciudad de Bahía de Caraquez, excepto el cantón Pichincha
N	Provincia del Napo
Ñ	Provincia del Cañar, excepto zona occidental Cordillera Occidental (Suscal, La

	troncal) e incluye zona norte provincia de Azuay.
O	Provincia de El Oro y zona occidental de la Cordillera Occidental de la Provincia de Loja e incluye Balao de la provincia del Guayas.
P	Provincia de Pichincha, excepto zona occidental de la Cordillera Occidental de la provincia de Pichincha (Los Bancos, P.V. Maldonado)
K	Provincia de Santo Domingo de los Tsachilas, incluye El Carmen, Rosa Zarate, Flavio Alfaro, Pedro Vicente Maldonado y Los Bancos.
R1	Provincia de los Ríos, excepto Quevedo, Buena Fe, Mocache, y Valencia e incluye Balzar, Colimes, Palestina y zona occidental Cordillera Occidental de las provincias de Bolívar y Chimborazo.
R2	Provincia de los Ríos, Quevedo, Buena Fe, Mocache, Valencia, La Maná, El corazón y zona occidental de la Cordillera Occidental de la Provincia de Cotopaxi.
S1	Provincia de Morona Santiago, excepto Palora y cantón Gral. Plaza al sur
S2	Provincia de Morona Santiago, cantón Gral. Plaza sur
T	Provincias de Tungurahua y Cotopaxi, excepto zona occidental de la Cordillera Occidental.
X	Provincia de Pastaza, incluye Palora de la provincia de Morona Santiago
Y	Provincia de Galápagos
Z	Provincia de Zamora Chinchipe, incluye cantón Amaluza.

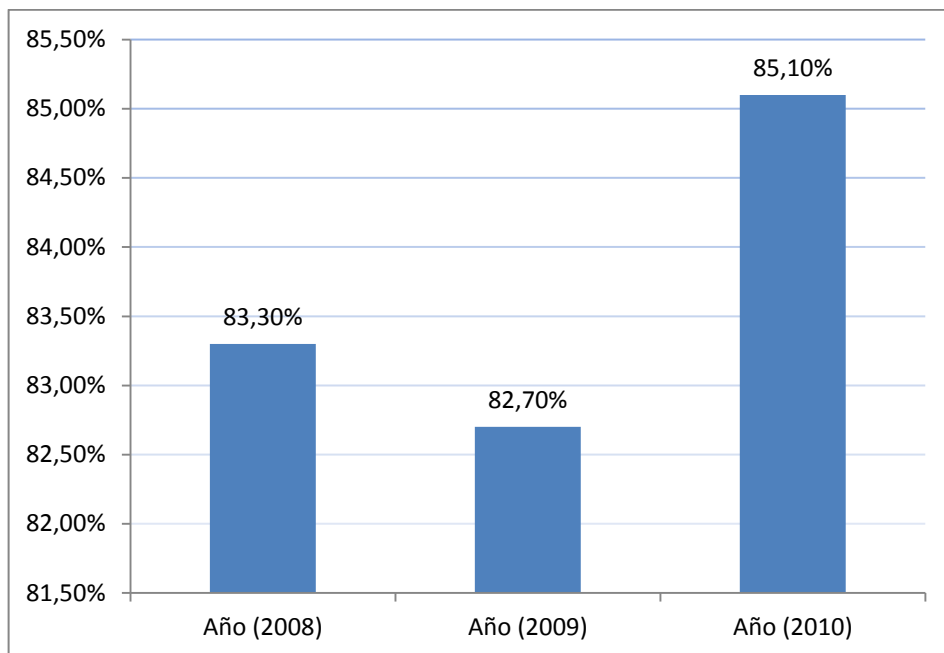
#### **1.9.12.6 Enlaces auxiliares.**

Los enlaces para la operación de la TDT se podrán realizar a través de frecuencias auxiliares atribuidas en el Plan Nacional de Frecuencias, medios físicos (se incluyen líneas de transmisión de par trenzado, cable coaxial, fibra óptica, enlaces satelitales o nuevos medios de transmisión que permitan el desarrollo tecnológico, para lo cual deberán contar con la respectiva concesión o autorización).

#### **1.10 ACCESO Y PENETRACIÓN DE LA TDT EN EL ECUADOR.**

De acuerdo a las estadísticas de Tecnologías de Información y Comunicación TIC's del Ecuador correspondientes al año 2010 se obtuvo un informe que incluye estadísticas que provienen del INEC (Instituto de Estadísticas y Censos del Ecuador), mediante encuestas realizadas a hogares en diciembre del año 2010 y datos administrativos provenientes MINTEL, donde se obtuvieron resultados con variables medidas que son de gran interés para el respectivo análisis de este estudio; como por ejemplo la tenencia de televisores en el país, y donde además se registraron las alternativas que se dispone para la transmisión de televisión a los domicilios, como pueden ser: televisión abierta, televisión por cable, televisión codificada terrestre y televisión satelital.





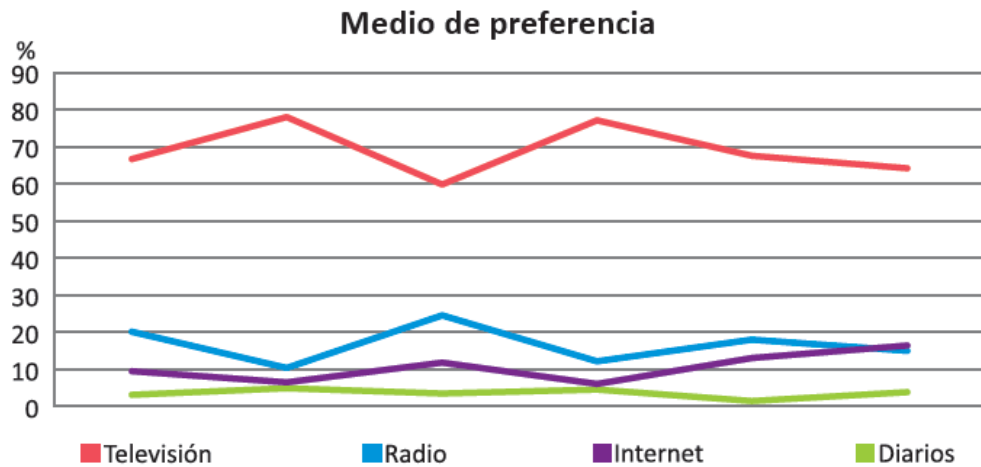
**Figura 1.14.** Tenencia de televisores en el Ecuador. Fuente: INEC, <sup>[18]</sup> (2010).

Como se puede observar en la Figura 1.14, es muy notable el incremento de televisores en los hogares ecuatorianos a nivel Nacional, puesto que este equipo receptor constituye uno de los hábitos más preferidos por la gente en comparación con la radio, el Internet y los diarios.

#### **1.10.1 Utilización de televisión en los hogares.**

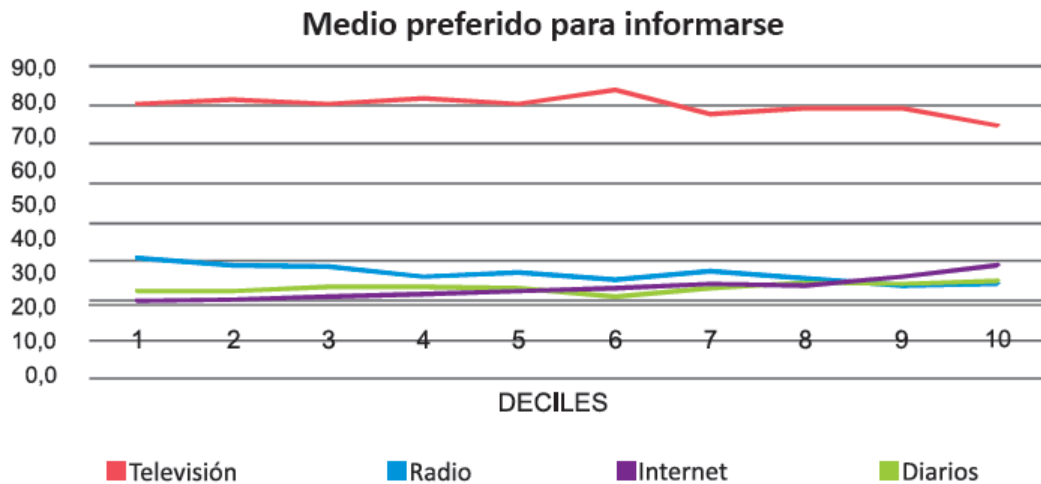
La televisión constituye el medio de comunicación de mayor importancia de los hogares ecuatorianos, tanto que se la podría considerar como un elemento de socialización que actúa sobre la masa de los usuarios. De acuerdo a estadísticas se tiene que, 9 de cada 10 personas consideran que la función de la televisión es informar, 1 de cada 10, entretener y educar. Desde esta perspectiva la televisión es un factor que contribuye al conocimiento y la recreación.

En el siguiente grafico se hace evidente que más de dos tercios de la población del país registra mayor preferencia por la televisión que por la radio, los diarios y el Internet, con mayor estimación en la Costa, seguido por la Amazonia, La Región Insular y la Sierra.



**Figura 1.15.** Encuesta de usos, hábitos y preferencias de la televisión en Ecuador. Fuente: SUPERTEL,<sup>[19]</sup> (2011).

Los resultados reflejan una estructura similar de preferencias; sin embargo, en vista de su acceso gratuito, la elección por la televisión es más acentuada, considerando que los porcentajes de preferencia son mayores con relación al resto de medios.



**Figura 1.16.** Encuesta de usos, hábitos y preferencias de la televisión en Ecuador. Fuente: SUPERTEL,<sup>[19]</sup> (2011).

### 1.10.2 Programación.

Después de realizar la concesión para el uso del respectivo canal de frecuencia de televisión, la estación es libre de realizar y difundir su programación de la mejor forma, siempre y cuando no

viole las limitaciones especificadas por la Ley de Radiodifusión y Televisión. Por lo general en el país siempre se ha mantenido una misma línea de programación, con una tendencia predominante de informar entretener y recrear.



**Figura 1.17.** Preferencias de programación en Ecuador. Fuente: SUPERTEL, <sup>[19]</sup> (2011).

La televisión está inmersa en lo cotidiano de los hogares. Las personas descansan mientras miran televisión, un alto porcentaje la usa, de preferencia, las horas de la noche para ver la programación, lo cual coincide con la terminación de las tareas laborales, sobre todo de lunes a viernes.

### 1.10.3 Tipos de servicios de televisión que cuentan los hogares ecuatorianos.

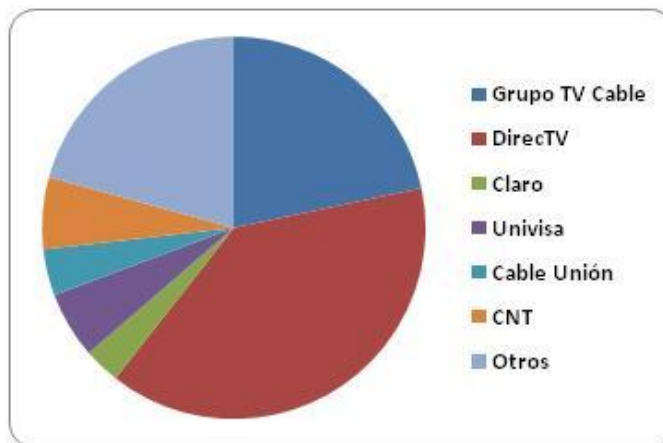
De acuerdo al sitio Web de la SUPERTEL, en colaboración con el INEC se tiene la estadística del total de suscriptores de televisión por pago en el Ecuador a julio del 2013.

**Tabla 1.13.** Número de suscriptores del servicio de audio y video por suscripción. <sup>[20]</sup>

Modalidad	No. De suscriptores PAGO NORMAL	No. De suscriptores PREPAGO	No. Total de suscriptores	Porcentaje
Televisión Codificada Satelital	215.472	182.593	398.065	46,84%
Televisión Codificada Terrestre	70.240	-	70.240	8,26%
Televisión por cable	379.721	1.835	381.556	44,90%

De la misma forma la evolución de la televisión por cable (CATV) en Ecuador ha sido considerable en estos últimos años, encabezando la lista de suscriptores en los últimos tres años, seguida de la televisión codificada satelital la cual se ha incrementado y cuya tendencia sigue en aumento, esto se debe a que los costos han disminuido y la calidad de servicios es cada vez mejor. En cambio la situación de la televisión codificada terrestre ha sido irregular puesto que el número de suscriptores ha ido decreciendo y resulta muy complicado competir en nuestro medio con la televisión por cable y la satelital.

A mayo de 2013, seis operadores concentran el 79,25% de los abonados del mercado, mientras que el resto se divide entre unas 200 compañías.



**Figura 1.18.** Participación del mercado en suscriptores por operador de TV por pago. Fuente:

SIGNALS TELECOM CONSULTING, <sup>[21]</sup> (2013).

Actualmente, las plataformas CATV concentran la mayor proporción de hogares conectados a la televisión de paga en el Ecuador, con un 47,88%, a mayo de este año. Sin embargo la participación del TDH se ha incrementado en los últimos años, pasando del 10,75% en 2007 al 44,98% en mayo del 2013. La entrada de nuevos operadores con TDH acelerará el crecimiento de esta tecnología sobre el total de los abonados.



**Figura 1.19.** Evolución de abonados y penetración por hogar de TV por pago en Ecuador. Fuente: SIGNALS TELECOM CONSULTING, <sup>[21]</sup> (2013).

De esta forma queda claro que la dinámica competitiva del mercado de televisión por pago ecuatoriano se modificara con el ingreso de nuevos operadores TDH y que el principal motor de crecimiento en este segmento será la tecnología satelital.

Adicionalmente para la correcta implementación de la TDT se necesitará garantizar una adecuada cobertura, exigir una comercialización transparente, el impulso de políticas activas que reduzcan la brecha digital facilitando la posibilidad de acceso entre los diferentes grupos sociales, el apoyo a la industria independiente audiovisual, multimedia y de servicios interactivos y la autorización de servicios de pago por demanda, en un mercado de leal competencia.

La multiprogramación e interactividad en realidad será lo nuevo y novedoso y a partir del cual se podrá generar negocio con la TDT, puesto que sin ella lo único que se lograra es una mejor calidad de la información enviada, sin embargo si esto no es implementado aceleradamente no podrá

subsistir frente a la competencia de plataformas de menor costo y de fácil despliegue ya existentes.

Debido a esto la TDT tendrá que lograr posicionarse dentro del mercado como un acceso a programación de variado contenido e interactividad, con la gran ventaja de que esta es de libre acceso o gratuita para los consumidores finales.

## CAPÍTULO 2

### 2. ESTUDIO DEL ESTÁNDAR ISDB-T<sub>b</sub> (Integrated Services of Digital Broadcasting – Terrestrial, Internacional)

#### 2.1 MODULACIÓN DIGITAL.

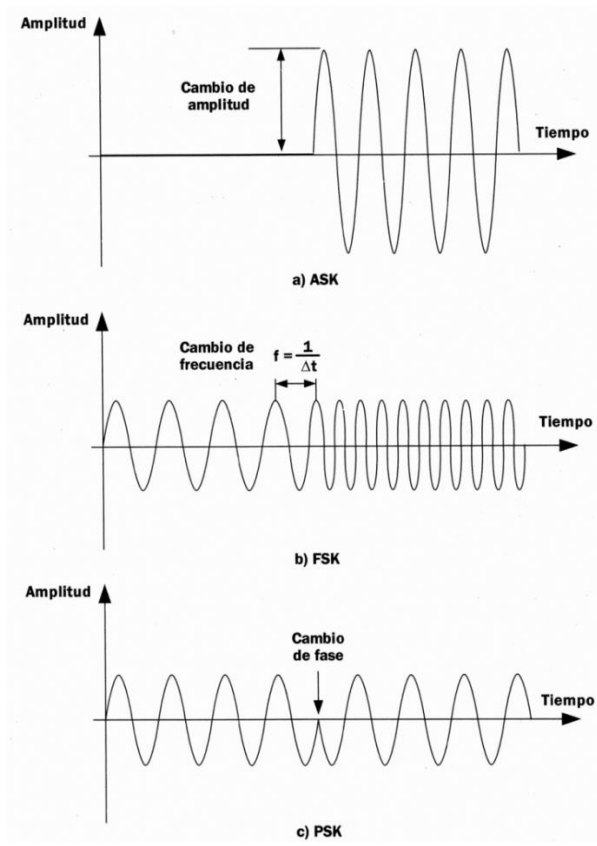
En este capítulo se analizará las bases y principios de la modulación digital; es decir, las distintas formas de transmitir información binaria, utilizando formas de onda analógicas. El análisis comprende las modulaciones 16-QAM, 64-QAM, QPSK y DQPSK, que son las que se utilizan en ISDB-T<sub>b</sub>.

Una vez que los bits de información han sido convertidos en una señal eléctrica (casi siempre llamada banda base), para poder trasmitirlas de manera eficiente a través del canal radioeléctrico es necesario utilizar alguna técnica de modulación. La modulación es el proceso de modificar de acuerdo a las variaciones de la señal banda base, uno o varios parámetros que caracterizan a la portadora: amplitud, frecuencia y fase. Empleamos la terminología de modulación digital cuando dichas variaciones pueden asumir únicamente un número finito y determinado de valores discretos.

Las técnicas más elementales de modulación están basadas en la conmutación por desplazamiento o variación (*Shift Keying*) de los valores de amplitud, frecuencia o fase entre dos límites posibles. Las posibles modulaciones son las siguientes:

- **Amplitud:** *Amplitude Shift Keying* (ASK).
- **Frecuencia:** *Frequency Shift Keying* (FSK).
- **Fase:** *Phase Shift Keying* (PSK).

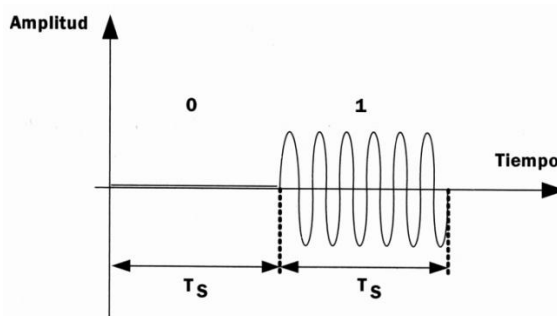
En la Figura 2.1 se puede apreciar que las modulaciones se aplican individualmente, es decir no se combinan entre sí las distintas técnicas, el parámetro modificado solo puede asumir dos valores distintos (estados) que representaran un bit de información (0 o 1).



**Figura 2.1.** Técnicas de modulación. Fuente: PISCIOTA Néstor,<sup>[1]</sup> (2013).

**2.1.1 Bits, símbolos y velocidad de modulación.**

Cuando la portadora transmitida posee solo dos estados bien diferenciados, podrá representarse un bit de información por estado, ejemplo de esta situación puede verse en la Figura 2.2, la misma que es del tipo ASK donde cada estado tiene una duración  $T_s$  y estos representan el valor 0 o 1 de un bit.



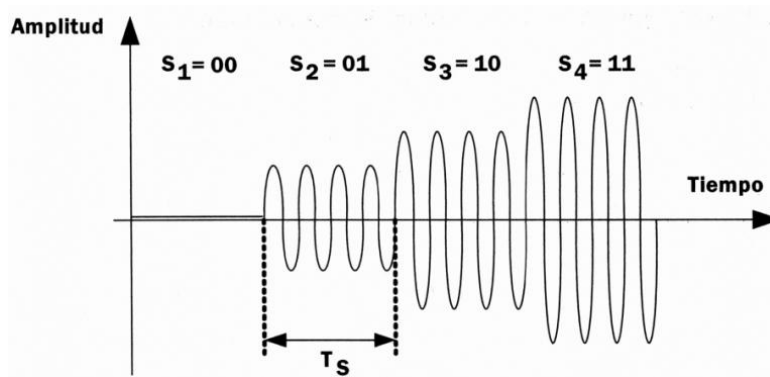
**Figura 2.2.** Señal ASK representando un bit de información. Fuente: PISCIOTA Néstor,<sup>[1]</sup> (2013).



La tasa o velocidad de transmisión en bits por segundo (bps) será:

$$R(\text{bps}) = \frac{\text{Cantidad de bits transmitidos por estado}}{\text{Tiempo necesario para transportarlos}} = \frac{b_P}{T_S} \quad (2.1)$$

La situación cambia cuando la señal presenta más de dos estados, en el ejemplo de la Figura 2.3 la señal ASK posee cuatro niveles de amplitud distintos, lo que permite representar las combinaciones correspondientes a dos bits, cuando una señal tiene más de dos estados, la agrupación de bits que estos representan se denomina “símbolo” S.



**Figura 2.3.** Señal ASK representando dos bits de información. Fuente: PISCOTA Néstor,<sup>[1]</sup> (2013).

Esto significa que la velocidad de modulación es más baja a medida que se incrementa la cantidad de bits contenidos en un símbolo, es decir la cantidad de estados posibles de la portadora, mientras que la velocidad de transferencia de datos se incrementa en la misma proporción.

### 2.1.2 Modulación QAM.

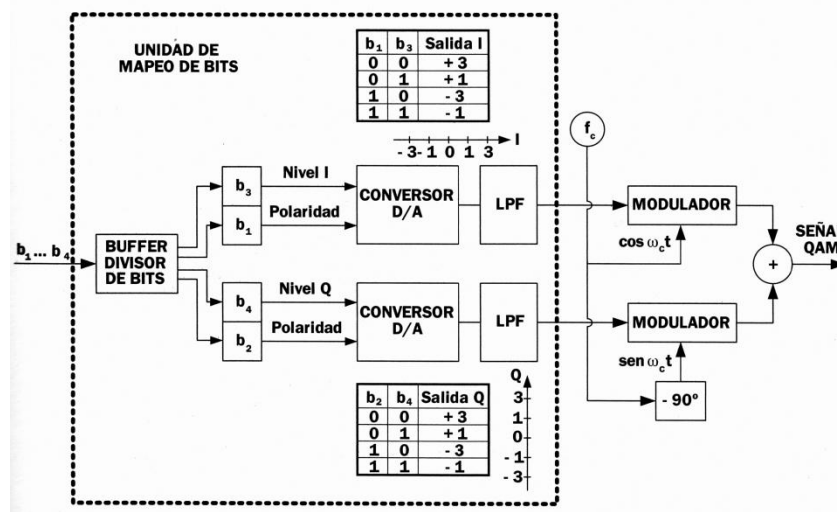
La modulación QAM es la más difundida entre los sistemas de modulación digital, en esta se emplean múltiples valores de amplitud y de fase, convirtiéndose en un esquema “multinivel”, que hace posible transmitir de manera muy eficiente, símbolos formados por agrupaciones de varios bits (actualmente entre 2 y 8), cada símbolo estará representado por un binomio amplitud-fase perfectamente determinado de la señal.

Este tipo de modulación se usa en distintos sistemas de comunicaciones, por mencionar se sabe que los vectores de croma de televisión analógica se generan con este tipo de esquema, con la

diferencia que en modulación digital se usan señales discretas, es decir solo existirán unos pocos valores discretos de amplitud y fase.

El modulador QAM debe generar dos componentes; I que es modulada por la mitad de los bits de un símbolo y Q que es modulada por la otra mitad, ambas a la misma frecuencia pero desfasadas  $90^\circ$ . Luego de esto ambos componentes I y Q se suman obteniéndose la señal QAM. De esta forma, están implícitos dos canales ortogonales entre sí que operan en la misma frecuencia.

En la Figura 2.4 se tiene el esquema de un modulador 16-QAM, donde se puede apreciar cada una de las etapas que lo conforman.



**Figura 2.4.** Modulador 16-QAM. Fuente: PISCIOTA Néstor,<sup>[1]</sup> (2013).

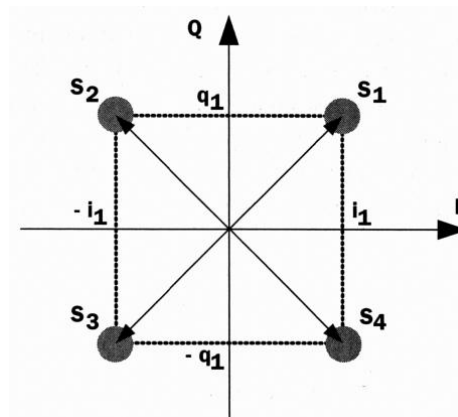
El modulador 16-QAM genera 16 símbolos diferentes, cada uno representando la agrupación de cuatro bits, de esos cuatro bits, dos estarán asociados a la componente I (en fase) y los otros dos a la componente Q (en cuadratura). La serie de bits que llegan al modulador ingresan a una etapa buffer-divisor de bits donde son almacenados en agrupaciones de cuatro, luego el divisor separa los bits pares de los impares y los encamina simultáneamente y en paralelo hacia los conversores digital – analógico. Estos conversores generan dos señales en banda base del tipo ASK, con cuatro niveles de tensión cada una, con dos bits para cada componente es posible codificar hasta cuatro niveles de amplitud distintos para cada una, totalizando 16 estados posibles cuando se las combina en cuadratura. Cada una de estas señales atraviesa el correspondiente filtro pasa-bajos y

posteriormente son enviadas a los moduladores balanceados produciendo señales de doble banda lateral con portadora suprimida que al combinarse dan como resultado la señal QAM de salida.

### 2.1.2.1 Representación gráfica: constelaciones y mapeo de bits.

Para la representaciones de las modulaciones digitales se emplean los diagramas polares en lugar de las gráficas temporales, este tipo de representación se conoce como “constelación” y consiste en una gráfica (a eje x o a ejes x-y) que permite visualizar simultáneamente todos los símbolos que puede generar un modulador digital. Cada símbolo tienen asociado un valor de amplitud y un valor de fase que pueden ser representados en un plano cartesiano, de esta forma los símbolos quedaran caracterizados por vectores con un determinado modulo y una posición angular en el plano.

Una señal puede modularse cambiando el modulo y/o el ángulo de fase del vector, para poder lograrlo es necesario manipular las componentes ortogonales o proyecciones del vector sobre los ejes cartesianos: el eje I (horizontal a  $0^\circ$ ) para las abscisas o eje “x” y el eje Q (vertical a  $90^\circ$ ) para las ordenadas o eje “y”. En una representación I-Q, a cada símbolo se le asigna un punto de coordenadas  $(\pm i; \pm q)$  operación que se denomina “mapeo”, son precisamente estas coordenadas las que permiten que el receptor pueda identificar correctamente el símbolo transmitido.

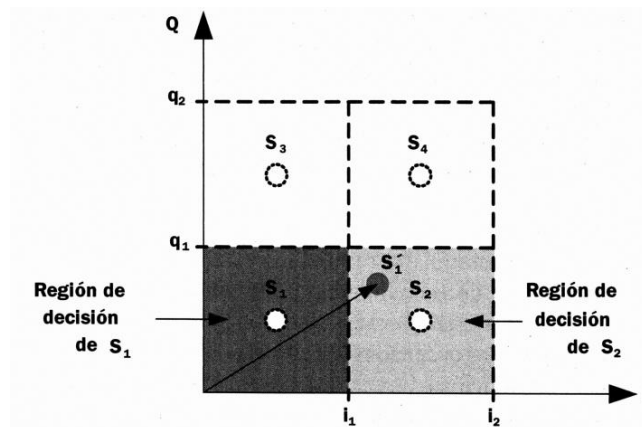


**Figura 2.5.** Mapeo de símbolos en un modulador digital. Fuente: PISCIOTA Néstor,<sup>[1]</sup> (2013).

En el caso de los valores discretos, los símbolos están asociados a una región de “decisión” más que a sus coordenadas exactas, ya que cuando una señal se propaga hacia el receptor a través de una canal radioeléctrico, sufrirá degradaciones en su trayectoria cuyo efecto final se traducirá en

la modificación de la posición de los símbolos dentro de la constelación recibida, razón por la cual que cuando un símbolo se posiciona fuera de la región de decisión que le corresponde, termina confundiendo con alguno de los símbolos adyacentes.

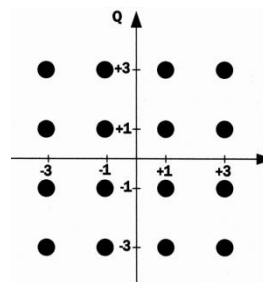
En la Figura 2.6 puede verse que el símbolo recibido  $S'_1$  cae dentro de la región de decisión de  $S_2$  provocando la aparición de un error que luego deberá ser corregido en alguna etapa posterior del procesamiento de señal del receptor.



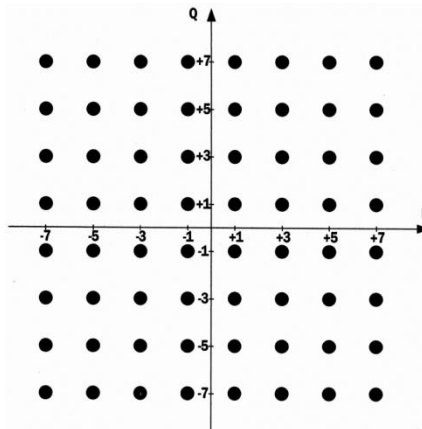
**Figura 2.6.** Recepción de un símbolo fuera de la región de decisión correspondiente. Fuente: PISCOTA Néstor,<sup>[1]</sup> (2013).

### 2.1.2.2 Constelación 16-QAM y 64-QAM.

Si el mapeo se hiciera manipulando el modulo y la fase de los vectores en lugar de hacerlo con sus coordenadas asociadas, sería necesario generar 3 valores de amplitud y 12 de fase para 16-QAM, mientras que para 64-QAM serían 9 amplitudes y 52 fases. Esto demuestra la conveniencia de trabajar con componentes I-Q.



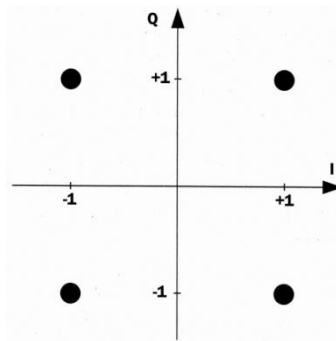
**Figura 2.7.** Constelación 16-QAM. Fuente: PISCOTA Néstor,<sup>[1]</sup> (2013).



**Figura 2.8.** Constelación 64-QAM. Fuente: PISCIOTA Néstor,<sup>[1]</sup> (2013).

### 2.1.3 Modulación QPSK y DQPSK.

El caso más sencillo de modulación QAM se presenta cuando la amplitud de la portadora no se modifica y solo varía la fase de la misma, además cuando el modulador produce cuatro valores de fase distintos, se tendrán cuatro estados que permitirán representar a dos bits de información. Dado que no hay variación de amplitud, la técnica se denomina QPSK (*Quadrature Phase Shift Keying*). En la Figura 2.9 se indica la constelación QPSK, donde se puede observar que los 4 símbolos están asociados a un vector que tiene la misma amplitud y cuatro valores de fase diferentes:  $45^\circ$ ,  $135^\circ$ ,  $225^\circ$ ,  $315^\circ$  los mismos que se encuentran en cuadratura.

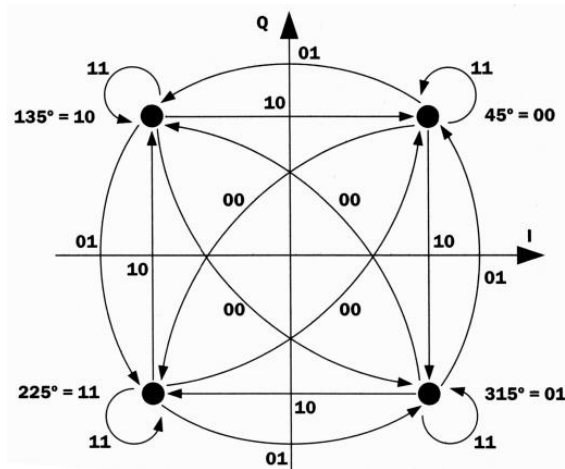


**Figura 2.9.** Constelación QPSK. Fuente: PISCIOTA Néstor,<sup>[1]</sup> (2013).

En el caso del esquema de modulación QPSK diferencial o DQPSK, un símbolo se representa mediante un cambio de fase que opera entre el estado lógico actual y el estado lógico siguiente, donde cada estado tiene la duración de un símbolo, de esta forma los receptores solo necesitan

detectar por medio de discriminadores, los cambios de fase y no su valor absoluto, con esto se elimina la necesidad de sincronizar los osciladores locales de portadora.

En la Figura 2.10 se puede notar que la ubicación de los símbolos correspondientes a DQPSK son similares al ya visto QPSK, la diferencia radica en que la conformación de un símbolo no solo depende de los valores de los bits que ingresan al modulador en un momento dado, también dependerá del valor actual de la fase, por lo tanto para poder determinar la fase del símbolo siguiente, deberá aplicarse a la fase actual un salto de valor  $\Delta\varphi$  cuya magnitud viene dada por las reglas de la Tabla 2.1.

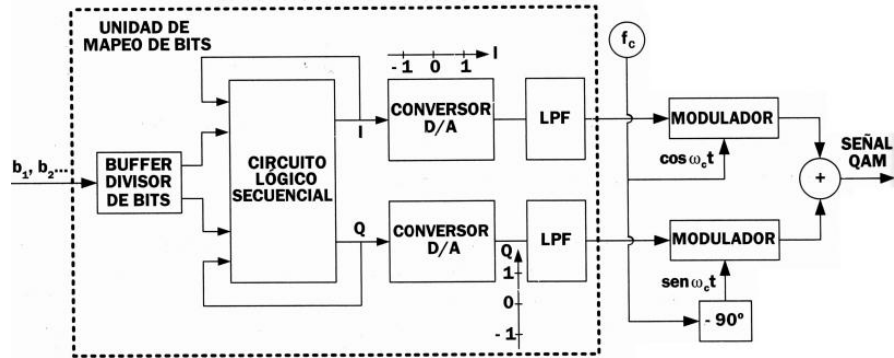


**Figura 2.10.** Constelación DQPSK basada en cambios de fase. Fuente: PISCIOTA Néstor,<sup>[1]</sup> (2013).

**Tabla 2.1.** Reglas para los cambios de fase en DQPSK.<sup>[1]</sup>

$\Delta\varphi$	180°	Si $(b_1, b_2) = (0, 0)$
	90°	Si $(b_1, b_2) = (0, 1)$
	270°	Si $(b_1, b_2) = (1, 0)$
	0°	Si $(b_1, b_2) = (1, 1)$

En la Figura 2.11 se muestran los bloques constitutivos del modulador DQPSK, teniendo en cuenta que la mayoría de los bloques vistos para el caso 16-QAM se repiten aquí. La principal diferencia está en el circuito lógico secuencial encargado de realizar las funciones de la tabla de estados.



**Figura 2.11.** Modulador DQPSK. Fuente: PISCIOTA Néstor, <sup>[1]</sup> (2013).

#### 2.1.4 Normalización de los niveles de modulación.

El proceso de normalización es de suma importancia en ISDB-T<sub>b</sub> ya que a diferencia de otros sistemas, este estándar admite la aplicación simultánea de esquemas de modulación digital diferentes. ISDB-T<sub>b</sub> utiliza la denominada “transmisión jerárquica”, que permite organizar la información que se transmitía hasta en tres capas como máximo, en este caso, el transmisor se podría configurar para que una capa module a sus portadoras en QPSK/DQPSK, la segunda lo haga con 16-QAM y la tercera con 64-QAM. De no tomar las previsiones del caso, se tendrán grandes diferencias entre los niveles de modulación de cada capa, siendo necesario normalizar las señales para que la potencia media sea unitaria en todo el ancho de banda de transmisión, independientemente del esquema de modulación usado.

Debido al carácter discreto de los niveles de amplitud y fase de las señales con modulación digital, es sencillo determinar los valores de potencia pico y potencia media, pues cada símbolo tiene una potencia nominal que está determinada por su posición geométrica dentro de la constelación. La potencia de cada símbolo no se mantiene constante durante la duración del mismo, debido a la influencia del filtro de conformación de espectro, que normalmente es del tipo coseno realizado<sup>9</sup>, este tipo de filtro hace que la potencia media dentro del periodo de cada símbolo sea menor que su potencia nominal. Si bien esta consideración es válida para las modulaciones digitales de portadora única, no se aplica en las señales OFDM, donde la potencia de cada portadora es constante durante el periodo  $T_s$  del símbolo.

<sup>9</sup> Coseno Alzado: filtro electrónico, utilizado frecuentemente en sistemas de telecomunicaciones debido a que es capaz de reducir al mínimo la interferencia entre símbolos (ISI).

Para normalizar una señal QPSK, DQPSK, 16-QAM y 64-QAM a potencia unitaria, el vector que representa a cada símbolo S debe ser multiplicado por la inversa del valor absoluto de la tensión eficaz, los factores de normalización se los indica en la Tabla 2.2.

**Tabla 2.2.** Factores de normalización a potencia media unitaria. <sup>[1]</sup>

Esquema de modulación	Factor de normalización (FN)
QPSK/DQPSK	$\frac{1}{\sqrt{2}}$
16-QAM	$\frac{1}{\sqrt{10}}$
64-QAM	$\frac{1}{\sqrt{42}}$

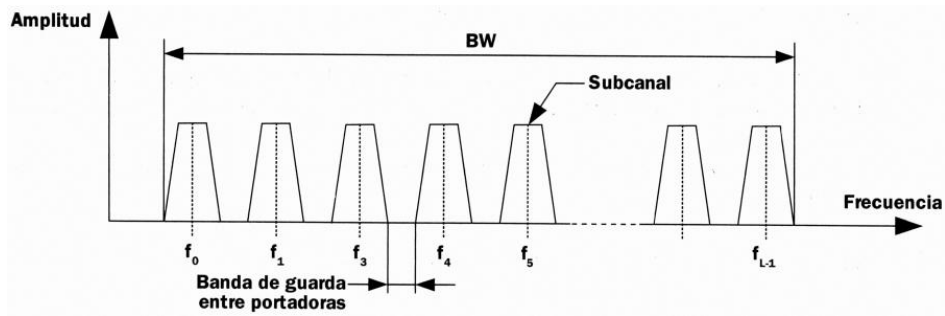
## 2.2 MULTIPLEXACIÓN OFDM.

Es importante recalcar que tanto FDM como OFDM no son métodos de modulación digital como erróneamente se los suele llamar, en realidad se trata de técnicas de multiplexación.

### 2.2.1 Multiplexación por división de frecuencias (FDM).

La multiplexación por división de frecuencia ha sido ampliamente utilizada en los sistemas de comunicaciones telefónicas, especialmente a partir del momento en el que comenzaron las comunicaciones digitales. El hecho de disponer de un elevado número de canales (portadoras) ha hecho que el sistema sea conocido como “multicanales telefónicos”. La principal desventaja de la FDM es su baja eficiencia de utilización del espectro radioeléctrico, ya que para evitar la interferencia entre portadoras (ICI) es necesario dejar bandas de guarda, las cuales en un sistema con un número elevado de portadoras, el espectro consumido por estos espaciamientos puede llegar a tornar inviable al sistema, debido a la gran anchura de banda que necesitaría. La Figura 2.12 ilustra estos conceptos.





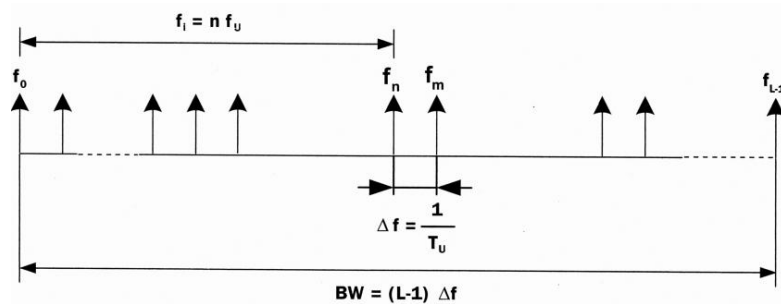
**Figura 2.12.** Espectro ocupado por señales FDM. Fuente: PISCIOTA Néstor,<sup>[1]</sup> (2013).

### 2.2.2 Multiplexación por división de frecuencias ortogonales (OFDM).

Dos o más portadoras son ortogonales entre sí, cuando su separación en frecuencia es un múltiplo entero de la inversa del periodo correspondiente a una frecuencia común del sistema. Cuando esto ocurre se cumple que:

$$\Delta f = \frac{1}{T_U} \quad (2.2)$$

La Figura 2.13 esquematiza un sistema en donde la separación entre cada una de las portadoras cumple con la condición impuesta en la ecuación (2.2).

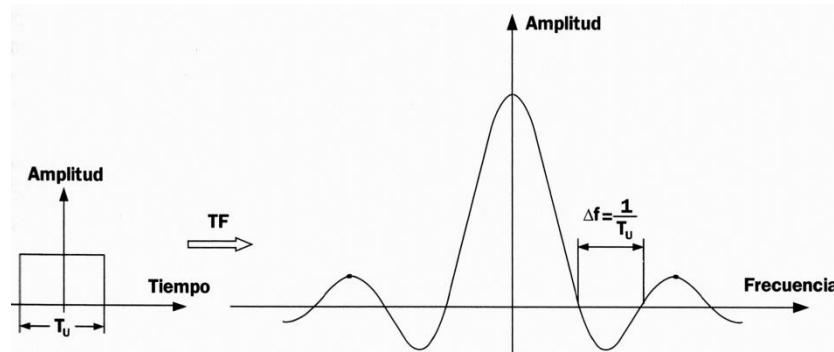


**Figura 2.13.** Sistema FDM de portadoras ortogonales. Fuente: PISCIOTA Néstor,<sup>[1]</sup> (2013).

#### 2.2.2.1 Eliminación de la interferencia entre portadoras (ICI).

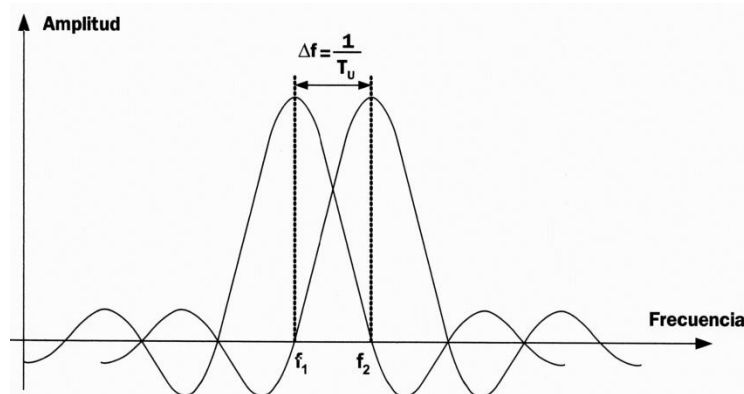
En un sistema FDM la interferencia entre portadoras (ICI) se puede eliminar por completo si todas ellas resultan ortogonales entre sí, transformándose entonces en OFDM. Para entender este concepto consideremos el espectro de la señal de la Figura 2.14, donde se considera un único pulso de amplitud determinada y ancho  $T_U$ , donde TF significa Transformada de Fourier, además

puede verse que la forma de la envolvente es del tipo  $y=\text{sen}(x)/x$ , una función continua en el dominio de la frecuencia.



**Figura 2.14.** Espectro de un pulso de duración  $T_u$ . Fuente: PISCIOTA Néstor,<sup>[1]</sup> (2013).

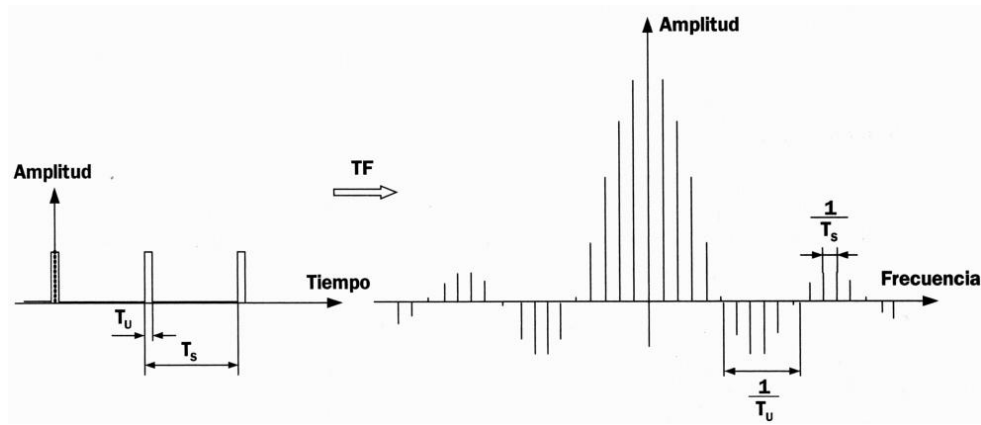
En este tipo de pulso los cruces por cero de la envolvente tienen una separación en frecuencia que es igual a la inversa de la duración del pulso. Si se logra que todas las portadoras de un sistema OFDM tengan este tipo de espectro, la separación entre ellas podría igualarse a  $\Delta f$  sin que se interfieran entre sí. En la Figura 2.15 se muestra el espectro correspondiente a dos portadoras consecutivas que cumplen esta condición, es decir la frecuencia donde se produce el valor máximo de la primera portadora ( $f_1$ ), la segunda tiene un valor nulo (ausencia de señal) y por lo tanto no habrá interferencia.



**Figura 2.15.** Espectro de dos portadoras con separación  $\Delta f$ . Fuente: PISCIOTA Néstor,<sup>[1]</sup> (2013).

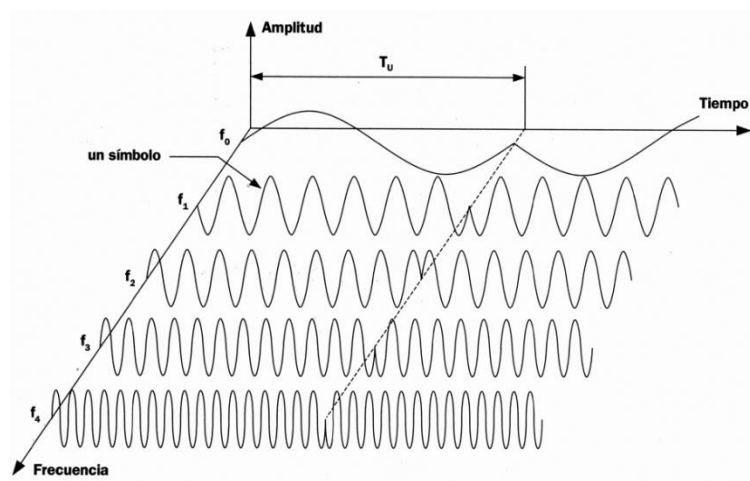
Para una transmisión de datos digitales será necesario transmitir una sucesión de pulsos en forma ilimitada a lo largo del tiempo, a diferencia del primer caso, ahora se tendrá un tren de pulsos con un periodo activo de anchura  $T_u$  y un periodo de repetición  $T_s$ . La única gran diferencia es que

ahora se trata de una función discreta en el dominio de la frecuencia, cuyas líneas espectrales están separadas  $1/T_s$ . En la Figura 2.16 puede verse el espectro de una sucesión de pulsos, deduciéndose que no resulta funcional para ser aplicada en OFDM.



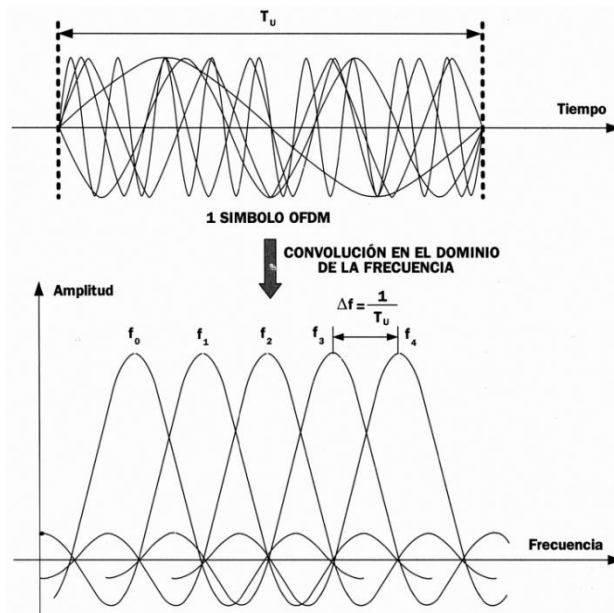
**Figura 2.16.** Espectro de un tren de pulsos de anchura  $T_u$  y periodo  $T_s$ . Fuente: PISCIOTA Néstor,<sup>[1]</sup> (2013).

En la Figura 2.17 se han representado cinco portadoras sinusoidales con modulación BPSK, de tal forma que la velocidad de la modulación (duración de un símbolo) sea proporcional a  $T_u$ . Si se proyectan las cinco portadoras en el eje del tiempo durante el intervalo o ventana de duración  $T_u$ , se obtendrá en el dominio de la frecuencia una "convolución" entre los espectros correspondientes al pulso o ventana rectangular y a cada una de las portadora sinusoidales.



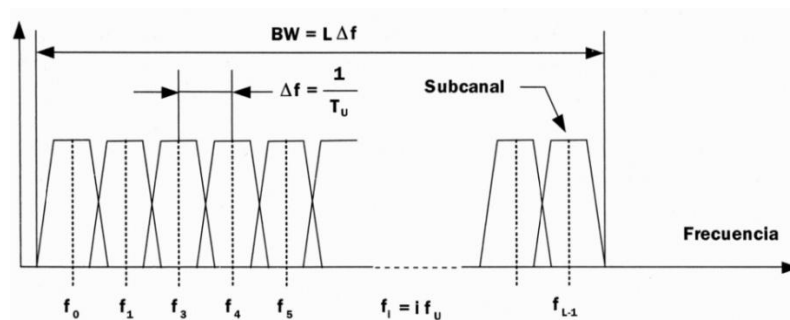
**Figura 2.17.** Portadoras moduladas con símbolos de duración  $T_u$ . Fuente: PISCIOTA Néstor,<sup>[1]</sup> (2013).

El espectro resultante estará compuesto por curvas de la forma  $y=\text{sen}(x)/x$ , tantas como portadoras existan y los cruces por cero de cada una de estas curvas cumplirán con la relación de ortogonalidad  $\Delta f=T_u^{-1}$ . Este resultado lo podemos visualizar en la Figura 2.18.



**Figura 2.18.** Espectro de portadoras moduladas con símbolos de duración  $T_u$ . Fuente: PISCIONA Néstor,<sup>[1]</sup> (2013).

El esquema simplificado del espectro ocupado por un sistema OFDM se muestra en la Figura 2.19, se observa que ahora los subcanales están “solapados” y que debido a la condición de ortogonalidad no existirá interferencia entre ellos. Además, se han eliminado las bandas de guarda entre cada subcanal, con lo cual el ancho de banda total ocupado por el sistema es menor que en el caso de FDM.

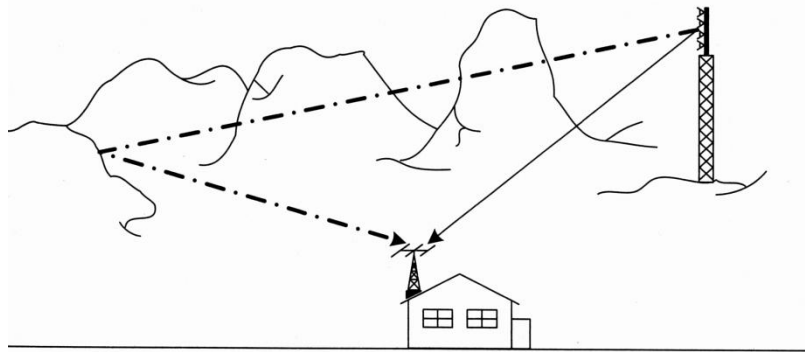


**Figura 2.19.** Espectro ocupado por señales OFDM. Fuente: PISCIONA Néstor,<sup>[1]</sup> (2013).

### 2.2.2.2 Eliminación de la interferencia entre símbolos (ISI).

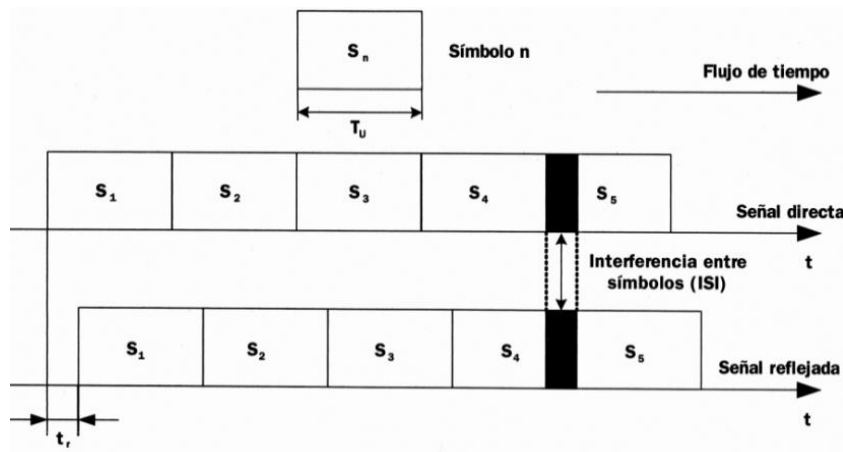
Se debe tener en cuenta que para la televisión digital las demandas de velocidad de transmisión obligan a generar una señal OFDM con más de 1000 portadoras, para una implementación teórica de este tipo de modulador, sería necesario 1000 moduladores I-Q en paralelo, mapeadores y moduladores balanceados trabajando a la frecuencia exacta de la portadora y perfectamente sincronizados entre sí, esto sería demasiado costoso y difícil de construir. Afortunadamente existe una manera más sencilla de implementar un modulador OFDM, aplicando la Transformada Inversa Rápida de Fourier (IDFT) a un bloque de L símbolos QAM y luego se transmiten en serie los coeficientes IDFT obtenidos, el resultado final que se consigue es exactamente la señal OFDM  $s(t)$ .

En televisión digital, los receptores no solo reciben la señal directa; también llegan a la antena después de un cierto tiempo réplicas de la señal original o “ecos”, por lo tanto la parte inicial de cada símbolo OFDM transmitido en la señal directa corre el riesgo de ser degradada por el final del símbolo que le antecede en la señal reflejada. Las trayectorias de la señal directa y de la señal reflejada en una emisión de televisión pueden verse en la Figura 2.20.



**Figura 2.20.** Trayectorias de la señal directa y de la señal reflejada. Fuente: PISCIOA Néstor,<sup>[1]</sup> (2013).

Para demostrar la ISI tomemos como ejemplo la transmisión de cinco símbolos (Figura 2.21), donde puede verse claramente que la parte final del símbolo  $S_4$  de la señal reflejada causa interferencia sobre el comienzo del símbolo  $S_5$  de la señal directa.



**Figura 2.21.** Interferencia entre símbolos (ISI). Fuente: PISCIOTA Néstor,<sup>[1]</sup> (2013).

La ISI puede eliminarse agregando un intervalo de guarda al comienzo de cada símbolo, con un tiempo de duración  $T_G$  mayor o igual al tiempo de retardo  $t_r$ . El esquema en la Figura 2.22 permite verificar esta afirmación. Es de suma importancia destacar que el valor de  $t_r$  que deberá tomarse en cuenta para dimensionar el sistema es el del peor caso y corresponderá a los puntos reflectantes ubicados a mayor distancia de la emisora.

Al aumentar el intervalo de guarda la duración total del símbolo aumenta, ahora temporalmente el símbolo está compuesto por dos partes: una duración  $T_U$  por tiempo “útil de símbolo” y otra de duración  $T_G$  por “tiempo del intervalo de guarda”, la suma de ambos es el valor  $T_S$  o sea el “tiempo total del símbolo”.

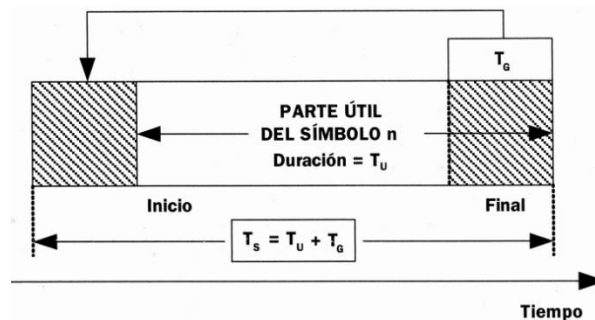
El intervalo de guarda introduce una pérdida en la capacidad de transmisión del canal, es decir, una limitante para la velocidad de transferencia de datos, dado que se incrementa el tiempo total de duración del símbolo (se demora más tiempo en transmitir la información). Además se produce una pérdida de la potencia utilizable en la demodulación. Existe una relación de compromiso entre dicha potencia y la necesidad de disponer de intervalos de guarda más grandes. La eficiencia puede mejorarse reduciendo la separación entre portadoras, de modo que el tiempo útil de símbolo se incremente al mismo tiempo que se reduce la proporción del intervalo de guarda en términos relativos a  $T_U$ . Aun así un sistema más eficiente en términos de potencia (por incremento de  $T_U$ ) es más susceptible al efecto *Doppler*, ya que las portadoras estarán más próximas unas de otras.

### 2.2.2.2.1 Características del intervalo de guarda.

Se debe analizar el tipo de información que debe incluirse dentro del periodo  $T_G$ . Una opción es dejar vacío este espacio la misma que provoca cierta pérdida de ortogonalidad pero sin afectar la potencia para la demodulación. Sin embargo con este vacío en el intervalo no se tendrá la cantidad de muestras correspondientes a un número entero de periodos completos de cada portadora dentro de la ventana de tiempo de cálculo de la FFT.

Otra opción sería si la porción de tiempo dedicada al intervalo de guarda contenga una réplica exacta de la parte final del símbolo a transmitir, se dispondrá de todas las muestra correspondientes a un número entero de periodos completos de cada portadora dentro de la ventana de tiempo  $T_U$ . Esta opción simplifica el proceso de ecualización en el receptor.

Como ejemplo podemos ver en la Figura 2.22 que al finalizar la transmisión del símbolo  $S_{n-1}$  y a continuación y antes de transmitir el símbolo  $S_n$  y por un espacio de tiempo igual a  $T_G$ , se transmite la parte final del símbolo  $S_n$  y luego el símbolo  $S_n$  propiamente dicho.



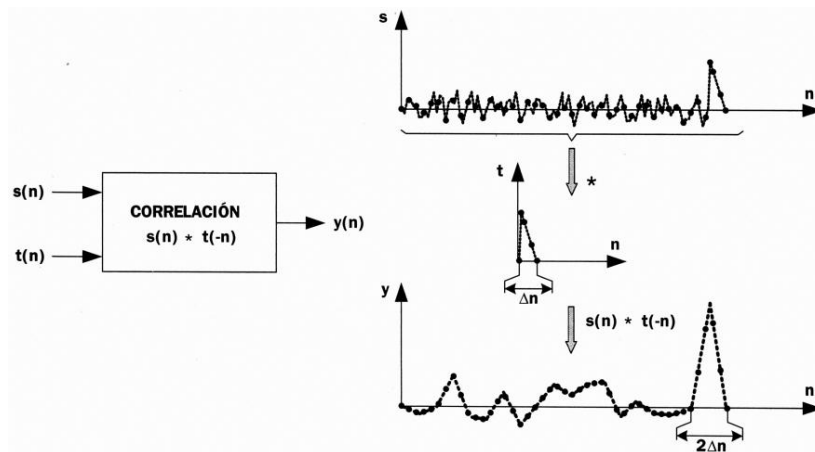
**Figura 2.22.** Formación del intervalo de guarda. Fuente: PISCIOTA Néstor, <sup>[1]</sup> (2013).

El receptor debería iniciar la captura del símbolo en el momento exacto de su comienzo, recuperando toda la información transmitida, lo cual resulta sumamente complicado contar con un dispositivo capaz de detectar el comienzo y el final exacto de cada símbolo sin ningún tipo de señal auxiliar, dificultándose más con la presencia de múltiples señales reflejadas y ambientes hostiles.

Teniendo en cuenta que habrá componentes de la señal que se van a repetir más de una vez dentro del periodo total del símbolo  $T_S$ , se utiliza una herramienta de análisis de señal que es la

correlación<sup>10</sup>, esta se trata de una operación matemática que se realiza entre dos señales dando como resultado una tercera señal o correlación cruzada entre las señales de entrada. La correlación permite determinar de una manera muy eficaz si dicha señal aparece en o se repite dentro del intervalo y en qué parte de la misma se encuentra.

En la Figura 2.23 la correlación  $y(n)$  presenta un pico muy notorio cuando  $t(n)$  es localizada en la señal  $s(n)$ . La forma de onda de  $y(n)$  presenta simetría a derecha e izquierda del pico y su ancho de banda es el doble de la correspondiente señal  $t(n)$ .

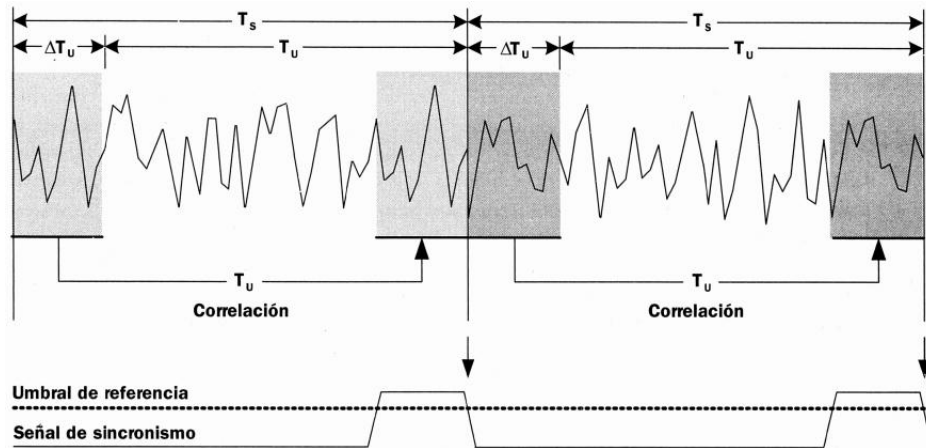


**Figura 2.23.** Correlación entre las señales  $s(n)$  y  $t(n)$ . Fuente: PISCIOTA Néstor,<sup>[1]</sup> (2013).

Considerando solo la señal directa el procedimiento de sincronización inicial del receptor puede apreciarse en la Figura 2.24, donde la correlación se la hace a grupos de muestras separadas entre sí un intervalo de tiempo  $T_U$ , los picos de la función de correlación se usan para controlar una señal de sincronismo que luego se compara con un umbral de tensión preestablecido, cuando el flanco descendente de sincronismo atraviesa el nivel de referencia, el receptor puede detectar el comienzo de un nuevo símbolo.

<sup>10</sup> Steven W. SMITH, The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing. [En línea]. Dirección URL: <http://dspguide.com/pdfbook.htm>





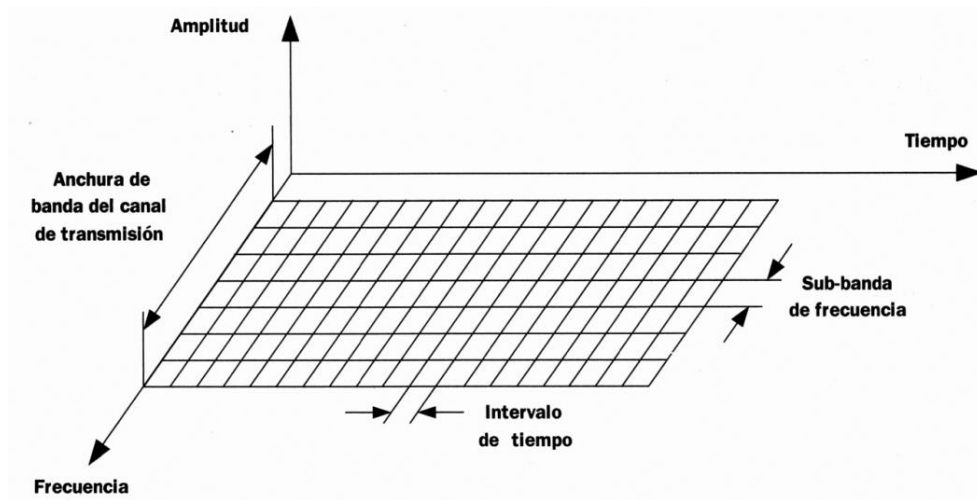
**Figura 2.24.** Sincronismo inicial del receptor. Fuente: PISCIOTA Néstor,<sup>[1]</sup> (2013).

### 2.2.2.3 Modelo 3D amplitud-tiempo-frecuencia del canal de transmisión.

La multiplexación OFDM requiere del análisis amplitud-tiempo-frecuencia del canal de transmisión, para lo cual se puede emplear el siguiente modelo de representación:

- División del dominio de la frecuencia en una cierta cantidad de subbandas de ancho reducido comparada con el total en el canal.
- División del dominio del tiempo en pequeños intervalos de tiempo.

La Figura 2.25 muestra la representación en 3D (amplitud-tiempo-frecuencia) de la señal.



**Figura 2.25.** Modelo 3D del canal de transmisión. Fuente: PISCIOTA Néstor,<sup>[1]</sup> (2013).

### 2.2.2.3.1 Símbolo OFDM y cuadro OFDM.

Dentro de cada partición tiempo-frecuencia se colocan las portadoras, cada una modulada con unos pocos bits de datos codificados (entre 2 y 6). El número de bits transportados por cada portadora dependerá del tipo de modulación empleado.

En la Figura 2.26 pueden visualizarse las siguientes agrupaciones:

- Un grupo de portadoras transmitidas dentro del mismo intervalo de tiempo de duración  $T_s = T_u + T_g$  llamado "símbolo OFDM".
- Una sucesión de F símbolos OFDM se denomina "cuadro OFDM".
- El final de un símbolo está separado del comienzo del siguiente por el denominado intervalo de guarda  $T_g$ .

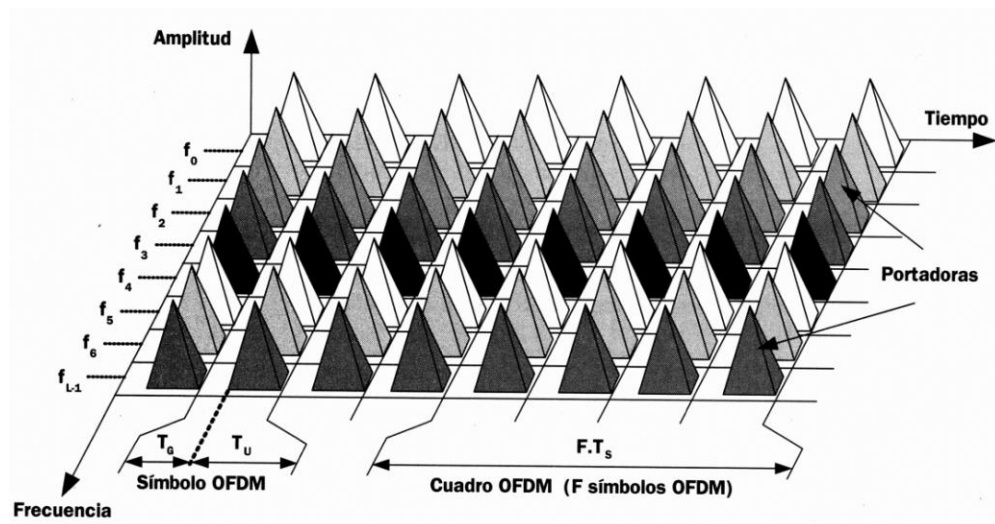


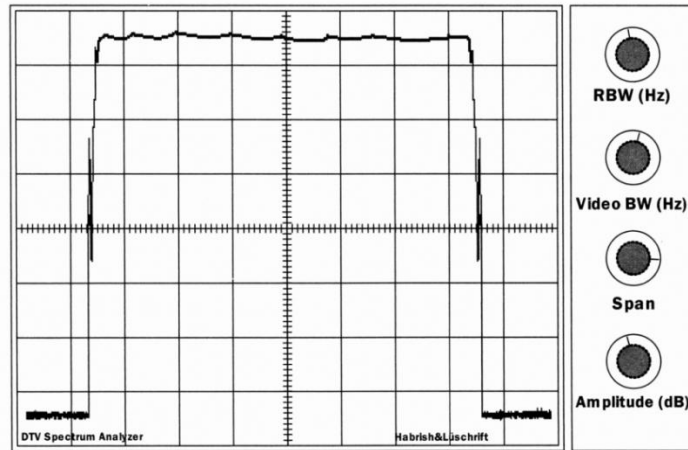
Figura 2.26. Símbolo OFDM y cuadro OFDM. Fuente: PISCIOTA Néstor,<sup>[1]</sup> (2013).

### 2.2.3 Aplicación de la multiplexación OFDM en TDT.

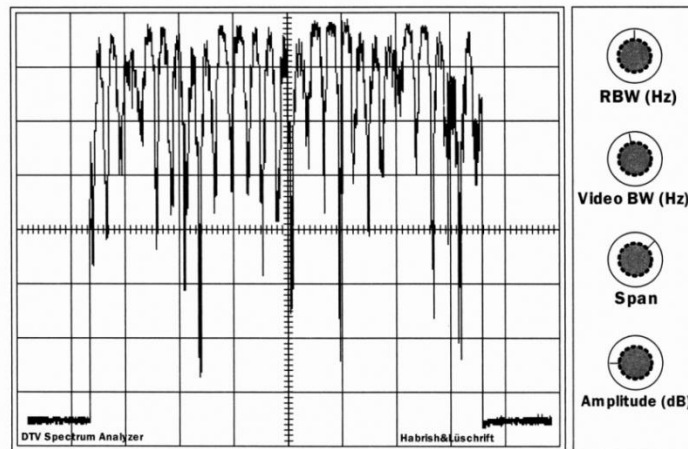
Desde los inicios de la radiodifusión la planificación de frecuencias ha tenido como objetivo principal evitar las interferencias causadas por la superposición de las áreas de servicios de los transmisores, lamentablemente, esta superposición no es la única fuente de interferencias. Como consecuencia de ello, en cada punto del área de servicio la señal disponible en la entrada de los receptores es la resultante de la suma de muchas otras señales además de la directa.

### 2.2.3.1 Comportamiento del canal radioeléctrico.

La Figura 2.27 a) muestra el espectro de un canal radioeléctrico de la señal recibida dentro de una zona de servicio, esta emisión es prácticamente ideal, donde no se aprecian interferencias ni deterioros de ningún tipo en la envolvente, esto se puede obtener en las cercanías de la antena transmisora.



a) Señal sin degradación.



b) Señal con fuerte degradación.

**Figura 2.27.** Posibles envolventes espectrales de la señal recibida. Fuente: PISCIOTA Néstor,<sup>[1]</sup> (2013).

En sitios de recepción más alejados es posible que la señal presente un aspecto similar al de la Figura 2.27 b), analizando el espectro recibido es posible apreciar que la respuesta no es igual en todas las frecuencias comprendidas dentro del ancho de banda del canal, en algunas frecuencias la energía es escasa o prácticamente nula y en otras el nivel de energía es notablemente mayor debido a una acción de refuerzo mutuo entre las señales directa y reflejadas.

Debido a esto para emplear eficientemente un canal radioeléctrico para la transmisión de una señal digital, se podrían distribuir los datos entre una gran cantidad de frecuencias estrechamente separadas entre sí, y en este caso, será posible recuperar parte de la señal transmitida a partir de las frecuencias que no hayan sufrido alteraciones a lo largo del proyecto de propagación.

Vale aclarar que las características del canal radioeléctrico no se mantienen constantes durante periodos largo de tiempo, y por lo tanto algunas degradaciones aparecerían en otras frecuencias que antes no habían sido afectadas. Dentro de periodos relativamente cortos, la propagación en el canal radioeléctrico tiende a mantenerse más o menos estable, tomando en cuenta esto se puede utilizar el canal solo durante breves intervalos de tiempo dentro de los cuales las condiciones se mantienen “estables”, esta es una de las razones de ser del cuadro OFDM.

### **2.3 PRESENTACIÓN DEL SISTEMA ISDB-T<sub>b</sub>.**

En el año 2006 Brasil tomo la iniciativa de adoptar ISDB-T como estándar de transmisión de televisión digital pero con ciertas modificaciones entre las que se destaca la adopción de MPEG-4 para la compresión de datos, todo este proceso fue llevado a cabo con la colaboración de Japón para finalmente dar origen al estándar internacional cuya denominación es ISDB-T<sub>b</sub>.

Es de importancia destacar que ISDB-T<sub>b</sub> ha sido diseñado para operar sobre canales de 6, 7 y 8 MHz de ancho de banda, se ha preferido trabajar únicamente con el canal de 6 MHz ya que es la canalización utilizada de manera exclusiva en la región.

#### **2.3.1 Transmisión en banda segmentada.**

Una de las características más importantes del sistema ISDB-T<sub>b</sub> es que la recepción se realiza sobre banda segmentada o parcial, ya que utiliza solo una parte del ancho de banda del canal, específicamente una catorceava parte (1/14).

El servicio de banda angosta ha sido pensado para receptores móviles equipados con pantallas de visualización de pequeño tamaño y baja resolución (LDTV), la recepción parcial tiene muchas ventajas entre ellas una mayor simplicidad de los circuitos de los receptores comparados con equipos del mismo tamaño capaces de procesar el ancho de banda completo de la señal, esta ventaja es de gran importancia en los receptores económicos como por ejemplo los teléfonos móviles *Smart Phone*.

La recepción parcial implica la división del canal en porciones, denominadas segmentos por la norma ISDB-T<sub>b</sub>, razón por la cual el sistema también es conocido como OFDM de banda segmentada.

### 2.3.2 Parámetros OFDM del sistema ISDB-T<sub>b</sub>: Modo 1.

De acuerdo a consideraciones técnicas del estándar se demostró que son necesarias unas 1386 portadoras para una duración de símbolo de 231 us, si esta cantidad de portadoras se distribuyen por igual entre los 13 segmentos la cantidad de portadoras por segmento  $L_S$  será:

$$L_S = \frac{L}{N_S} = \frac{1386}{13} = 106,6 \quad (2.3)$$

Pero debido a que este número debe ser entero y además es obligatorio tener un número entero de muestras dentro del periodo total del símbolo  $T_s$ , en la norma ISDB-T<sub>b</sub> la cantidad de portadoras por segmento es la siguiente:

$$L_S = 108 \quad (2.4)$$

Con 108 portadoras por segmento, se tendrá un total para los trece segmentos de:

$$L = L_S \cdot N_S = 13 \cdot 108 = 1404 \quad (2.5)$$

Con L portadoras en total, habrá (L-1) espacios de ancho  $\Delta f$ , con lo cual el ancho total ocupado será igual a (L-1)  $\Delta f$ . Ahora se puede calcular las siguientes ecuaciones:

$$N_S \cdot AB = (L - 1) \frac{AB}{L_S} \quad (2.6)$$

Despejando  $L$  de (2.6) y dado que en cualquier caso  $N_s=13$  además el número de portadoras es igual en todos los segmentos y cambia de acuerdo al modo, el estándar ISDB-T<sub>b</sub> especifica la cantidad de portadoras como:

$$L = 13 \cdot L_s + 1 \quad (2.7)$$

Esta última portadora adicional (que corresponde a la de mayor frecuencia del espectro emitido), es utilizada por una señal auxiliar denominada “Piloto Continuo CP”.

Además se puede calcular todos los valores del intervalo de guarda  $T_G$  y la duración total del símbolo  $T_S$ , los mismos que se presentan en la Tabla 2.3.

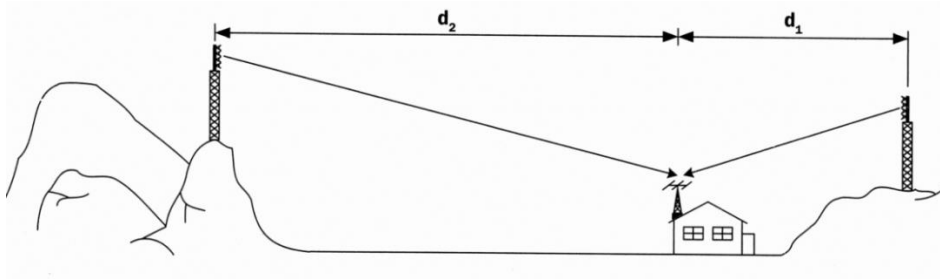
**Tabla 2.3.** Intervalos de guarda, duraciones de símbolo y distancias de reflexión del Modo 1. <sup>[1]</sup>

$T_U$	$\Delta$	$T_G$	$T_S$	$d_{\text{máx}}$
252 us	1/4	63 us	315 us	18,9 km
	1/8	31,5 us	283,5 us	9,45 km
	1/16	15,75 us	267,75 us	4,75 km
	1/32	7,875 us	259,875 us	2,36 km

Este conjunto de parámetros define completamente al Modo 1 del sistema ISDB-T<sub>b</sub> que también se lo conoce como Modo 2K.

### 2.3.3 Modos 2 y 3 del sistema ISDB-T<sub>b</sub>.

Una de las ventajas de los sistemas OFDM es la posibilidad de construir redes de frecuencia única (SFN), las mismas que utilizan solo una frecuencia para toda la red y por lo tanto son más eficientes y económicas desde el punto de vista de utilización del espectro radioeléctrico. Los diferentes puntos de emisión de una SFN pueden ser interpretados desde la óptica de la antena receptora como una señal directa y múltiples señales reflejadas. La Figura 2.28 nos indica una forma de la red SFN donde debe cumplirse la siguiente condición:  $|d_2 - d_1| \leq d_{\text{máx}}$ .



**Figura 2.28.** Puntos de emisión múltiples de una red de frecuencia única (SFN). Fuente: PISCIOTA Néstor,<sup>[1]</sup> (2013).

Para cumplir con estas exigencias, el estándar ISDB-T<sub>b</sub> define dos modos adicionales: el Modo 2 o 4K y el Modo 3 u 8K, el cálculo de sus valores se relaciona con el Modo 1 con solo fijar el valor del tiempo útil del símbolo de la siguiente forma:

$$T_{U(\text{Modo } 2)} = 2 \cdot T_{U(\text{Modo } 1)} \quad (2.8)$$

$$T_{U(\text{Modo } 3)} = 4 \cdot T_{U(\text{Modo } 1)} \quad (2.9)$$

Si la separación entre portadoras disminuye serán necesarias una mayor cantidad de ellas para cubrir la totalidad del ancho de banda correspondiente a los 13 segmentos. Para calcular esa cantidad se puede utilizar la siguiente expresión:

$$L_S = \frac{AB_S}{\Delta f} = AB_S \cdot T_U \quad (2.10)$$

Con esta expresión se pueden calcular la cantidad de portadoras por segmento y con la ecuación (2.7) el número de portadoras totales para cada Modo.

Para el Modo 2:

$$L_S = \frac{3000 \times 10^3}{7} \cdot 504 \times 10^{-6} = 216 \quad (2.11)$$

$$L = 13 \cdot 216 + 1 = 2809$$

Para el Modo 3:

$$L_S = \frac{3000 \times 10^3}{7} \cdot 1008 \times 10^{-6} = 432 \quad (2.12)$$

$$L = 13 \cdot 432 + 1 = 5617$$

El hecho de no utilizar siempre el Modo 3 que nos asegura siempre el funcionamiento frente a grandes tiempos de retardo es debido a que cuando se utiliza el servicio móvil en donde el desplazamiento de los vehículos provoca la aparición del efecto *Doppler*, con frecuencias aproximadas a los 100 Hertz o más, es justamente aquí donde se torna más frágil el Modo 3.

El Modo 1 con su mayor separación entre portadoras, es mucho más robusto a las interferencias del efecto *Doppler* y resulta más adecuado para el servicio móvil. Con respecto al Modo 2 en general combina las características de ambos Modos 1 y 2, por lo que es frecuentemente usado en redes SFN que brinda servicio móvil con emisores separados a distancias comprendidas entre 5 y 38 km.

Un concepto útil referido a la tasa de transmisión R es que “A igualdad de parámetros de codificación y esquemas de modulación aplicados sobre las portadoras, la tasa R de transmisión, en bits por segundo, es independiente del modo utilizado”.<sup>[1]</sup> (Pisciota Néstor, 2013, p. 161).

#### 2.3.4 Tasas o velocidades de transmisión de datos.

Ahora será necesario considerar la cantidad de portadoras  $L_D$  disponibles en cada segmento para la transmisión de datos, además se dispone de un total de 13 segmentos para la transmisión, con lo cual se tiene la siguiente ecuación:

$$R(bps) = K_0 \cdot K_I \frac{13 \cdot b_P \cdot L_D \cdot \Delta f}{1 + \Delta} \quad (2.13)$$

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores y sabiendo que  $K_0=188/204$ , y  $L_D \cdot \Delta f=0,38095$  MHz/segmento, la ecuación (2.13) finalmente queda:

$$R(Mbps) = 4,564 \cdot \left( \frac{K_I \cdot b_P}{1 + \Delta} \right) \quad (2.14)$$



Dando valores a la ecuación (2.14), para todas las combinaciones posibles de relación de codificación interna, esquemas de modulación e intervalos de guarda, se obtienen la tasa de datos para los 13 segmentos.

La expresión anterior es válida solamente si se emplea la misma configuración para los 13 segmentos, cuando este no es el caso y los segmentos se encuentren organizados en capas jerárquicas con diferente configuración cada una, la fórmula de cálculo será:

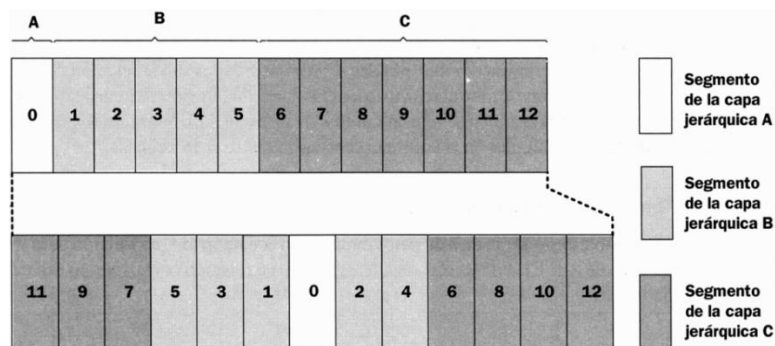
$$R(\text{Mbps}) = 0,351 \cdot N_S \cdot \left( \frac{K_I \cdot b_P}{1 + \Delta} \right) \quad (2.15)$$

Donde  $N_S$  es la cantidad de segmentos asignados a cada capa jerárquica. De acuerdo a esta fórmula, los únicos parámetros que pueden diferir entre capas son la relación de codificación interna y los esquemas de modulación, no así el valor de relación de guarda  $\Delta$ .

### 2.3.5 Las capas jerárquicas de ISDB-T<sub>b</sub>.

Una de las características importantes del sistema ISDB-T<sub>b</sub> es que permite organizar la información a transmitir en tres capas jerárquicas diferentes, denominadas A, B, C, las cuales pueden estar conformadas por uno o más segmentos.

La Figura 2.29 nos indica la utilización de las tres capas jerárquicas: Capa A con un segmento, Capa B con cinco segmentos y Capa C con siete segmentos, además nos muestra la posición de los segmentos en el espectro (pares a la derecha e impares a la izquierda).



**Figura 2.29.** Organización de los segmentos en tres capas jerárquicas. Fuente: PISCIOTA Néstor,<sup>[1]</sup> (2013).

Cada capa se conforma con uno a más segmentos, tantos como requiera el ancho de banda del servicio que se desea ofrecer, el número de segmentos y el conjunto de parámetros de codificación para cada capa jerárquica pueden ser configurados libremente por el radiodifusor. Es posible asignar para cada una y por separado, el esquema de modulación de las portadoras, la codificación interna y el entrelazado de tiempo.

En el caso de la recepción parcial (segmento cero), está destinada para ofrecer servicio a teléfonos móviles y otros dispositivos con pantallas de tamaño reducido. En conclusión el estándar permite que cada emisión pueda ser recibida simultáneamente por dispositivos fijos, móviles y portátiles.

### **2.3.6 Diagrama funcional de una estación de televisión digital ISDB-T<sub>b</sub>.**

Las estaciones de televisión digital muestran una mayor complejidad, dando lugar a un proceso que viene acompañado de nueva terminología e interfaces de reciente desarrollo que posibilitan la interconexión de los equipos. La Figura 2.30 muestra el diagrama funcional completo de la estación ISDB-T<sub>b</sub> desde los estudios hasta la salida de la señal transmitida por la antena.

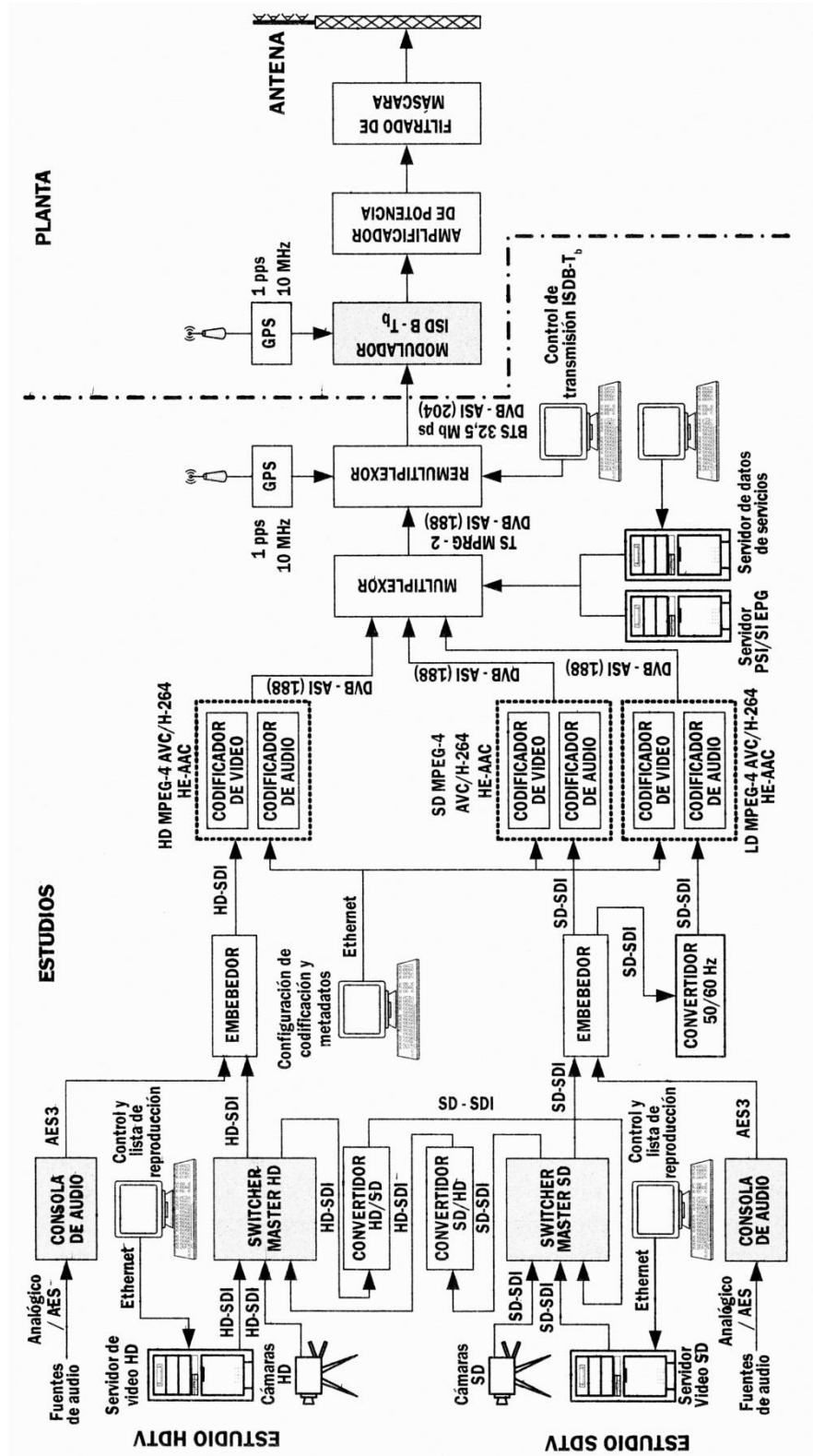


Figura 2.30. Diagrama funcional de una estación de televisión digital ISDB-Tb. Fuente: PISCIOTA Néstor, [1] (2013).

### 2.3.6.1 Estudios.

Por lo general las estaciones de televisión procesan el audio y el video en forma separada, en el caso de los servidores de contenido, equipos de grabación y otros almacenan en forma combinada las dos informaciones, los procesos realizados por las consolas de sonido, generadores de efectos y los equipos de video se hacen por separado utilizando cableados independientes. En algunas partes de la estación conviene transportar el video con el audio embebido en él, por dos razones: a) para garantizar la sincronización y evitar los *off-set* de tiempo por diferencias en los retardos de proceso y b) para utilizar un único cable coaxial que transmita toda la información facilitando la interconexión de equipos y la distribución de las señales.

Con respecto a la Figura 2.30 la emisora brinda tres servicios digitales: a) una programación en alta definición (HDTV), b) una señal en definición estándar (SDTV) y c) el servicio *one-seg* de baja resolución (LDTV), para dispositivos móviles. La estación tiene dos estudios de producción equipados con sistemas de almacenamiento y administración de los contenidos audiovisuales, que están basados en dos *switch-master* y en servidores de programa (video, audio y datos) controlados por listas de reproducción (*play-list*), para alta definición y definición estándar. La emisión destinada a los móviles se toma a partir de la salida SD. Ambos *switcher* reciben señales “*up*” y “*down*” convertidas (cambio de formatos y resolución en ambos sentidos), para enlazar las dos transmisiones y aprovechar los recursos disponibles en los dos estudios.

En el esquema las señales se van concentrando a medida que se acerca a la salida y se encaminan hacia el transmisor. En este modelo de transmisión la estación trabaja con lo que se denomina Multiprogramación, posible únicamente en televisión digital. La salida del flujo BTS (a una tasa de 32,5 Mbps) es conducida hacia la planta transmisora.

Ya en el punto de salida de la consola y del *switcher master*, el audio es embebido en el video formando un flujo único de datos en serie, con sus formatos digitales sin comprimir. Para utilizar de una manera más eficiente el ancho de banda disponible en la transmisión, se requiere reducir sustancialmente la tasa de datos y para que ello sea posible se requiere reducir la tasa de datos y para ello la codificación de audio y video debe realizarse en forma separada. El codificador o compresor recibe la secuencia embebida y la separa internamente, aplicándoles al audio y al video los esquemas de compresión normalizados. Por ejemplo, antes de la codificación la tasa de datos

del video HD es de 1,5 Gbps y luego de la compresión MPEG-4 AVC/H-264 se reduce a valores cercanos a los 13 Mbps (relación 115:1), de la misma forma para el video SD, la tasa entrada es de 270 Mbps y la salida comprimida es de 3 Mbps (relación 90:1) y la señal LD para el servicio *one-seg* se comprime unas 600 veces, desde los 270 Mbps a 450 Kbps. El audio experimenta un proceso similar, empleándose la codificación HE-AAC. Las interfaces se denominan SD-SDI y HD-SDI, utilizan cable coaxial de 75Ω y conectores BNC. La salida de los compresores utiliza la interfaz DVB-ASI, que entregan un flujo binario organizado en paquetes de 188 bytes de longitud. Este flujo se conoce como TS MPEG-2 (capa de transporte del modelo MPEG-2).

Las salidas de los tres codificadores se combinan en el multiplexor (MUX) y su salida contiene la información serializada de los tres programas que se transmitirán junto con otras informaciones adicionales. Además se tiene una etapa de conversión 50/60 Hertz, cuya función es convertir al formato de barrido de 50 campos por segundo utilizado por las normas de algunos países a 60 campos por segundo que es la especificación de la norma ISDB-T<sub>b</sub> para dispositivos móviles y portátiles.

En la siguiente etapa, el remultiplexor realiza un procesamiento de paquetes TS que es específico del sistema ISDB-T<sub>b</sub>. Frecuentemente el multiplexor y remultiplexor son equipos individuales, pero en algunos casos están integrados en una misma unidad.

En este punto se incorpora en el flujo serie de datos la información de señalización y control que permite establecer los parámetros de transmisión con los cuales se programa el modulador. El remultiplexor entrega a su salida un flujo especial que se conoce como *Broadcast Transport Stream*, cuya principal característica es que tiene una tasa de datos constante de 32,5 Mbps independientemente de las tasas de las señales que transporta, aquí se puede decir que esa tasa se consigue mediante la incorporación de información nula (paquetes nulos), compensando la diferencia de velocidad de las distintas señales que han sido multiplexadas. Es importante señalar que los paquetes nulos no se transmiten y son descartados al comienzo de la etapa de codificación de canal del modulador ISDB-T<sub>b</sub>. Adicionalmente puede incorporarse a los paquetes del flujo BTS un código detector - corrector de errores que permita proteger los datos en el tramo de enlace que va desde los estudios hasta el modulador instalado en la planta transmisora.

El objetivo principal del BTS es posibilitar la utilización de un vínculo único entre estudios y planta para transportar múltiples señales (programas), por ejemplo STL de microondas, fibra óptica o cable coaxial. Desde el punto de vista funcional, resulta más sencillo operar con un flujo único de datos que transporte la señal Multiprograma y que sus paquetes de datos respondan a una organización por capas jerárquicas. Finalmente en el esquema se pueden observar dos receptores de posicionamiento global (GPS). Sus señales se utilizan como referencias de tiempo y frecuencia para la sincronización de redes de frecuencia única.

#### **2.3.6.1.1 Definición de términos.**

En el diagrama de la Figura 2.30 se muestran algunos términos los mismos que se utilizaran a lo largo de este proyecto, siendo necesaria su respectiva definición:

- **Programa:** Se refiere a un servicio de televisión, a una programación que se emite, este programa está compuesto por video, audio (opcionalmente multicanal) y datos (teletexto, *close - caption*, interactividad, etc).
- **Canal:** Hace referencia a la asignación de frecuencia y a su correspondiente ancho de banda, asignada por la autoridad de aplicación (CONATEL) y cuyo objetivo es la explotación del servicio de televisión.
- **Multiprogramación:** Se trata de la emisión de varios programas en el mismo canal. Por ejemplo, en el canal 20 de la banda UHF se emite una programación de televisión analógica consistente en una señal de audio y video. En cambio en televisión digital se pueden emitir el programa 20.1 en alta definición más los servicios 20.2 y 20.3 en definición estándar y el servicio 20.21 *one-seg* en baja definición, más los datos de interactividad, la información de guía de programa y otros.

#### **2.3.6.1.2 Servidores de control, datos y servicios.**

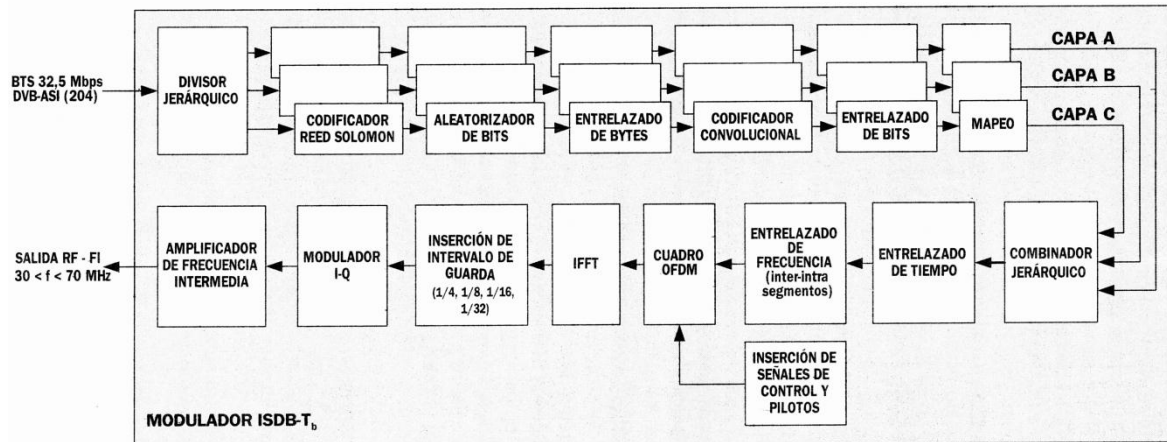
Se tiene tres tipos de servidores o puestos de control:

- Configuración de codificación y metadatos.
- Control de transmisión ISDB-T<sub>b</sub>.
- Servidores PSI/SI/EPG y de datos de servicios.

En la mayoría de los casos los ajustes pueden realizarse desde el panel frontal o mediante una computadora independiente, utilizando una interfaz para navegador Web.

### 2.3.6.2 Planta transmisora.

El modulador ISDB-T<sub>b</sub>, el amplificador de potencia de RF, el filtro de máscara (crítica, sub crítica y no crítica), los combinadores y conmutadores de radiofrecuencia y la antena son los bloques que por lo general se encuentran en la planta transmisora. El diagrama funcional del modulador ISDB-T<sub>b</sub> (Figura 2.31), está integrado por los bloques que van desde el divisor jerárquico hasta el amplificador de RF en frecuencia intermedia (FI).



**Figura 2.31.** Diagrama de bloques del modulador ISDB-T<sub>b</sub>. Fuente: PISCIOTA Néstor, <sup>[1]</sup> (2013).

Las funciones desarrolladas por el modulador son las siguientes:

El divisor jerárquico asigna cada señal de programa o grupo de programas a una de las tres capas jerárquicas (A, B y C), y una determinada cantidad de segmentos a cada una de ellas en función de la velocidad binaria de datos que se necesite. Si el radiodifusor decide incluir el servicio *one-seg* para receptores móviles, se debe reservar el segmento central o número cero a la Capa A.

A continuación los datos ingresan en la cadena de bloques de corrección de errores adelantada (FEC) que incluye procesos de aleatorización, entrelazados y las codificaciones *Reed-Solomon* y convolucional. Esta última permite que los bits de datos de cada capa se transmitan con un cierto nivel de redundancia, que puede seleccionarse de manera independiente en cada capa y afecta de manera directa a la tasa de datos que puede ser alcanzada en cada una.

Los siguientes bloques integran la etapa de modulación. El primer proceso está a cargo de las unidades de mapeo de bits, que los dispone de tal forma que puedan representar pares ordenados en coordenadas I-Q (símbolos complejos). De acuerdo al esquema de modulación seleccionado para cada capa quedarán definidos los vectores que representaran a un símbolo DQPSK, QPSK, 16-QAM o 64-QAM.

En el combinador jerárquico los bits forman un flujo serie único que ingresa al entrelazado de tiempo, se trata de una técnica de protección contra las interferencias de corta duración que consiste en retrasar los símbolos I-Q que corresponden a un mismo símbolo OFDM, evitando que las secuencia de datos contiguos sean transmitidas en el mismo instante de tiempo. ISDB-T<sub>b</sub> también emplea el entrelazado de frecuencia, que permuta la posición de los símbolos dentro de un mismo segmento y entre distintos segmentos, y queda definida una distribución prácticamente aleatoria de símbolos, lo que contribuye a reducir los riesgos de pérdidas de datos por desvanecimiento selectivo e interferencias en bandas reducidas de frecuencia.

La totalidad de símbolos complejos a transmitir se completa con la etapa de inserción de señales de control y pilotos, que a continuación son ordenados de acuerdo al formato de cuadro OFDM. El bloque de Transformado Inversa Rápida de Fourier (IFFT), cumple con la función de generar la señal compleja en el dominio del tiempo, que luego de la inserción del intervalo de guarda es combinada en un mezclador complejo I-Q que finalmente permite obtener la señal OFDM a transmitir, en una frecuencia intermedia que normalmente puede ser ajustada entre los 30 y los 70 MHz.

Volviendo a la Figura 2.31, la señal entregada por el modulador es convertida a su frecuencia final de emisión, teniendo en cuenta el desplazamiento positivo de 142,85 KHz que se debe aplicar sobre la portadora central, de acuerdo al estándar. El amplificador de potencia, eleva el nivel de salida hasta el valor necesario para enviar a la antena, encaminándolo hacia los filtros de señal. Esta etapa de conversión y amplificación frecuentemente es llamada transmisión de televisión, ya que efectivamente cumple con la función de transmitir la señal en la frecuencia y potencia final.

La señal de salida de RF llevada a la potencia de transmisión, debe ser filtrada de acuerdo a ciertas exigencias que dependen, justamente, de la potencia autorizada para la emisora y de la posibilidad de no producir interferencias cocanal o sobre canales adyacentes. La última etapa de la cadena lo



constituye la antena transmisora, son comunes en frecuencias de UHF los arreglos de paneles, en configuraciones directivas u omnidireccionales, según el área de servicio y la topografía del lugar.

### 2.3.7 Características del receptor ISDB-T<sub>b</sub>.

La Figura 2.32 muestra el diagrama de bloques del receptor ISDB-T<sub>b</sub>, en la versión conversor digital (STB) como unidad independiente, apto para recibir los 13 segmentos (*full-seg*). Actualmente se producen televisores y otros tipos de dispositivos móviles u portátiles con el receptor incorporado, algunos de ellos en versión *one-seg*.

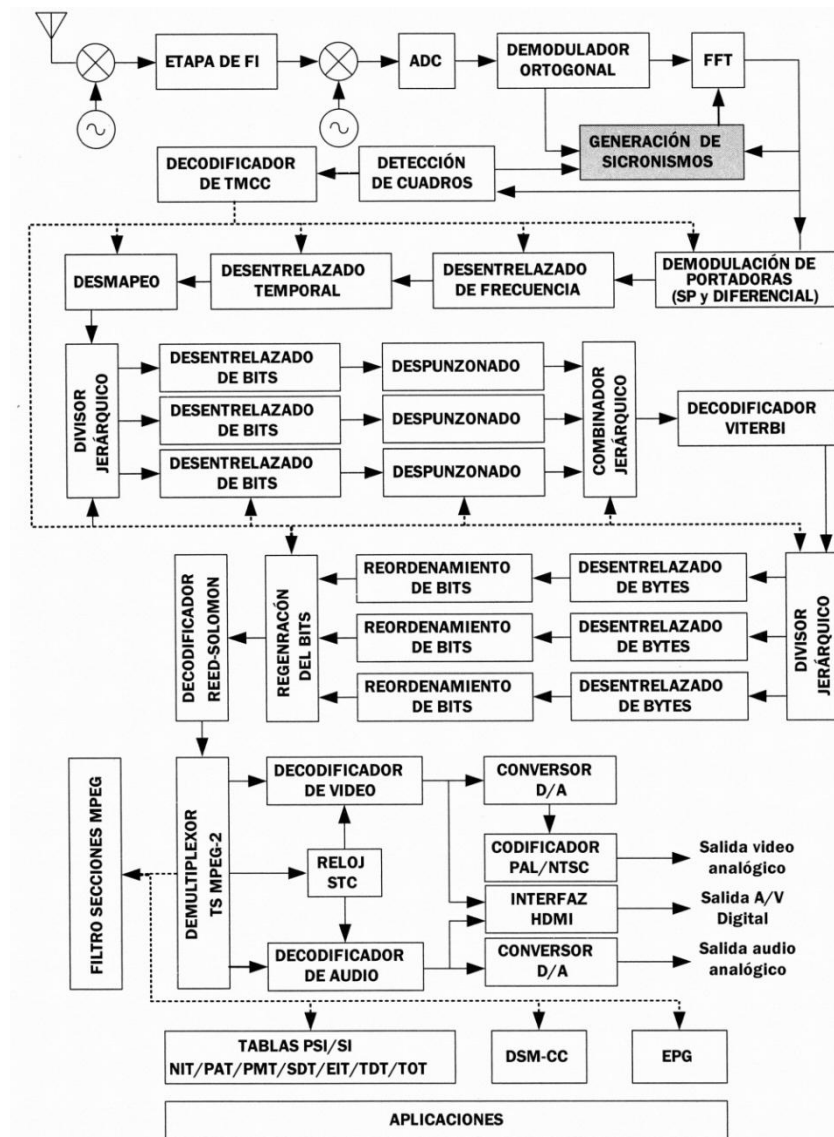


Figura 2.32. Diagrama de bloques del receptor ISDB-T<sub>b</sub>. Fuente: PISCIOTA Néstor,<sup>[1]</sup> (2013).

Las emisiones de televisión digital pueden realizarse tanto en la banda de VHF como en la de UHF, sin embargo, las transmisiones destinadas al servicio móvil, que por razones de tamaño y peso requieren antenas receptoras pequeñas, se ven favorecidas en la banda UHF, por esta y otras razones en la mayoría de los países se está dejando de utilizar la banda VHF (canales 2 al 6 y 7 al 13) y se está reordenando el uso del espectro radioeléctrico.

De acuerdo al esquema del receptor la señal recibida por la antena es amplificada y convertida desde la frecuencia del canal sintonizado a un valor de frecuencia intermedia (FI) de 44 MHz, luego de un primer proceso de amplificación y filtrado, la señal ingresa al demodulador ortogonal donde, en base a las referencias de modo (tiempo útil del símbolo) y cuadro OFDM, se genera la referencia de sincronización necesaria para el correcto posicionamiento de la ventana FFT. Aplicada la FFT y recuperados los símbolos transportados por las portadoras del TMCC, se procede a extraer la información disponible en los canales de control (organización y configuración de las capas jerárquicas y profundidad del entrelazado de tiempo entre otras). Con estos datos, el receptor revierte los entrelazados de frecuencia y de tiempo y procede al desmapeo de acuerdo al esquema de modulación correspondiente (QPSK, DQPSK, 16-QAM, 64-QAM), recuperando las secuencias de bits. De acuerdo a la información proporcionada por el TMCC, los bits de datos son separados y encaminados a las capas jerárquicas correspondientes, ejecutándose el desentrelazado de bits. A continuación la cadena de bits ingresa al decodificador *Viterbi*, que corrige los errores de la secuencia de bits, seguidamente las secuencias son procesadas en bloques y por capas, y se recupera la organización por bytes, que se somete al desentrelazado y al posterior reordenamiento, revirtiendo el orden pseudoaleatorio con el que fueron transmitidos los bits de cada paquete, de acuerdo a la secuencia PRBS. Finalmente, la salida de la etapa de decodificación *Reed Solomon* entrega el flujo TS estructurado en paquetes de 188 bytes.

El flujo TS contiene los distintos programas o servicios y los datos de las tablas MPEG, además de las referencias de sincronización PCR necesarias para la decodificación. Luego de su demultiplexación, se recupera el reloj de sistema a partir del PCR que se envía desde la estación transmisora para el programa que se desea sintonizar. También se recupera la tabla NIT del servicio y las tablas PAT y PMT que permiten obtener las direcciones de los paquetes de audio y video que corresponde al programa elegido. Esta información se entrega al decodificador, que primero convierte las secuencias en paquetes PES y luego en flujos ES, aplicando por fin los

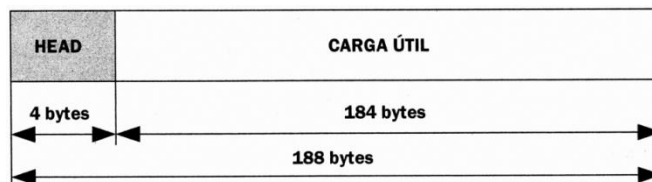
procesos que permiten obtener el audio y el video original. La decodificación se realiza por separado y luego ambas señales se convierten en analógicas, para estar disponibles en las salidas correspondientes. También se incluye la salida HDMI. El demultiplexor además entrega los datos de la tabla EIT que transporta la guía electrónica de programación (EPG) y la tabla DSM-CC. Esta última, constituye el canal de datos y se utiliza para transmitir las aplicaciones interactivas que serán almacenadas en el STB. Las aplicaciones se cargan sobre el denominado “Middleware GINGA” y de esta forma, se consigue que la electrónica del receptor pueda interpretar los códigos de las aplicaciones.

## 2.4 FLUJO DE TRANSPORTE TS MPEG-2.

### 2.4.1 Flujo de transporte (TS).

El flujo de transporte se obtiene a partir de los paquetes PES, al transformarlos en paquetes más reducidos y de longitud fija. El TS MPEG-2 se adapta mejor a las necesidades de transmisión de televisión digital, es más simple la inclusión de datos para la corrección de errores y permite transportar múltiples programas en una misma línea de tiempo, sin necesidad de contar con una referencia de reloj común entre ellos. Esta característica es de gran importancia para los sistemas satelitales, de cable o terrestre, que necesitan concentrar en un flujo único varios programas (hasta 20 si fuera necesario).

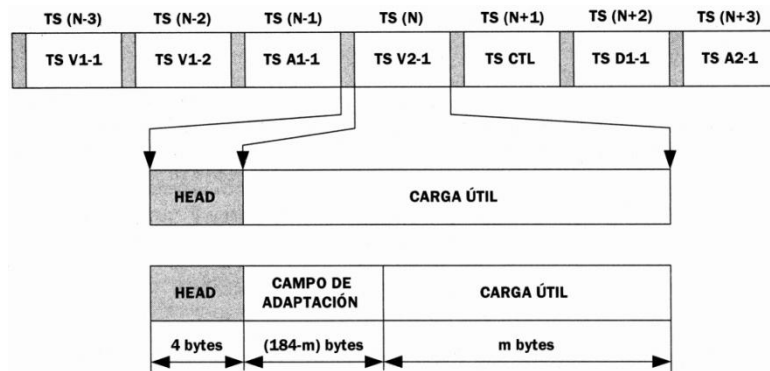
El flujo TS transporta paquetes de video, audio y datos, además de otros paquetes que suministran información para el receptor, sin necesidad de seguir un ordenamiento determinado. En la etapa de demultiplexación, su separación es posible gracias a la etiqueta de identificación de programas PID incluida en la cabecera. En la Figura 2.33 se muestra la estructura del paquete TS, se puede ver que de un total de 188 bytes, 4 corresponden al encabezado y 184 a la carga útil.



**Figura 2.33.** Estructura del paquete TS. Fuente: PISCIONA Néstor,<sup>[1]</sup> (2013).

Cuando los PES son segmentados en paquetes TS, se agrega un encabezado de 4 bytes que cumple varias funciones, de las cuales las dos más importantes son señalar el comienzo de cada paquete e identificar el tipo de contenido transportado en el campo de carga útil.

En la Figura 2.34 puede verse que el flujo TS transporta paquetes que corresponden a dos programas: el primero está formado por video 1, audio 1 y datos 1, mientras que el segundo contiene video 2 y audio 2, además aparece un paquete con información de control. El paquete TS (N) transporta la información correspondiente al paquete 1 del video 2 (TS V2-1).



**Figura 2.34.** Flujo TS. Fuente: PISCIOTA Néstor,<sup>[1]</sup> (2013).

## 2.5 REMULTIPLEXOR Y FLUJO BTS.

### 2.5.1 Remultiplexor.

El remultiplexor combina los paquetes de 188 bytes (TS) de las tramas de transporte de entrada (flujos multiplexados) para entregar a su salida un flujo binario único (remultiplexado) llamado BTS (*Broadcast Transport Stream*). El remultiplexor realiza las siguientes funciones:

- Agrega 16 bytes a los paquetes TS, que luego se completan con información específica.
- Forma nuevos paquetes de 204 bytes de longitud, llamados TSP.
- Entrega a su salida un flujo sincrónico cuya tasa binaria es constante e igual a 32,5079 Mbps.
- Posiciona y dispone los paquetes TSP para posibilitar la transmisión jerárquica y la recepción parcial.

- Inserta una determinada cantidad de TSP nulos con el objetivo de mantener la tasa BTS constante. La cantidad de paquetes nulos depende de la configuración adoptada para cada capa jerárquica.

En la Figura 2.35 se muestra el remultiplexor junto con el bloque divisor jerárquico (parte del modulador ISDB-T<sub>b</sub>). Las dos funciones esenciales del divisor son asignar los paquetes TSP que le corresponden a cada capa jerárquica y detectar un paquete especial llamado IIP.

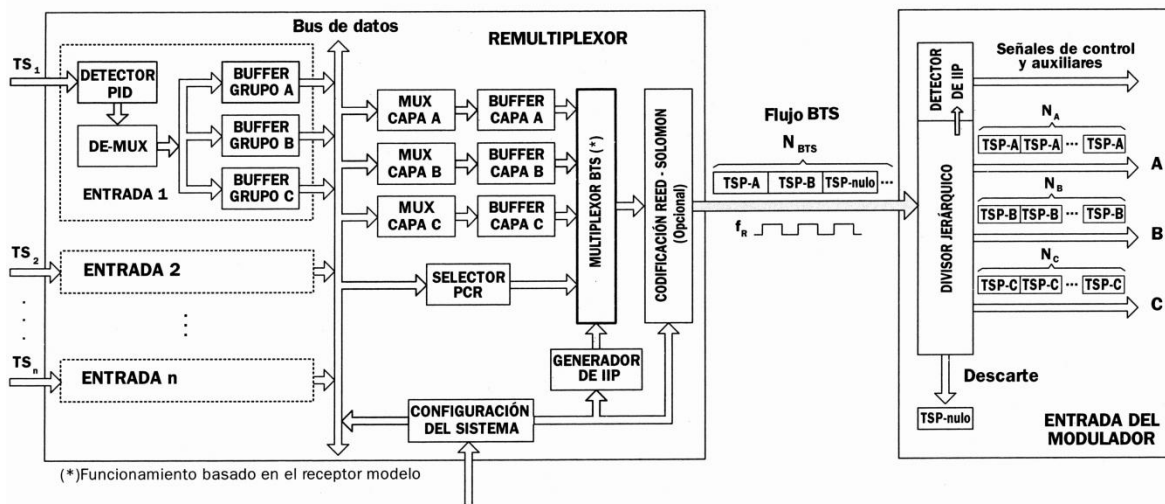
La primera operación que realiza el remultiplexor consiste en identificar los programas que son transportados en cada uno de los flujos TS entrantes, para lo cual se debe extraer y recuperar la información de identificación de paquete (PID) contenida en cada TS, esto permitirá asignar los paquetes a cada una de las tres capas jerárquicas.

Si los flujos TS contienen más de un programa multiplexado, luego de extraer el PID será necesario demultiplexar el flujo entrante y separar los paquetes TS para poder almacenarlos en *buffers* de grupo, de acuerdo al esquema de asignación de programas a cada capa. Cada uno de los *buffers* de grupo coloca sus paquetes TSP sobre un bus de datos, que los envía a los multiplexores de capa, es aquí donde se remultiplexan los TSP que serán asignados a cada una de las capas jerárquicas.

A continuación, los paquetes TSP entregados por los multiplexores ingresan en los *buffers* de capa en donde esperan su turno de ingreso al multiplexor BTS. Este bloque, resaltado en el diagrama de la Figura 2.35, es el más importante ya que realiza las siguientes funciones:

- Genera los paquetes TSP nulos que resulten necesarios.
- Ordena el flujo de salida de paquetes TSP (nulos y de datos) siguiendo un patrón determinado, que se basa en el funcionamiento del receptor modelo.

La cantidad de TSP nulos y el ordenamiento de los paquetes dependen de la configuración adoptada para el sistema de transmisión: Modo, intervalos de guarda, cantidad de capas jerárquicas y de segmentos por capa, además de los esquemas de modulación y codificación interna empleada en cada una de ellas.



**Figura 2.35.** Remultiplexor ISDB-Tb y flujo de transporte para difusión (BTS). Fuente: PISCIOTA Néstor, <sup>[1]</sup> (2013).

### 2.5.1.1 Flujo de transporte para difusión (BTS).

Para que sea efectiva la transmisión jerárquica se deben cumplir las siguientes condiciones:

- Cada segmento tendrá asignada una cantidad de bits de datos que se corresponderán exactamente con un número entero de paquetes TSP.
- Las capas integradas por más de un segmento tendrán asignadas un número entero de TSPs. La cantidad de paquetes enviados a cada capa podrá variar, dependiendo de la configuración de transmisión adoptada.
- La frecuencia de reloj de sincronización del flujo BTS deberá derivarse se la señal de reloj utilizada como referencia en todo el sistema, este reloj maestro es la frecuencia de muestreo de la IFFT, a partir de la cual es posible derivar todos los parámetros del sistema.
- La diferencia de retardo entre las capas jerárquicas deben ser compensados en todos los casos, desde el lado del trasmisor. El flujo BTS adecuadamente compensado responde a un patrón de ordenamiento que debe completarse dentro del periodo correspondiente a un cuadro multiplex.
- Debe asegurarse que el reloj de referencia de programa (PCR) y la información de la programación (tabla PSI) del flujo MPEG sean transmitidos por la capa jerárquica más robusta, de modo que puede ser demodulada y decodificada de manera independiente.

En base a estos criterios, cada segmento recibirá a lo largo de un cuadro OFDM de 204 símbolos, un número entero de paquetes N, de acuerdo a los modos, esquemas de modulación y codificación interna empleados. El valor de N quedara determinado por la siguiente expresión:

$$N = \frac{K_I \cdot b_P \cdot L_D}{8} \quad (2.16)$$

Dando valores a la ecuación (2.16) se obtiene los resultados de la Tabla 2.4.

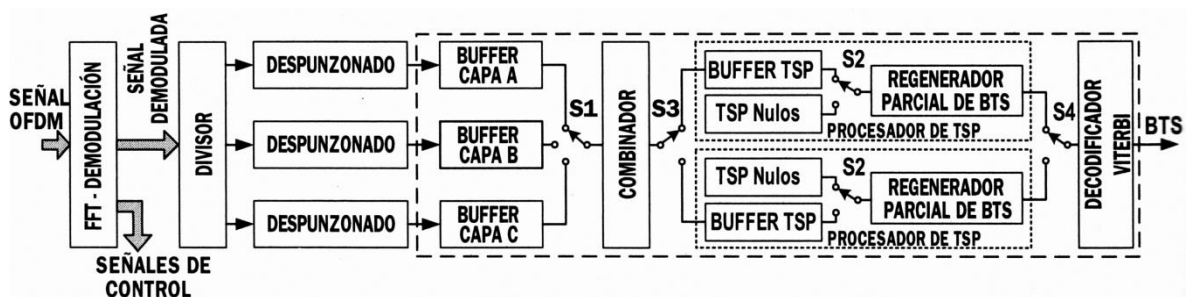
**Tabla 2.4.** Valores de N, cantidad de paquetes TSP por segmento y por cuadro OFDM. <sup>[1]</sup>

Modo	Modulación	QPSK/DQPSK					16-QAM					64-QAM				
		$K_I$	1/2	2/3	3/4	5/6	7/8	1/2	2/3	3/4	5/6	7/8	1/2	2/3	3/4	5/6
1	96	12	16	18	20	21	24	32	36	40	42	36	48	54	60	63
2	192	24	32	36	40	42	64	64	72	80	84	72	96	108	120	126
3	384	48	64	72	80	84	96	128	144	160	168	144	192	216	240	252

### 2.5.1.1.1 Receptor modelo.

Con respecto al equipo receptor es importante analizar en detalle su funcionamiento, el estándar ISDB-T<sub>b</sub> lo denomina “receptor modelo”. El flujo serie de paquetes que este receptor entrega a su salida, tiene una característica fundamental: presenta un ordenamiento específico para los TSP de datos y los TSP nulos, que depende exclusivamente de la configuración del sistema (Modo e intervalo de guarda) y de las tasas de transmisión de cada capa jerárquica. Esta disposición de paquetes es la que debe tener el flujo BTS que el remultiplexor ISDB-T<sub>b</sub> le entrega al transmisor.

Los bloques fundamentales del receptor modelo pueden verse en la Figura 2.36. Luego del proceso de FFT y demodulación de las portadoras OFDM, el divisor jerárquico separa los datos y los encamina de acuerdo a la capa jerárquica a la que pertenecen.



**Figura 2.36.** Receptor modelo del sistema ISDB-Tb. Fuente: PISCIOTA Néstor, <sup>[1]</sup> (2013).

Una vez que el divisor entrega los bits de datos a cada capa, la cantidad de bits que ingresan depende de la relación de codificación convolucional y del esquema de modulación empleado en cada capa jerárquica.

La llave S1 selecciona un *buffer* jerárquico cada vez que la cantidad de bits almacenados en alguno de ellos alcanza los 3264 bits o sea (204x8x2, equivalente a un TSP “depunzonado”), que son transferidos de manera instantánea a través de la llave S3 al *buffer* de TSP. Esto pone en evidencia que los TSP son entregados a las siguientes etapas una vez que han sido completamente procesados.

El regenerador parcial de BTS comprueba la existencia o no de datos en el *buffer* de TSP, si encuentra almacenado un paquete de datos, la llave S2 permite seleccionar el *buffer* y encamina el TSP encontrado hacia el regenerador de BTS, en el caso de no encontrar información, el regenerador parcial conmuta S2 a la posición de paquete nulo, creándose de este modo una sucesión de TSPs consecutivos en donde no existirán intervalos de tiempo vacíos.

La llave S3 se utiliza para seleccionar alternativamente una de las dos unidades procesadoras de TSP, introduciendo la señal entregada por el combinador. La conmutación de S3 se realiza al iniciar el cuadro OFDM en el Modo 1 (cada 204 símbolos) y en intervalos de 1/2 cuadros (102 símbolos) y 1/4 de cuadro (51 símbolos) para los Modos 2 y 3 respectivamente. Finalmente la llave S4 permite encaminar los flujos de TSP entregados por las unidades procesadoras.

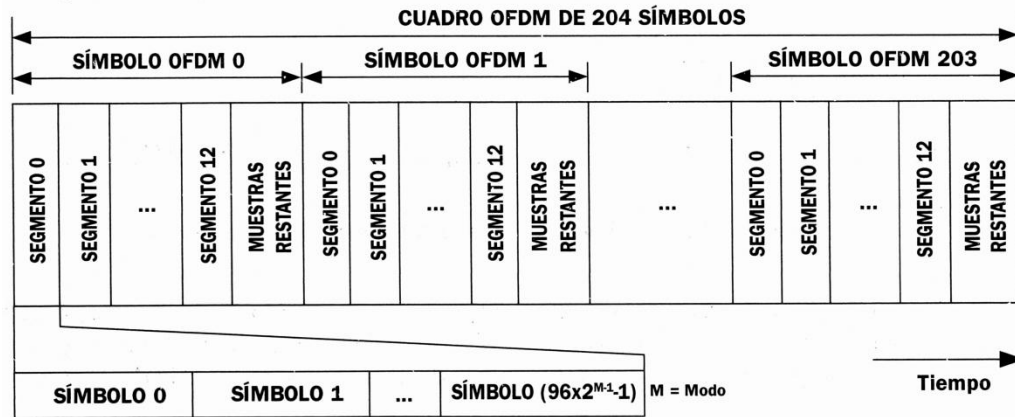
Comparando el conjunto de bloques encerrados en líneas en el receptor modelo de la Figura 2.36 con el bloque multiplexor de BTS de la Figura 2.35, se deduce que ambos tienen un funcionamiento similar. Las principales diferencias están en los *buffers* jerárquicos y los *buffers* de TSP que el multiplexor de BTS debe conmutar cada 1632 bits (204x8 es decir un TSP), ya que el remultiplexor de BTS no necesita duplicar bits a esa altura del procesamiento.

La Figura 2.37 muestra un esquema de la señal demodulada correspondiente a la sucesión de 204 símbolos, es decir un cuadro OFDM completo. Para el divisor, la tarea de identificar como están configuradas las capas jerárquicas se reduce a un simple proceso de conteo, esto debido a que:

- La señal es un flujo sincrónico serie en el que las muestras están ordenadas en forma ascendente por segmentos y por portadoras dentro de cada segmento.



- La señal de control TMCC transporta la información completa de configuración de capas (número de segmentos que las conforman, esquemas de modulación y relación de codificación convolucional entre otros).



**Figura 2.37.** Señal demodulada a la entrada del divisor jerárquico, para un cuadro OFDM. Fuente: PISCIOTA Néstor, <sup>[1]</sup> (2013).

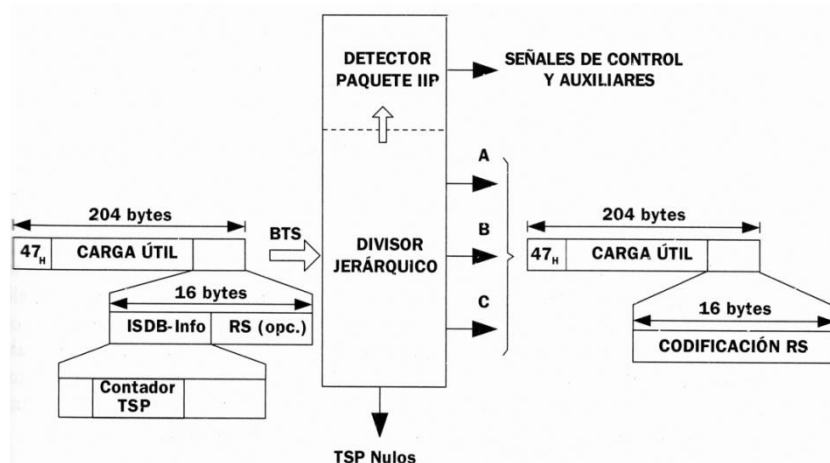
#### 2.5.1.1.2 Divisor jerárquico.

El divisor jerárquico procesa el flujo BTS recibido asignando cada TSP a la capa correspondiente y descartando los paquetes nulos, manteniendo así la máxima eficiencia posible en la tasa de transmisión de datos. En la Figura 2.38 se muestra un esquema del divisor junto con todos los procesos que en este bloque se realizan.

El divisor jerárquico detecta el paquete IIP que transporta la información de configuración y extrae los parámetros funcionales que se aplican a cada una de las capas jerárquicas, encaminándolos hacia el resto de los bloques funcionales del transmisor ISDB-T<sub>b</sub> que lo requieran para su correcto funcionamiento.

Luego de asignados cada uno de los TSP a las capas jerárquicas correspondientes, los 8 bytes del campo ISDB-Info y los 8 bytes de código RS opcional son removidos, estos campos son reemplazados en la etapa siguiente por un nuevo código RS, esta vez con una extensión de 16 bytes. Al eliminarse el campo ISDB-Info, la información correspondiente a la posición de cada TSP dentro del cuadro multiplex se pierde, esta es la razón por la cual se hace necesario el patrón de ordenamiento de los TSP del receptor modelo. Con esto es posible aprovechar el espacio

disponible para reforzar la protección de los datos transmitidos con un código RS más potente cuya capacidad de corrección es de 64 bits (un poco más del %4 del total de bits de datos del paquete).



**Figura 2.38.** Divisor jerárquico. Fuente: PISCIOTA Néstor,<sup>[1]</sup> (2013).

## 2.6 CODIFICACIÓN DEL CANAL.

En la codificación del canal se introducen los correctores FEC que se aplican al flujo de datos entrante. Además se emplean una variedad de técnicas que permiten corregir, dentro de ciertos límites, los errores de datos que se producen durante la transmisión, especialmente los errores provocados por disturbios en forma de “ráfaga” que aparecen en el canal radioeléctrico. El ruido atmosférico, la propagación multitrayectoria y las alinealidades del trasmisor, entre otros, pueden provocar errores en la secuencias de los bits transmitidos. ISDB-T<sub>b</sub> utiliza codificación *Reed-Solomon*, entrelazado de bytes y codificación convolucional de 64 estados. También se incluyen un bloque de aleatorización de datos y una etapa de ajuste de retardo, cuya misión es equalizar los tiempos de procesamiento de cada capa jerárquica que normalmente son diferentes.

## 2.7 PILOTOS, SEÑALES DE CONTROL Y AUXILIARES.

Para poder demodular correctamente las señales de televisión digital, el receptor debe realizar el muestreo durante el periodo útil del símbolo y no durante el intervalo de guarda, esto se logra con la ayuda de mecanismos de correlación, que permiten situar la ventana de tiempo en el instante preciso en el que se presenta cada símbolo. El concepto es comparable con lo que sucede en los sistemas analógicos, en donde la demodulación coherente o síncrona solo puede realizarse

correctamente cuando la portadora u subportadora generada localmente en el receptor tiene la misma frecuencia y fase que la portadora generada en el transmisor.

Además en un canal radioeléctrico típico y en condiciones de recepción móvil, el efecto *Doppler* es otro de los parámetros que intervienen en la variabilidad temporal del canal, introduciendo modulación en frecuencia en la señal. La gran mayoría de los mecanismos de estimación están basados en la inserción de pilotos dentro del flujo normal de símbolos y transportan información conocida que puede ser utilizada para la sincronización de frecuencia y para la estimación del ancho de banda *Doppler*, estos mecanismos son muy importantes porque los sistemas de portadoras múltiples como el ISDB-T<sub>b</sub> son mucho más sensibles a los errores de sincronismo que los sistemas de portadora única.

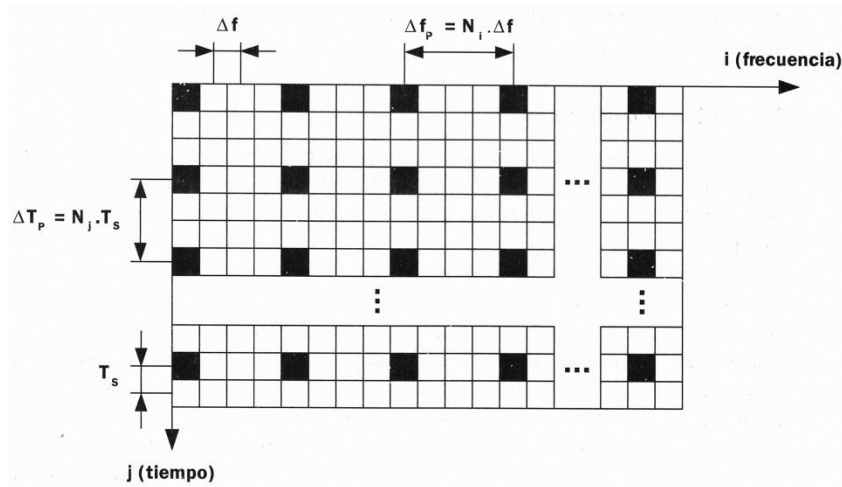
Los pilotos, señales de control y auxiliares empleados por el sistema ISDB-T<sub>b</sub> son los siguientes:

- Pilotos Dispersos (SP).
- Piloto Continuo (CP).
- Canal de Control de Configuración de Transmisión y Multiplexación (TMCC).
- Canal Auxiliar (AC1).

### **2.7.1 Pilotos Dispersos (SP).**

La sincronización de frecuencia es imprescindible cuando se utilizan esquemas de modulación sincrónica o coherente, para esto es necesario conocer el comportamiento del canal con desvanecimiento, a través de la medición de ciertas portadoras en un modelo tiempo-frecuencia discreto.

La estructura bidimensional de la señal OFDM es adecuada para acomodar una grilla de pilotos destinados a la medición y estimación del canal. En la Figura 2.39 se tiene una agrilla de este tipo, donde los pilotos son denominados “pilotos dispersos”, porque han sido distribuidos o dispersados regularmente en el tiempo y en la frecuencia dentro del canal de transmisión. Los pilotos SP cumplen funciones de sincronización y debido a que la información transmitida por estas señales es conocida, resulta posible para el receptor realizar la estimación del canal, dicha estimación puede interpolarse, rellenando los espacios que los separan y la información resultante se utiliza para ecualizar las constelaciones de las modulaciones sincrónicas.



**Figura 2.39.** Esquema de distribución de pilotos dispersos. Fuente: PISCIOTA Néstor, <sup>[1]</sup> (2013).

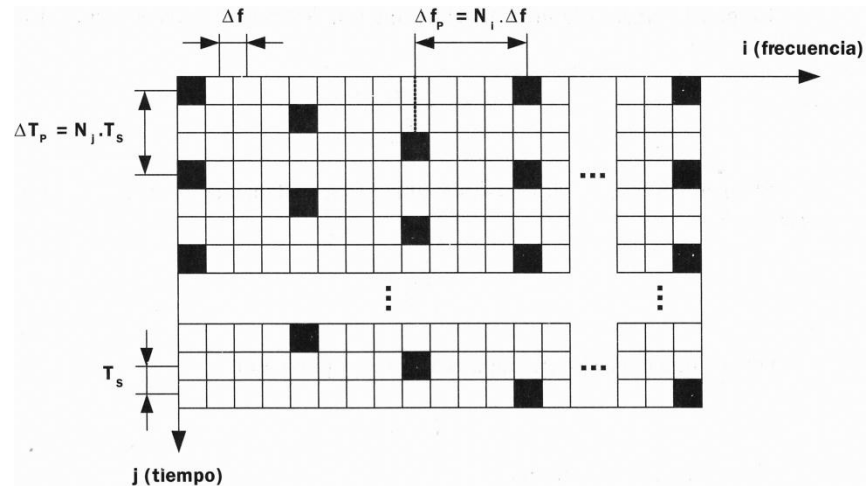
Los pilotos dispersos se insertan en la grilla frecuencia-tiempo separados por intervalos predeterminados y a través de ellos se realiza la medición del canal. De acuerdo a la Figura 2.39 se tiene una grilla rectangular, con pilotos espaciados  $\Delta f_p$  en frecuencia y  $\Delta T_p$  en el tiempo. Debe notarse que los pilotos no solo contribuyen a reducir la velocidad binaria, también reducen la energía disponible por bit y esto debe tenerse en cuenta a la hora de evaluar la eficiencia espectral del sistema.

El espaciamiento de los pilotos en tiempo y en frecuencia está condicionado fundamentalmente por:

- El efecto *Doppler*, por el valor más elevado de frecuencia *Doppler* que puede esperarse.
- El tiempo máximo de retardo de propagación de las señales reflejadas por trayectorias múltiples.

En general, en los sistemas OFDM los pilotos dispersos tiene mayor amplitud que las portadoras de datos, es decir, son amplificadas (*boosted pilots*) y por consiguiente tiene mayor energía que el resto de las portadoras. El objetivo que se persigue con esto es facilitar la detección de los pilotos. Se deduce que si se mapeara una grilla rectangular tal como la que se muestra en la Figura 2.39, aparecerían picos de potencia cada  $N$  símbolos OFDM, provocando fluctuaciones de potencia. Estas variaciones en los niveles de la señal introducen muchos problemas de diseño en los amplificadores de potencia RF, además de reducir su eficiencia, para evitar estos inconvenientes

resulta más adecuada una grilla diagonal de pilotos, cuyas características se muestran en la Figura 2.40.



**Figura 2.40.** Esquema de distribución diagonal de pilotos dispersos. Fuente: PISCOTA Néstor,<sup>[1]</sup> (2013).

Como puede observarse el cambio de posición de los pilotos dentro de la sucesión de símbolos genera un verdadero “barrido de frecuencia”, mejorando aún más la capacidad de estimación del sistema.

Finalmente resulta sencillo determinar la cantidad de pilotos SP que tendrá cada segmento, y la cantidad de portadoras que podrán asignarse a los canales TMCC y AC1 en los tres modos. El resultado se muestra en la Tabla 2.5.

**Tabla 2.5.** Distribución de tipos y cantidades de portadoras por segmento.<sup>[1]</sup>

Distribución de portadoras por segmento		Modo 1	Modo 2	Modo 3
Total de portadoras disponibles	$L_s$	108	216	432
Portadoras de datos	$L_D$	96	192	384
Portadoras para pilotos dispersos	$SP = L_s/12$	9	18	36
Control de configuración y multiplexación de transmisión	<b>TMCC</b>	1	2	4
Canales auxiliares	<b>AC1</b>	2	4	8

### 2.7.2 Piloto Continuo (CP).

Para cada modo existe una relación perfectamente definida entre la cantidad de portadoras por segmento  $L_S$  y la cantidad de portadoras totales del sistema  $L$ . Esta relación está dada por la siguiente expresión:

$$L = L_S \cdot N_S + 1 \quad (2.17)$$

La portadora de mayor frecuencia de todas las portadoras activas del sistema se asigna al Piloto Continuo (CP). La modulación aplicada a los pilotos SP y CP es BPSK.

### 2.7.3 Canal auxiliar.

Los canales AC han sido pensados para aplicaciones tales como el envío de la información de gestión de la red hacia los retransmisores y la radiodifusión sonora. En los sistemas ISDB-T<sub>b</sub> están previstos dos tipos de canales auxiliares llamados AC1 y AC2. En segmentos con modulación diferencial se pueden emplear ambos tipos, es decir, estos segmentos pueden tener simultáneamente canales AC1 y AC2. En cambio cuando se aplica modulación sincrónica o coherente a los segmentos, el único tipo de canal auxiliar que puede estar presente es el AC1. Por ejemplo, en el Modo 1 el AC1-1 ocupa la portadora número 10 del segmento 11 independientemente de si a este segmento se le aplica modulación diferencial o modulación sincrónica.

En la Tabla 2.5 se pudo observar que a cada segmento se le pueden asignar de acuerdo al modo empleado, 2, 4 y 8 canales AC1, las portadoras asignadas responden a una distribución aleatoria, tratando de disminuir los efectos de la propagación multirayectoria.

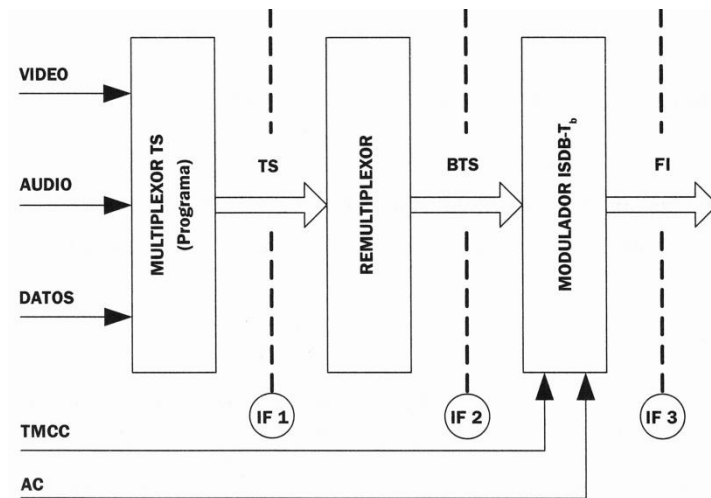
Al igual que en el caso del canal TMCC, la modulación que se aplica sobre AC1 es DQPSK, y se transmite un solo bit en cada símbolo OFDM, la modulación diferencial hace que sea necesario incluir una referencia en el primer símbolo de cada cuadro, de modo que se pueda demodular correctamente la señal. Cuando no se utiliza el canal AC1 (no se envía información adicional), se insertan continuamente bits  $b_j$  puestos a 1 como relleno, se elige este valor porque si se dejaran los bits en 0 no habría cambios de fase en la señal y AC1 se transformaría en un piloto continuo.

### 2.7.4 Multiplexación de señales de control y auxiliares.

Las señales de control y la información que se envía por los canales auxiliares, debe ser incorporada (multiplexada) en alguna de las siguientes interfaces definidas por el sistema ISDB-T<sub>b</sub>.

- IF1: Flujo binario de transporte del estándar MPEG, denominado TS, con paquetes de 188 bytes.
- IF2: Flujo BTS de paquetes TSP de 204 bytes, conformando estructuras de cuadro multiplex.
- IF3: Señal de salida de frecuencia intermedia IF.

En la Figura 2.41 pueden verse las tres interfaces descritas.



**Figura 2.41.** Interfaces del sistema ISDB-T<sub>b</sub>. Fuente: PISCIOTA Néstor,<sup>[1]</sup> (2013).

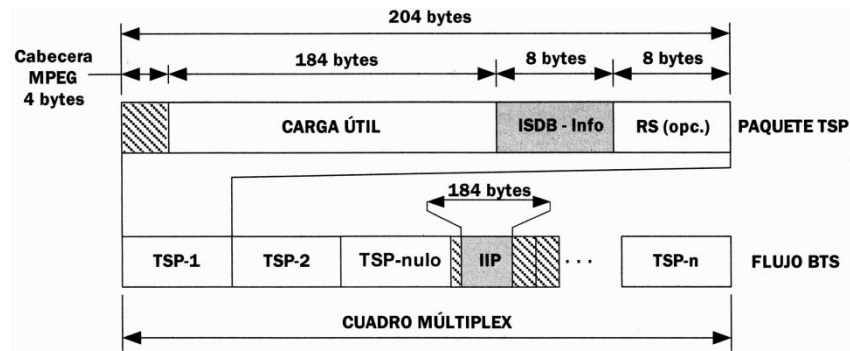
En ISDB-T<sub>b</sub> se ha establecido que las señales de control y las informaciones auxiliares sean incorporadas en la interfaz IF2 es decir en el BTS, y por esta razón la norma habla de “multiplexación de la información de control de transmisión”. En consecuencia, el remultiplexor debe ser diseñado para cumplir con todas estas funciones. Normalmente los moduladores también tienen sus propias interfaces que permiten ingresar los parámetros de configuración del transmisor (TMCC) y la información para ser transportada por los canales auxiliares (AC).

La interfaz IF3 es utilizada cuando la señal que se distribuye a todos los transmisores de una red de frecuencia única (SFN) es la salida OFDM de FI de un único modulador, que está ubicado en la cabecera de la red.

El estándar ISDB-T<sub>b</sub> dispone de dos esquemas de multiplexación, según las características de las señales de control o información auxiliar que se deban incorporar al BTS:

- a) Multiplexación en el campo ISDB-Info de cada TSP.
- b) Multiplexación en el IIP, ISDB *Information Packet*, paquete TSP dedicado para estas aplicaciones.

En la Figura 2.42 pueden verse conceptualmente los dos esquemas mencionados.

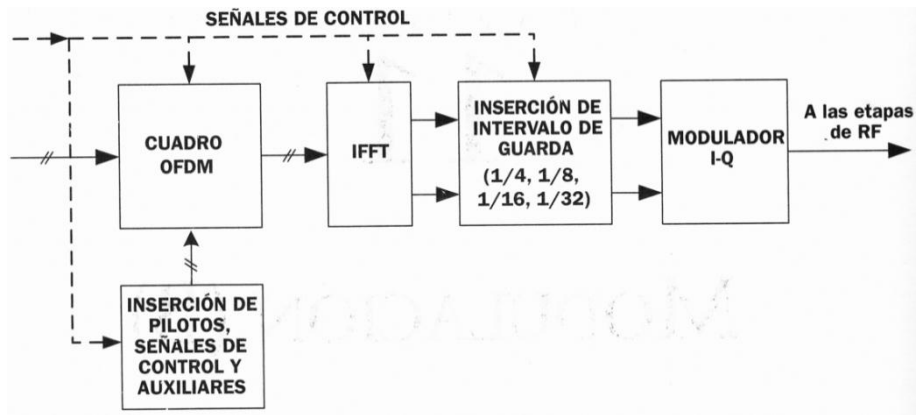


**Figura 2.42.** Esquemas de multiplexación para la información de control y auxiliar. Fuente: PISCIOTA Néstor,<sup>[1]</sup> (2013).

## 2.8 MODULACIÓN.

La cadena de modulación del sistema ISDB-T<sub>b</sub> comienza con el bloque de conformación del cuadro OFDM, donde se incorpora la información suministrada por los pilotos y las señales auxiliares y de control. A continuación sigue el procesador que calcula la transformada IFFT donde las secuencias de símbolos se convierten en una señal compleja en el dominio del tiempo, luego continua la etapa de inserción del intervalo de guarda y finalmente el modulador I-Q, donde se obtiene una señal OFDM real en el dominio del tiempo, en frecuencias intermedias. En la Figura 2.43 se muestra los bloques funcionales de la modulación del transmisor ISDB-T<sub>b</sub>.





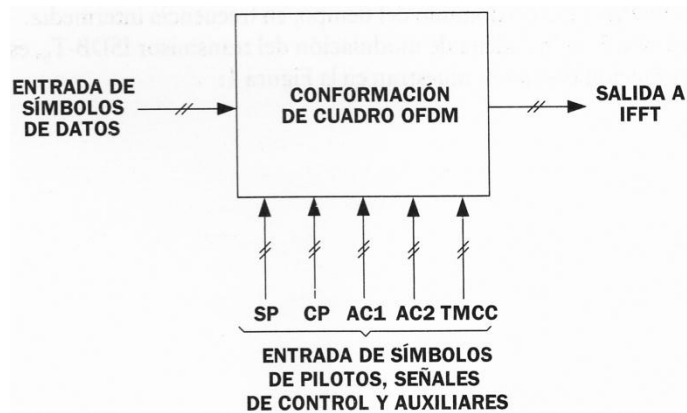
**Figura 2.43.** Bloques de la etapa de modulación. Fuente: PISCIOTA Néstor,<sup>[1]</sup> (2013).

### 2.8.1 Estructura y conformación del cuadro OFDM.

Una vez completado el entrelazamiento en tiempo y en frecuencia de los símbolos de datos, en esta etapa se conforma la estructura final del cuadro OFDM, incorporando los símbolos correspondientes a las siguientes señales.

- Pilotos Dispersos (SP).
- Piloto Continuo (CP).
- Canal de Control de Configuración de Transmisión y Multiplexación (TMCC).
- Canal Auxiliar (AC1).

En la Figura 2.44 se muestra un esquema con todas las señales que ingresan a esta etapa:



**Figura 2.44.** Señales para la conformación del cuadro OFDM. Fuente: PISCIOTA Néstor,<sup>[1]</sup> (2013).

El estándar ISDB-T<sub>b</sub> contempla la posibilidad de emplear modulación diferencial para la transmisión de datos, donde la configuración es totalmente distinta a las modulaciones sincrónicas (QPSK, 16-QAM, 64-QAM), se analizara la estructura de estas últimas debido a su mayor empleo en televisión digital. En la Tabla 2.6 se muestra la distribución de las portadoras disponibles por segmento.

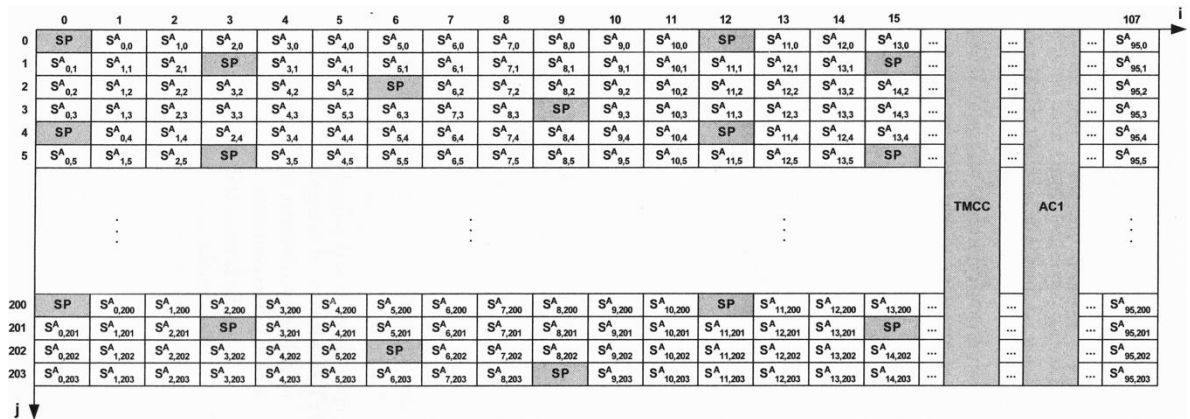
**Tabla 2.6.** Distribución de portadoras por segmento. <sup>[1]</sup>

Distribución de portadoras		Modo 1	Modo 2	Modo 3
Esquema de modulación de las portadoras		QPSK/16-QAM/64-QAM		
Total de portadoras	$L_S$	108	216	432
Portadoras de datos	$L_D$	96	192	384
Pilotos dispersos	SP	9	18	36
Control de configuración y multiplexación de transmisión	TMCC	1	2	4
Canales auxiliares	AC1	2	4	8
Piloto continuo	CP	1	1	1
Portadora asignada a CP	$L_{CP}$	1404	2808	5616

El combinador jerárquico ordena los símbolos de datos secuencialmente y en orden ascendente sin que existan espacios entre ellos. Al considerar la inserción de los símbolos correspondientes a las señales auxiliares el bloque de conformación del cuadro OFDM debe realizar las siguientes operaciones:

- Cambiar el ordenamiento de los símbolos de datos entregado por el combinador jerárquico, esto es, asignarlos a las portadoras que ocuparán definitivamente el espectro de frecuencias transmitido.
- Incorporar los símbolos correspondientes a los pilotos SP y a los canales TMCC y AC1 dentro de cada segmento, en sus posiciones correspondientes, al intercalar estas señales se romperá la continuidad de los símbolos de datos.

En la Figura 2.45 se aprecia la configuración de un segmento con modulación sincrónica en el Modo 1, para una sucesión de 204 símbolos (cuadro OFDM). La nomenclatura  $S_{i, j, k}^A$  es la correspondiente a los símbolos luego de realizados los procesos de entrelazamiento inter-segmentos, rotación y aleatorización. El cuadro OFDM completo estará compuesto por estructuras semejantes para cada uno de los 13 segmentos.



**Figura 2.45.** Estructura del segmento para modulación sincrónica (Modo 1). La posición de los canales TMCC y AC1 es diferente para cada segmento. Fuente: PISCIOTA Néstor, <sup>[1]</sup> (2013).

### 2.8.2 Transformada rápida inversa de Fourier (IFFT).

Para poder calcular la IFFT, el procedimiento es el siguiente:

- Deben tomarse grupos de  $(2^{M-1} \times 108 \times 13) + 1$  símbolos de datos y señales auxiliares, donde el adicional es el piloto continuo CP. Esta cantidad de símbolos complejos para el total de 13 segmentos conforman un símbolo OFDM.
- La IFFT debe ser de módulo  $2^p \geq (2^{M-1} \times 108 \times 13) + 1$ . Todos valores se resumen en la Tabla 2.7.

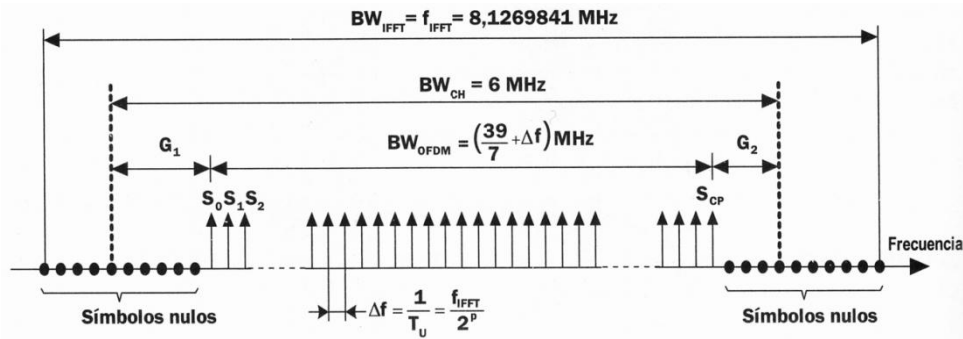
**Tabla 2.7.** Parámetros y valores de la IFFT para los tres modos. <sup>[1]</sup>

Modo (M)	$\Delta f$ (KHZ)	Símbolos activos		IFFT			Símbolos nulos		
		Total	$BW_{OFDM}$ (MHZ)	p	Modulo	BW (MHZ)			
1	250/63	1405	L $\Delta f$	5,575	11	2048	2K	8,126	643
2	125/63	2809		5,573	12	4096	4K		1287
3	125/126	5617		5,572	13	8192	8K		2575

- Los  $(2^{M-1} \times 108 \times 13) + 1$  símbolos activos, más los nulos deben ser procesados en el mismo instante de tiempo. Esto significa realizar una conversión serie-paralelo de los símbolos e ingresarlos como un bloque o vector al procesador IFFT.

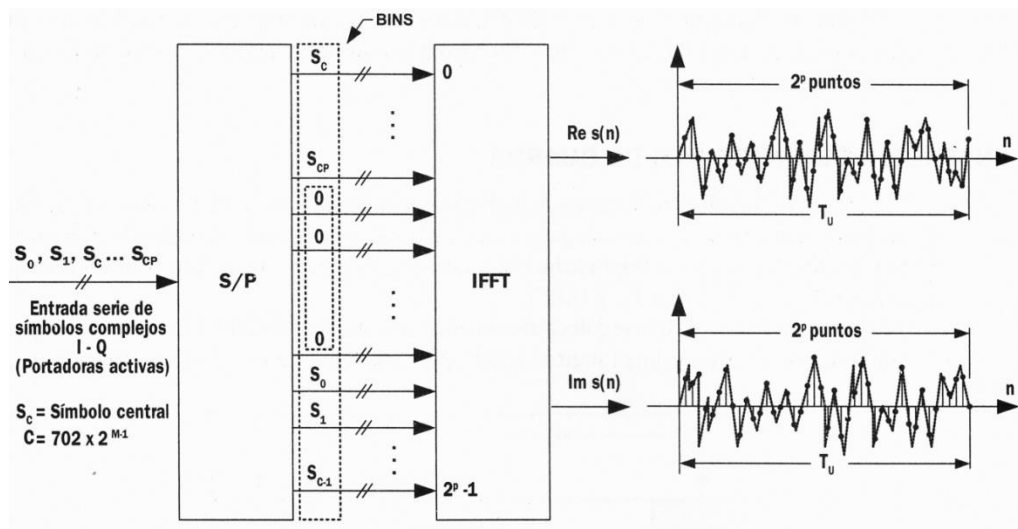
En la Figura 2.46 pueden verse la totalidad de los símbolos necesarios para el cálculo de la IFFT, claramente se observan las portadoras activas y los nulos, las primeras portadoras determinan el

ancho de banda de la señal OFDM ( $BW_{\text{COFDM}}$ ), mientras que los símbolos se reparten en iguales cantidades por encima y por debajo de la señal, además las bandas de guarda no son iguales siendo  $G_1 > G_2$ , efecto que se consigue con solo desplazar hacia arriba la frecuencia central.



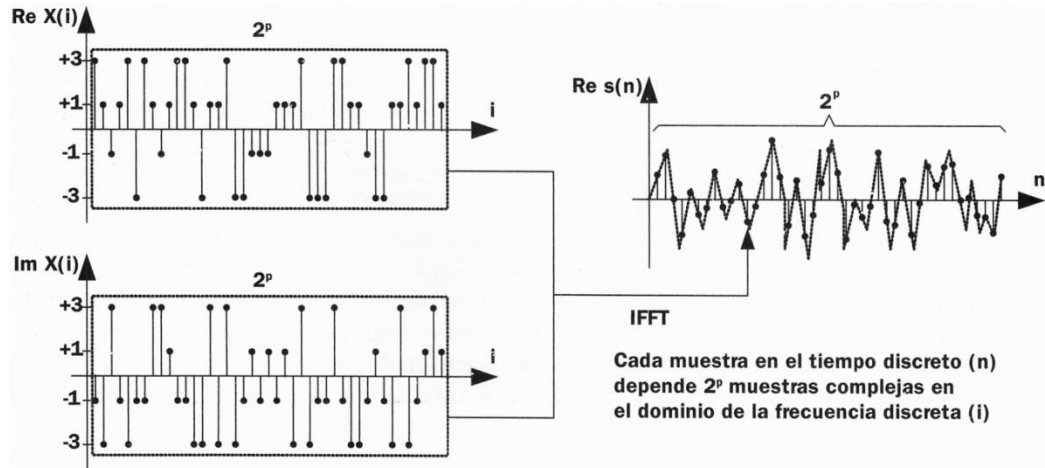
**Figura 2.46.** Símbolos de portadoras activas y símbolos nulos para el cálculo de la IFFT. Fuente: PISCIOTA Néstor, <sup>[1]</sup> (2013).

En la Figura 2.47 se detalla el esquema de procesamiento de los símbolos para el cálculo de la IFFT. Puede verse el agregado de los nulos y las salidas de las partes real e imaginaria en el dominio del tiempo discreto.  $S_0$  es el primer símbolo del segmento 11,  $S_c$  es el central y  $S_{cp}$  corresponde al piloto continuo el mismo que aparece una vez que se han completado los símbolos de los 13 segmentos.



**Figura 2.47.** Entrada de símbolos ( $S_j$ ), procesamiento IFFT y salida de muestras  $[s(n)]$ . Fuente: PISCIOTA Néstor, <sup>[1]</sup> (2013).

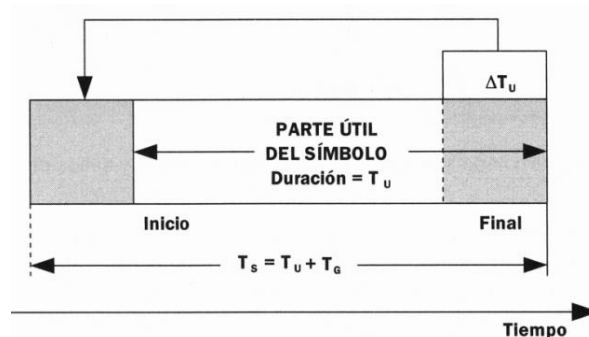
Cada una de las muestras que conforman la señal  $s(n)$  en el dominio del tiempo discreto depende de la totalidad de los símbolos complejos de entrada, tanto los que corresponden a las portadoras activas como a los símbolos nulos. La Figura 2.48 nos indica una muestra de la parte real de la señal en el dominio del tiempo discreto.



**Figura 2.48.** Cálculo de un punto de la IFFT en el dominio del tiempo discreto. Fuente: PISCIOTA Néstor,<sup>[1]</sup> (2013).

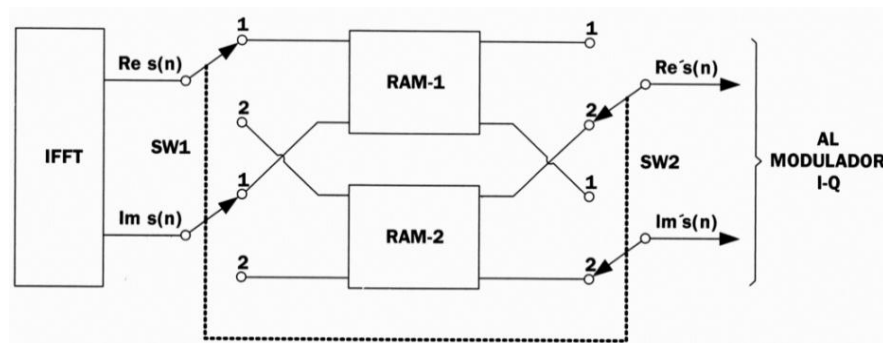
### 2.8.3 Inserción del intervalo de guarda.

Una vez que ha sido generada la señal OFDM por aplicación de la IFFT y esta se encuentra en el dominio del tiempo discreto, el siguiente paso consiste en agregar el intervalo de guarda al símbolo OFDM generado. Los valores de los intervalos pueden ser  $1/4T_U$ ,  $1/8T_U$ ,  $1/16T_U$ , y  $1/32T_U$ . El intervalo colocado al comienzo de cada símbolo OFDM está formado por el tramo final de este y tiene una longitud igual a  $\Delta T_U$ .



**Figura 2.49.** Concepto de intervalos de guarda. Fuente: PISCIOTA Néstor,<sup>[1]</sup> (2013).

En la Figura 2.50 pueden verse los bloques necesarios para generar e insertar el intervalo de guarda en la posición correspondiente. De acuerdo al modo empleado, el bloque IFFT generara 2048, 4096 u 8192 muestras complejas (con parte real e imaginaria) en el dominio del tiempo, es decir  $2^{10+M}$ , donde M es el Modo. El proceso de colocar la parte final del símbolo en el comienzo del mismo implica que previamente deberán almacenarse la totalidad de las muestras temporales que lo conforman, con el consiguiente retardo. Cada muestra compleja entregada por la etapa IFFT es escrita en una de las dos memorias RAM disponibles, la cual es seleccionada por medio de la llave SW1, una vez que se han almacenado la totalidad de las muestras, el sistema busca la parte final del símbolo y copia las muestras correspondientes en los registros iniciales reservado para ese fin. Completada la construcción del símbolo con su intervalo de guarda, la llave SW2 selecciona la RAM donde se encuentra el símbolo terminado.



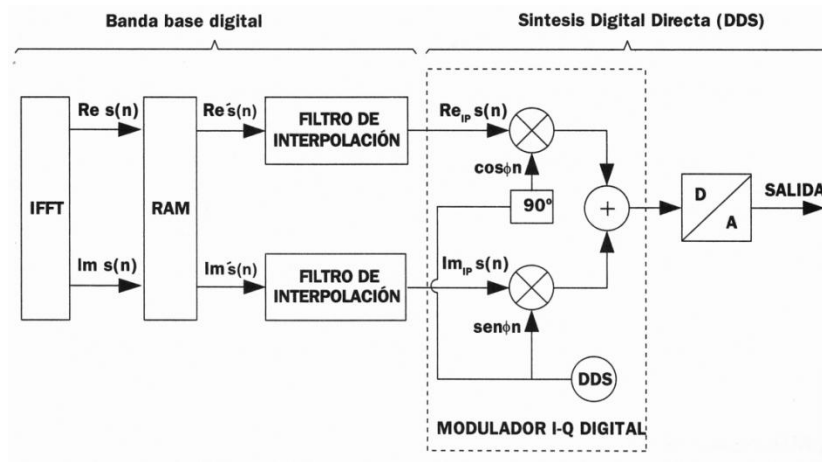
**Figura 2.50.** Inserción del intervalo de guarda. Fuente: PISCIOTA Néstor,<sup>[1]</sup> (2013).

#### 2.8.4 Modulador I-Q.

Las memorias RAM almacenan una sucesión de muestras complejas (parte real e imaginaria) en el dominio del tiempo, en la etapa siguiente es necesario combinar estas dos secuencias en un modulador I-Q, con el objetivo de generar el símbolo OFDM y obtener una señal RF real en el dominio del tiempo.

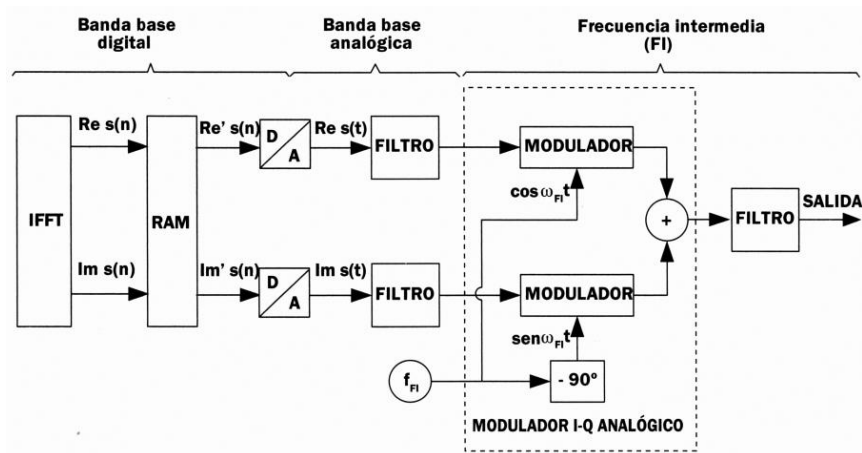
La Figura 2.51 emplea un modulador I-Q digital el mismo que produce símbolos OFDM  $s(n)$  completamente digitales, emplea la técnica de Síntesis Digital Directa (DDS), razón por la cual necesita una frecuencia intermedia de conversión que está por encima de la banda base por debajo de la frecuencia intermedia de salida RF.

Este modulador presenta algunas ventajas, ya que los dos circuitos de procesamiento de I y Q son completamente digitales, esto permite un apareamiento perfecto, porque se eliminan los problemas introducidos por el desbalance de ganancias y de adaptación de impedancias que existen entre los dos caminos cuando ambos son analógicos. Una vez realizada la conversión D/A, todo el procesamiento analógico se realiza sobre una sola vía de señal única.



**Figura 2.51.** Modulador I-Q digital. Fuente: PISCIOTA Néstor,<sup>[1]</sup> (2013).

Una segunda forma de implementación es mediante un modulador I-Q analógico, cuyos bloques se muestran en la Figura 2.52.



**Figura 2.52.** Modulador I-Q analógico. Fuente: PISCIOTA Néstor,<sup>[1]</sup> (2013).

Para generar la señal de salida OFDM, es necesario contar con:

- El conjunto de símbolos complejos  $S_j$  que representan a los datos, señales de control y auxiliares.
- Una determinada cantidad de símbolos nulos que permitirán completar las portadoras necesarias a la entrada del procesador IFFT.

El modulador I-Q realizara una conversión de frecuencia, trasladando las señales de banda base desde el valor de CC (frecuencia cero Hertz) hasta la frecuencia intermedia FI, cuyo valor esta estandarizado y se obtendrá finalmente una señal  $s(t)$  en RF.

### **2.8.5 Bandas de guarda para canales ISDB-T<sub>b</sub>.**

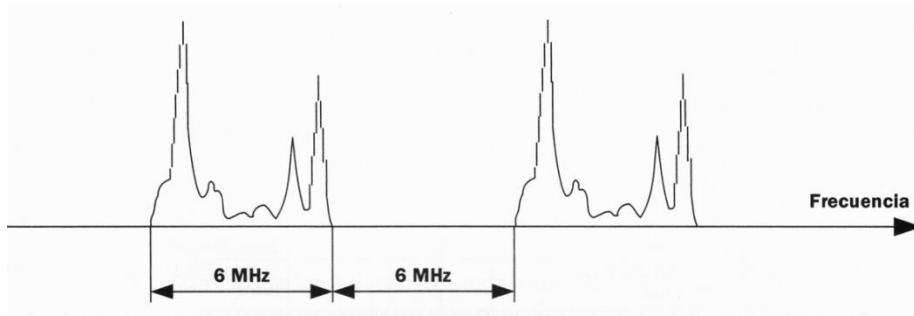
En la gran mayoría de los servicios de radiocomunicaciones, no es posible utilizar todo el ancho de banda disponible en el canal asignado, y deben dejarse espacios libre de señal en los extremos inferior y superior del canal, espacios conocidos como “bandas de guarda” y su ancho depende del tipo de servicio y de las pendientes que presente la envolvente del espectro transmitido.

Las bandas de guarda son una medida de seguridad necesaria para reducir el riesgo de interferencia sobre los canales adyacentes. El sistema ISDB-T<sub>b</sub> reserva un segmento de los 14 en los que se divide el ancho del canal para las bandas de guarda, esto significa que deberá repartirse un espacio de 428,57 KHz entre las banda  $G_1$  y  $G_2$ .

$$G_1 + G_2 = 428,57 \text{ KHz} \quad (2.18)$$

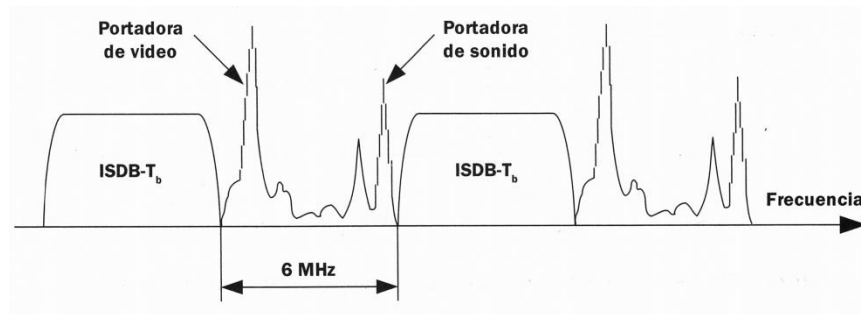
En la planificación de frecuencia para servicios de televisión analógica se establece que dentro de una misma área de servicio, los canales deben ser asignados con un espaciamiento de 6 MHz entre ellos, es decir, a canal de por medio, sin que este permitida la explotación de los canales adyacentes. Esto se hace para prevenir toda posibilidad de interferencia, quedando el espectro como se muestra en la Figura 2.53.





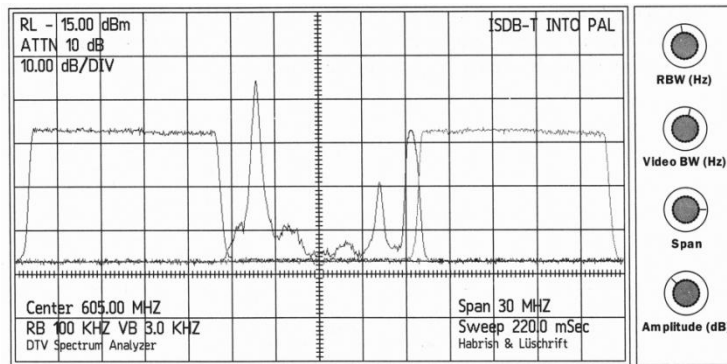
**Figura 2.53.** Asignaciones de canales de televisión analógica. Fuente: PISCIOTA Néstor,<sup>[1]</sup> (2013).

Las emisiones de televisión digital se irán incorporando gradualmente y durante la transmisión convivirán con las transmisiones analógicas. Actualmente las estaciones de televisión analógica operan en la banda de VHF ocupando los canales 2 al 6 y 7 al 13 y en la banda UHF en los canales 14 al 69. Por lo tanto se deben otorgar todas las asignaciones de frecuencia que resulten posibles, dejando de lado el espaciamiento de 6 MHz entre emisoras. Con asignaciones mixtas, el espectro se vería aproximadamente como lo muestra la Figura 2.54.



**Figura 2.54.** Asignaciones mixtas de canales de TV (analógico y digitales). Fuente: PISCIOTA Néstor,<sup>[1]</sup> (2013).

Se puede apreciar que la separación entre la portadora de video y la señal ISDB-T<sub>b</sub> es mayor que la separación entre esta y la portadora de sonido. En la Figura 2.55 puede verse la imagen entregada por la pantalla de un analizador de espectro durante una práctica real efectuado con emisiones ISDB-T<sub>b</sub> y PAL en canales adyacentes.

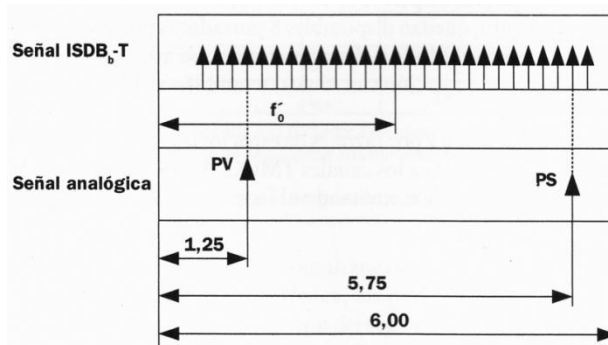


**Figura 2.55.** Señales ISDB-Tb y PAL en canales adyacentes. Fuente: PISCIOTA Néstor, <sup>[1]</sup> (2013).

El número de portadoras nulas para las bandas de guarda que adopta el sistema ISDB-T<sub>b</sub> son las siguientes:

- $G_1= 90$  y  $G_2= 18$  para el Modo 1.
- $G_1= 180$  y  $G_2= 36$  para el Modo 2.
- $G_1= 360$  y  $G_2= 72$  para el Modo 3.

Se puede presentar el caso de operación cocanal de una emisora analógica y una emisora ISDB-T<sub>b</sub>, que aunque se encuentren ubicadas a una distancia adecuada, pueden interferir en zonas marginales de sus áreas de servicio. La mejor relación señal útil a señal interferente se consigue cuando hay coincidencia entre portadoras analógicas y portadoras OFDM. La Figura 2.56 indica la coincidencia de las portadoras ISDB-T<sub>b</sub> con las portadoras de video y sonido del canal analógico.



**Figura 2.56.** Coincidencia de portadoras OFDM y portadoras analógicas. Fuente: PISCIOTA Néstor, <sup>[1]</sup> (2013).

Finalmente y con respecto a nuestro estudio tenemos que la principal ventaja de las redes SFN es la posibilidad de transmitir el mismo programa, con transmisores que operan en la misma frecuencia en áreas de cobertura superpuestas, a diferencia de las redes analógicas donde esto definitivamente no es factible.

La operación de múltiples transmisores en la misma frecuencia, implica un importante ahorro de espectro para los planificadores, ya que permite adjudicar una sola frecuencia al mismo radiodifusor en toda el área de servicio, normalmente una región bastante amplia.

Para que esto resulte posible, deben cumplirse algunas condiciones básicas y otras más específicas, las condiciones básicas son las siguientes:

- Operar en la misma frecuencia
- Transmitir el mismo programa
- Transmitir la misma información, es decir los mismos bits de manera sincronizada en todos los transmisores de la red. Esto significa:
  - Utilizar la misma relación de codificación convolucional y el mismo esquema de modulación
  - Emplear el mismo Modo e intervalo de guarda. El intervalo de guarda es el elemento fundamental que posibilita el funcionamiento de las redes SFN.
  - Utilizar el mismo canal virtual (número que identifica al programa transmitido en la guía de canales).
- Los “ecos” provenientes de varios transmisores de la red que llegan a un determinado punto de recepción, deben hacerlo dentro del intervalo de guarda con el cual se ha configurado la red. En una SFN, se denomina “eco” a todas las demás señales que llegan a la antena, además de la señal directa. Existen métodos para sincronizar señales que llegan fuera del intervalo de guarda, las mismas que podrían causar interferencia intersímbolos e imposibilitarían el correcto funcionamiento de la red.

## CAPÍTULO 3

### 3. ANÁLISIS Y DISEÑO TÉCNICO DE LA RED DE TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE PARA LA ESTACIÓN ECOTEL-TV.

#### 3.1 SITUACIÓN ACTUAL DE LA ESTACIÓN ECOTEL-TV.

La arquitectura para la televisión en los últimos años no ha tenido cambios significativos, razón por la cual la migración a la televisión digital tampoco cambiará totalmente la estructura de este esquema. Con el advenimiento de la digitalización, actualmente, las estaciones de radiodifusión han ido incorporando equipos digitales; como cámaras, mezcladores, controles maestros, y procesadores de video y audio, caso que no sucedía con lo relacionado a los enlaces microondas del tipo STL y la respectiva difusión o *Broadcast*, las cuales aún mantienen sus características analógicas.

A continuación se realizará una descripción completa de la infraestructura interna y externa que posee la estación de radiodifusión ECOTEL-TV, para determinar los equipos que pueden ser reutilizados en el sistema digital, y de esta forma puedan operar simultáneamente en los formatos análogo y digital.

La estación ECOTEL-TV comenzó con emisiones de prueba en febrero de 1997, la inauguración del canal se realizó el 10 de mayo de 1997 y su programación de arranque fueron ocho espacios en vivo de los cuales cuatro de ellos fueron noticieros.

De acuerdo a los datos del Consejo Nacional de Radio y Televisión del Ecuador – CONARTEL<sup>11</sup> a continuación se detallan las características generales de la estación.

---

<sup>11</sup> CONARTEL actualmente llamada CONATEL. Todas las atribuciones y competencias que en la Ley de Radiodifusión y Televisión tenía CONARTEL, las tiene ahora CONATEL.

**Tabla 3.1. ECOTEL-TV datos generales.** <sup>[21]</sup>

Parámetros	Autorizado
Nombre del concesionario	German Ramiro Cueva Atarihuana
Nombre de la estación	ECOTEL-TV
Categoría de la estación	Comercial Privada
Tipo de servicio	Televisión Abierta
Dirección de estudio	Loja, 18 de noviembre 13 – 15 y Lourdes
Fecha del contrato de concesión	14 de agosto de 1995
Vigencia de la renovación	Desde el 14 de agosto del 2005 hasta el 20 de agosto del 2016

**Tabla 3.2. ECOTEL-TV datos técnicos.** <sup>[22]</sup>

Cobertura y ubicación geográfica	
Cobertura Principal	Loja
Ubicación transmisor	Cerro Guachichambo (Ventanas)
Coordenadas Geográficas	04°01'17" S 79°14'34" O
Tipo de estación	Matriz
Frecuencia Principal	22 UHF
Sistema Radiante	
Altura de la antena	20 m
Tipo de antena	Arreglo de 6 paneles
Ganancia	12 dBi
Polarización	Horizontal
Azimut	0°
Sistema de Transmisión	
Potencia PER	5248 W
Perdidas	2,33 dB

### 3.1.1 Descripción de la Infraestructura Interna.

Las diferentes áreas con las que cuenta ECOTEL-TV para producción y postproducción son las siguientes:

#### 3.1.1.1 Área de Estudio o Set.


El estudio de televisión es un espacio cerrado y dispone de un sistema de iluminación artificial compuesto por reflectores de alta potencia capaces de iluminar un área determinada, aquí es donde se ubica la escenografía y el decorado para ambientar determinado programa.

Este lugar o espacio cuenta con un buen aislamiento acústico que impide que el ruido del exterior entre al estudio y se registre en los micrófonos, además el Estudio cuenta con un sistema de tres cámaras de televisión que registra simultáneamente la misma acción desde tres puntos de vista.



**Figura 3.1.** Área de estudio o Set.

**Tabla 3.3.** Equipos usados en el Área de estudio o Set.

Área	Equipo	Uso	Figura
Estudio o Set.	Cámara de Video Profesional: JVC GY-DV500 DV CAMCORDER.	Producción y Postproducción.	

### 3.1.1.2 Área de Dirección de Cámaras.

Una vez registrada la imagen por las tres cámaras de estudio, esta información se envía a una consola mezcladora (*mixer*) operada por un técnico, el lugar donde se realiza este proceso es el Área de Dirección de Cámaras. El técnico observa las tres imágenes en cuatro monitores denominados de referencia, las selecciona y las mezcla, estableciendo el orden en que serán

grabadas o enviadas al control para su grabación o emisión al aire, así mismo, él es el encargado de dar las respectivas indicaciones a los camarógrafos de cómo y cuándo emplazar las cámaras y efectuar los encuadres precisos.

En esta área también se controla la iluminación, la inserción de fotografías fijas, o videos que complementan la transmisión de la programación.





**Figura 3.2.** Área de Dirección de Cámaras.

**Tabla 3.4.** Equipos utilizados en el Área de Dirección de Cámaras.

Área	Equipo	Uso	Figura
	Monitor: TV LG CP-14J52A.	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Referencia de cámaras de estudio.</li> <li>-Referencia de señal de programa.</li> <li>-Referencia previa.</li> <li>-Referencia VTR.</li> </ul>	

Dirección de Cámaras.	Mezcladora y sincronizador de video: SONY DFS-300 DME SWITCHER.	Mezclador de video para producción y postproducción de programas pregrabados y en vivo.	
	Videocasetera: JVC SR-DVM70.	Graba y reproduce cintas DV y MiniDV.	
	Sistema intercomunicador: TELIKOU INTERCOM MS-800.	Proporciona comunicación entre las áreas de producción de la estación.	
	Grabador: TOSHIBA DVR620 DVD RECORDER.	Graba y reproduce formatos VHS y DVD.	
	Videocasetera: SONY VIDEO CASSETTE RECORDER SVO-1630.	Graba y reproduce videos VHS VCR.	
	Videocasetera: Sony DSR-11 DVCAM Digital VIDEOCASSETTE RECORDER.	Graba y reproduce cintas DV y MiniDV.	
	Videocasetera: VHS SONY SLV-X510.	Graba y reproduce el formato VHS.	
	Reproductor de DVD: LG / DV457.	Reproduce formatos como DVD, VCD, MP3.	
	Compresor/ limitador de audio: SYMETRIX 501 PEAK/RMS COMPRESSOR /LIMITER.	Controlador de rango dinámico de precisión destinado para su uso en las aplicaciones de audio profesionales.	
Distribuidor amplificador de video: HN/VDA (# 100-0-008).	Toma una señal de entrada de vídeo de banda base individual y genera copias de esa señal para conducir a varias salidas.		



	Sistema de audio inalámbrico: TAKSTAR TS-7900.	Sistemas de audio inalámbrico.	
	Switcher: VERTICAL INTERVAL VIDEO SWITCHER 55V.	Conmutador de video al aire, dispositivos con una misma fuente de sincronización, proporciona las transiciones.	





### 3.1.1.3 Área de Audio o Sonido.

Es esta área, el audio se registra en uno o varios micrófonos muy sensibles colocados en pedestales para los actores, además se cuenta con pequeños micrófonos (corbateros) en el vestido de los actores. El operador de audio controla la consola principal donde el audio se puede modificar (distorsionar, amplificar o mezclar), o añadirle un fondo musical a las producciones para conferirle un carácter particular.



**Figura 3.3.** Área de Audio.

**Tabla 3.5. Equipos utilizados en el Área de Audio.**

Área	Equipo	Uso	Figura
Área de Audio.	Consola de audio: AMERICAN SOUND AS-MX116.	Mezclador de Audio para producción y preproducción.	
	Micrófonos de mano: SHURE SM58.	Utilizados en producción y postproducción de programas en vivo y pregrabados.	
	Micrófonos inalámbricos: SENNHEISER SKM 100 835 G3.	Utilizados en producción y postproducción de programas en vivo y pregrabados.	
	Micrófonos inalámbricos de corbata: SENNHEISER EW-112P G3.	Utilizados en producción y postproducción de programas en vivo y pregrabados.	

#### 3.1.1.4 Área de Edición o Postproducción.

En esta área se efectúa la respectiva postproducción del video, e inicia cuando se completa la grabación y continúa hasta que el programa esté listo para que el control master la emita. La característica más importante de esta área es la edición, montaje en la señal de video y además la inserción de un conjunto de sonidos.

Se debe tener en cuenta que la edición puede comenzar durante la producción, cuando las tomas son con una sola cámara. La filmación o grabación es revisada más tarde por el Director y el Productor en el orden de grabación, después los editores cortan las distintas tomas y las montan en escenas. El Director ve primero el montaje y lo modifica a su gusto.

El montaje definitivo se entrega al departamento de sonido, el mismo que se encarga de preparar las pistas de sonido, efectos de sonido, diálogos para obtener en una sola pista la mezcla final.

Adicionalmente y como último paso de la postproducción es la adición de efectos ópticos tales como: títulos de crédito, efectos especiales, animaciones y correcciones de color.



**Figura 3.4.** Área de Edición o Postproducción.

#### **3.1.1.5 Área de Control Master.**

El área de Control Master es la encargada de que toda la programación vaya ingresando correctamente según la guía de programación previamente preparada, en caso de que ocurra algún inconveniente con la señal, los operadores cortan la programación con algún aviso y la restablecen en el menor tiempo posible. El operador de esta área puede observar en sus monitores las siguientes señales:



- La acción desarrollada en el estudio.
- Los spots comerciales.
- La identificación de canal y estación.
- La imagen que en ese momento está al aire.






Finalmente la programación está completa y lista para poder enviarse al transmisor del enlace STL.

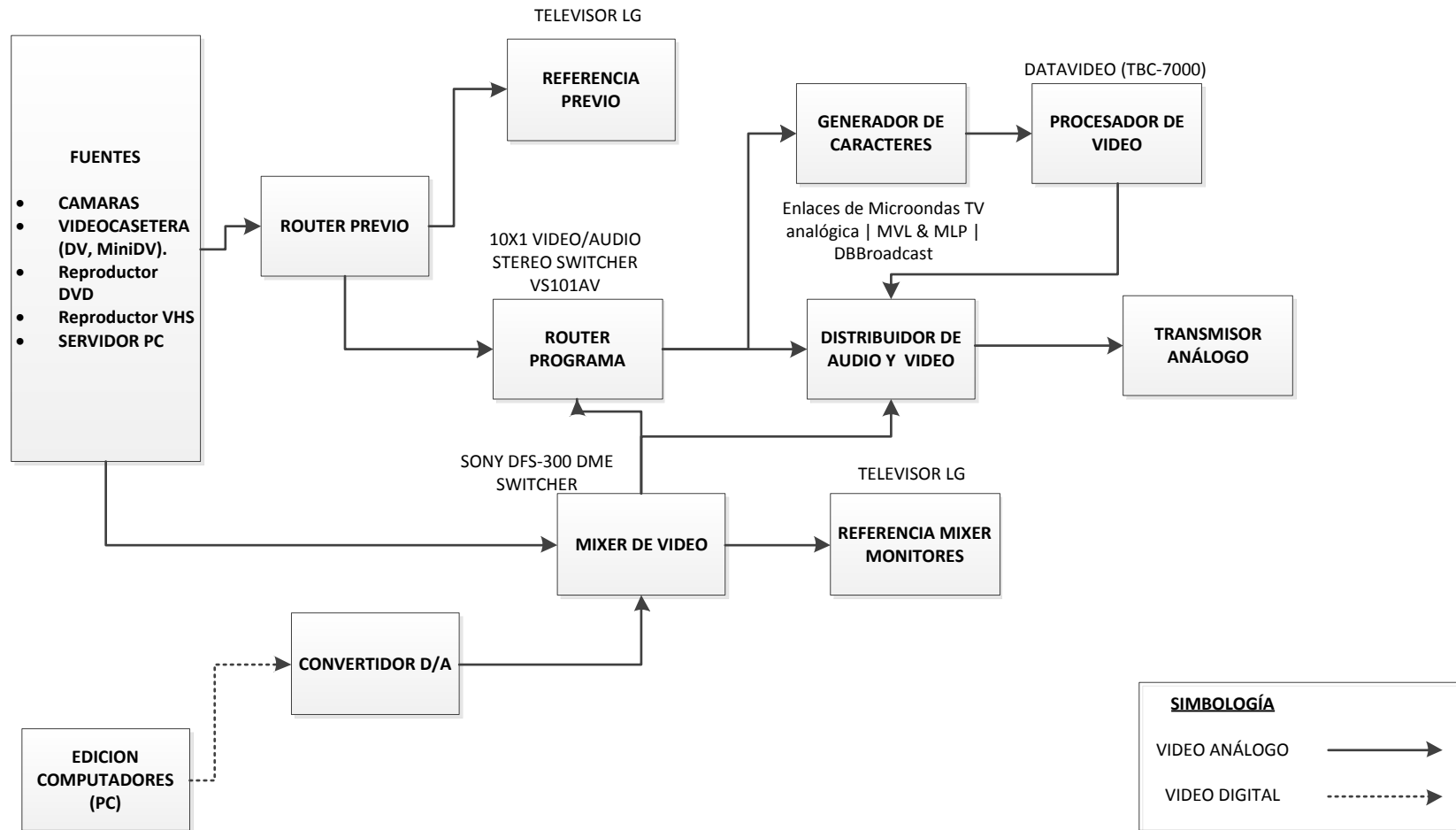


**Figura 3.5.** Área de Control Master.

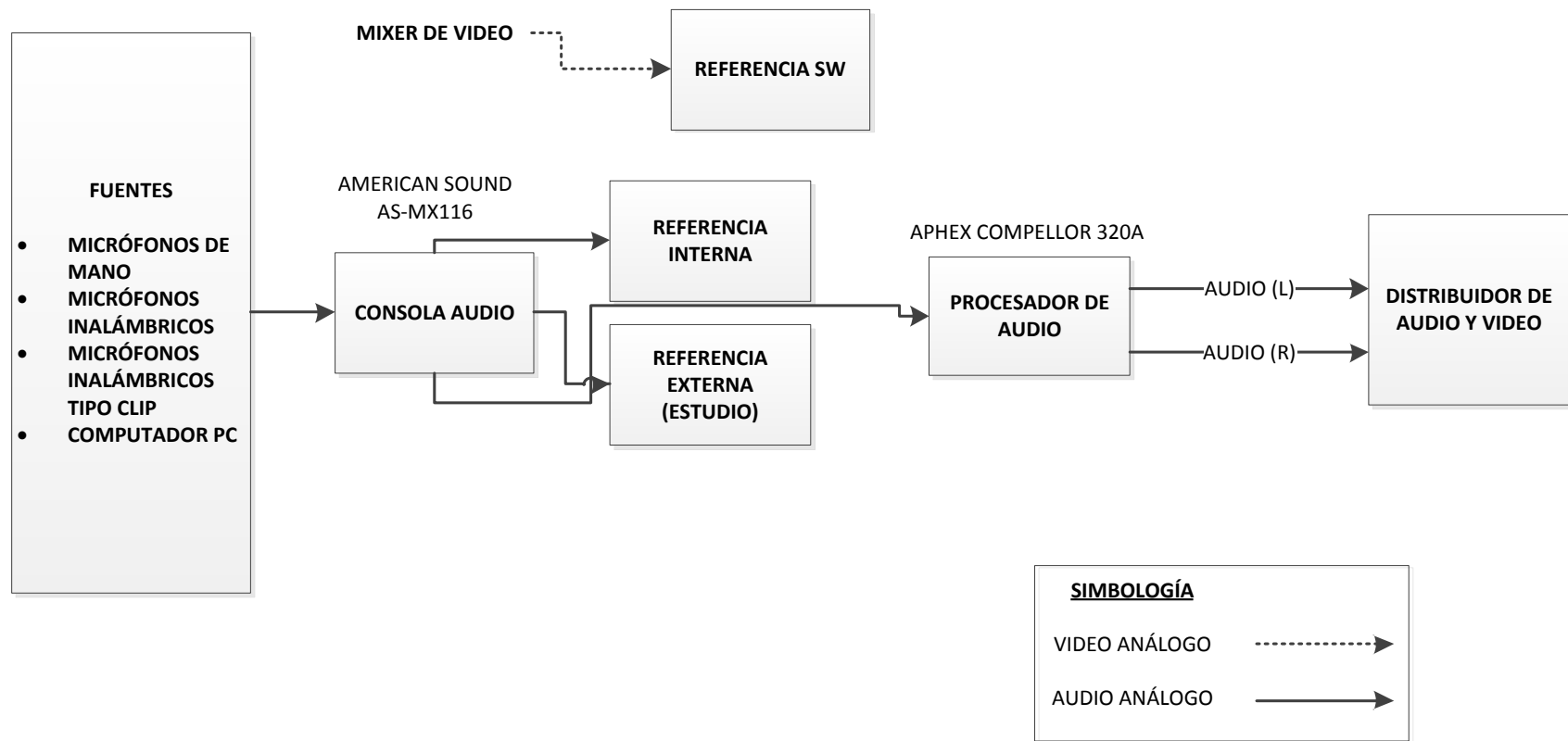
Los equipos usados en el Área de Control Master son los siguientes:

**Tabla 3.6. Equipos utilizados en el Área de Control Master.**

Área	Equipo	Uso	Figura
Control Master.	Distribuidor de video: ENLACES DE MICROONDAS TV ANALÓGICA   MVL & MLP   DBBROADCAST.	Distribución de video y audio amplificado.	
	Corrector de base tiempo dual chroma key: DATAVIDEO (TBC-7000).	Calibración de niveles de video previo ingreso al transmisor.	
	Conmutador de video al aire: 10X1 VIDEO/AUDIO STEREO SWITCHER VS101AV.	Conmutación de video al aire.	
	Sincronizador de cuadro: FRAME SYNCHRONIZER & TBC FA-115.	Calibración de niveles de video previo ingreso al transmisor.	
	Calibrador de audio: APHEX COMPELLOR 320ª.	Calibración de niveles de audio previo ingreso al transmisor.	



**Figura 3.6.** Esquema de la secuencia de Video análogo en ECOTEL-TV. Software: Microsoft Office Visio.



**Figura 3.7.** Esquema de la secuencia de Audio análogo en ECOTEL-TV. Software: Microsoft Office Visio.

### 3.1.2 Descripción de la Infraestructura externa.

Las señales de audio y video finales provenientes de los procesadores respectivos ingresan al transmisor el cual se conecta al cerro Guachichambo mediante un enlace STL (Microondas). Los parámetros autorizados por la SUPERTEL para este enlace son los siguientes:

**Tabla 3.7.** Parámetros del enlace STL autorizados por la SUPERTEL. <sup>[22]</sup>

Nombre de la estación	ECOTEL-TV
Tipo de estación	Matriz
Ubicación del transmisor	Cerro Guachichambo 79°14'34" O 04°01'17" S 2770 msnm
Forma de recepción de la señal	Estudio Radioeléctrico
Trayecto	Estudio – Cerro Guachichambo
Frecuencia	12612,5 MHz
Tipo de antenas	Parabólica
Potencia	1 W
Distancia	5.3 Km

El tipo de equipo usado para el enlace de Microondas es el MVL & MLP DBBroadcast, el mismo que posee una entrada de video y hasta cuatro de audio. El cable de interconexión entre el equipo y la antena es tipo coaxial de baja potencia.

Cabe indicar que en este equipo los canales de audio son totalmente compatibles con los códecs de audio digitales DB TD/16 y RD/16. Además el enlace microonda MVL & MLP DBBroadcast está diseñado para transportar señales analógicas de alta calidad.



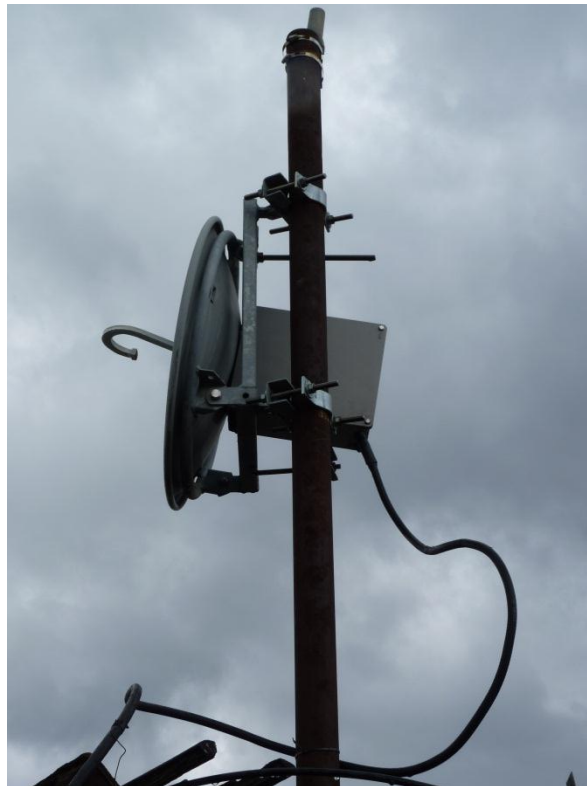
a)





b)

**Figura 3.8.** a) Transmisor UHF ubicado en el estudio ECOTEL-TV. b) Set de equipos Transmisor-Receptor.



**Figura 3.9.** Antena para enlace STL, estudio ECOTEL-TV con Cerro Guachichambo.

### 3.2 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS PARA LA MIGRACIÓN DE TELEVISIÓN ANALÓGICA A DIGITAL EN ECOTEL-TV.

Ante la llegada de la TDT es de suma importancia redefinir el modelo de negocio para el *Broadcaster*, ya que en la actualidad contamos con servicios como la televisión satelital o DTH (digital), así como el gran despliegue de los sistemas de Cable-TV, ambas plataformas brindando programación en alta definición (HD) pero con un modelo de “televisión por paga”.

En el presente estudio se sugieren modelos de transmisión enfocados a la parte técnica, así como también la estimación de las inversiones que deben hacer los *Broadcaster* para digitalizar todos los sistemas de transmisión, logrando de esta forma reducir la brecha digital, con el propósito de entrar a competir en un mercado universal de la sociedad de la Información.


A continuación se analizan diversas opciones para la digitalización de la infraestructura tanto interna como externa de ECOTEL-TV, realizando previamente un análisis de los equipos que se encuentran operando actualmente, y de esta forma, determinar su reutilización en la nueva etapa digital.

#### 3.2.1 Digitalización de la infraestructura Interna.

De acuerdo al levantamiento inicial de los equipos correspondientes a las diferentes áreas, podemos obtener los siguientes resultados, los mismos que se indican en cada una de las tablas a continuación.

##### 3.2.1.1 Análisis de los equipos del Área de Estudio o Set.

**Tabla 3.8.** Análisis de los equipos usados en el Área de Estudio o Set.

Equipo	Útil en TDT	Cant.	Razón	Figura
Cámara de estudio.	<u>NO</u>	3	Es un equipo de características analógicas.	

### 3.2.1.2 Análisis de los equipos del Área de Dirección de Cámaras.

**Tabla 3.9.** Análisis de los equipos utilizados en el Área de Dirección de Cámaras.

Equipo	Útil en TDT	Cant.	Razón	Figura
Monitor: TV LG CP-14J52A.	<u>NO</u>	6	Es un equipo de características analógicas.	
Mezcladora y sincronizador de video: SONY DFS-300 DME SWITCHER.	<u>NO</u>	1	Es un equipo de características analógicas.	
Videocasetera: JVC SR-DVM70.	<u>SI</u>	1	Es un equipo digital. Posee salidas: Dolby Digital output y DTS digital output.	
Sistema intercomunicador: TELIKOU INTERCOM MS-800.	<u>SI</u>	1	Su funcionamiento es independiente del estándar a utilizar.	
Grabador: TOSHIBA DVR620 DVD RECORDER.	<u>SI</u>	1	Es un equipo digital. Posee salidas de tipo coaxial: DIGITAL AUDIO OUT 1 Coaxial.	
Videocasetera: SONY VIDEO CASSETTE RECORDER SVO-1630.	<u>NO</u>	1	Es un equipo de características analógicas.	
Videocasetera: Sony DSR-11 DVCAM Digital VIDEOCASSETTE RECORDER.	<u>SI</u>	1	Las señales de entrada analógicas se pueden convertir a la salida digital desde el conector i.LINK.	
Videocasetera: VHS SONY SLV-X510.	<u>NO</u>	1	Posea salidas analógicas RCA, por lo tanto es un equipo analógico.	

Reproductor de DVD: LG / DV457.	<u>NO</u>	1	Posee solo una salida de audio digital (coaxial), y ninguna de video. Deber ser reemplazado por uno digital.	
Compresor/ limitador de audio: SYMETRIX 501 PEAK/RMS COMPRESSOR /LIMITER.	<u>NO</u>	1	Este equipo se utiliza para reducir el rango dinámico mediante el establecimiento de un límite superior en los niveles de señal analógica.	
Distribuidor amplificador de video: HN/VDA (# 100-0-008).	<u>NO</u>	1	Es un equipo de características analógicas.	
Sistema de audio inalámbrico: TAKSTAR TS-7900.	<u>SI</u>	1	La salida del micrófono ingresa a la consola donde se hace la conversión a señal digital.	
Switcher: VERTICAL INTERVAL VIDEO SWITCHER 55V.	<u>NO</u>	1	Es un equipo con características analógicas.	




### 3.2.1.3 Análisis de los equipos del Área de Audio.

**Tabla 3.10.** Análisis de los equipos utilizados en el Área de Audio.

Equipo	Útil en TDT	Cant.	Razón	Figura
Consola de audio: AMERICAN SOUND AS-MX116.	<u>SI</u>	1	Puede ser usado operando conjuntamente la interface ASD-771p el cual es un convertidor análogo estéreo a AES/EBU Audio Estéreo Digital.	
			Interface ASD-771p.	
Micrófonos de mano: SHURE SM58.	<u>SI</u>	2	La salida del micrófono ingresa a la consola donde se hace respectiva conversión a digital.	
Micrófonos inalámbricos: SENNHEISER SKM 100 835 G3.	<u>SI</u>	2	La salida del micrófono ingresa a la consola donde se hace respectiva conversión a digital.	
Micrófonos inalámbricos de corbata: SENNHEISER EW-112P G3.	<u>SI</u>	2	La salida del micrófono ingresa a la consola donde se hace respectiva conversión a digital.	

### 3.2.1.4 Análisis de los equipos del Área de Control Master.

**Tabla 3.11.** Análisis de los equipos utilizados en el Área de Control Master.

Equipo	Útil en TDT	Cant.	Razón	Figura
Distribuidor de video: ENLACES DE MICROONDAS TV ANALÓGICA   MVL & MLP   DBBROADCAST.	<u>NO</u>	1	Es un equipo análogo. (Solo compatible con audio digital. Debe ser reemplazado por un equipo digital.	
Corrector de base tiempo dual chroma key: DATAVIDEO (TBC-7000).	<u>NO</u>	1	Es compatible con el formato Digital con característica: YUV 4:2:2 de procesamiento de señal, pero no cuenta con salidas SDI.	
Conmutador de video al aire: 10X1 VIDEO/AUDIO STEREO SWITCHER VS101AV.	<u>NO</u>	1	Es un equipo análogo, posee entradas y salidas solo del tipo analógico.	
Sincronizador de cuadro: FRAME SYNCHRONIZER & TBC FA-115.	<u>NO</u>	1	Es un equipo totalmente análogo.	
Calibrador de audio: APHEX COMPELLOR 320 <sup>a</sup> .	<u>NO</u>	1	Es un equipo análogo.	

### 3.3 UTILIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE.

#### 3.3.1 Propuesta para Escenario 1.

Este esquema en particular es similar a la mayoría de los implementados en televisión analógica, el objetivo es aprovechar el equipamiento analógico de cada una de las respectivas áreas de producción existente con el objetivo de optimizar y utilizar eficientemente los equipos y dispositivos en cuestión.

La salida de audio y video de los equipos master (consola y *switcher*) son ingresados a sus respectivos distribuidores, de aquí son tomadas las líneas de audio y video respectivamente que ingresan al transmisor (Microondas) y posteriormente mediante el enlace STL se envía la información a la Planta (cerro Guachichambo) donde se realiza la difusión de la señal analógica actual.

Con respecto a la generación de la información digital, es decir el BTS, se toma desde los equipos master finales una salida adicional de audio y video respectivamente, estas dos señales ingresan cada una a sus respectivos *Up Converter* que para el caso del video podría ser un equipos DEC 1003 el mismo que convierte la señal análoga a una señal SDI SMPTE 259M<sup>12</sup>, de la misma forma para el audio se puede implementar el equipo ASD-771p que convierte el audio análogo en AES/EBU<sup>13</sup> digital. Otra alternativa consistiría en usar el equipo ADVC G1 (GRASS VALLEY), el mismo que es un conversor compacto y económico que generara señales HD/SD –SDI a partir de fuentes como HDMI, DVI, componentes, compuesto , S -Video , y AES / EBU (para audio analógico).

A continuación las señales digitalizadas ingresan al equipo EMBEBEDOR (8925EMB-B SD/HD *Balanced Audio Embedder*) donde las señales de audio y video se unen en un solo flujo de datos y posteriormente poder ingresar al equipo NET VX SYS 1700 que es el encargado de realizar las funciones de codificación y multiplexación, específicamente con los módulos: HALRENC-A21 que codifica las señales HD, SD, one-seg, y con el módulo TMX-M12 que realiza la respectiva multiplexación; cabe indicar que todo este proceso se realiza dentro de estudio.

---

<sup>12</sup> SDI SMPTE 259M: define los requerimientos de la interface en serie digital, o SDI, además especifica las interfaces que se utilizan en el equipamiento televisivo que envía o recibe señales de audio o video digital en cuatro tipos distintos de proporciones de operación y aspectos.

<sup>13</sup> AES/EBU: es un protocolo de audio digital, el estándar, define cable balanceado y conectores XLR, pero es habitual que en equipos con varias I/O lleve un conector DB-25.

Con respecto al audio, dependiendo del equipo embebedor las señales pueden ingresar directamente a dicho equipo sin necesidad de haber pasado por el *Up Converter*, ya que existen equipos embebedores que poseen entradas análogas y realizan la conversión internamente.

#### **3.3.1.1 Enlace de la señal digital vía Microonda.**

Ya con la señal resultante a la salida del NET VX SYS 1700, está ingresa al equipo CTT6800+SDT,+HDT donde se realiza una compresión de la información reduciendo su tasa de transmisión de 32,5 Mbps a 19 Mbps o de 204 bytes a 188 bytes, la señal resultante después de la compresión es del tipo TS (*Transport Stream*), la misma que es enviada vía microonda digital.

Se recomienda utilizar equipos para el enlace microondas de la marca LINEAR (IST7G50P5/ISR7G5000), que cuentan con una potencia de transmisión de 0,5 W y un umbral de recepción de -78 dBm, además la antena requerida para este enlace será del tipo parabólica marca ANDREW (PL4-65) que opera en una banda de frecuencia 6,425 – 7,125 GHz.

En el cerro Guachichambo se encuentra el equipo receptor de microonda en el cual se obtiene la información transmitida desde el estudio, en donde su salida respectiva ingresa al modulador UBS DVU-5000 (Modulador Universal ISDB-T), y es aquí en este equipo donde se lleva a cabo el proceso de modulación en el estándar ISDB-T<sub>b</sub>. Luego la información modulada entra al equipo transmisor ISDB-T<sub>b</sub> (LINEAR IS7400) que es el encargado de realizar la respectiva difusión o radiodifusión de la señal digital con la inserción de las diferentes etapas de potencia y así finalmente poder distribuir correctamente la señal a la ciudad por medio del sistema radiante ubicado en la infraestructura o torre. Es importante señalar que aquí en la Planta, es donde se hará la descompresión del BTS recuperando su tasa de transmisión de 32,5 Mbps.

#### **3.3.2 Equipos para Infraestructura Interna y Externa.**

De acuerdo al análisis presentado en el apartado anterior, a continuación se describen todos y cada uno de los componentes y equipos necesarios para el proceso de migración al sistema digital. El proceso se lo ha dividido en las siguientes etapas: Generación (Producción), Transmisión o envío (enlace Microondas) y Difusión (*Broadcast*) de la señal digital.

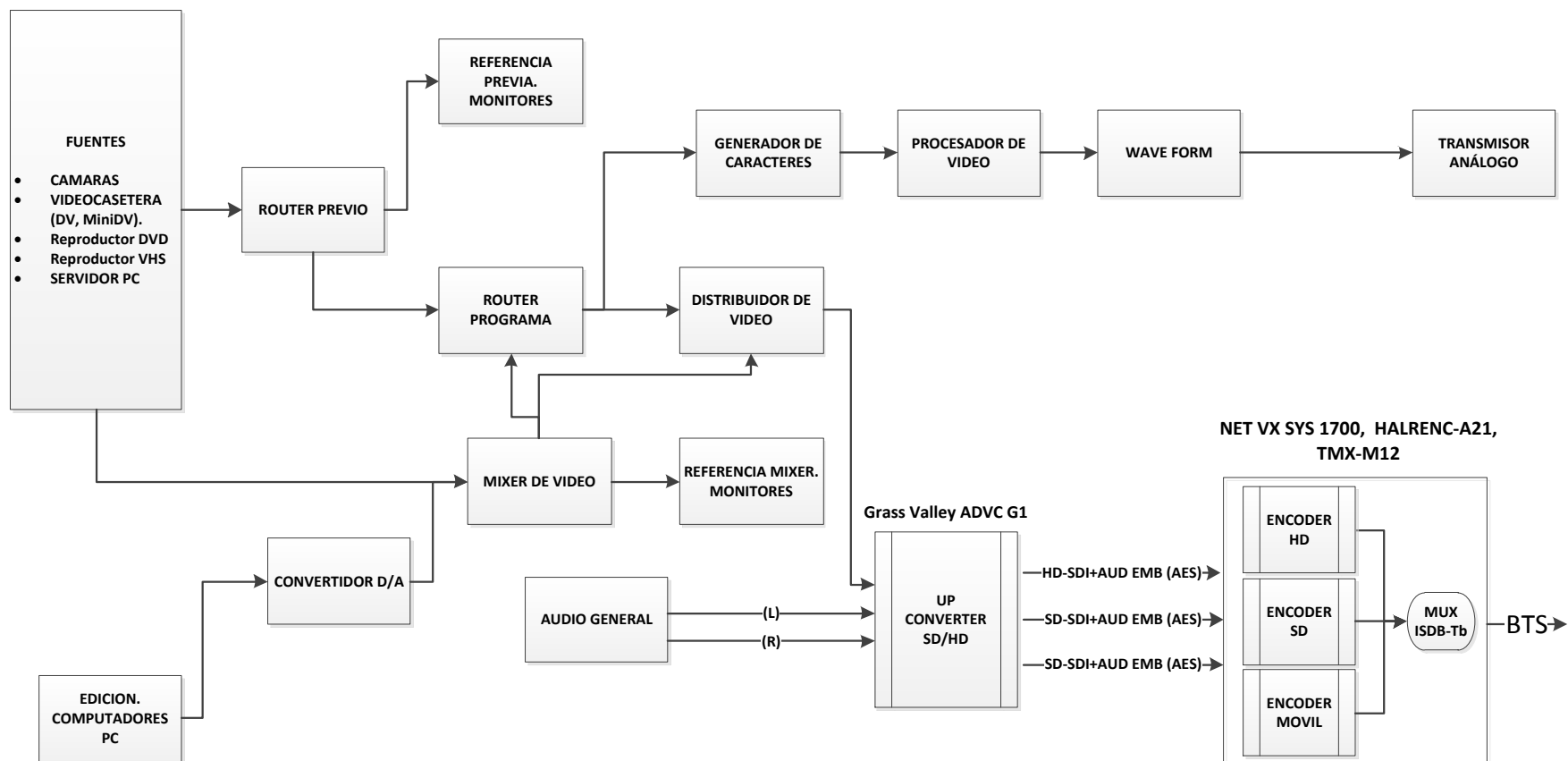


Según un análisis de especificaciones técnicas y costos en el mercado, los equipos que se detallan a continuación son los recomendados para la implementación práctica de un canal de Televisión Digital Terrestre con el estándar ISDB-T<sub>b</sub>.

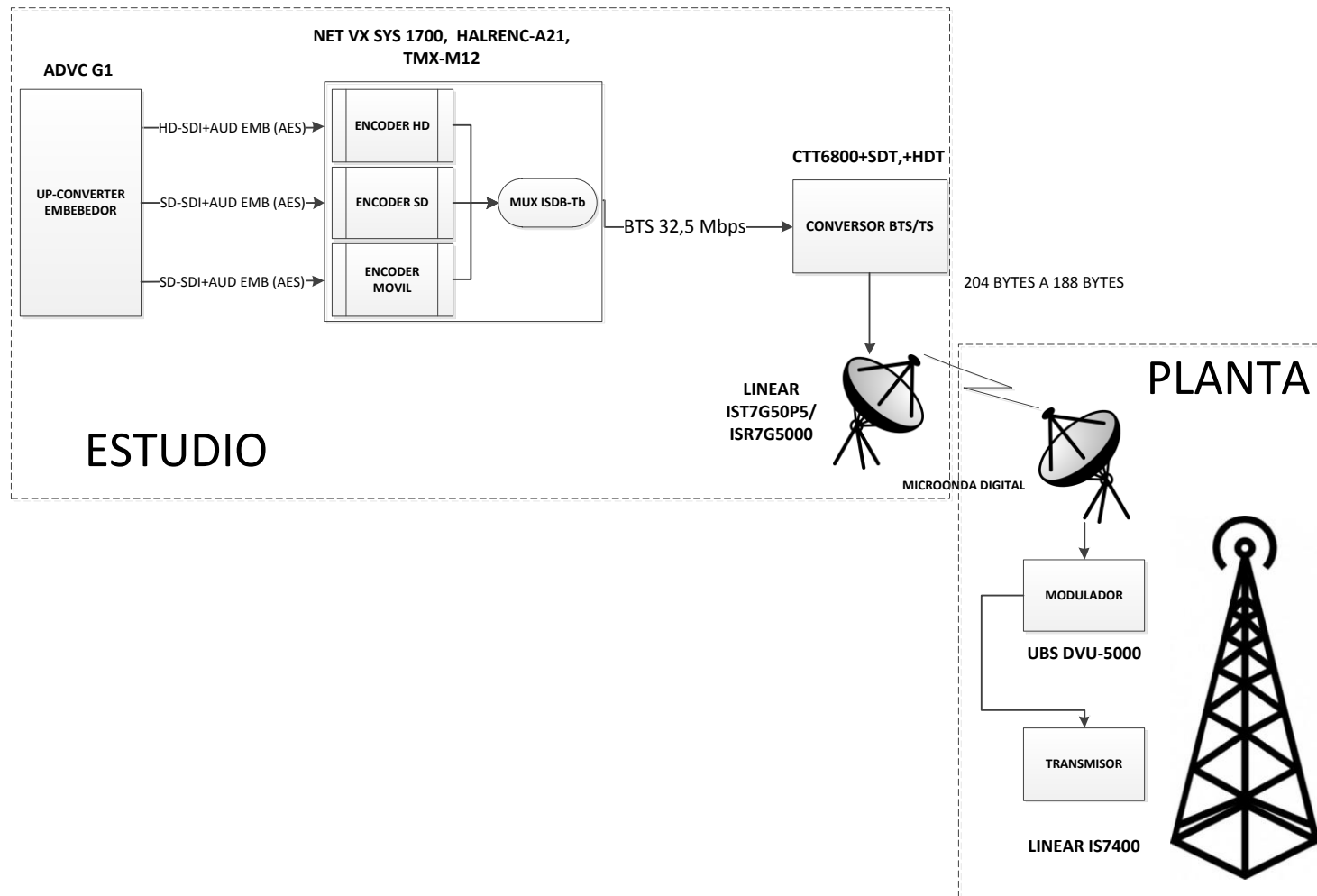
Las etapas de Generación, Transmisión y Difusión estarán conformada por los siguientes equipos:

**Tabla 3.12.** Equipos a utilizar en infraestructura Interna y Externa.

Cantidad	Equipo	Modelo	Ubicación
1	Interface de audio	Interface ASD-771p.	Estudio
1	Monitor	Sony KDL-32BX425	Estudio
1	Convertidor SDI Multifuncional con sincronizador de Frame	ADVC G1	Estudio
1	Monitor	Marshall Electronics M-LYNX-17SDI	Estudio
1	SD/HD Embededor Balanceado de Audio	8925EMB-B	Estudio
1	Compresor Transceiver	CTT6800+SDT,+HDT	Estudio
1	Sistema NET VX SYS 1700 BACK PLANE	NET VX SYS 1700	Estudio
1	Módulo de Codificación	HALRENC-A21	Estudio
1	Módulo de Multiplexación.	TMX-M12	Estudio
1	Enlace Microonda	LINEAR, IST7G50P5/ISR7G5000	Estudio(Tx)/Planta(Rx)
2	Antena Parabólica	ANDREW, PL4-65	Estudio(Tx)/Planta(Rx)
1	Modulador ISDB-T <sub>b</sub>	Modulador, UBS DVU-5000 - Modulador Universal ISDB-T	Planta
1	Transmisor	LINEAR IS7400	Planta



**Figura 3.10.** Esquema digital para la propuesta de Escenario 1. Software: Microsoft Office Visio.

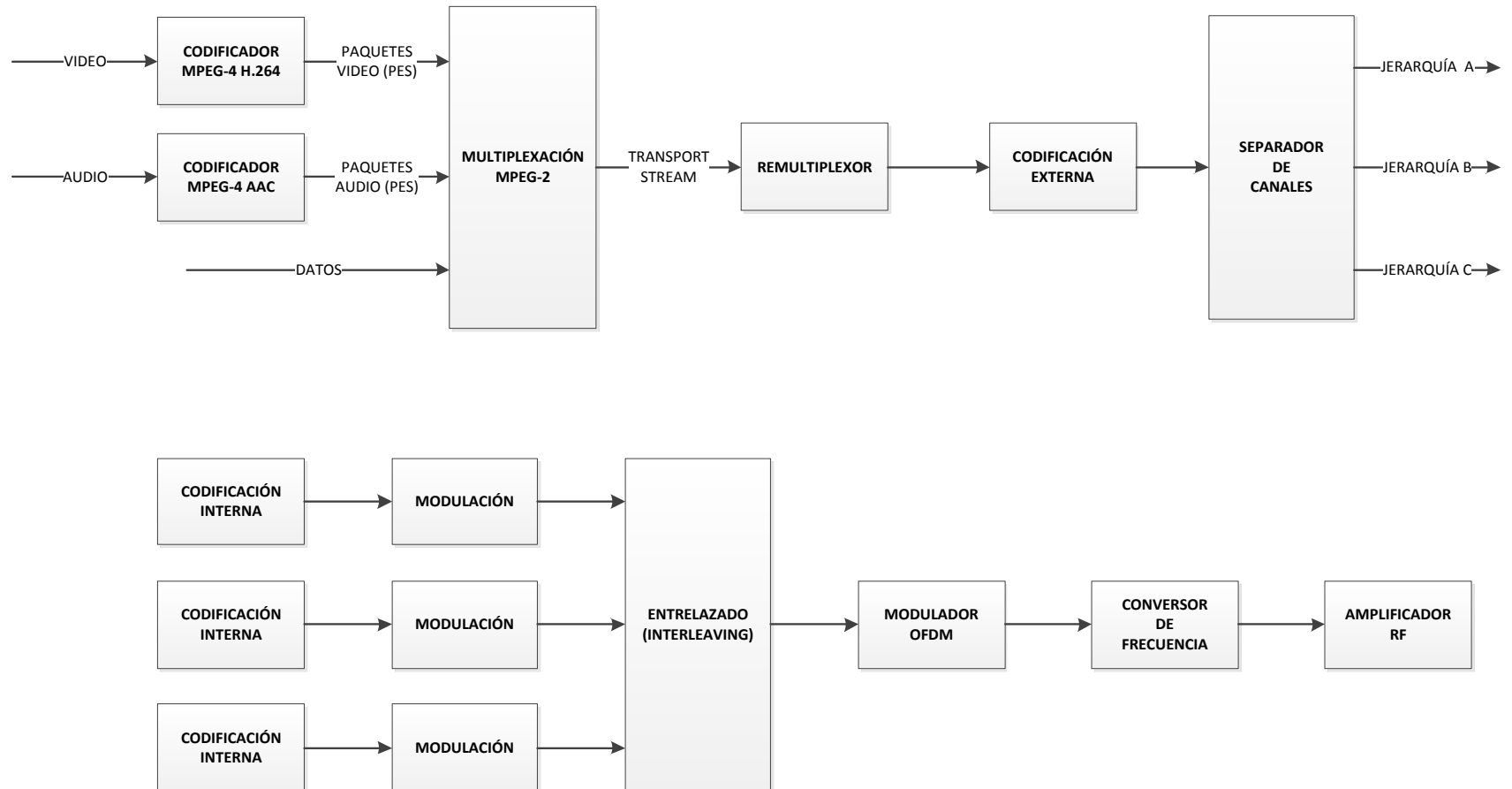


**Figura 3.11.** Esquema digital enlace Microondas para la propuesta de Escenario 1. Software: Microsoft Office Visio.

### **3.4 DISEÑO DE UNA RED DE FRECUENCIA ÚNICA (SFN) DEL ESTÁNDAR ISDB-T<sub>b</sub> PARA LA ESTACIÓN ECOTEL-TV.**

Para diseñar un red SFN es de gran importancia primero conocer las características y funcionalidades que posee cada uno de los elementos que conforman el sistema TDT de acuerdo al estándar ISDB-T<sub>b</sub>, y con esto poder seleccionar los más adecuados acorde a las condiciones geográficas presentes en nuestra zona de cobertura. La guía de nuestro diseño se basa en las norma técnicas ABNT NBR 15601 que especifica todo lo correspondiente a los sistemas de transmisión TDT y la ABNT NBR 15604 que hace referencia a los parámetros de los receptores TDT.

En la Figura 3.12 se indica el diagrama de bloques del sistema de transmisión en su totalidad.



**Figura 3.12.** Diagrama en bloques del Sistema de Transmisión Digital. Software: Microsoft Office Visio.

De acuerdo al esquema se pueden diferenciar cuatro bloques bien definidos, los mismos que conforman el sistema de transmisión en su totalidad.

- Inserción de la señal (Audio, Video y Datos).
- Codificación del Canal.
- Modulación.
- Conversión de frecuencia, amplificación de potencia y filtrado.

El inicio de la fase de transmisión se da en la codificación de audio y video para lo cual se utilizan codificadores MPEG-4, desde los cuales se obtienen dos salidas: el *Video Elementary Stream* y el *Audio Elementary Stream*, las mismas basadas en la transmisión de datos. Posterior a este paso se forma un video PES y un Audio PES como resultado de los *Elementary Stream*, esto previo a la etapa de multiplexación. De los paquetes PES se extraen las secciones útiles que se necesitan para formar 184 bytes de longitud, adicionalmente se agregan 4 bytes que se utilizaran para la cabecera obteniendo de esta manera paquetes con una longitud de 188 bytes (*Transport Streams*), los mismos que luego serán remultiplexados.

El *Transport Stream (TS)* sigue su camino a través del codificador externo (*Reed-Solomon*) y se transforma en una nueva trama de datos denominados TSP de longitud 204 bytes, ya que se agrega una trama de 16 bytes, con la siguiente información: indicador de capa jerárquica, contador de TSP, cabecera de cuadro, información auxiliar, y bits de protección contra errores. De esta manera se conforma finalmente la trama OFDM que contiene 204 bytes y garantiza corrección contra errores de hasta 8 bytes.

A partir del bloque de modulación se realizan funciones de mapeo de bits, combinaciones entre las tres capas jerárquicas, entrelazados tanto en frecuencia como en tiempo, conformación del cuadro OFDM, generación de OFDM mediante la IFFT e inserción del intervalo de guarda.

Finalmente a la salida del remultiplexor se tiene un flujo sincrónico denominado BTS, de tasa constante de 32,5079 Mbps; la misma que añade paquetes TSP nulos para mantener el mencionado flujo constante.

La información se debe transportar desde el Estudio hasta la Planta donde se realiza la difusión o *Broadcast* de la señal, para lo cual se ha optado por utilizar enlaces de Microondas, debido a que

son los que actualmente se usan para la transmisión de televisión analógica. El transporte del BTS se lo realizara por medio de un enlace Microondas digital, con el objetivo de evitar la instalación de un multiplexor ISDB-T<sub>b</sub> junto a cada transmisor, ya que esto implicaría un mayor costo para el sistema de televisión; además de acuerdo a lo mencionado anteriormente la tasa de datos del BTS es fija y por ende no depende del número ni de la calidad de la imagen que se desea transmitir.

Ya obtenida la señal BTS en el receptor del enlace, este flujo pasa al modulador OFDM, obteniendo miles de portadoras moduladas y multiplexadas que conforman la señal OFDM. Finalmente, se realiza la conversión de frecuencia y se amplifica la señal, para que a través del Sistema Radiante se realice el *Broadcast* de la señal ISDB-T<sub>b</sub> a los diferentes receptores ubicados dentro del área de cobertura, ya sean estos como por ejemplo: un televisor o equipo móvil con receptor ISDB-T<sub>b</sub> integrado o mediante un STB.

#### **3.4.1 Parámetros de acuerdo a la Norma Técnica ABNT NBR 15601 (TELEVISION DIGITAL TERRESTRE – SISTEMA DE TRANSMISIÓN).**

La razón porque se establecieron los valores que indica el estándar ISDB-T<sub>b</sub> se la explicara durante todo el desarrollo del estudio, cabe señalar que ciertos valores más que una explicación matemática tienen su origen en las respectivas prueba de campo, la mayoría de la información sobre el estándar indica únicamente los valores ya establecidos por la ABNT, por ello para entender el origen de algunos se ha tomado como referencia el libro “Transmisión de Televisión Digital Terrestre en la Norma ISDB-T<sub>b</sub>”.<sup>[1]</sup>

Se ha considerado que para el diseño de la red SFN es necesario un único transmisor ubicado en el cerro Guachichambo con el objetivo de cubrir toda la ciudad de Loja, además de acuerdo a la simulación se optara por usar *gap-fillers* en zonas donde no exista cobertura debido a las características geográficas del sector en cuestión. Para llevar la programación al cerro Guachichambo usaremos un enlace Microondas digital de acuerdo a los parámetros técnicos que rigen en el país.

Ahora vamos a definir un orden en la determinación de parámetros, esto con el fin de que cada uno sirva para el cálculo de los siguientes. El primer parámetro ISDB-T<sub>b</sub> que se debe elegir es el modo, pero este a su vez depende de la distancia que recorre la onda reflejada hasta el receptor más lejano ( $d$ ), que a su vez se deriva de la topología de la red. Entonces, lo primero que se debe

definir es la topología, luego calcular el valor de la distancia (d) y finalmente determinar el tiempo de retardo de las señales reflejadas, para definir el Modo en el que operara la SFN.

Los parámetros restantes que corresponden al intervalo de guarda, FEC, modulación digital y la tasa de datos, se deben establecer de acuerdo al número de programaciones simultaneas y la calidad de imagen que se desea transmitir, considerando que si se da una mayor robustez a la señal, el área de cobertura será mayor pero su tasa de datos será mínima; y consecuentemente se debe disminuir el número de programaciones simultaneas y/o la calidad de las mismas.

### **3.4.2 Parámetros necesarios para el diseño.**

#### **3.4.2.1 Topología.**

Con el objetivo de crear una red SFN que nos brinde cobertura a la ciudad de Loja, se ha optado por ubicar toda la infraestructura de difusión en el cerro Guachichambo ya que es el más idóneo y conveniente para realizar dicho estudio, además aquí se encuentra operando el actual sistema de transmisión analógico. Como se demostrará más adelante, al operar el transmisor en este sitio se cubre la mayoría de las zonas pobladas dentro de la zona geográfica en cuestión; por lo tanto y en el caso de que fuera necesario, para cubrir pequeñas zonas de sombra se usarán *gap-fillers*.

La topología de la red SFN estará configurada como una red de ámbito medio, además será descentralizada, o sea, los moduladores se ubicaran en el lugar donde se encuentra el sistema de difusión; esto se debe a que la información que se transportará a través del enlace de Microondas entre el estudio y el transmisor ISDB-T<sub>b</sub> será el BTS, es decir, toda la generación de servicios y la multiplexación de los mismos se realizara en el estudio; por lo tanto el *Transport Stream* como el *Broadcast Transport Stream* se crearan en el estudio, posibilitando la transmisión de este último a través del enlace de Microondas.

El servicio de cobertura abarcará la zona poblada de la ciudad de Loja, por tal motivo el punto de reflexión más lejano estará ubicado al cercano al límite de la ciudad. La distancia considerada desde el cerro Guachichambo será de 15 Km (al extremo norte de la ciudad), más adelante veremos que a esta distancia se tiene una duración del símbolo e intervalos de guarda de proporciones medias, es decir, que no será necesario dimensionar nuestra red con parámetros en condiciones límites (muy grandes o pequeñas) de acuerdo a la norma ISDB-T<sub>b</sub>.



### 3.4.2.2 Organización del canal radioeléctrico.

De acuerdo a los resultados obtenidos de un estudio acerca del dividendo digital, la nueva frecuencia de operación de la estación ECOTEL-TV pasara del canal 22 en UHF analógico al canal 25 en UHF digital, con esta importante consideración podemos empezar a diseñar y calcular todos los parámetros necesarios para la cobertura deseada.

Como ya habíamos indicado en la parte teórica (Capítulo 2), el estándar ISDB-T<sub>s</sub> adopta un total de 14 segmentos y el ancho de banda cada segmento es:

$$AB = \frac{6000}{14} = 428,57 \text{ KHz}$$

Uno de los 14 segmentos ha sido reservado para ser distribuido entre las bandas de guarda inferior y superior del canal, por lo tanto, únicamente los 13 segmentos son utilizables y de esta manera es posible contar con un segmento central, dejando seis segmentos a la izquierda y seis a la derecha. El ancho de banda total a ser utilizado es:

$$AB = 13 \cdot \frac{6000}{14} = 5,571 \text{ MHz}$$

Sin embargo para la radiodifusión de TDT, el estándar emplea un ancho de banda de 5,7 MHz, independientemente del modo empleado; este ancho de banda se adopta para asegurar que la portadora del límite inferior y del límite superior de la banda incluya el 99% de energía.

$$AB = 5,7 \text{ MHz}$$

### 3.4.2.3 Modo e intervalo de guarda.

El tiempo de retardo de las señales multitrayectoria fue calculado con respecto a la condición media-mala, la cual se presenta cuando un receptor se encuentra ubicado junto al transmisor y por ende la señal reflejada recorrerá una distancia total de 30 Km (de ida y de regreso), de acuerdo a esto se tiene:

$$t_r = \frac{d}{c} = \frac{30 \times 10^3}{3 \times 10^8} = 100 \text{ us}$$

Con respecto a la norma técnica de ISDB-T<sub>b</sub>, para un intervalo de guarda de 1/4 el máximo tiempo de guarda que se puede tener es de 126 us, y por lo tanto la señal reflejada podrá recorrer hasta 37,8 Km para no producir interferencia propia de la red.

Por tal motivo, la red SFN operara en el Modo 2 (4K) con un intervalo de guarda de 1/4. Los parámetros correspondientes a este Modo se detallan en la Tabla 3.13.

**Tabla 3.13.** Intervalos de guarda, duraciones de símbolo y distancias de reflexión del Modo 2. <sup>[1]</sup>

$T_U$	$\Delta$	$T_G$	$T_S$	$d_{\text{máx}}$
504 us	<b>1/4</b>	<b>126 us</b>	<b>630 us</b>	<b>37,8 Km</b>
	1/8	63 us	567 us	18,9 Km
	1/16	31,5 us	535,5 us	9,45 Km
	1/32	15,75 us	519,75	4,72 Km

Los valores resaltados en negrita en la tabla anterior serán los usados en nuestra red SFN.

#### 3.4.2.4 Elección de los parámetros OFDM.

En el sistema OFDM la selección de sus parámetros resulta de un acuerdo entre diferentes requerimientos conflictivos entre sí, de esta manera las características básicas para dimensionar nuestra red son: el ancho de banda, la tasa de transmisión de datos requerida, y el tiempo de retardo de las señales reflejadas.

El intervalo de guarda ( $T_G$ ) debe ser mayor o igual que el tiempo de retardo ( $t_r$ ) de la señal reflejada con respecto al punto de reflexión más lejano, de tal manera que las señales reflejadas no representen interferencia para el receptor, además se debe cumplir que el tiempo útil del símbolo debe ser mucho mayor al intervalo de guarda  $T_U \gg T_G$ , debido a que  $T_G$  tiende a introducir pérdidas en la relación señal a ruido; esto debido a que en el tiempo de guarda se transmite una porción de símbolo OFDM duplicada, que en realidad no representa información útil consecuencia de ello disminuye la eficiencia espectral y por ende la relación señal a ruido.

De acuerdo a consideraciones técnicas del ISDB-T<sub>b</sub>, se demostró que el número de portadoras por segmento para el Modo 1 del sistema ISDB-T<sub>b</sub> es:

$$L_s = 108$$

Con este resultado podemos calcular la separación de frecuencia entre portadoras con la siguiente ecuación:

$$\Delta f = \frac{AB_s}{L_s} = \frac{428,57}{108} = 3,968 \text{ KHz}$$

Una vez calculada la separación  $\Delta f$ , es posible determinar el valor que deberá tener el tiempo útil de símbolo, para mantener la condición de ortogonalidad entre portadoras.

$$T_{U(\text{Modo } 1)} = \frac{1}{\Delta f} = \frac{1}{3968} = 252 \text{ us}$$

Matemáticamente los tres modos se relacionan entre sí, y es posible obtener la totalidad de los parámetros de funcionamiento necesarios del Modo 2 a partir del Modo 1. De acuerdo a la ecuación (2.8) podemos calcular el tiempo útil necesario para nuestro diseño.

$$T_{U(\text{Modo } 2)} = 2 \cdot T_{U(\text{Modo } 1)}$$

$$T_{U(\text{Modo } 2)} = 2 \cdot 252 \text{ us} = 504 \text{ us}$$

Ahora es necesario calcular el número de portadoras por segmento, de acuerdo a la ecuación (2.10) la cantidad de portadoras por segmento para el Modo 2 es:

$$L_s = AB_s \cdot T_U$$

$$L_s = 428,57 \times 10^3 \cdot 504 \times 10^{-6} = 216$$

Y la cantidad de portadoras totales para el Modo 2 es:

$$L = 13 \cdot 216 + 1 = 2809$$

Así mismo podemos obtener la frecuencia de muestreo para el Modo 2:

$$f_{IFFT} = \frac{2^n}{T_U}$$

$$2^n \geq 2808 \therefore n = 12$$

$$f_{IFFT} = \frac{2^{12}}{504 \times 10^{-6}} = 8,126 \text{ MHz}$$

Es muy importante tener en cuenta que la separación entre portadoras se reducirá al siguiente valor para el Modo 2 del sistema:

$$\Delta f_{(Modo\ 2)} = \frac{AB_s}{L_s} = \frac{428,57}{216} = 1,984\ KHz$$

La razón por la cual no se ha definido el Modo 3, el mismo que facilita la operación de las SFN y asegura el funcionamiento frente a grandes tiempos de retardo, es debido a que cuando se presta el servicio móvil, en donde el desplazamiento de los vehículos provoca la aparición del efecto *Doppler*, con frecuencias que pueden rondar las 100 Hz o más, es decir el 11% de la separación entre portadoras ( $\Delta f_{(Modo\ 3)} = 992,06\ Hz$ ), hace que el Modo 3 sea vulnerable y provoque interferencias que impidan la correcta recepción de la señal.

Por otro lado el Modo 1 con su mayor separación entre portadoras, es mucho más robusto frente a las interferencias por el efecto *Doppler* y por ello resulta más adecuado para el servicio móvil.

Finalmente el Modo 2, en general se puede afirmar que combina las características de los Modos 1 y 3, por lo cual sería el más aconsejable para nuestra red SFN que brindará el servicio móvil, con emisores separados a distancias comprendidas entre 5 y 38 Km.

Como ya se había mencionado anteriormente la mayoría de los mecanismos de estimación están basados en la inserción de señales pilotos dentro del flujo normal de símbolos y transportan información conocida que puede ser utilizada para la sincronización de frecuencia y para la estimación del ancho de banda *Doppler*, estos mecanismos son muy importantes porque los sistemas de portadoras múltiples como ISDB-T<sub>b</sub> son mucho más sensibles a los errores de sincronismo que los sistemas de portadora única.

Se deduce entonces, que dentro de un mismo símbolo OFDM, los pilotos dispersos estarán espaciados cada 12 portadoras. Como la densidad resultante de pilotos es igual a 1/12, entonces la doceava parte de la capacidad disponible es utilizada para realizar la estimación del canal.

Con respecto a nuestro diseño y de acuerdo al Modo 2, los pilotos, señales de control y auxiliares empleados por el sistema ISDB-T<sub>b</sub> son los siguientes:

**Tabla 3.14.** Distribución de portadoras por segmento Modo 2. <sup>[1]</sup>

Distribución de portadoras por segmento		Modo 2
Total de portadoras disponible	$L_s$	216
Portadoras de datos	$L_D$	192
Portadoras para pilotos dispersos	$SP = L_s/12$	18
Control de configuración y multiplexación de transmisión	TMCC	2
Canales auxiliares	AC1	4

En donde podemos observar que del total de portadoras disponibles por segmento, es decir 216, solo 192 portadoras nos van a servir para transportar información, el resto serán usadas para el respectivo control y señalización.

Para calcular el ancho de banda total ocupado por el total de las portadoras (13 segmentos), usamos la siguiente ecuación:

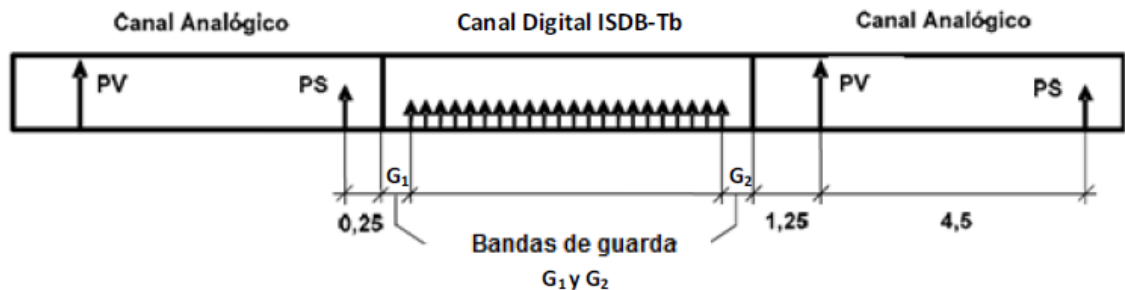
$$AB_T = L \cdot \Delta f$$

$$AB_T = 2809 \cdot 1,984 \times 10^3 = 5,573 \text{ MHz}$$

### 3.4.2.5 Bandas de guarda.

Con respecto a la televisión analógica, la separación entre canales ha sido siempre de 6 MHz entre canales adyacentes, esto con el objetivo de evitar la interferencia, razón por la cual, el inicio de la implementación y respectiva transmisión de la TDT se lo hará aprovechando estos espacios de espectro libres (*Simulcast*).

En la Figura 3.13 se indica la separación de la PS (Portadora de Sonido) y la PV (Portadora de Video) de los canales analógicos adyacentes al canal digital ISDB-Tb.



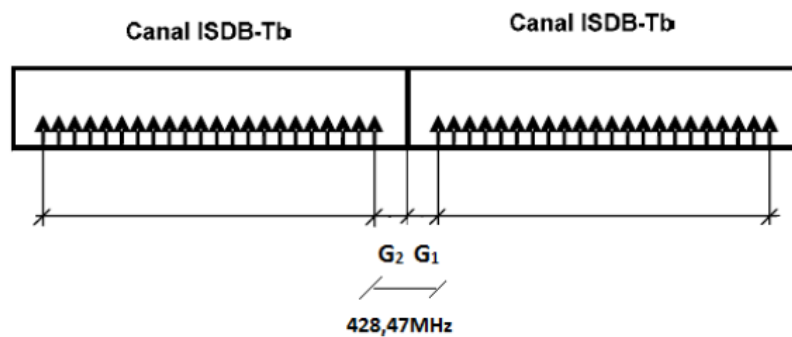
**Figura 3.13.** Espaciamiento en frecuencia del canal ISDB-Tb con canales analógicos. <sup>[24]</sup>

De acuerdo al grafico podemos indicar las siguientes características:

- $S_1 = 0,25$  MHz, entre la PS y la banda de guarda  $G_1$ .
- $S_2 = 1,25$  MHz, entre la PV y la banda de guarda  $G_2$ .

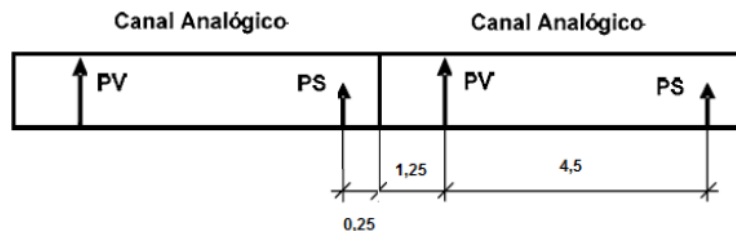
En ISDB-T<sub>b</sub> se tiene que 1 de los 14 segmentos del total del ancho de banda será dividido o compartido por las respectivas bandas de guarda; en un inicio; asumir que cada banda de guarda ocupa la mitad del ancho de banda de este segmento es algo injustificable, por esto, para comprender el origen del valor de las bandas de guarda en ISDB-T<sub>b</sub>, se debe partir del criterio usado para establecer los valores de bandas de guarda para los canales analógicos.

La Figura 3.14 indica a dos canales ISDB-T<sub>b</sub> adyacentes y sus bandas de guarda:



**Figura 3.14.** Bandas de guarda para canales ISDB-T<sub>b</sub>. [24]

Para la transmisión *Simulcast*, el estándar ISDB-T<sub>b</sub> utiliza el criterio de la porción porcentual de espacio entre las portadoras PS y PV, para calcular el valor de las bandas de guarda G<sub>1</sub> y G<sub>2</sub>. En la Figura 3.15 se puede observar que para la televisión analógica, la banda de guarda inferior es de 1,25 MHz y a superior es de 0,25 MHz. Por lo tanto la separación entre las PS y la PV es de 1,5 MHz.



**Figura 3.15.** Bandas de guarda para canales analógicos. [24]

Los valores presentados en la Tabla 3.15 corresponden a los resultados de la aplicación del criterio de la porción porcentual entre las portadoras PS y PV.

**Tabla 3.15.** Porción porcentual entre cada portadora y el límite del canal. <sup>[23]</sup>

Valores referenciales tomados de la TV analógica	
Portadora de video y límite inferior del canal	$\frac{1,25}{1,50} \cdot 100 = 83,333\%$
Portadora de sonido y límite superior del canal	$\frac{0,25}{1,50} \cdot 100 = 16,666\%$

Aplicando estas relaciones a canales adyacentes que transmitan la señal ISDB-T<sub>b</sub>, se pueden obtener los valores de las bandas, como se muestra a continuación:

- Banda de guarda inferior:

$$\frac{G_1}{AB_s} \cdot 100 = 83,333\%$$

$$G_1 = 0,833 \cdot AB_s = 0,8333 \cdot 428,57 \text{ KHz} = 357,14 \text{ KHz}$$

- Banda de guarda superior:

$$\frac{G_2}{AB_s} \cdot 100 = 16,666\%$$

$$G_2 = 0,166 \cdot AB_s = 0,166 \cdot 428,57 \text{ KHz} = 71,42 \text{ KHz}$$

El estándar ISDB-T<sub>b</sub> define los valores de G<sub>1</sub> y G<sub>2</sub> de la siguiente manera:

$$G_1 = \frac{5}{14} \text{ MHz} = 357,14 \text{ KHz}$$

$$G_2 = \frac{1}{14} \text{ MHz} = 71,42 \text{ KHz}$$

Considerando nuestro diseño donde será posible la convivencia de las dos transmisiones (*Simulcast*) hasta que se dé el respectivo apagón analógico, los valores de separación entre las portadoras de un canal analógico y las de un canal ISDB-T<sub>b</sub> son los presentados en la Tabla 3.16.

**Tabla 3.16.** Bandas de guarda ISDB-Tb. <sup>[23]</sup>

Valores referenciales ISDB-T <sub>b</sub>	
Portadora de sonido y primera portadora activa OFDM	$S = 0,25 + 0,357 = 0,607$ MHz
Portadora de video y ultima portadora activa OFDM	$S = 1,25 + 0,071 = 1,321$ MHz

### 3.4.2.6 Off-set de la frecuencia central del canal.

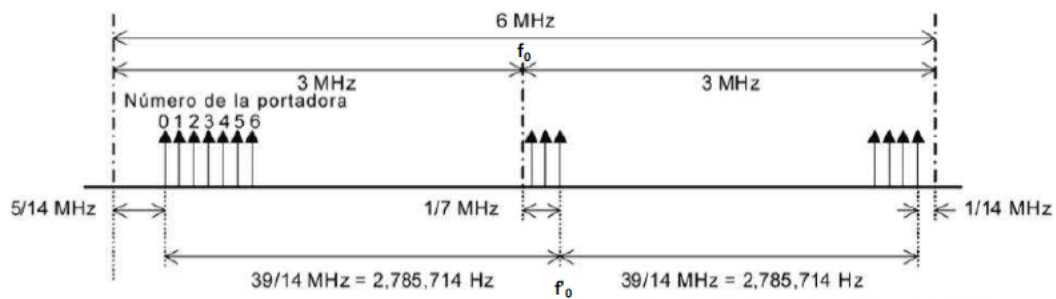
Si las bandas de guarda fueran simétricas, la frecuencia central  $f_0$  sería 3 MHz, pero debido a la asimetría de las mismas, la frecuencia central se desplaza hacia la derecha. Para determinar el valor de la frecuencia central  $f'_0$ , primero se calcula el ancho de banda que ocupan seis segmentos y medio.

$$AB_{6y\frac{1}{2}segmentos} = (6 + 0.5) \cdot 428.57 \text{ KHz} = 2,785 \text{ MHz}$$

Con este resultado, la frecuencia central estará ubicada en la frecuencia que resulta de la suma del ancho de banda de la  $G_1$  con el ancho de banda de los seis segmentos y medio.

$$f'_0 = 0,35 \text{ MHz} + 2,785 \text{ MHz} = 3,14214 \text{ MHz}$$

Si comparamos el valor de  $f'_0$  con el de  $f_0$ , se puede apreciar que la frecuencia  $f'_0$  se ha desplazado  $1/7 \text{ MHz} = 0,14285 \text{ MHz}$ , lo que se conoce como el *off-set* de  $1/7$  de la frecuencia central del canal. La explicación gráfica la tenemos a continuación:



**Figura 3.16.** Off-set de la frecuencia central. <sup>[25]</sup>

Con el valor del *off-set* calculado y tomando en cuenta los valores de frecuencia correspondientes al canal 25 en UHF, que van desde los 536 MHz hasta los 542 MHz, procedemos a calcular el valor de la frecuencia central con su respectivo desplazamiento *off-set*.



$$f'_0 = 536 \text{ MHz} + 3,14214 \text{ MHz} = 539,14214 \text{ MHz}$$

### 3.4.2.7 Programación.

Para determinar la señal que se transmitirá en nuestra área de cobertura, se han tomado como referencia los algunos aspectos.

- Los sistemas de televisión en el país no poseen la capacidad suficiente como para comprar o producir programación suficiente para brindar al televidente, entonces, el planificar un gran número de canales, por ejemplo 3 canales SD, implicaría que los sistemas de televisión tengan mucha programación para ofrecer, además, la dificultad de generar contenido HD por su elevado costo, hace que los sistemas de televisión de Ecuador actualmente no produzcan contenido en HD.
- Hoy en día Ecuador no cuenta con ningún marco regulatorio definido en el que se establezcan las características de la señal a transmitir, por esta razón se ha tomado en cuenta la experiencia obtenida en otros países como por ejemplo Brasil y Argentina.

En este diseño se propone la difusión de 3 canales de televisión dentro de los 6 MHz: uno en HD de 1080i, uno en SD de 480p y uno *one-seg* o LD de 240p, esta elección ha sido de acuerdo a la calidad de imagen que se puede ofrecer y a los diferentes tipos de receptores que tenemos en la actualidad. Los que posean un televisor con ISDB-T<sub>b</sub> incorporado (LCD, PLASMA o LED) tendrán la ventaja de aprovechar la señal en HD, mientras que para los que posean televisores de tubo de cañón podrán ver un canal SD con mejor definición que la actual (siempre y cuando se disponga del decodificador STB), además para aquellos que disponen de un receptor móvil o un teléfono celular con la norma ISDB-T<sub>b</sub> podrán sintonizar la programación en LD.

Para nuestro diseño se considerara primero el canal LD, debido a que ocupa un solo segmento (segmento central "0"), y es el primero detectado por el receptor. Luego se analizará el número de segmentos que serán asignados tanto al canal HD como al SD. Uno de los aspectos más importantes en la elección de los parámetros de cada capa jerárquica es conocer la tasa de datos de las señales HD, SD, y LD, en base a una comparación entre MPEG-2 y MPEG-4. La principal diferencia analizada es que MPEG-4 duplica la capacidad de transporte de MPEG-2. Estas diferencias de capacidad se muestran en la Tabla 3.17.

**Tabla 3.17.** Tasa de datos para los diferentes tipos de canales en MPEG-2 y MPEG-4. <sup>[25]</sup>

Resolución	MPEG-2 (Mbps)	MPEG-4 (Mbps)
<b><u>1080i</u></b>	<b><u>16-20</u></b>	<b><u>8-10</u></b>
1080p	24-30	12-16
720p	12-16	6-8
<b><u>480i/480p</u></b>	<b><u>2-6</u></b>	<b><u>1-3</u></b>
<b><u>240p</u></b>	<b><u>0,4-1,4</u></b>	<b><u>0,2-0,7</u></b>

#### 3.4.2.7.1 Transmisión en capas jerárquicas.

ISDB-T<sub>b</sub> emplea OFDM de banda segmentada, es decir que permite transmitir la señal en capas jerárquicas; cada capa jerárquica consiste de uno o más segmentos y se puede configurar con diferentes características. Se pueden definir hasta tres capas jerárquicas (A, B, y C), con la posibilidad de especificar en cada una el esquema de modulación de las portadoras OFDM, la tasa de codificación interna y el número de segmentos.

Cada capa jerárquica se caracteriza por llevar diferentes servicios.

- La capa jerárquica A se le asigna el segmento central para la transmisión del servicio *one-seg*.
- A la capa jerárquica B se le asigna segmentos para la transmisión del servicio HD.
- A la capa jerárquica C se le asigna segmentos para la transmisión del servicio SD.

La ventaja del uso de las capas jerárquicas radica en enviar diferentes servicios con diferentes características. Debemos recordar que el segmento cero si no fuera usado para *one-seg*, este puede ser asignado para transmitir cualquier tipo de servicio.

El radiodifusor es el encargado de decidir cuál de los servicios desea transmitir y por ende, cuantos segmentos serán asignados a cada capa jerárquica, dependiendo de la tasa de datos que requiera y de la robustez deseada para la señal; entonces se debe especificar el esquema de modulación de las portadoras y la codificación interna para cada capa jerárquica.

Podemos determinar la tasa de transmisión R en función de varios parámetros como: coeficiente de codificador externo *Reed-Solomon*, coeficiente del codificador convolucional o FEC, cantidad de

bits transmitidos por portadora, número de portadoras de datos (video, audio y datos) y el tiempo de símbolo.

Para determinar la tasa de datos de cada capa jerárquica se han tomado las siguientes consideraciones:

- En base a experiencia en la implementación de ISDB-T<sub>b</sub> de algunos países de la región como Brasil y Argentina, la tasa adecuada para transmitir un canal LD o *one-seg*, con buena calidad de imagen, es 400 Kbps aproximadamente, por esta razón para obtener un valor cercano en la capa jerárquica A se ha escogido una modulación QPSK con FEC o codificación interna de 2/3 y obtenemos el siguiente resultado:

$$R(bps) = K_0 \cdot K_I \cdot \frac{b_p \cdot N_s \cdot L_D}{T_s} = \frac{188}{204} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{2 \cdot 1 \cdot 192}{630 \times 10^{-6}} = 374,48 \text{ Kbps}$$

No se ha elegido un FEC de 1/2 porque con este valor se tiene un 100% de redundancia, es decir duplicamos los bits de datos, y para este diseño es suficiente con un FEC de 2/3, que da lugar a una señal robusta en cualquier lugar dentro del área de cobertura.

Ahora vamos a definir ciertos aspectos correspondientes a la elección del número de segmentos para un canal en HD.

- Por experiencias en la implementación de ISDB-T<sub>b</sub>, una tasa de datos de 10 Mbps para un canal HD permite tener una excelente calidad de imagen; por tal motivo, se han asignado 9 segmentos, una modulación 64-QAM y un FEC de 3/4. Obtenemos los siguientes resultados.

$$R(bps) = K_0 \cdot K_I \cdot \frac{b_p \cdot N_s \cdot L_D}{T_s} = \frac{188}{204} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{6 \cdot 9 \cdot 192}{630 \times 10^{-6}} = 11,37 \text{ Mbps}$$

- Por último para el canal SD se usaran los 3 segmentos restantes, una modulación 16-QAM y un FEC de 2/3 y obtenemos los siguientes resultados:

$$R(bps) = K_0 \cdot K_I \cdot \frac{b_p \cdot N_s \cdot L_D}{T_s} = \frac{188}{204} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{4 \cdot 3 \cdot 192}{630 \times 10^{-6}} = 2,25 \text{ Mbps}$$

Al tomar en cuenta las consideraciones realizadas para obtener el Modo 2 se puede afirmar que la tasa de transmisión es independiente del modo empleado, porque al aumentar el tiempo de símbolo aumenta el número de portadoras en la misma proporción.

Los resultados obtenidos se los indica en la Tabla 3.18.

**Tabla 3.18.** Parámetros obtenidos correspondientes a cada capa jerárquica.

Capa jerárquica	Número de segmentos $N_c$	Modulación Digital	Código convolucional FEC	Tasa de transmisión
A	1	QPSK	2/3	374,48 Kbps
B	9	64-QAM	3/4	11,37 Mbps
C	3	16-QAM	2/3	2,25 Mbps

A continuación en la Tabla 3.19 se resumen los parámetros más importantes de acuerdo al estándar ISDB-T<sub>b</sub> para el diseño de nuestra red SFN.

**Tabla 3.19.** Parámetros a ser utilizados en nuestra red SFN.

Características		Modo 2
Ancho de banda de un segmento ( $AB_s$ )		3000/7=428,57KHz
Separación entre frecuencias portadoras ( $\Delta f = AB_s/L_s$ )		1,984 KHZ
Número de portadoras por segmento ( $L_s$ )		216
Número de portadoras de datos por segmento ( $L_D$ )		192
Esquema de modulación de las portadoras		QPSK 16-QAM 64-QAM
Símbolos por cuadro (F)		204
Tiempo útil del Símbolo ( $T_U$ )		504 us
Duración total del símbolo ( $T_s = T_U + T_G$ )	1/4	630 us
Duración total del cuadro ( $F \cdot T_s$ )	1/4	128,52 us
Número total de portadoras (L)		$216 \cdot N_s + 1 = 2809$
Frecuencia de muestreo de la IFFT		8,12698 MHz
Codificador interno		Código convolucional (1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8)
Codificador externo		RS (204,188)
Número de segmentos ( $N_s$ )		13
Ancho de Banda ( $AB_T$ )		5,573 MHz

#### **3.4.2.8 Transport Stream.**

El flujo de transporte es un formato especificado en MPEG-2 cuyo objetivo es multiplexar el video, el audio y los datos, y sincronizarlos para obtener un solo flujo de transporte. Para lograr esto primero se deben comprimir las señales de audio y video y se debe dar formato a los datos formando el ES de cada una de las tres señales; posteriormente, se crean tramas de datos de longitud variable PES y finalmente se lleva a cabo un primer nivel de multiplexación para combinar el audio, video y datos en un solo flujo de paquetes de longitud constante, de 188 bytes, que es el *Transport Stream* de un solo programa.

En el caso específico de nuestro diseño, se usa un segundo nivel de multiplexación; con el objetivo de multiplexar los tres canales a transmitirse en uno solo, dichos canales son: un canal *one-seg* (LD), un HD, y un SD, en los cuales se encuentran inmersos los datos y la interactividad.

#### **3.4.2.9 Broadcast Transport Stream (BTS).**

Ya que el formato MPEG-2 no fue diseñado para la transmisión en capas jerárquicas y transmisión en modo parcial, los desarrolladores del estándar ISDB-T<sub>b</sub> adaptaron el *Transport Stream* para la transmisión en capas jerárquicas y recepción parcial, utilizando la remultiplexación.

Para poder enviar por un mismo flujo de datos toda la programación generada en el estudio (HD, SD y *one-seg*), se hará uso de un remultiplexor, que se encarga de multiplexar diferentes servicios y agregar la cantidad de 16 bytes al correspondiente TS, abriendo la posibilidad de transmisión en capas jerárquicas y en modo parcial.

#### **3.4.2.10 Parámetros de acuerdo a la Norma Técnica ABNT 15604 (TELEVISION DIGITAL TERRESTRE - RECEPTORES).**

##### **3.4.2.10.1 Sensibilidad en el receptor.**

Con respecto a los receptores ISDB-T<sub>b</sub>, la Norma Técnica recomienda que el nivel mínimo de la señal a la entrada de la antena sea de -77,4 dBm ( $18,19 \times 10^{-9}$  W) y el nivel máximo de la señal sea de -20 dBm ( $10 \times 10^{-3}$  W).

La Norma Técnica ha definido los siguientes parámetros para el cálculo del nivel mínimo de señal a la entrada del receptor:

- C/N de 19 dB.
- Modulación 64-QAM.
- Código convolucional de 3/4.
- BER de  $2 \times 10^{-4}$  (después de la corrección de la codificación interna).

Los parámetros se definen en la Tabla 3.20.

**Tabla 3.20.** Parámetros para el cálculo del nivel mínimo de señal a la entrada del receptor. <sup>[26]</sup>

Factor	Símbolo	Valor	Fórmula o comentarios
Ancho de banda	B	5,7 MHz	-----
Constante de Boltzman	k	$1,38 \times 10^{-23}$ J/°K	-----
Temperatura absoluta	T	290°k	-----
Ruido térmico	$N_t$	-106,4 dB	$N_t = 10 \log (kTB)+30$
Figura de ruido del receptor	$N_r$	10 dB	Basado en ensayos de laboratorio realizados en Brasil
Entrada de C/N [sistema digital]	C/N	19 dB	Tomado de las curvas del Anexo D1 (modulación 64-QAM y FEC 3/4)
Mínima potencia de la señal	$P_s$	-77,4 dBm	$P_s = N_t + N_r$

Para los receptores móviles (*one-seg*) se presume una mejora en el desempeño para las interferencias cocanal, debido a que el segmento central se encuentra separado de las portadoras de audio y video en el caso de canales adyacentes analógicos, y por otro lado existe significativa separación de frecuencias si los canales adyacentes son digitales. Las relaciones de protección para un receptor *full-seg* se indican en la Tabla 3.21.

**Tabla 3.21.** Relaciones de protección para un receptor *full-seg*. <sup>[13]</sup>

<b>Interferencia señal analógica</b>	Cocanal		$\leq +18$ dB
	Canal adyacente inferior	UHF	$\leq -33$ dB
	Canal adyacente superior	UHF	$\leq -35$ dB
<b>Interferencia señal digital</b>	Cocanal		$\leq +24$ dB
	Canal adyacente inferior	UHF	$\leq -26$ dB
	Canal adyacente superior	UHF	$\leq -29$ dB

### 3.4.2.11 Potencia Efectiva Radiada.

La predicción de potencia se hará para el azimut de máxima radiación<sup>14</sup>, de tal manera que los valores de potencia de transmisión y PER para el transmisor sean calculados en base al azimut que requiera un mayor nivel de potencia.

Para obtener la intensidad de campo, se deben considerar los siguientes parámetros:

1. El tipo de trayecto de propagación es de un solo tipo (terrestre), por ello, es considerado como primer tipo de propagación, esto debido a que la zona geográfica L2 (ciudad de Loja) tiene un trayecto terrestre y ningún trayecto de mar cálido o frío.
2. La frecuencia central en la que operara el transmisor es de 539,142 MHz.
3. Con respecto al transmisor ubicado en el cerro Guachichambo, la distancia del transmisor al punto de reflexión más lejano del azimut de máxima radiación será:

**Tabla 3.22.** Distancia para el azimut de máxima radiación. <sup>[22]</sup>

Cerro Guachichambo	
Azimut	0°
Distancia	15 Km

De acuerdo a la norma de TDT brasileña, las estaciones digitales se clasifican en: clase Especial, Clase A, Clase B y Clase C. En la Tabla 3.23 se presentan los valores máximos de potencia PER para cada clase de estación, tomándose como altura de referencia 150 m sobre el nivel medio del terreno.

**Tabla 3.23.** Potencia radiada máxima PER. <sup>[14]</sup>

Clases	Máxima potencia PER KW (150 m sobre el nivel medio de terreno)	
	Banda VHF alta	UHF
Especial	16	80
<b>A</b>	1.6	<b>8</b>
B	0.16	0.8
C	0.016	0.08

Tomando en cuenta parámetros como situación geográfica y distancia máxima de recepción se creó conveniente usar una estación digital Clase A la misma que posee un valor de 8 KW de PER.

<sup>14</sup> Análisis para determinar el valor de potencia que se debe colocar en cada transmisor en la simulación.

Como se mantiene el mismo sistema radiante, la ganancia del arreglo de antenas del transmisor es de 12,43 dB; adicional debemos considerar dos valores de pérdida: 1,5dB de pérdidas por línea - conectores, y por longitud de cable (0,83 dB), este último debido a la altura de la antena en la torre. El valor de la potencia utilizado para nuestro transmisor ISDB-T<sub>b</sub> ubicado en cerro Guachichambo será de 250 W para el azimut de máxima radiación.

Con los valores obtenidos anteriormente procedemos a calcular el PER de nuestro sistema de transmisión:

$$PER = P_{TX} \cdot 10^{\frac{G-P}{10}} = 250 W \cdot 10^{\frac{12,43-2,33}{10}}$$

$$PER = 2558,23 W \therefore 2500 W$$

La norma brasileña recomienda que el nivel de intensidad adecuado para una señal ISDB-T<sub>b</sub> en la banda UHF, deba ser de 51 dBuV/m en el límite del área de cobertura. Con respecto a esto nuestro diseño de red SFN deberá garantizar un nivel de intensidad de señal adecuado en todos los puntos de recepción que se vayan a considerar.

Es de suma importancia tener en cuenta que al aumentar la potencia de los transmisores el número de zonas de sombra disminuirá, pero tiene sus desventajas, ya que los receptores que se encuentren ubicados cerca de este saturarían.

#### **3.4.2.12 Enlace Microondas.**

Como se ya había visto anteriormente, la información que se debe transportar desde el Estudio hasta el lugar donde se realiza la difusión de la señal, es el BTS; para lo cual, se optó por emplear enlaces Microondas digital debido a que son los más eficientes para la transmisión de información con una topología punto - punto. Cabe señalar que los sistemas de televisión con cobertura nacional, además de los enlaces Microondas, utilizan enlaces Satelitales.

A la entrada del modulador del enlace se recibe el BTS del multiplexor ISDB-T<sub>b</sub>, a continuación es modulado y se lo convierte en una señal con interfaz ASI para poder ser transmitida hasta el lugar de recepción (Planta). La señal captada por el receptor es llevada hasta el demodulador para poder entregar el BTS original al modulador OFDM.



El enlace Microondas se diseñara para la banda de 6 - 7 GHz que corresponde a una frecuencia auxiliar de acuerdo al Plan Nacional de Distribución de Frecuencias que rige en nuestro país.

#### **3.4.2.12.1 Ancho de banda del enlace.**

El estándar ISDB-T<sub>b</sub> define el valor de 32,507 Mbps como la tasa de datos para el BTS, por lo tanto es necesario determinar el ancho de banda para su transmisión. Se debe tener en cuenta que para mantener la tasa del BTS constante se debe aumentar la tasa de datos del enlace, esto debido a los bits de redundancia que incorpora el código convolucional FEC y *Reed-Solomon*.

Los datos a considerar son los siguientes:

- Velocidad de transmisión a la entrada del modulador igual a 32,507 Mbps.
- 2 bits por símbolo, utilizando modulación QPSK, para obtener una señal robusta.
- Código convolucional de 3/4 para una alta redundancia de bits y *Reed-Solomon* de 188/204.

El ancho de banda se puede determinar utilizando el teorema de *Hartley-Shannon* que considera un canal con ruido, utilizando la siguiente ecuación se tiene:

$$C = AB \cdot \log_2 \left( 1 + \frac{S}{N} \right)$$

Dónde:

**C** = Capacidad del canal.

**S/N** = Relación señal a ruido numérica.

**AB** = Ancho de banda del canal.

Los valores de la relación señal a ruido teórica de acuerdo al estándar ISDB-T<sub>b</sub> se presentan en la Tabla 3.24.

**Tabla 3.24.** Valor de S/N teórica para ISDB-Tb. <sup>[1]</sup>

Modulación	FEC 1/2 (dB)	FEC 2/3 (dB)	FEC 3/4 (dB)	FEC 5/6 (dB)	FEC 7/8 (dB)
DQPSK	6,2	7,7	8,7	9,6	10,4
<b>QPSK</b>	4,9	6,6	<b>7,5</b>	8,5	9,1
16-QAM	11,5	13,5	14,6	15,6	16,2
64-QAM	16,5	18,7	20,1	21,3	22,0

El valor de la relación S/N para el FEC utilizado es 7,5 dB equivalente a 5,5623 veces.

Si la capacidad del canal es igual a la tasa de datos requerida para la transmisión del BTS, tomando en cuenta que se utiliza código convolucional y *Reed-Solomon*, la tasa de datos que se transmite en el enlace es:

$$V_{TX\ Enlace} = 32,507\ Mbps \cdot \frac{4}{3} \cdot \frac{204}{188}$$

$$V_{TX\ Enlace} = 47,031\ Mbps$$

Cumpliendo con  $V_{TX\ Enlace} \leq C$ , el ancho de banda necesario, utilizando el teorema de *Hartley - Shannon* es:

$$AB = \frac{47,031\ Mbps}{\log_2(1 + 5,623)}$$

$$AB = 17,24\ MHz$$

El resultado nos indica que para poder transmitir toda la información generada en el estudio por medio del enlace Microondas, será necesario un ancho de banda de aproximadamente 18 MHz.

### 3.5 SIMULACIÓN DE RESULTADOS.

Para que el sistema propuesto sea factible, se deberán hacer simulaciones teniendo en cuenta valores de transmisión y recepción reales con modelos de los sistemas a usar. A continuación se presentan cada una de las simulaciones respectivas al proceso, y que luego servirán para realizar un análisis de los resultados obtenidos. Con el uso de distintas aplicaciones de *software* podremos obtener el comportamiento de nuestra red SFN según los parámetros establecidos anteriormente.

### 3.5.1 Descripción del sistema de enlace STL.

El enlace STL Microondas se realizara desde el Estudio de televisión, el que es el encargado de producir toda la programación, hasta la Planta o cerro de difusión (Guachichambo), donde se hará la respectiva distribución de la señal digital a la ciudad de Loja.

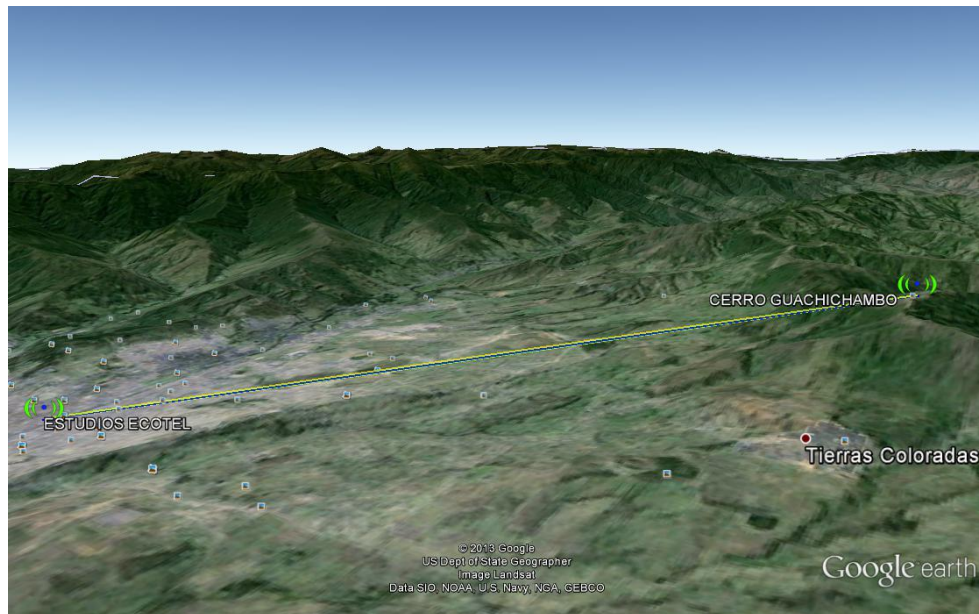
#### 3.5.1.1 Puntos de enlace.

Para nuestro primer cálculo de simulación se usarán dos ubicaciones o puntos principales, la primera corresponde a los Estudios de ECOTEL-TV (ciudad de Loja), y la segunda a sus propias instalaciones en el cerro Guachichambo.

**Tabla 3.25.** *Coordenadas geográficas para el enlace STL.*

Puntos de Enlace	Latitud	Longitud	Altitud
ESTUDIOS ECOTEL-TV	04°00'09,7" S	79°12'13,4" W	2079,1 m
CERRO GUACHICHAMBO	04°01'48,0" S	79°14'36,0" W	2813,2 m

La distancia que existe entre ambos puntos es de 5.3 Km aproximadamente. El Estudio de la estación ECOTEL-TV se encuentra ubicado en una zona urbana y tiene una línea de vista despejada hacia cerro Guachichambo. En la Figura 3.17 se puede visualizar el perfil topográfico.



**Figura 3.17.** *Perfil topográfico enlace ESTUDIOS ECOTEL-TV – CERRRO GUACHICHAMBO. Software: Google earth.*

Este enlace será del tipo punto-punto, el mismo que permitirá transmitir todos los contenidos generados en el Estudio hasta el cerro donde se hará el *Broadcast* de la señal.

La antena para el enlace STL estará ubicada en una torre de 15 m sobre la terraza del edificio de la estación ECOTEL-TV.



**Figura 3.18.** Torre para ubicar los equipos de STL.

#### **3.5.1.2 Parámetros enlace.**

Usando los equipos de microondas marca LINEAR con sus modelos IST7G50P5/ISR7G5000, trabajaremos nuestro enlace en la frecuencia de 6425 – 7100 MHz, con una potencia de transmisión de 27 dBm y un umbral de recepción de -78 dBm, esto, para obtener un valor de BER de  $10^{-6}$  que garantice la correcta transmisión.

Las principales características del sistema LINEAR IST7G50P5/ISR7G5000 se las describe a continuación:

**Tabla 3.26.** Características del sistema LINEAR IST7G50P5/ISR7G5000. <sup>[28]</sup>

TRANSMISOR IST7G50P5	
Banda de frecuencia de Operación	7,425 a 7,725 GHz
Estabilidad de frecuencia	±30 ppm
Ancho de banda	7 MHz
Conector de salida	N hembra o CPR137
Conector de entrada	1,0 a 1,5 GHz / N hembra
Nivel de entrada	-15 a +5 dBm
RECEPTOR ISR7G5000	
Rango de frecuencia	7,425 a 7,725 GHz
Ruido	< 4 dB
Conector de salida	1,0 a 1,5 GHz / N hembra
Conector de entrada	N hembra o CPR137
Umbral de recepción	-78 dBm

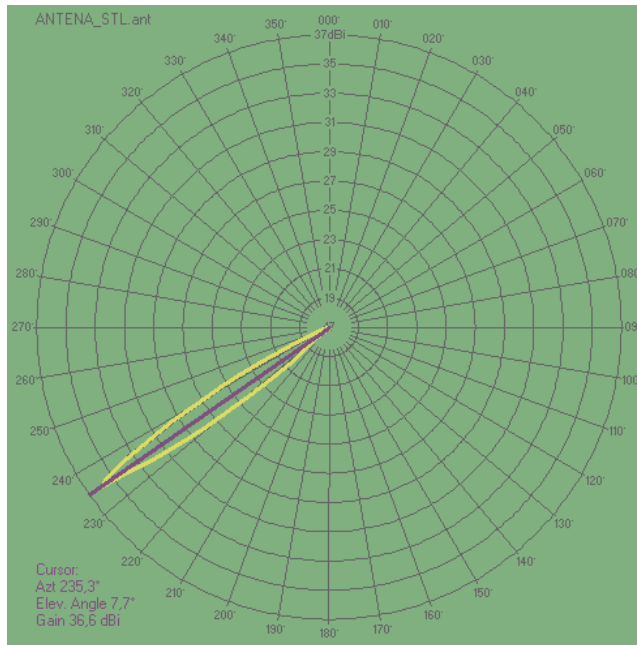
### 3.5.1.3 Modelo de Antenas.

Las antenas a usar en nuestro enlace son del tipo parabólicas marca ANDREW PL4-65 de características estándar de plato solido de aluminio de 4 pies de diámetro. Las especificaciones más importantes se detallan a continuación:

**Tabla 3.27.** Características de la antena ANDREW PL4-65. <sup>[29]</sup>

ANTENA ANDREW PL4-65	
Banda de frecuencia	6,425 – 7,125 GHz
Diámetro	4 pies
Ganancia dBi	36,3 ± 0,2
Ancho lóbulo Principal	2,5°
Relación delante/atrás	43 dB

Una vez conocidas las características de la antena del enlace Microondas se procese a diseñar y generar su patrón de radiación (lóbulo principal de radiación), el mismo que lo obtenemos de la hoja de cálculo de antenas que nos proporciona el *software* Radio Mobile. Después de configurar las coordenadas polares en la hoja de cálculo, obtenemos el archivo ANTENA\_STL.ant con el siguiente diagrama de radiación:



**Figura 3.19.** Patrón de Radiación de antena ANDREW PL4-65. Software: Radio Mobile 11.4.4.

Con respecto a las características obtenidas del diagrama de radiación de nuestra antena parabólica, se concluye que es bastante directiva, lo cual nos permitirá un enlace sólido y un flujo de datos constante, sin sufrir demasiadas pérdidas por dispersión.

### 3.5.1.4 Simulación del enlace Microondas.

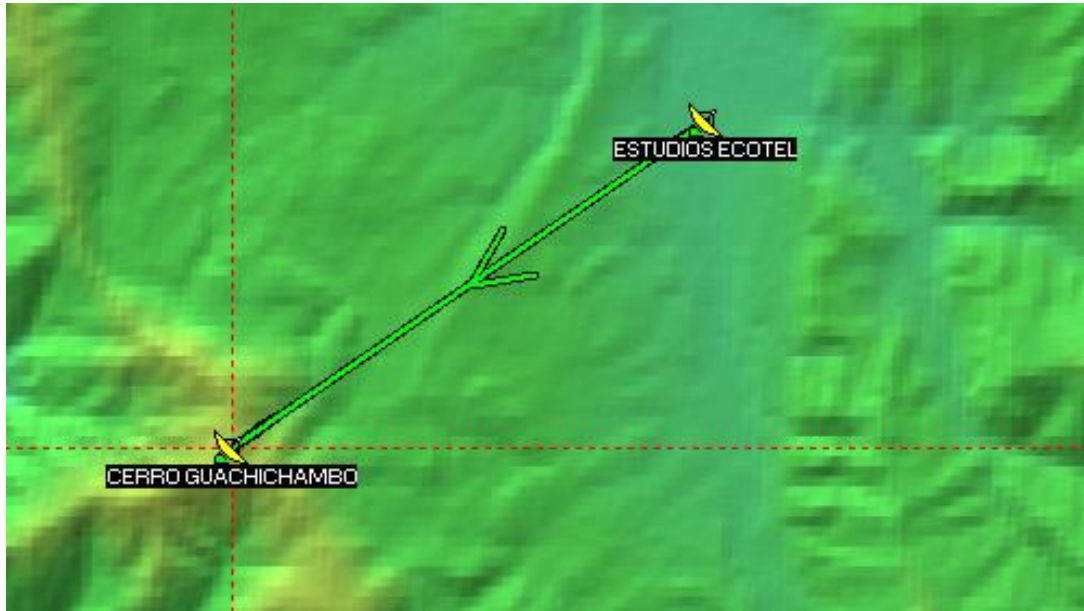
Para simular del enlace Microondas utilizaremos la herramienta de *software* Radio Mobile en su versión 11.4.4. Mediante este programa de cálculo podremos ubicar cada uno de los nodos o puntos del enlace con sus respectivas coordenadas WGS84.

Se procede a crear sistemas en cada nodo donde se podrán configurar los distintos parámetros de transmisión como de recepción. Las antenas serán ubicadas en cada uno de los nodos con dirección de vista frontal entre las mismas, esto con el objetivo de obtener un enlace óptimo entre las dos ubicaciones. En la siguiente tabla se resumen algunas características:

**Tabla 3.28.** Datos del enlace STL.

Transmisor STL	Acimut	Receptor STL	Distancia	Potencia/Ganancia	Elevación
ESTUDIOS ECOTEL	235,34°	CERRO GUACHICHAMBO	5,34 Km	0,5 W / 27 dBm	7,722°

En la Figura 3.20 se muestra una captura de pantalla del *software* Radio Mobile donde se pueden apreciar los dos puntos de interés que forman nuestro enlace STL Microondas, las antenas se encuentran alineadas y en direcciones frontales respectivamente.



**Figura 3.20.** Ubicación del enlace STL en el mapa de la ciudad de Loja. Software: Radio Mobile 11.4.4.

De acuerdo a la ubicación geográfica del enlace STL podemos decir que se trata de una zona urbana casi al 80%, varias de las atenuaciones se producen debido a edificaciones presentes en la ciudad. Además se tienen pérdidas por espacio libre y desvanecimiento, sin olvidar las producidas por difracción en las zonas de Fresnel. Dentro de la configuración otro parámetro a tomar en cuenta es la frecuencia de operación y las pérdidas debido al clima que en este caso es de tipo Ecuatorial.

Todos los factores mencionados anteriormente serán considerados dentro de la configuración del enlace, esto con el objetivo de que el *software* nos entregue los valores más apegados a la realidad y así poder determinar si nuestro enlace cumple con todos los requerimientos de transmisión.

### 3.5.1.5 Resultados.

Para el análisis de los resultados obtenidos de la simulación se debe tener en cuenta un aspecto muy importante, que es, el valor de la región elíptica de Fresnel, la misma que genera el ensanchamiento de propagación de la señal. Se debe considerar que al menos un 60% de la región de Fresnel debe permanecer sin obstrucción para obtener niveles de recepción y BER adecuados de la señal.

The screenshot shows the 'Systems' configuration window in Radio Mobile software. The window has a title bar with buttons for 'Default parameters', 'Copy Net', 'Paste Net', 'Cancel', and 'OK'. Below the title bar are tabs for 'Parameters', 'Topology', 'Membership', 'Systems', and 'Style'. The 'Systems' tab is active, showing the following configuration for a system named 'ESTUDIOS ECOTEL':

- System ID: 01 (dropdown)
- System name: ESTUDIOS ECOTEL (text field)
- Transmit power (Watt): 0,5 (text field) (dBm): 27 (text field)
- Receiver threshold (μV): 28,1838 (text field) (dBm): -78 (text field)
- Line loss (dB): 0,5 (text field) (Cable+cavities+connectors) (link)
- Antenna type: ANTENA\_STL.ant (dropdown) View (button)
- Antenna gain (dBi): 36,6 (text field) (dBd): 34,45 (text field)
- Antenna height (m): 15 (text field) (Above ground) (link)
- Additional cable loss (dB/m): 0 (text field) (If antenna height differs) (link)

At the bottom of the window are two buttons: 'Add to Radiosys01.dat' and 'Remove from Radiosys01.dat'.

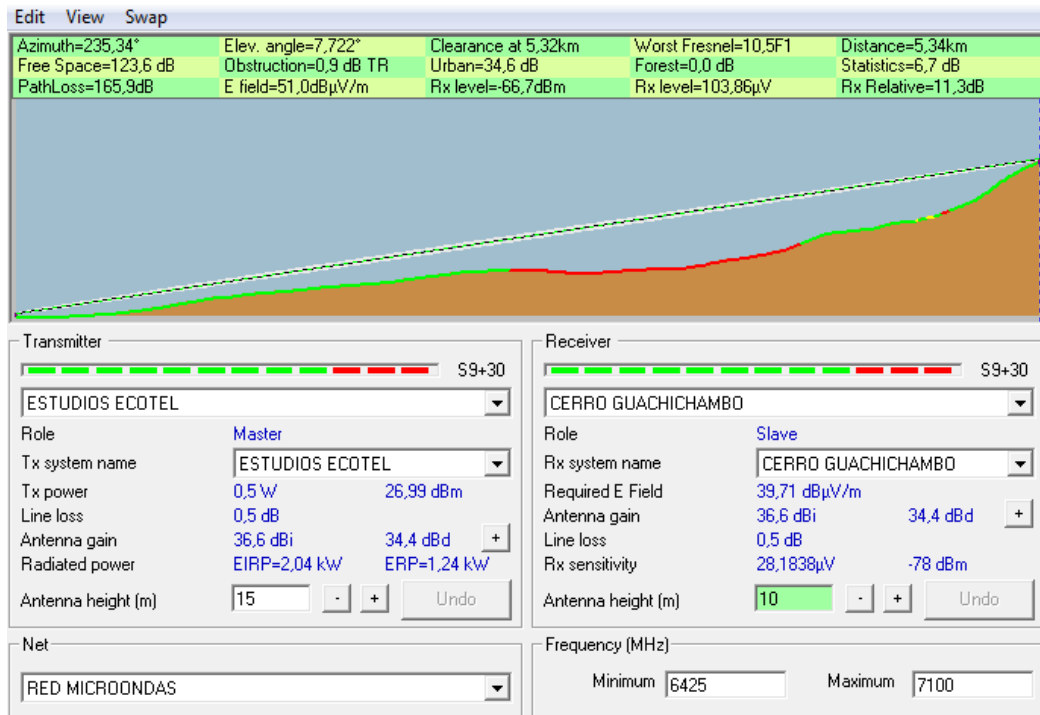
**Figura 3.21.** Parámetros de configuración del sistema ESTUDIOS ECOTEL. Software: Radio Mobile 11.4.4.



Default parameters	Copy Net	Paste Net	Cancel	OK																																								
Parameters	Topology	Membership	<b>Systems</b>	Style																																								
<div style="border: 1px solid gray; padding: 5px;"> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;"></td> <td style="width: 15%;"><input type="text" value="01"/></td> <td style="width: 60%;"><input type="text" value="Select from VHF ... UHF ..."/></td> <td style="width: 10%;"></td> </tr> <tr> <td>System name</td> <td colspan="3"><input type="text" value="CERRO GUACHICHAMBO"/></td> </tr> <tr> <td>Transmit power (Watt)</td> <td><input type="text" value="0,5"/></td> <td>(dBm)</td> <td><input type="text" value="27"/></td> </tr> <tr> <td>Receiver threshold (µV)</td> <td><input type="text" value="28,1838"/></td> <td>(dBm)</td> <td><input type="text" value="-78"/></td> </tr> <tr> <td>Line loss (dB)</td> <td><input type="text" value="0,5"/></td> <td colspan="2"><a href="#">( Cable+cavities+connectors )</a></td> </tr> <tr> <td>Antenna type</td> <td><input type="text" value="ANTENA_STL.ant"/></td> <td><input type="button" value="View"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Antenna gain (dBi)</td> <td><input type="text" value="36,6"/></td> <td>(dBd)</td> <td><input type="text" value="34,45"/></td> </tr> <tr> <td>Antenna height (m)</td> <td><input type="text" value="20"/></td> <td colspan="2"><a href="#">( Above ground )</a></td> </tr> <tr> <td>Additional cable loss (dB/m)</td> <td><input type="text" value="0"/></td> <td colspan="2"><a href="#">( If antenna height differs )</a></td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"><input type="button" value="Add to Radiosys01.dat"/></td> <td colspan="2" style="text-align: center;"><input type="button" value="Remove from Radiosys01.dat"/></td> </tr> </table> </div>						<input type="text" value="01"/>	<input type="text" value="Select from VHF ... UHF ..."/>		System name	<input type="text" value="CERRO GUACHICHAMBO"/>			Transmit power (Watt)	<input type="text" value="0,5"/>	(dBm)	<input type="text" value="27"/>	Receiver threshold (µV)	<input type="text" value="28,1838"/>	(dBm)	<input type="text" value="-78"/>	Line loss (dB)	<input type="text" value="0,5"/>	<a href="#">( Cable+cavities+connectors )</a>		Antenna type	<input type="text" value="ANTENA_STL.ant"/>	<input type="button" value="View"/>		Antenna gain (dBi)	<input type="text" value="36,6"/>	(dBd)	<input type="text" value="34,45"/>	Antenna height (m)	<input type="text" value="20"/>	<a href="#">( Above ground )</a>		Additional cable loss (dB/m)	<input type="text" value="0"/>	<a href="#">( If antenna height differs )</a>		<input type="button" value="Add to Radiosys01.dat"/>		<input type="button" value="Remove from Radiosys01.dat"/>	
	<input type="text" value="01"/>	<input type="text" value="Select from VHF ... UHF ..."/>																																										
System name	<input type="text" value="CERRO GUACHICHAMBO"/>																																											
Transmit power (Watt)	<input type="text" value="0,5"/>	(dBm)	<input type="text" value="27"/>																																									
Receiver threshold (µV)	<input type="text" value="28,1838"/>	(dBm)	<input type="text" value="-78"/>																																									
Line loss (dB)	<input type="text" value="0,5"/>	<a href="#">( Cable+cavities+connectors )</a>																																										
Antenna type	<input type="text" value="ANTENA_STL.ant"/>	<input type="button" value="View"/>																																										
Antenna gain (dBi)	<input type="text" value="36,6"/>	(dBd)	<input type="text" value="34,45"/>																																									
Antenna height (m)	<input type="text" value="20"/>	<a href="#">( Above ground )</a>																																										
Additional cable loss (dB/m)	<input type="text" value="0"/>	<a href="#">( If antenna height differs )</a>																																										
<input type="button" value="Add to Radiosys01.dat"/>		<input type="button" value="Remove from Radiosys01.dat"/>																																										

**Figura 3.22.** *Parámetros de configuración del sistema CERRO GUACHICHAMBO. Software: Radio Mobile 11.4.4.*

Luego de establecer cada una de las características en cuestión procedemos a simular nuestro enlace STL. La Figura 3.23 nos muestra el perfil topográfico y los valores calculados para el enlace Microondas.



**Figura 3.23.** Resultados de la simulación del enlace Microondas. Software: Radio Mobile 11.4.4.

Radio Mobile nos brinda información importante acerca de todos los parámetros obtenidos en el enlace, el dato más importante a tener en cuenta es la peor obstrucción de Fresnel y, de acuerdo a los resultados, el enlace no tiene obstrucciones sino hasta 10,3 es decir, más de 17 veces el valor mínimo. Además, los valores de recepción están 11,3 dB por encima de la potencia mínima que debe indicar el receptor para obtener los datos de forma correcta. A continuación se detallan los resultados obtenidos de la simulación:

**Tabla 3.29.** Resumen de resultados obtenidos para el enlace Microonda.

Parámetros enlace STL	
Acimut (ESTUDIOS ECOTEL)	235,3°
Acimut (CERRO GUACHICHAMBO)	55,3°
Distancia	5,34 Km
Peor Fresnel	10,5
Recepción Relativa	11,3 dB
Mínimo despeje	5,32 Km
Perdidas de espacio libre	123,6 dB
Perdidas por obstrucción	0,9 dB
Perdida por urbanismo	34,6 dB
Perdidas por trayecto	165,9 dB

Ya obtenidos los resultados se puede concluir que el enlace es lo suficientemente robusto como para transmitir los 32,5 Mbps (BTS) que se obtienen del remultiplexor y así poder transmitirla hacia la Planta donde la información estará lista para ser modulada en OFDM de acuerdo al estándar.

### **3.5.2 Parámetros de Radiodifusión.**

Una vez obtenida la señal generada en el Estudio, se inicia el proceso de difusión de la señal digital desde la Planta transmisora. La señal primero tendrá que pasar por dos etapas: la primera que consiste en la modulación OFDM y la segunda que corresponde a la amplificación o excitación de la señal deseada, esto con el objetivo de ser distribuida por el Sistema Radiante y lograr la cobertura deseada.

Nuestro Sistema Radiante debe tener un lóbulo o patrón de radiación resultante que se relacione con el área a cubrir. Teniendo en cuenta que el transmisor se encuentra a un lado de la ciudad, se tendrá que generar dos lóbulos máximos de radiación principal con un ancho de haz significativo para que la cobertura abarque todos los sectores que comprenden a la ciudad Loja. Para lograr esto se va a considerar el mismo sistema de antenas que operan actualmente (televisión analógica), es decir, un arreglo de 6 paneles con una ganancia de 12 dB aproximadamente, y así lograr una cobertura igual o similar a la generada por el sistema actual analógico.

Como ya lo habíamos especificado anteriormente se va a usar el canal 25 en UHF para la respectiva transmisión. Las frecuencias que correspondientes para este canal de 6 MHz abarcan desde los 536 y 542 MHz. De acuerdo al tipo de modulación, la energía será distribuida por todo el rango de frecuencias asignado, y con respecto al *off-set*, se ha tomado el valor de 539,142 como la frecuencia central del canal.

De acuerdo a las especificaciones de la norma ISDB-T<sub>b</sub>, sabemos que la máxima potencia emitida sobre un HAAT (*Height Above Average Terrain*) mayor a 150 metros está entre los 0,08 y 80 KW. En nuestro caso se tiene un HAAT de aproximadamente 600 metros así que podremos utilizar cualquiera de los valores dentro de este rango. Como ya se lo había definido se usará el valor de 2500W (PER) para la difusión de la TDT ya que se tiene una zona de mediana cobertura. Además el transmisor sugerido para nuestro estudio (LINEAR IS7400) tiene un rango de potencia que va

desde los 10 hasta los 400 Wrms, y que es justamente un equipo para aplicaciones de mediana capacidad donde no es necesario abarcar extensas áreas de cobertura.

### 3.5.2.1 Descripción del sistema radiante.

El Sistema Radiante a reutilizar corresponde a un arreglo de paneles marca SIRA (UTV-01), de polarización horizontal que trabajan en la frecuencia de 539,142 MHz (canal 25 en UHF). La elección de este arreglo de paneles es debido a que los mismos cumplen con los requerimientos de frecuencia y patrones de radiación. Las características principales se las detalla en la Tabla 3.30.

**Tabla 3.30.** Características del sistema marca SIRA UTV-01. <sup>[30]</sup>

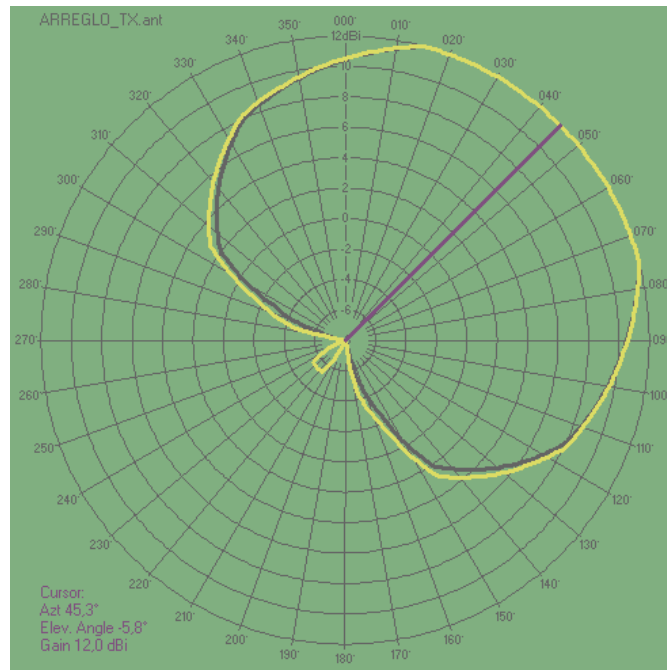
Parámetros del sistema radiante	
Rango de frecuencia	470 – 860 MHz
Pico de ganancia	12,43 dB
Ancho de Haz	Plano-E: 61°, Plano-H:26°
Polarización	Horizontal
Impedancia	50 $\Omega$
VSWR	1,10:1
Potencia máxima	1 KW

A cada una de las antenas (arreglo de 6 paneles) se le suministrará un porcentaje de potencia del respectivo transmisor ISDB-T<sub>b</sub> mediante distribuidores de potencia, esto con el objetivo de optimizar el PER generado por el arreglo de antenas. Para obtener una cobertura acorde a la geografía de la ciudad tendremos que diseñar un sistema que genere un diagrama de radiación dirigido hacia el sitio en cuestión.

De la misma forma que se obtuvo el diseño de la antena para nuestro enlace, ahora vamos a construir el correspondiente al Sistema Radiante. Utilizando la hoja de cálculo de antenas, se diseñó un sistema con un patrón de radiación tipo Cardioide con dos lóbulos principales de radiación, el primero dirigido hacia el sector SUR-OESTE y el segundo hacia el sector NOR-ESTE, estas consideraciones se las tomó en función de la ubicación del transmisor (cerro Guachichambo). Para lograr dicho diseño fue necesario modificar y variar la ganancia (hoja de cálculo) en cada uno de los acimuts de máxima radiación, ya sea cada 5° o 10° grados de acuerdo la geografía de la ciudad.

Luego de haber obtenido nuestro Sistema Radiante generamos el archivo ARREGLO\_TX.ant para poder exportarlo al Radio Mobile y proceder a la simulación respectiva.

El comportamiento del arreglo y su patrón de radiación (lóbulos principales de radiación) se lo puede apreciar en la Figura 3.24.



**Figura 3.24.** Patrón de radiación del Sistema Radiante. Software: Radio Mobile 11.4.4.

### 3.5.2.2 Parámetros de Recepción.

#### 3.5.2.2.1 Características de los receptores.

Para poder calcular la señal dentro de la cobertura deseada es necesario considerar las características que deben tener los equipos receptores. La norma técnica ABNT ABR 15604, especifica todos los parámetros con los cuales es posible recibir una señal digital correctamente.

De acuerdo a las especificaciones dadas por la norma se tiene que para que un receptor pueda recibir una señal de forma adecuada se debe tener un valor mínimo de -77,4 dBm de potencia recibida.

En el mercado existen equipos decodificadores (STB) y receptores portátiles con sensibilidades de hasta -105 dBm, razón por la cual para nuestros cálculos de recepción usaremos un umbral

promedio de -95 dBm, esto con el objetivo de garantizar buena recepción en toda nuestra área de cobertura, y sin que sea necesario algún tipo de repetidor (*gap-filler*).

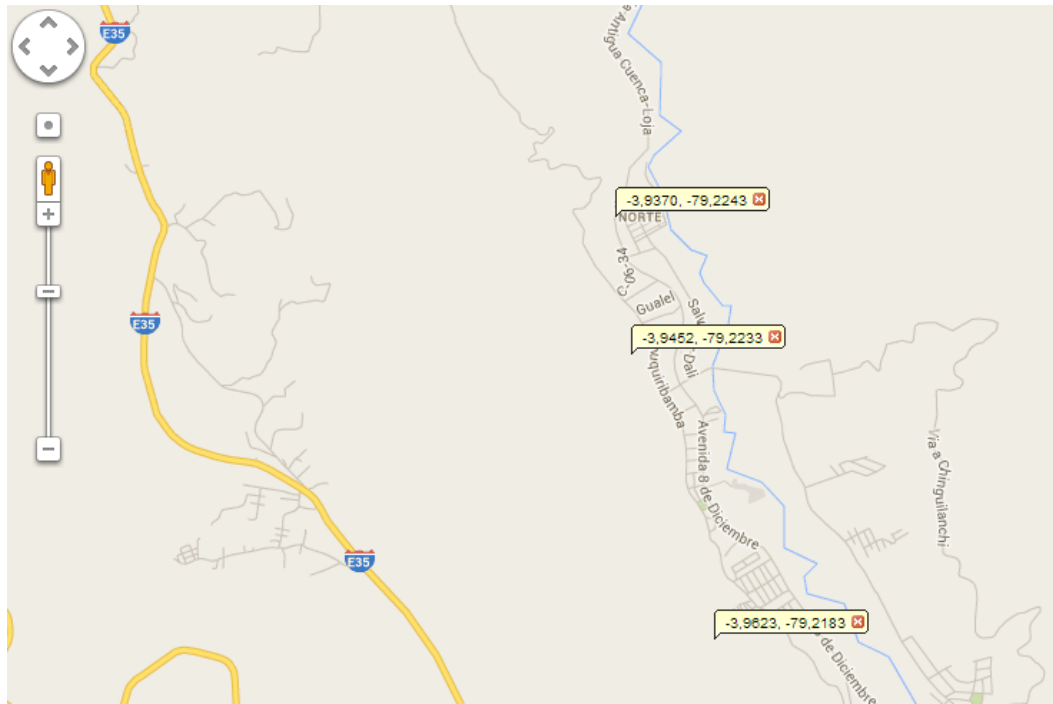
### 3.5.2.2.2 Puntos de recepción.

Para simular el área de cobertura ubicaremos puntos de prueba distribuidos por toda la ciudad en cuestión, donde cada uno de estos puntos será representado por un receptor digital con las características mencionadas anteriormente. En la Tabla 3.31 se detallan todos y cada uno de los puntos de recepción los mismos que nos servirán luego para simular toda la difusión de la señal digital.

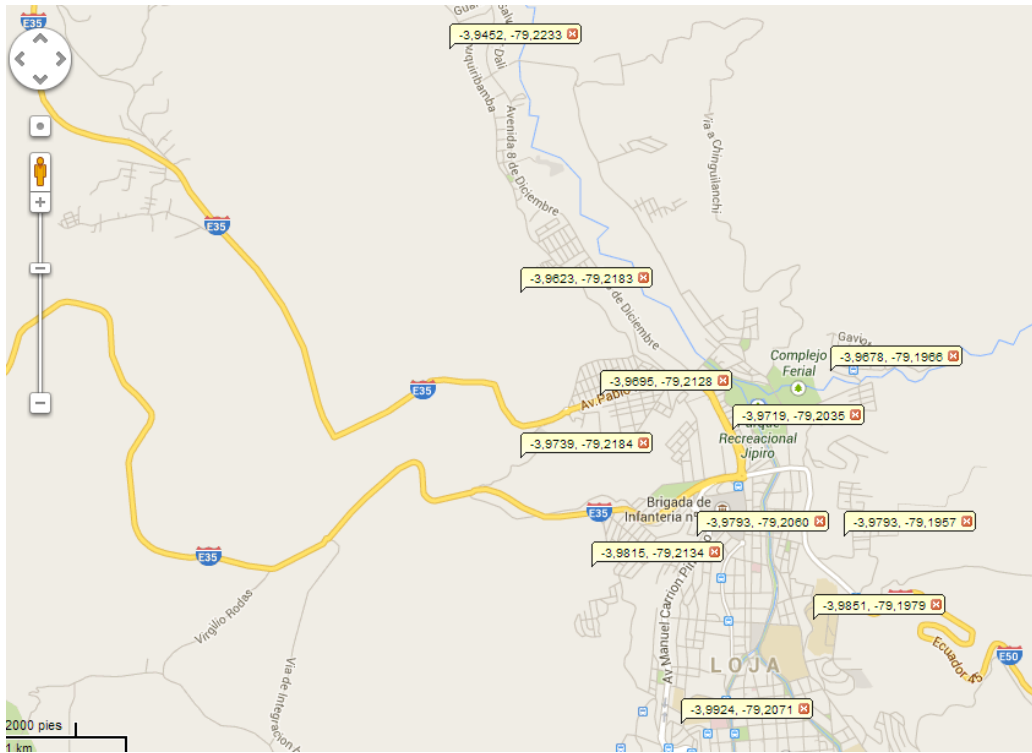
**Tabla 3.31.** Ubicación de los Puntos de Recepción. Software: Google maps.

Punto	Ubicación	Coordenadas WGS84	
1	Ciudadela Julio Ordoñez.	-4,03945	-79,20394
2	Universidad Nacional de Loja.	-4,03521	-79,20156
3	Ciudad Alegría.	-4,03026	-79,20514
4	Ciudadela Esteban Godoy.	-4,0266	-79,2123
5	Ciudadela Los Rosales.	-4,02023	-79,20021
6	Ciudadela Daniel Álvarez.	-4,01928	-79,21164
7	La Pradera.	-4,01325	-79,19958
8	Liceo de Loja.	-4,0108	-79,18463
9	Tierras Coloradas.	-4,0124	-79,2413
10	Época.	-4,01025	-79,21134
11	Calle Rubén Darío y Ramón y Cajal.	-4,00813	-79,19742
12	Parque infantil.	-4,00490	-79,20034
13	Estadio Reina del Cisne.	-4,00130	-79,19676
14	Ciudad Victoria.	-4,0008	-79,2321
15	Calle Mercadillo y Shiris	-4,00034	-79,21106
16	Parque Central.	-3,99668	-79,20156
17	Área de la Salud Humana UNL.	-3,99244	-79,20709
18	San Cayetano Alto.	-3,98514	-79,19789
19	Dr. Eduardo Mora Moreno y Montevideo.	-3,98148	-79,21336
20	Brigada de Infantería No. 7.	-3,97932	-79,20604
21	San Cayetano Bajo.	-3,97932	-79,19572
22	Especerías ILE CA.	-3,97388	-79,21836
23	Parque Recreacional Jipiro.	-3,97189	-79,20354
24	Las Pitás.	-3,96945	-79,21281
25	Calle Ordalos y canarios.	-3,96778	-79,19662
26	La Quinta Montaña.	-3,96230	-79,21834
27	Hospital Universitario de Motupe.	-3,94524	-79,22332
28	Sauces Norte.	-3,9370	-79,22433

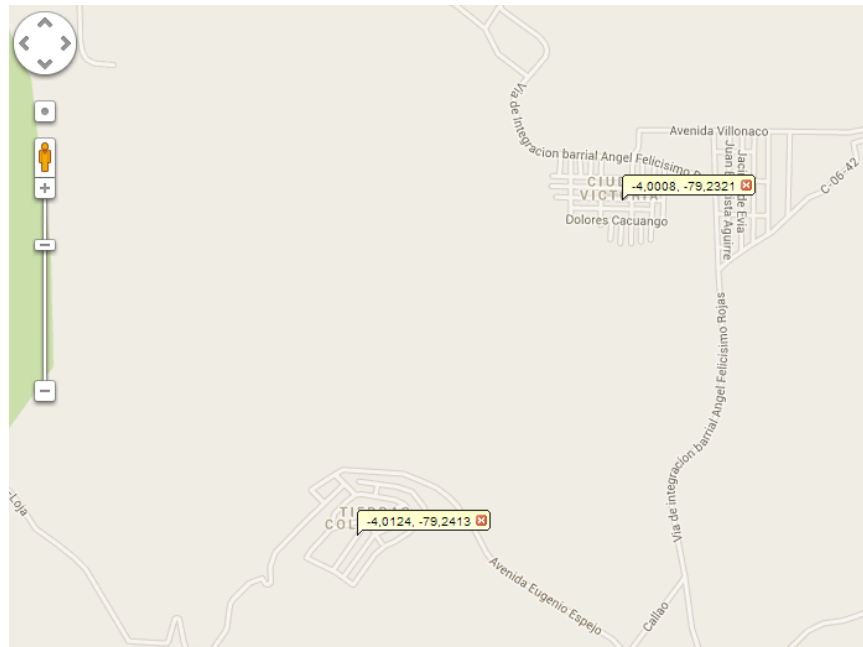
Se han situado un total de 28 puntos de prueba a lo largo de toda la ciudad de Loja, esto con el objetivo de que el diseño de red sea lo suficientemente factible y brinde un adecuado servicio sin la necesidad de recurrir a repetidores o *gap-fillers*. En el caso de que sean necesarios estos repetidores, las pruebas de simulación nos darán las pautas para la elección de las posibles ubicaciones de los mismos. En la Figura 3.25 podemos apreciar las ubicaciones de todos los puntos de recepción.



a) Puntos Norte.

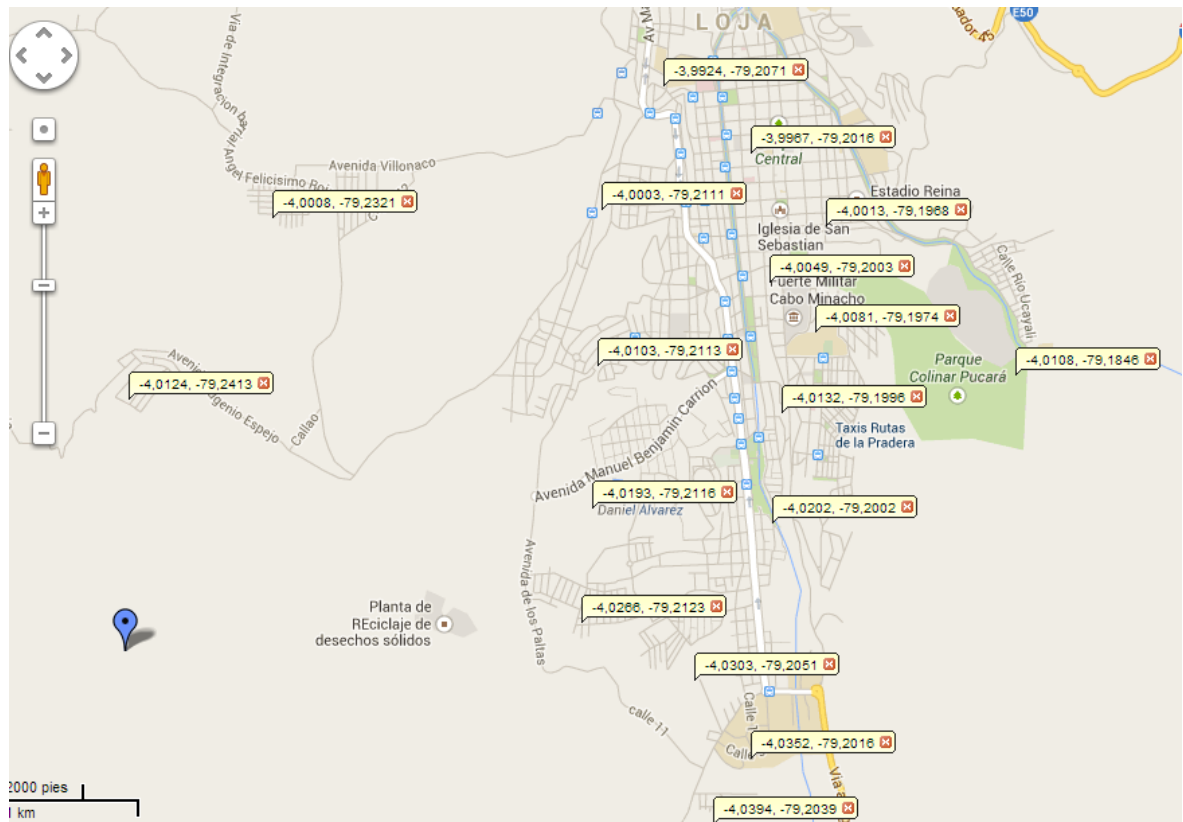


**b) Puntos Centro - Norte.**



**c) Puntos Sur - Oeste**





**d) Puntos Centro - Sur.**

**Figura 3.25.** Puntos de Recepción: a) Norte, b) Centro - Norte, c) Sur - Oeste, d) Centro - Sur.  
Software: Google maps.

La elección de los puntos de recepción fue de acuerdo a las zonas donde la televisión analógica tiene mayores problemas de recepción, es decir se tomaron las condiciones medias-malas de recepción en varios sectores de la ciudad; para de esta forma poder configurar y modificar en cada punto los parámetros correspondientes, los mismos que finalmente nos darán un resultado global de cobertura.

Además el resultado de la simulación permitirá delimitar el área de servicio garantizando que la señal digital se reciba sin problemas en las peores condiciones geográficas.

**3.5.2.3 Simulación y determinación de Cobertura.**

A continuación se analiza la radiodifusión digital de nuestra red SFN dentro del área de cobertura, así como el comportamiento de la señal en cada uno de los puntos elegidos.

### 3.5.2.3.1 Configuración del Sistema de Transmisión.

Una vez que ya se han localizado las coordenadas geográficas de los puntos distribuidos de Norte a Sur, se procede a crear dentro de nuestro simulador la red denominada RADIODIFUSION DIGITAL, la misma donde se van a configurar las siguientes características:

- Canal de radiodifusión, será el 25 en UHF, que opera en las frecuencias comprendidas entre 536 y 542 MHz.
- Sistema radiante con polarización Horizontal.
- Perdidas estadísticas (modo de Variabilidad) en la opción Difusión (*Broadcast*).
- Perdidas por fenómenos climáticos en la opción Ecuatorial.
- Perdidas por posibles obstrucciones al 80% debido a que se trata de la parte urbana de Loja.

The screenshot shows the 'Parameters' dialog box in the Radio Mobile 11.4.4 software. The dialog has several tabs: 'Parameters', 'Topology', 'Membership', 'Systems', and 'Style'. The 'Parameters' tab is active. At the top, there are buttons for 'Default parameters', 'Copy Net', 'Paste Net', 'Cancel', and 'OK'. The 'Parameters' section contains the following fields and options:

- Net name:** RADIODIFUSION DIGITAL
- Minimum frequency (MHz):** 536
- Maximum frequency (MHz):** 542
- Polarization:**  Vertical,  Horizontal
- Mode of variability:**
  - Spot (% of time: 50)
  - Accidental (% of locations: 50)
  - Mobile (% of situations: 50)
  - Broadcast (% of situations: 50)
- Additional loss:**  City,  Forest (%: 80)
- Surface refractivity (N-Units):** 301
- Ground conductivity (S/m):** 0,005
- Relative ground permittivity:** 15
- Climate:**
  - Equatorial
  - Continental sub-tropical
  - Maritime sub-tropical
  - Desert
  - Continental temperate
  - Maritime temperate over land
  - Maritime temperate over sea

**Figura 3.26.** Configuración de la red RADIODIFUSION DIGITAL. Software: Radio Mobile 11.4.4.

Trayendo a consideración aspectos anteriores, y una vez que se ha obtenido el patrón de radiación resultante del Sistema Radiante propuesto, generamos el archivo ARREGLO\_TX.ant que contiene los valores de ganancia normalizados en coordenadas polares, y con este archivo ya podemos exportarlo al nuevo sistema llamado UHF TRANSMISOR dentro de nuestro simulador. En la Tabla 3.32 se describen los parámetros a configurar.

**Tabla 3.32.** *Parámetros de configuración del sistema UHF TRANSMISOR.*

<b>Características UHF TRANSMISOR</b>	
Potencia de transmisión	250 W
Umbral de recepción	-95 dBm
Perdidas por línea de Tx	1,5 dB
Tipo de Antena	ARREGLO_TX
Ganancia de la antena	12,43 dB
Altura de la antena	20 m
Perdidas de cable adicionales	0,83 dB

De acuerdo a datos anteriores vale recalcar que uno de los parámetros más importantes a configurar es el correspondiente a la potencia de transmisor conjuntamente con la ganancia del arreglo de antenas, ya que de esto depende el nivel de señal obtenido en cada punto de recepción. En la Figura 3.27 se indica una captura de pantalla de la configuración del sistema UHF TRANSMISOR.

**Figura 3.27.** Configuración del sistema UHF TRANSMISOR. Software: Radio Mobile 11.4.4.

Ahora procedemos a configurar el sistema receptor denominado UHF RECEPTOR, el mismo que tendrá en consideración los parámetros indicados en la sección 3.4.2.10.1. Las características de este sistema se las describe a continuación:

**Tabla 3.33.** Parámetros de configuración del sistema UHF RECEPTOR.

Características UHF RECEPTOR	
Potencia de transmisión	0,5 W
Umbral de recepción	-95 dBm
Perdidas por línea de Tx	0 dB
Tipo de antena	Omnidireccional
Ganancia de la antena	3 dB
Altura de la antena	10 m
Perdidas de cable adicionales	0,5 dB

The screenshot shows the 'Systems' configuration window in Radio Mobile 11.4.4. The window has a title bar with buttons for 'Default parameters', 'Copy Net', 'Paste Net', 'Cancel', and 'OK'. Below the title bar are tabs for 'Parameters', 'Topology', 'Membership', 'Systems' (selected), and 'Style'. The main area contains the following configuration fields:

- A dropdown menu set to '01' and a selection box for 'Select from VHF ... UHF ...'.
- 'System name' text box containing 'UHF RECEPTOR'.
- 'Transmit power (Watt)' text box with '0.5' and '(dBm)' text box with '27'.
- 'Receiver threshold (µV)' text box with '3.9811' and '(dBm)' text box with '-95'.
- 'Line loss (dB)' text box with '0' and a blue link '( Cable+cavities+connectors )'.
- 'Antenna type' dropdown menu with 'omni.ant' and a 'View' button.
- 'Antenna gain (dBi)' text box with '3' and '(dBd)' text box with '0.85'.
- 'Antenna height (m)' text box with '10' and a blue link '( Above ground )'.
- 'Additional cable loss (dB/m)' text box with '0.5' and a blue link '( If antenna height differs )'.
- 'Add to Radiosys01.dat' and 'Remove from Radiosys01.dat' buttons at the bottom.

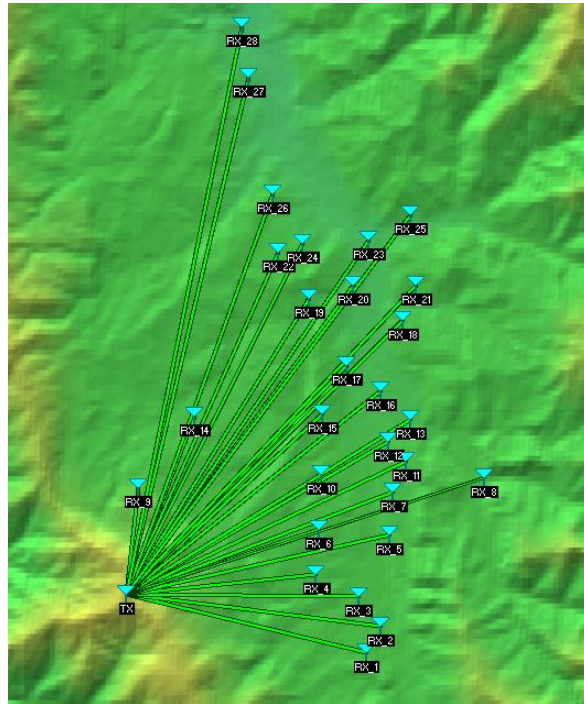
**Figura 3.28.** Configuración del sistema UHF RECEPTOR. Software: Radio Mobile 11.4.4.

Como se puede observar se ha considerado un umbral de recepción de -95 dBm, el tipo de antena a usar será Omnidireccional con ganancia de 3 dBi, y una pérdida adicional de 0,5 dB debido a cables y conectores.

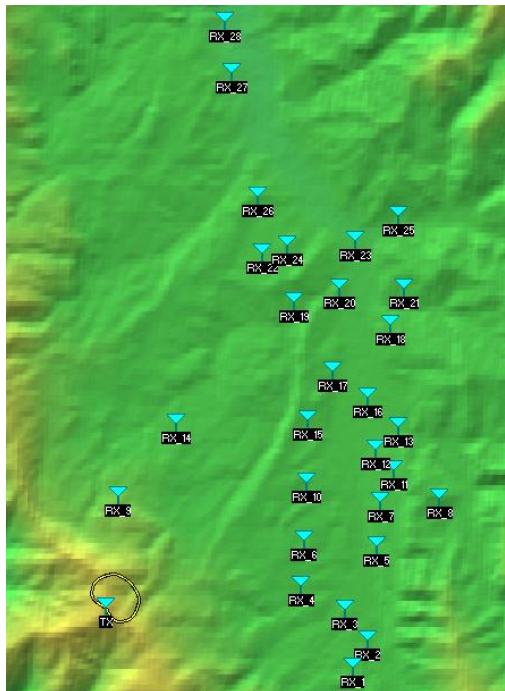
### 3.5.2.3.2 Determinación de la Cobertura.

Par obtener la cobertura deseada de nuestra señal digital se procede a generar un enlace para cada punto de recepción desde el cerro Guachichambo, es aquí donde todos y cada uno de los puntos nos proporcionan información sobre los niveles de recepción y valores de los distintos tipos de pérdida.

La Figura 3.29 y 3.30 nos muestra el resultado de la simulación:



**Figura 3.29.** Enlaces para cada uno de los puntos de recepción. Software: Radio Mobile 11.4.4.

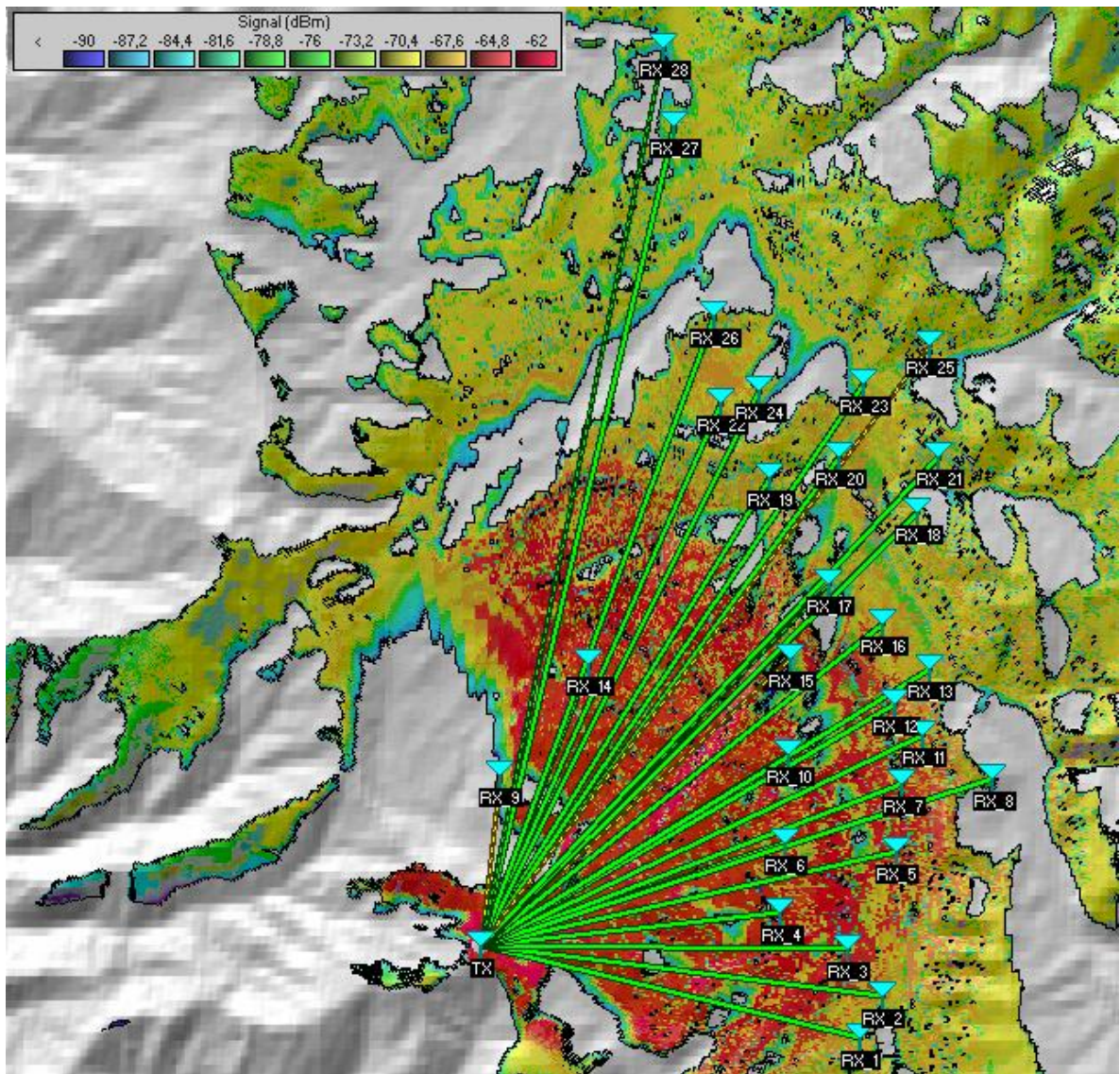


**Figura 3.30.** Ubicación de los puntos y patrón de radiación del Sistema Radiante. Software: Radio Mobile 11.4.4.



Adicional a esto generamos un gráfico de cobertura de radio polar el mismo que nos dará una perspectiva de los niveles a recibir en todo el territorio en cuestión. Esta opción permite graficar los niveles de señal que se obtendrían de acuerdo a una gama de colores, lo cual nos permite determinar los límites geográficos en donde la señal transmitida tendrá niveles por encima de los mínimos.

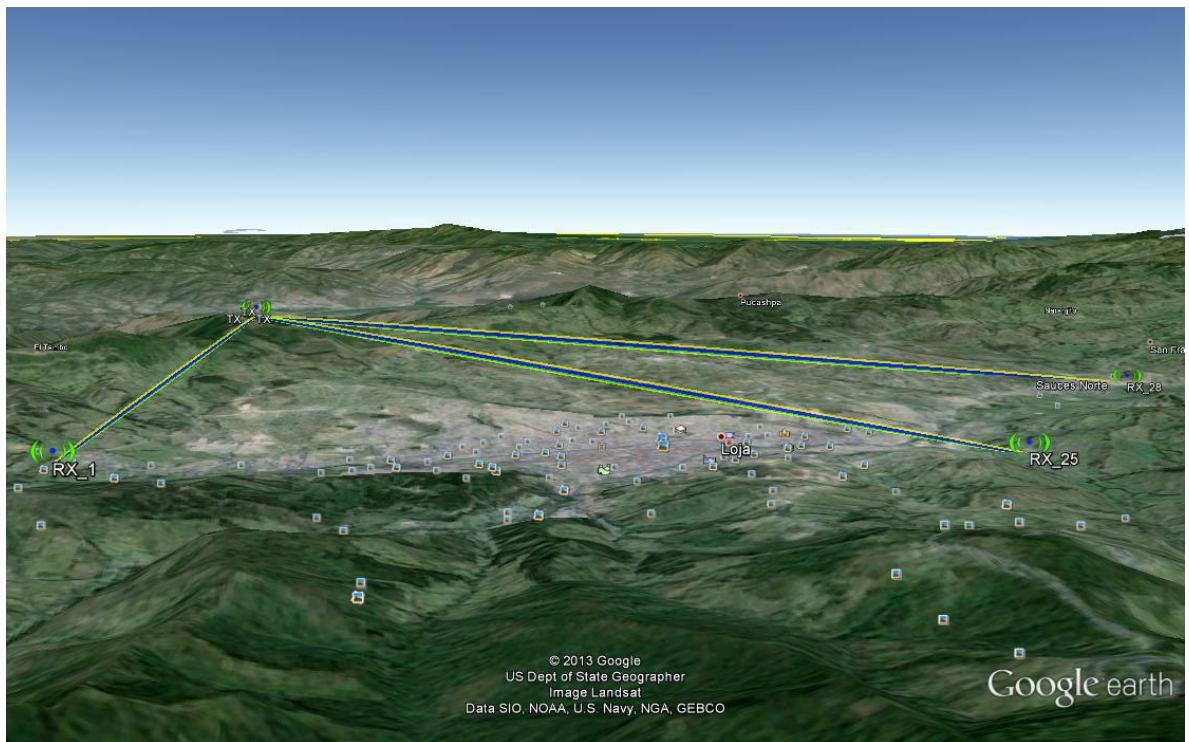
La Figura 3.31 indica el grafico de la cobertura polar obtenido en simulación.



**Figura 3.31.** Diagrama de cobertura Polar. Software: Radio Mobile 11.4.4.

Como se puede observar en la figura anterior, la mayoría de los puntos de recepción poseen buenos niveles de señal, entre -64,8 y -81,6 dBm, valores mayores al umbral mínimo que especifica la norma ISDB-T<sub>b</sub>.

Mediante la herramienta de visualización geográfica *Google earth* podemos obtener una vista general del perfil topográfico donde se hallan situados todos y cada uno de los puntos de recepción. En la Figura 3.32 se indican tres puntos correspondientes a la parte SUR (RX\_1), Centro (RX\_25) y NORTE (RX\_28).



**Figura 3.32.** Perfil topográfico de cobertura. Software: Google earth.

### 3.5.2.3.3 Análisis de resultados.

Los resultados en cada sitio de recepción se obtienen a partir de los cálculos de propagación según los acimuts de mayor interés (máxima radiación) y distancias que se extienden radialmente desde el punto de transmisión. La intensidad de campo eléctrico obtenido deberá tener un valor de 51 dBuV/m o superior en el borde de cobertura del área principal.

La Tabla 3.34 muestra un resumen de los parámetros más importantes correspondientes a cada uno de los puntos de recepción.



**Tabla 3.34.** Resultados obtenidos (simulación) en cada uno de los puntos de recepción.

Punto	Distancia (Km)	Perdidas (dB)	Nivel Rx (dBm)	Rx Relativo (dB)
1	4,49	124,7	-67,3	22,7
2	4,67	123,9	-65,9	24,1
3	4,23	124,8	-66,1	23,9
4	3,46	123,0	-63,7	26,3
5	4,90	125,0	-65,1	24,9
6	3,71	123,1	-63,1	26,9
7	5,20	125,3	-65,3	24,7
8	6,19	126,8	-66,8	23,2
9	1,97	145,1	-85,8	4,2
10	4,17	122,9	-62,9	27,1
11	5,64	125,9	-65,8	24,2
12	5,52	125,5	-65,5	24,5
13	6,07	127,8	-67,8	22,2
14	3,48	121,5	-61,5	28,5
15	4,86	144,0	-84,2	5,8
16	5,93	136,8	-77,0	13,0
17	5,79	140,9	-80,8	9,2
18	7,09	128,8	-68,7	21,3
19	6,33	126,5	-66,5	23,5
20	6,99	137,2	-77,5	12,5
21	7,72	129,0	-69,0	21,0
22	6,28	132,4	-72,3	17,7
23	7,82	128,7	-68,6	21,4
24	7,15	130,9	-72,9	17,1
25	8,64	145,1	-85,1	4,9
26	7,73	127,7	-67,7	22,3
27	9,68	130,2	-70,3	19,7
28	10,55	140,7	-82,5	7,5

Observando los resultados se tiene que todos los puntos poseen un nivel de recepción relativo (diferencia entre la potencia recibida y el umbral de recepción) positivo, es decir, la totalidad de los sitios en cuestión superan el umbral de recepción especificado por la norma. Con esto se garantizará que el 100% de la ciudad tenga una excelente recepción de la señal digital.

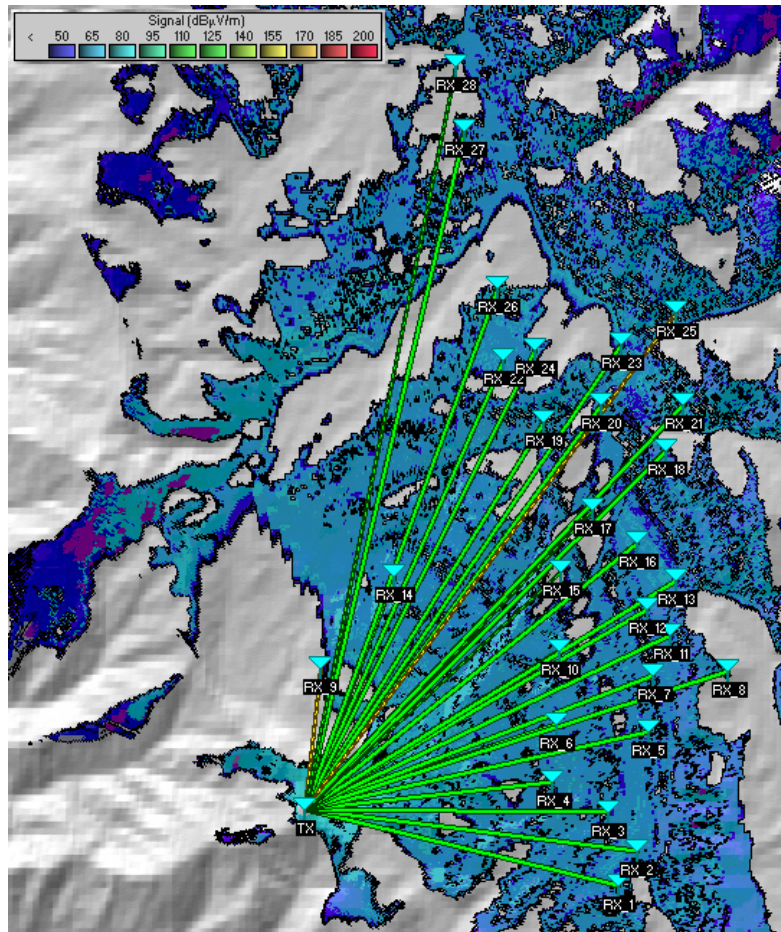
En el caso de que se quiera ampliar la zona de cobertura los parámetros modificados serán la potencia de transmisión (acimut de máxima radiación) y la ganancia del Sistema Radiante. Si la geografía lo dificulta y no se logra llegar con la señal de la cobertura principal a todos los lugares o

sitios; dando lugar a zonas de sombra, se hará uso de *gap-fillers*, los mismos que funcionan como repetidoras de baja potencia y que pueden cubrir las necesidades de zonas pequeñas. Además como se trata de una red SFN se podrá reutilizar la misma frecuencia del transmisor matriz (canal 25 UHF) para la radiodifusión de todos los repetidores que fueren necesarios.

Hay que tener en cuenta que como se trata de una ciudad relativamente pequeña no habrá problemas de retardos de señal y de ningún tipo de interferencia ISI e ICI, gracias a que la red es del tipo SFN y está diseñada para trabajar en Modo 2.

Es de importancia aclarar una situación con respecto a una transmisión analógica, cuando la señal analógica presenta problemas recepción generalmente en zonas de sombra, es decir, tiene ruido e interferencia propios de las características del sector, se tiene que, aún con valores inferiores al umbral permitido es posible recibirla en nuestro receptor, aunque la imagen y el audio sean de baja calidad. No sucede lo mismo con una señal digital en donde el umbral de recepción está directamente relacionado con el umbral de energía entre un cero (0) y un uno (1), es decir, es indispensable que los niveles de señal deban estar dentro del umbral de recepción ya que no es posible tener una señal digital con baja calidad o a medias, que es el equivalente a no recibir nada de información, de esta forma se marca una diferencia radical entre recibir la señal de manera correcta y no recibir señal alguna.

Finalmente se indica un diagrama de cobertura polar en donde se puede observar que el área mínima a proteger se encuentra determinada por los contornos de intensidad de campo eléctrico de 51 dBuV/m en el borde de cobertura del área principal.



**Figura 3.33.** Diagrama de cobertura Polar (Campo Eléctrico). Software: Radio Mobile 11.4.4.

### 3.6 ELEMENTOS NECESARIOS PARA LA DIFUSIÓN DE TDT.

El objetivo de la radiodifusión de televisión digital es el de llevar un grupo de imágenes fijas y en movimiento con el respectivo audio asociado a través de una señal digital, la misma que será transmitida por una estación matriz y de ser necesario por una o varias estaciones repetidoras y así poder llegar con la señal adecuada a una zona geográfica determinada.

En la TDT se pueden identificar las principales etapas que conforman la cadena de transmisión:

- Estudios de televisión.
- Enlace STL Microondas Estudio – Transmisor (Planta).
- Estación Transmisora.
- Estación Repetidora.

### **3.6.1 Equipos a ser utilizados en una red TDT.**

A continuación se abarca un análisis de todos los equipos correspondientes a la infraestructura interna como externa. Para este propósito se ha tomado como referencia las exigencias que nos da el CITDT, respecto a los nuevos equipos digitales, y está dirigido a los nuevos operarios de canales de Televisión Digital Terrestre.

Además se debe tomar en cuenta las preferencias y requerimientos que tiene la gente por los nuevos servicios que involucra esta nueva tecnología, como ya habíamos mencionado entre otros servicios se pueden citar los siguientes:

- Menú para selección de programas.
- Información de programación en pantalla.
- Grabar, pausar y retroceder programas.
- Servicios a dispositivos móviles, etc.

Los equipos que se proponen en esta sección deben ser compatibles y proporcionar todos los servicios antes mencionados.

#### **3.6.1.1 Aspectos a considerar sobre los equipos de Producción, Transmisión y Difusión.**

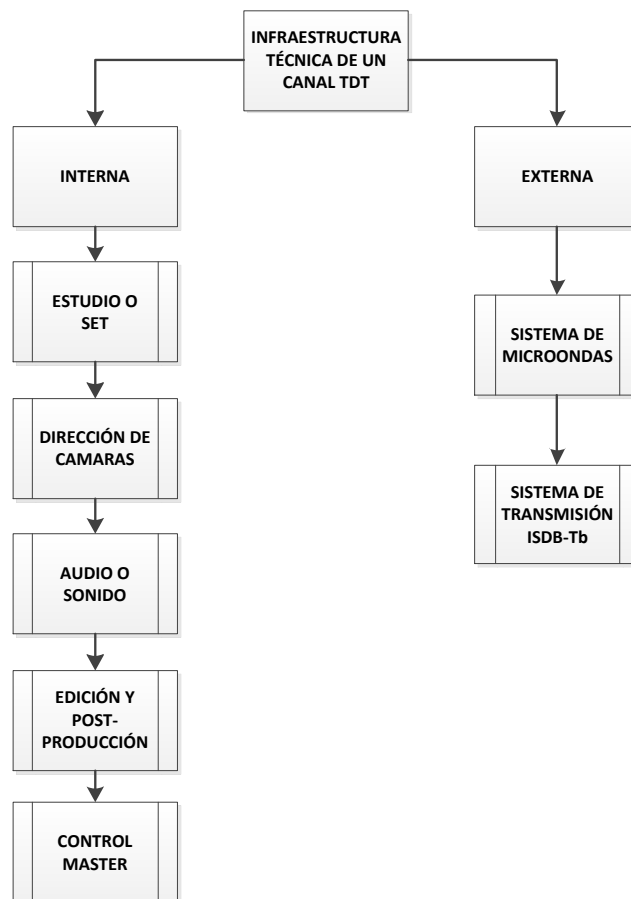
Los equipos propuestos para la implementación de la nueva red de TDT del canal ECOTEL-TV han sido seleccionados de acuerdo a las siguientes consideraciones:

- Montaje, contraste (Monitor).
- Conmutable, almacenamiento (Switcher Master).
- Tipo de tarjeta, soporte de formatos (Generador de caracteres).
- Canales, dimensionamiento, potencia de salida (Consola y amplificador de audio).
- Ratio de contraste, ángulo de visión (Datavideo).
- Haz de vidrio, resolución, (Teleprompter).
- Señal de video a ruido (Corrector de base de tiempos).
- Disco duro, configuración de imágenes (Grabador digital).
- Relación señal a ruido, niveles de sonido (Micrófonos).
- Grabación, capacidad de captura (Cámaras).

- Voltaje, peso, dimensiones (Iluminación).
- Sincronismo (Sistema Multivista).

De la misma forma para los equipos de transmisión y difusión fue necesario analizar los siguientes aspectos:

- Video inputs, muestreo, audio embebido (Codificador MPEG-4).
- Soporte middleware GINGA, tipo de entradas, multiplexación en tiempo real (Multiplexor).
- Salida de RF, estándar de transmisión, pre-corrección lineal y no lineal (Modulador).
- Potencia, consumo, control local y remoto (Transmisor ISDB-T<sub>b</sub>).
- Ahorro de energía, sistema de advertencia (Back Ups de energía).
- Estabilidad de frecuencia, potencia, ganancia (Enlace Microondas y antenas).



**Figura 3.34.** Componentes principales para Infraestructura del canal ECOTEL-TV. Software: Microsoft Office Visio.

### 3.6.2 Equipos para Infraestructura Interna.

La infraestructura interna hace referencia a los componentes y equipos necesarios para generar la señal digital dentro del Estudio (Producción). Según un análisis de costos en el mercado los equipos que se detallan a continuación son los recomendados para la implementación práctica de un canal de Televisión Digital Terrestre con el estándar ISDB-T<sub>b</sub>. El equipamiento se lo ha distribuido de acuerdo a cada área correspondiente de la estación.

**Tabla 3.35.** Equipos para Infraestructura Interna.

Producción de contenido		
Área del canal	Equipo	Nombre/Modelo
Área de Estudio o Set.	Micrófonos Audio Clip.	Technica AT803B
	Micrófonos inalámbricos Audio.	Technica ATR288W
	Trípode	Lowel Basic Boom SP-91
	Cámaras	JVC GY-HM750
	Teleprompter	FLEX-D-D1
	Iluminación Estudio	Arri 650W Fresnel Compact 3-Light Kit
	Monitor	Sony KDL-32BX425
Área de Dirección de Cámaras.	Test Monitor	Leader LV 5380 Multi SDI
	Monitor	Marshall M-LYNX-19SDI
	Sistema Multivista	Wohler RMQ-230-3G
Área de Audio o Sonido.	Consola de audio	Behringerx32 (16 Canales)
	Ecuador	dbx 215s
	Amplificador de audio	Crown XLS 2500
Área de Edición o Postproducción.	Switcher de producción en vivo	Newtek Tricaster 450
	Monitor (Arreglo)	Datavideo TLM-404H 4X4
	Monitor	Marshall M-LYNX-17SDI
	Corrector de base de tiempos	Hotronic AP-41SP
	Grabador digital	Samsung SRD-470
	Computadora	Intel Core I7 2Tera
	Generador de caracteres	CG-350 HD
Área de Control Master.	Monitor	Marshall M-LYNX-17SDI
	Switcher Master	Datavideo SE-2800
	iMac Intel Core i5	Apple MC812E
Área de servidores y equipos de red.	Servidor de audio y video stream	V5MF-HD-1
	Switch	Cisco Sg 102-24
	Router	Linksys E3000 Cisco
	Patch Panel	Categoría 6 para Rack 19 plg.

### 3.6.3 Equipos para Infraestructura Externa.

La infraestructura externa es aquella que hace posible la transmisión (enlace STL Microondas) y la difusión (*Broadcast*) de toda la programación que ha sido generada en el Estudio. De igual forma a continuación se hace una sugerencia de marcas de equipos en base a los requerimientos de nuestro diseño y que sean compatibles con el estándar ISDB-T<sub>b</sub>.

La etapa de transmisión y difusión está conformada por los siguientes equipos:

**Tabla 3.36. Equipos para Infraestructura Externa.**

Transmisión y Difusión		
Ubicación	Equipo	Nombre/Modelo
Estudio	Codificador MPEG-4	Z3 MVE-20
	Multiplexor - Remultiplexor	EiTV Playout Professional
	Transmisor microondas	TRANSMISOR IST7G50P5
	Antena parabólica	ANDREW PL4-65
Planta	Back up de energía	APC Smart-UPS RT 3000VA
	Antena Parabólica	ANDREW PL4-65
	Receptor Microondas	RECEPTOR ISR7G5000
	Modulador	UBS-DVU 5000
	Transmisor ISDB-T <sub>b</sub>	LINEAR IS7400
	Sistema Radiante	SIRA UTV-01

La descripción técnica de todos y cada uno de los equipos que conforman la infraestructura interna como externa se encuentra detallada en la parte final correspondiente a los ANEXOS.

Finalmente, la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones ha establecido los formularios necesarios para el trámite correspondiente a la autorización, concesión y adjudicación temporal de frecuencias principales, enlaces auxiliares y demás infraestructura necesaria para la implementación de estaciones de servicios de radiodifusión sonora y de televisión abierta, mismos que se los ha llenado de acuerdo a lo establecido en este estudio, cabe señalar que estos formularios corresponden a las especificaciones técnicas de acuerdo al requerimiento del interesado y tomando en cuenta la actividad particular que se solicita, a fin de que se incluyan todos los correspondientes que se requieran para el caso.

En los ANEXOS se encuentran detallados todos los formularios y solicitudes necesarias para el proceso de migración a la tecnología digital.

## CAPÍTULO 4

### 4. ANÁLISIS ECONÓMICO Y LEGAL DE LA MIGRACIÓN ANALÓGICO A DIGITAL

#### 4.1 ANÁLISIS ECONÓMICO.

Con la pronta llegada de la televisión digital al país, la creación de nuevos modelos de negocio es un hecho, debido a factores sociales y tecnológicos que la misma involucra. Para que la televisión digital se consolide y logre tener la misma acogida que su sistema antecesor analógico tendrán que pasar algunos años dentro de los cuales la migración tendrá que llevarse a cabo con un proceso económico rentable y al alcance de todos los dueños de las emisoras (*Broadcaster*).

Con respecto a la estación ECOTEL-TV esta deberá realizar un gran esfuerzo económico para afrontar este proceso y poder continuar con sus transmisiones habituales, desde esta perspectiva resultara difícil los inicios de la TDT, además, los concesionarios deberán tomar en cuenta que las transmisiones simultaneas en el periodo de *Simulcast* implicaría una mayor inversión.

#### 4.1.1 Costo de inversión para la propuesta de Escenario 1.

Una vez que se ha identificado el equipamiento requerido dentro de la infraestructura interna como externa, a continuación se realiza el análisis económico de todos los equipos necesarios para la digitalización de la estación ECOTEL-TV, en cuyo caso se ha considerado la mejor propuesta de costos en el mercado nacional e internacional, la misma que deberá implementarse en función de la disponibilidad económica de la empresa.

Para conocer el monto total de la inversión inicial que tendrá que hacer el canal de televisión, se analiza en primer lugar los costos de la propuesta de Escenario 1, que implica la reutilización de los equipos que se encuentran operando actualmente más la incorporación de nuevos equipos que se complementan a los ya existentes y que en conjunto contribuyen al proceso de digitalización de la señal en la estación.

La Tabla 4.1 nos muestra los precios de todos los equipos a adquirir para generar la señal digital a partir de la señal analógica actual.



**Tabla 4.1. Precios de Equipos para la propuesta de Escenario 1.**

Cantidad	Equipo	Modelo	Ubicación	Costo (USD)
1	Interface de audio	Interface ASD-771p.	Estudio	\$780,00
1	Monitor	Sony KDL-32BX425	Estudio	\$499,00
1	Convertidor SDI Multifuncional con sincronizador de Frame	ADVC G1	Estudio	\$899,00
1	Monitor	Marshall Electronics M-LYNX-17SDI	Estudio	\$1.569,00
1	SD/HD Embededor Balanceado de Audio	8925EMB-B	Estudio	\$1.750,00
1	Compresor Transceiver	CTT6800+SDT,+HDT	Estudio	\$875,00
1	Sistema NET VX SYS 1700 BACK PLANE	NET VX SYS 1700	Estudio	\$300,00
1	Módulo de Codificación	HALRENC-A21	Estudio	\$2.500,00
1	Módulo de Multiplexación.	TMX-M12	Estudio	\$3.000,00
1	Enlace Microonda	LINEAR, IST7G50P5/ISR7G5000	Estudio(Tx) y Planta(Rx)	\$7.200,00
2	Antena Parabólica	ANDREW, PL4-65	Estudio(Tx) y (Rx)	\$900,00
1	Modulador ISDB-T <sub>b</sub>	Modulador UBS DVU-5000 - Modulador Universal ISDB-T	Planta	\$12.000,00
1	Transmisor	LINEAR IS7400	Planta	\$20.500,00
			<b>TOTAL:</b>	<b>\$52.772,00</b>

#### 4.1.2 Costo de inversión para la propuesta de Escenario 2.

El análisis económico de la propuesta de Escenario 2 abarca una implementación total de nuevos equipos digitales compatibles con el estándar ISDB-T<sub>b</sub>. Lo único que se va a mantener son los elementos presentados en la Tabla 4.2, esto debido a que los mismos no influyen en la operación del sistema.

**Tabla 4.2. Equipos disponibles a ser reutilizados.**

Elemento	Características
Infraestructura (Planta y Estudio)	Caseta, torre, acometida eléctrica, protecciones eléctricas y demás infraestructura básica.

La adquisición de nuevos equipos (propuesta de Escenario 2) que por sus características son los idóneos para la generación de contenido en los diferentes formatos ya sea SD o HD se los presenta a continuación:

#### 4.1.2.1 Área de Estudio o Set.

Cantidad	Equipo	Modelo	Precio Unitario	Costo total (USD)
3	Micrófonos Audio Clip.	Technica AT803B	\$133,00	\$399,00
4	Micrófonos inalámbricos Audio.	Technica ATR288W	\$199,95	\$799,80
2	Trípode	Lowel Basic Boom SP-91	\$495,00	\$990,00
3	Cámaras	JVC GY-HM750	\$7.700,00	\$23.100,00
1	Teleprompter	FLEX-D-D1	\$1.099,00	\$1.099,00
1	Iluminación Estudio	Arri 650W Fresnel Compact 3-Light Kit	\$1.874,95	\$1.874,95
1	Monitor	Sony KDL-32BX425	\$499,00	\$499,00
			<b>TOTAL:</b>	<b>\$28.761,75</b>

#### 4.1.2.2 Área de Dirección de Cámaras.

Cantidad	Equipo	Modelo	Precio Unitario	Costo total (USD)
1	Test Monitor	Leader LV 5380 Multi SDI	\$7.307,50	\$7.307,50
1	Monitor	Marshall M-LYNX-19SDI	\$1.699,00	\$1.699,00
1	Sistema Multivista	Wohler RMQ-230-3G	\$2.182,95	\$2.182,95
			<b>TOTAL:</b>	<b>\$11.189,45</b>

#### 4.1.2.3 Área de Audio o Sonido.

Cantidad	Equipo	Modelo	Precio Unitario	Costo total (USD)
1	Consola de audio	Behringerx32 (16 Canales)	\$4.672,00	\$4.672,00
1	Ecualizador	dbx 215s	\$159,95	\$159,95
1	Amplificador de audio	Crown XLS 2500	\$599,00	\$599,00
			<b>TOTAL:</b>	<b>\$5.430,95</b>

#### 4.1.2.4 Área de Edición o Postproducción.

Cantidad	Equipo	Modelo	Precio Unitario	Costo total (USD)
1	Switcher de producción en vivo	Newtek Tricaster 450	\$15.995,00	\$15.995,00
1	Monitor (Arreglo)	Datavideo TLM-404H 4X4	\$1.155,00	\$1.155,00
1	Monitor	Marshall Electronics M-LYNX-17SDI	\$1.569,00	\$1.569,00
	Corrector de base de tiempos	Hotronic AP-41SP	\$1.697,50	\$1.697,50
1	Grabador digital	Samsung SRD-470	\$438,04	\$438,04
1	Computadora	Intel Core I7 2Tera	\$913,98	\$913,98
1	Generador de caracteres	CG-350 HD	\$5.914,00	\$5.914,00
<b>TOTAL:</b>				<b>\$27.682,52</b>

#### 4.1.2.5 Área de Control Master.

Cantidad	Equipo	Modelo	Precio Unitario	Costo total (USD)
1	Monitor	Marshall Electronics M-LYNX-17SDI	\$1.569,00	\$1.569,00
1	Switcher Master	Datavideo SE-2800	\$6.000,00	\$6.000,00
1	iMac Intel Core i5	Apple MC812E	\$2.226,00	\$2.226,00
<b>TOTAL:</b>				<b>\$9.795,00</b>

#### 4.1.2.6 Servidores y equipos de red.

Cantidad	Equipo	Modelo	Precio Unitario	Costo total (USD)
1	Servidor de audio y video stream	V5MF-HD-1	\$15.900,00	\$15.900,00
1	Switch	Cisco Sg 102-24	\$414,00	\$414,00
1	Router	Linksys E3000 Cisco	\$159,99	\$159,99
1	Patch Panel	Categoría 6 para Rack 19 plg.	\$77,00	\$77,00
			<b>TOTAL:</b>	<b>\$16.550,99</b>

#### 4.1.2.7 Equipos de Transmisión y Difusión.

Cantidad	Equipo	Modelo	Precio Unitario	Costo total (USD)
1	Codificador MPEG-4	Z3 MVE-20	\$7.917,00	\$7.917,00
1	Multiplexor - Remultiplexor	EITV Playout Professional	\$12.185,35	\$12.185,35
1	Modulador	UBS-DVU 5000	\$12.000,00	\$12.000,00
1	Transmisor ISDB-T <sub>b</sub>	LINEAR IS7400	\$20.500,00	\$20.500,00
1	Back up de energía	PC Smart-UPS 3000VA	\$1.752,04	\$1.752,04
1	Enlace Microonda	LINEAR, IST7G50P5/ISR7G5000	\$7.200,00	\$7.200,00
2	Antena Parabólica	ANDREW, PL4-65	\$450,00	\$900,00
1	Antena Patch Panal UHF (2 pisos – 6 paneles)	SIRA UTV-01	\$604,02	\$604,02
			<b>TOTAL:</b>	<b>\$63.058,35</b>

Es importante señalar que para la elección de las marcas antes mencionadas, se han considerado aspectos como:

- Tener un representante legal en el país, esto por razones de garantía, repuestos y servicio técnico.

- Tener equipos operando en el país, específicamente en los equipos de transmisión ya que en estos influyen diversos aspectos tales como el clima, la altura, etc., por lo tanto se ha preferido cotizar marcas cuyo funcionamiento ya haya sido probado en nuestro país.

Por razones de convenios con la Marca Italiana DB Elettronica y además de ser el proveedor de equipos analógicos actualmente a la estación ECOTEL-TV, se ha visto necesario incluir una descripción técnica acerca del equipo Transmisor/Modulador que puede ser reemplazado en el listado anterior, y con esto se da una alternativa de elección de equipos de acuerdo a las facilidades del operador.

**Tabla 4.3.** Características técnicas del Tx (alterno) para el Cerro Guachichambo. <sup>[62]</sup>

Características Generales	
Marca	DB Elettronica
Modelo	DBTU/1000
Transmisor	
Potencia de salida	1000 Wrms
Rango de frecuencia	470MHz – 860 MHz (Canales del 14 al 69)
Conector de salida	EIA 7/8"
Ancho de banda	6, 7 u 8 MHz
Altura de operación	>4000m (m.s.n.m)
Modulador	
Formato	ASI (Entrada)
Precorrección	Lineal y no lineal
Conector	BNC Hembra
Impedancia	75 Ω

**Tabla 4.4.** Precio del equipo Transmisor/Modulador DBTU/1000. <sup>[62]</sup>

Cantidad	Equipo	Modelo	Precio Unitario	Costo total (USD)
1	Transmisor/Modulador	DB Elettronica DBTU/1000	\$35.500,00	\$35.500,00

Finalmente la inversión total que se requiere para puesta en marcha del proyecto considerando los equipos necesarios en cada una de las áreas correspondientes (infraestructura Interna como Externa) y que además permiten el funcionamiento general de la Red de Frecuencia Única (SFN) para la estación ECOTEL-TV se detalla a continuación:

**Tabla 4.5.** Precios de Equipos para la propuesta de Escenario 2.

<b>Inversión total</b>	
<b>Infraestructura Interna/Externa</b>	<b>Costo (USD)</b>
Área de Estudio o Set	\$28.761,75
Área de Dirección de Cámaras	\$11.189,45
Área de Audio o Sonido	\$5.430,95
Área de Edición o Postproducción	\$27.682,52
Área de Control Master	\$9.795,00
Servidores y equipos de red.	\$16.550,99
Equipos de Transmisión y Difusión	\$63.058,35
<b>TOTAL:</b>	<b>\$162.469,01</b>

Con estos resultados el operador o *Broadcaster* tendrá que realizar una inversión bastante significativa para poder ofrecer los servicios que nos ofrece la Televisión Digital Terrestre.

## **4.2 ANALISIS LEGAL.**

EL marco legal abarca un análisis de los aspectos regulatorios con la finalidad de establecer las normas para la difusión de la Televisión Digital Terrestre en el Ecuador.

Para llevar a cabo la implementación de la televisión digital en la estación, es necesario cumplir con las respectivas obligaciones legales y normativas técnicas, las cuales en la actualidad todavía no existen pero se encuentran en desarrollo, por esta razón se ha creído de suma importancia exponer los avances referentes al tema.

### **4.2.1 Marco legal y regulatorio.**

Para la implementación de la Televisión Digital Terrestre, se enmarcara en las leyes y reglamentos vigentes, y de ser el caso se propondrán medidas de carácter normativo y regulatorio. Considerando pero no limitándose a las siguientes:

- a) Autorizaciones y concesiones de frecuencias de carácter temporal y definitivo.
- b) Norma técnica de operación de sistemas de Televisión Digital Terrestre.
- c) Requerimientos mínimos para equipos de recepción.
- d) Compartición de infraestructura.

#### **4.2.1.1 Transmisión simultánea de señales de televisión analógica y digital (Simulcast).**

Los concesionarios de televisión abierta podrán acceder a concesiones para televisión digital terrestre en la misma área de cobertura autorizada para sus estaciones que transmiten señales de televisión analógica.

Estos concesionarios garantizaran que a la fecha del apagón analógico, todas sus estaciones, ofrezcan el servicio de televisión abierta digital, para lo cual deberán haber cumplido con todos los requisitos técnicos y legales que les sean aplicables.

Adicionalmente, en las ciudades donde hayan obtenido la concesión para televisión digital terrestre, garantizaran la continuidad del servicio de televisión abierta de su concesión analógica, hasta la fecha del apagón.

Las transmisiones simultaneas de televisión analógica y digital, se realizaran con ajuste a las disposiciones que el organismo de regulación CONATEL determine para cada zona geográfica y no podrán exceder del plazo establecido para el apagón analógico.

#### **4.2.1.2 Inicio de las transmisiones de televisión digital y periodo del Simulcast.**

Se podrán otorgar autorizaciones de carácter temporal para operaciones de televisión digital, de acuerdo con la normativa aplicable para el efecto, cuya operación bajo este esquema se realizara de acuerdo con las disposiciones que al efecto emita el CONATEL.

Las estaciones que operen simultáneamente señales analógicas y digitales de televisión (*Simultcast*), deberán sujetarse a lo establecido en el presente Plan.

#### **4.2.1.3 Obligaciones en el periodo de Simulcast.**

Los actuales concesionarios de televisión analógica, que soliciten concesiones para TDT cumplirán lo siguiente:

1. Presentaran un proyecto para la implementación de transmisión de radiodifusión de televisión digital, de acuerdo a los formatos y condiciones que para el efecto establezca el CONATEL, en el que se incluirá la fecha de inicio de su transmisión digital.
2. Mantener las obligaciones respecto de la continuidad, la calidad y la cobertura de las transmisiones analógicas, así como las que se determinen en sus contratos y normativa aplicable a las concesiones analógicas y digitales.
3. Incorporar las actualizaciones tecnológicas que se desarrollen en el futuro, de acuerdo con el procedimiento que se establezca para el efecto.
4. Comunicar a los televidentes el inicio de las transmisiones de TDT.
5. Comunicar a los televidentes durante un año de manera periódica, durante su programación la fecha en la que dejara de transmitir en señal analógica.

#### **4.2.1.4 Características de la transmisión de señales de Televisión Digital Terrestre de carácter temporal.**

Durante las autorizaciones de carácter temporal, los concesionarios operan con la misma programación emitida en el canal analógico, podrán utilizar la totalidad del ancho de banda de un



canal de 6 MHz y se realizarán transmisiones con las configuraciones que a efectos de pruebas de la tecnología se disponga por parte de las instituciones encargadas.

#### **4.2.1.4.1 Solicitudes de autorizaciones temporales.**

Se ha identificado que para las zonas geográficas correspondientes a las provincias de Pichincha, Guayas y Tungurahua-Cotopaxi, la asignación de canales para autorizaciones temporales debían ser a canal adyacente, debido a la falta de disponibilidad de canales principales, lo que significa un total de 12 canales disponibles en Pichincha, 13 en Guayas y 14 en Tungurahua-Cotopaxi, para la fase de autorizaciones temporales. Las autorizaciones temporales de TDT, se establecen entre otros los siguientes lineamientos:

- La persona natural o jurídica que solicite autorización para operación temporal, debe ser concesionario de una frecuencia para transmisión de televisión abierta en el sitio de interés.
- El área de cobertura propuesta en el estudio de ingeniería correspondiente debe ser la misma cobertura autorizada para el canal analógico en cada zona geográfica.
- Se podrán otorgar autorizaciones temporales para operar las estaciones repetidoras de un sistema en estándar digital ISDB-T<sub>b</sub> Internacional, una vez que se estén realizando transmisiones digitales con su canal matriz.
- El canal deberá entrar en operación en un plazo de hasta 6 meses contados a partir de la fecha de autorización temporal para transmisiones en ISDB-T<sub>b</sub> Internacional. De no hacerlo, la autorización quedará sin efecto. El CONATEL podrá autorizar una prórroga en caso de fuerza mayor debidamente justificada por el solicitante, de forma previa a la terminación del plazo para entrar en operación.
- La operación temporal de las estaciones de TDT deberá ajustarse a las características autorizadas en las resoluciones respectivas, que son atribuciones exclusivas del CONATEL. La programación a ser transmitida en el canal temporal autorizado será la misma programación regular de su canal de televisión abierta analógica.
- Para entrar en operación temporal, los canales autorizados deberán notificar a la SUPATEL para coordinar las pruebas técnicas específicas de las que podrán participar miembros del CITDT.

- Los canales autorizados deberán incorporar sistemas de alerta temprana para la transmisión de TDT, una vez que las condiciones de coordinación para la operación de estos sistemas sean determinadas por las autoridades correspondientes.

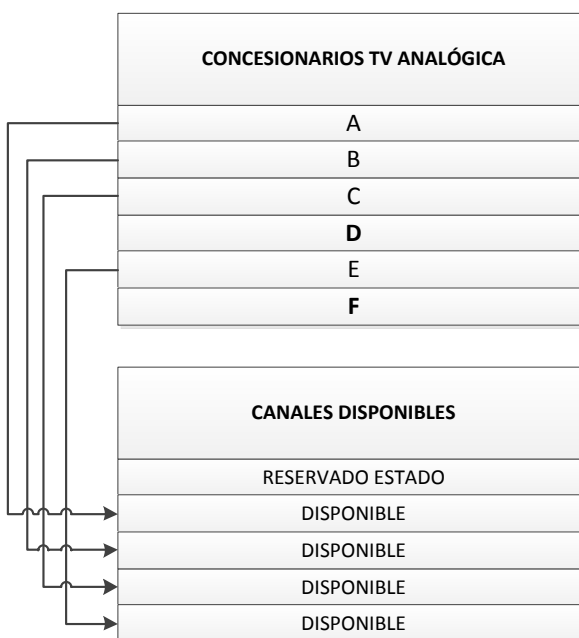
Para la asignación del canal temporal a los concesionarios del servicio de televisión abierta analógica que han solicitado transmitir bajo el estándar ISDB-T<sub>b</sub>, es necesario establecer un mecanismo que tenga en cuenta lo establecido en la agenda aprobada por el CITDT, la disponibilidad de canales principales y adyacentes, y la Norma Técnica de Televisión Abierta Analógica, de manera que los concesionarios a nivel nacional puedan acceder en igualdad de condiciones al proceso de operaciones temporales.

#### **4.2.1.4.2 Metodología de Asignación.**

Para la determinación de un canal se considerara la disponibilidad, manteniendo el mismo orden de los canales de televisión abierta con tecnología analógica, siempre y cuando los concesionarios hayan solicitado la autorización temporal de una estación TDT en un determinado periodo, cuenten con los informes favorables de la SUPERTEL y SENATEL y se encuentren considerados para conocimiento y resolución del CONATEL.

De conformidad a lo establecido en el artículo 3 del Reglamento General a la ley de Radiodifusión y Televisión, se reservara a favor del Estado el primer canal disponible en cada zona geográfica en la banda UHF, a fin de que preste el servicio de TDT a través de la Empresa pública televisión y radio de Ecuador E.P.RTVECUADOR.

En la Figura 4.1 se muestra la metodología de asignación de frecuencias temporales para la operación de estaciones de Televisión Digital Terrestre.



**Figura 4.1.** Metodología de asignación de frecuencias temporales para TDT. Fuente: CITDT-GATR-2012-005, <sup>[16]</sup> (2012).

En caso de que las autorizaciones temporales se llegaran a revocar, el canal asignado, inmediatamente quedara disponible.

#### 4.2.1.5 Concesiones para la transmisión de señales de Televisión Digital Terrestre definitivas.

Los concesionarios de radiodifusión de Televisión Digital Terrestre efectuaran las transmisiones de acuerdo con las condiciones técnicas y de programación establecidas en los respectivos títulos habilitantes.

Los concesionarios de radiodifusión de Televisión Digital Terrestre transmitirán al menos con las siguientes características, de conformidad con el cronograma que se establezca para el efecto y de acuerdo con las condiciones establecidas en los títulos habilitantes y la normativa aplicable:

1. **Operadores que poseen concesiones exclusivas:** Deberán transmitir como mínimo una señal digital en HD, una señal digital en SD, señal de datos y una señal para recepción portátil, que retransmitirá una programación de la recepción fija; o los formatos que el CONATEL establezca para el futuro.

2. **Operadores con concesiones compartidas:** Deberán transmitir como mínimo tres señales digitales en formato SD, o dos señales en formato HD, servicio de datos y una señal para recepción portátil que retransmitirá una programación de la recepción fija, o los formatos que el CONATEL establezca para el futuro.

#### 4.2.1.6 Otorgamiento para nuevas concesiones para TDT

Las concesiones de Televisión Digital Terrestre para solicitantes que al momento no cuenten con concesiones analógicas en una zona determinada, se realizaran de acuerdo con la normativa del punto 4.2.1 de este Plan, siempre y cuando exista disponibilidad de frecuencias en la zona respectiva.

### 4.2.2 Espectro radioeléctrico y canalización.

#### 4.2.2.1 Bandas de Frecuencias.

La banda de frecuencia que se usara para la transmisión de Televisión Digital Terrestre es la banda UHF del espectro radioeléctrico, atribuida para el servicio de Radiodifusión con emisiones de Televisión.

El CONATEL identifico las bandas y canales para la implementación de la Televisión Digital Terrestre, esto, de acuerdo a los informes presentados por el CITDT.

**Tabla 4.6.** Bandas de frecuencias a ser utilizadas en TDT. <sup>[16]</sup>

Banda (MHz)	Canales
174 - 216	7 – 13
470 - 482	14 – 15
512 - 608	21 – 36
614 - 686	38 – 49
686 - 698	50 – 51
698 - 806	52 – 69

El uso de la banda 174 – 216 MHz correspondientes a los canales del 7 al 13, al momento, está sujeto al desarrollo de equipos para emisiones de TDT que se tenga en la región, y su uso estará sujeto a los desarrollos futuros que se realicen sobre la norma ISDB-T<sub>b</sub>.

Las bandas 470 – 482 MHz y 686 – 698 MHz, están siendo analizadas y despejadas de acuerdo a los procedimientos establecidos en la leyes y reglamentos, para el servicio de radiodifusión de TDT.

Los canales 14 y 15 (banda 470 – 482 MHz) serán liberados de acuerdo a zonas donde existan previamente concesiones a servicios de interés general determinado por el CONATEL.

Las bandas 512 – 608 MHz (canales 21 al 36) y 614 – 686 MHz (canales del 38 al 49), atribuidas para el servicio de radiodifusión con emisiones de televisión abierta en el PNF (Plan Nacional de Frecuencias), podrían ser usadas para la operación temporal de estaciones de TDT, dependiendo de la disponibilidad y los grupos de canales UHF asignados en cada zona geográfica en la Norma de TV abierta analógica.

Durante el periodo de Simulcast se utilizaran los canales adyacentes a los utilizados en cada zona geográfica en la banda de canales del 21 al 51.

La banda 686 – 806 MHz que actualmente se encuentra asignada para servicios de audio y video por suscripción bajo la modalidad de televisión codificada terrestre (UHF Codificado), se encuentra ocupada de la siguiente manera:

**Tabla 4.7.** *Televisión bajo suscripción bajo la modalidad de televisión codificada terrestre (UHF Codificado).*<sup>[17]</sup>

Provincia	Categoría	Área de cobertura	Concesionario	Canales
Loja	Televisión Codificada Terrestre	Loja	CALVA MARTIN FRANCISCO RAFAEL (GLOBAL TV)	20

**Tabla 4.8.** *Número de estaciones en televisión Abierta y Codificada Terrestre.*<sup>[5]</sup>

Provincia	Televisión Abierta		Televisión Codificada Terrestre
	Estaciones VHF	Estaciones UHF	Estaciones UHF/MMDS
Loja	20	9	1

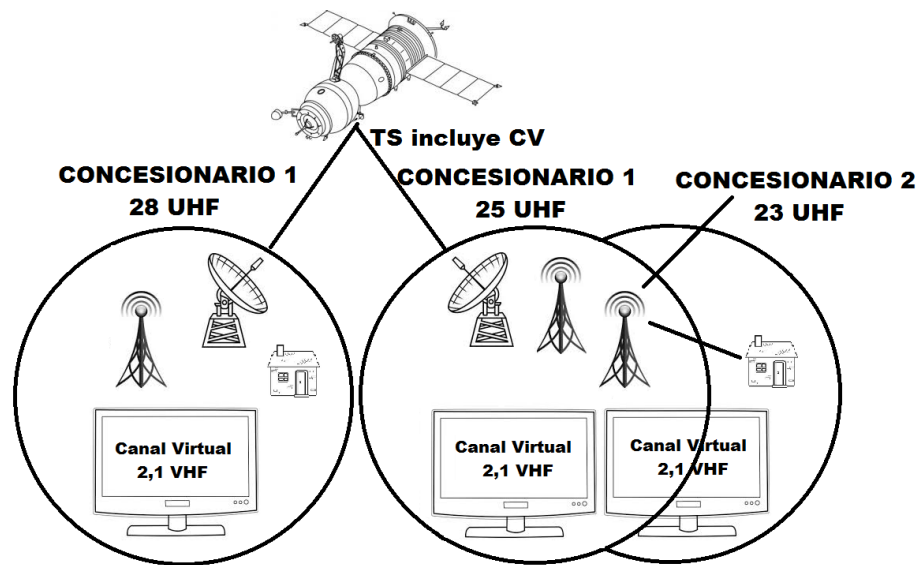
No obstante, la operación de la TDT, se enmarcara dentro de lo dispuesto en el Plan Nacional de Frecuencias en vigencia.

#### 4.2.2.2 Canal Físico y virtual.

Se define como Canal Físico (CF) a la frecuencia real de la portadora con todos los servicios complementarios dentro de la banda de frecuencia de 6 MHz.

Se entiende como Canal Virtual (CV) al número del canal en el cual el receptor muestra la programación de una estación TDT, independientemente del canal físico en el cual se transmite. La configuración de CV se encuentra embebida en el *Transport Stream* (TS) que se transmite a todas las estaciones repetidoras del sistema.

Una falta de planificación en la asignación de CV podría ocasionar que el TS que se recibe en una estación repetidora, con un determinado CV, cause interferencia con otro CV configurado con un mismo número para atender a la misma zona. En la Figura 4.2 se tiene una interferencia de este tipo.



**Figura 4.2.** Interferencia en canal virtual (CV). Fuente: CITDT-GATR-2012-005, <sup>[16]</sup> (2012).

#### 4.2.2.3 Canalización.

Para la transmisión de Televisión Digital Terrestre se utilizarán canales de 6 MHz de ancho de banda.

Se autorizara la concesión de canales de 6 MHz de ancho de banda, a concesionarios o poseedores de títulos habilitantes de televisión abierta y a nuevos peticionarios de frecuencias de TDT de acuerdo a la reglamentación vigente.

#### **4.2.2.4 Compartición.**

En caso de existir una solicitud expresa de frecuencias para la operación de TDT de un nuevo peticionario debidamente justificada, por escasez de recursos de espectro radioeléctrico o cuando por motivos de interés general el CONATEL lo disponga y en donde sea técnicamente factible, el concesionario estará en la obligación de compartición del canal a través de su propia infraestructura, para lo cual se deberá contemplar la normativa a la que hace referencia el numeral 4.2.1 literal d) del presente Plan.

#### **4.2.2.5 Asignación de canales.**

Se propenderá a la implementación de redes de frecuencia única (SFN) de acuerdo con las condiciones técnicas que permitan esta operación.

Las asignaciones de frecuencia para Televisión Digital Terrestre TDT se realizaran en canal adyacente, en las ciudades donde no exista disponibilidad de frecuencia principales y de acuerdo con las condiciones geográficas que así lo permitan.

Para el caso de las zonas geográficas donde existe disponibilidad de canales principales, los mismos serán asignados de acuerdo a la canalización establecida en dicha zona o ciudad u podrán ser asignados a canal seguido, de acuerdo con la demanda existente y donde sea técnicamente factible.

#### **4.2.2.6 Zonas Geográficas.**

La Norma Técnica que para efecto de implementación de la Televisión Digital Terrestre emita el Organismo de regulación, deberá incluir la zonificación del país para las concesiones de televisión digital, hasta tanto se considerara la zonificación de la actual “Norma Técnica para el Servicio de Televisión Analógica y Plan de distribución de Canales”.

**Tabla 4.9.** Zonificación de la actual Norma Técnica para el Servicio de Televisión Analógica y Plan de Distribución de Canales. <sup>[12]</sup>

Zona geográfica	Descripción de la zona geográfica
A	Provincia del Azuay excepto zona norte (cantones Sigsig, Chordeleg, Guañaceo, Paute, Guachapala, El Pan y Sevilla de Oro), y zona occidental de la cordillera occidental de la provincia de Azuay.
B	Provincia de Bolívar, excepto la zona occidental de la cordillera occidental de Los Andes de la provincia de Bolívar
C	Provincia del Carchi, incluye las poblaciones de Pimampiro, Juncal, Valle del Chota y Batallon Yaguachi de la provincia de Imbabura
D	Provincia de Orellana y Sucumbios
E	Provincia de Esmeraldas, excepto Rosa Zarate y Muisne
F	Provincia de Guayas, excepto Gral. Villamil, El Empalme, Palestina y Balao, se incluye la Troncal, Suscal y zona occidental de la Cordillera Occidental de provincias de Cañar y Azuay.
G	Provincia de santa Elena y Gral. Villamil
H	Provincia de Chimborazo, excepto las estribaciones occidentales de la cordillera occidental de la provincia de Chimborazo
J	Provincia de Imbabura, excepto las poblaciones de Pimampiro, Juncal, Valle del chota Batallon Yaguachi
L1	Provincia de Loja, excepto cantones de Loja, Catamayo, Saraguro, Amaluza, y zona occidental de la Cordillera Occidental.
L2	Provincia de Loja, cantones de Loja, Catamayo y Saraguro.
M1	Provincia de Manabí, zona norte (desde Bahía de Caraquez hacia el norte), excepto El Carmen y Flavio Alfaro, se incluye Muisne
M2	Provincia de Manabí, zona sur, comprende poblaciones localizadas al sur de la ciudad de Bahía de Caraquez, excepto el cantón Pichincha
N	Provincia del Napo
Ñ	Provincia del Cañar, excepto zona occidental Cordillera Occidental (Suscal, La troncal) e incluye zona norte provincia de Azuay.
O	Provincia de El Oro y zona occidental de la Cordillera Occidental de la Provincia de Loja e incluye Balao de la provincia del Guayas.
P	Provincia de Pichincha, excepto zona occidental de la Cordillera Occidental de la provincia de Pichincha (Los Bancos, P.V. Maldonado)
K	Provincia de Santo Domingo de los Tsachilas, incluye El Carmen, Rosa Zarate, Flavio Alfaro, Pedro Vicente Maldonado y Los Bancos.
R1	Provincia de los Ríos, excepto Quevedo, Buena Fe, Mocache, y Valencia e incluye Balzar, Colimes, Palestina y zona occidental Cordillera Occidental de las provincias de Bolívar y Chimborazo.
R2	Provincia de los Ríos, Quevedo, Buena Fe, Mocache, Valencia, La Maná, El corazón y zona occidental de la Cordillera Occidental de la Provincia de Cotopaxi.
S1	Provincia de Morona Santiago, excepto Palora y cantón Gral. Plaza al sur
S2	Provincia de Morona Santiago, cantón Gral. Plaza sur



T	Provincias de Tungurahua y Cotopaxi, excepto zona occidental de la Cordillera Occidental.
X	Provincia de Pastaza, incluye Palora de la provincia de Morona Santiago
Y	Provincia de Galápagos
Z	Provincia de Zamora Chinchipe, incluye cantón Amaluza.

#### 4.2.2.7 Enlaces auxiliares.

Los enlaces auxiliares para la operación de la TDT se realizarán a través de frecuencias auxiliares, medios físicos de transmisión (se incluyen líneas de transmisión de par trenzado de cable, cable coaxial, fibra óptica o nuevos medios de transmisión que permita el desarrollo tecnológico) o, enlaces satelitales, para lo cual deberán contar con la respectiva concesión y autorización.

#### 4.2.3 Apagón Analógico.

##### 4.2.3.1 Cronograma del apagón analógico.

La terminación de las transmisiones analógicas, se desarrollarán de acuerdo al siguiente cronograma:

**Tabla 4.10.** Fases de la transición a la Televisión Digital Terrestre. <sup>[12]</sup>

Fases	Localidades	Apagón analógico
Fase 1	Áreas de cobertura de las estaciones que al menos cubran una capital de provincia, cabecera cantonal o parroquia con población mayor a 500.000 habitantes	31 de diciembre de 2016
Fase 2	Áreas de cobertura de las estaciones que al menos cubran una capital de provincia, cabecera cantonal o parroquia con población entre 500.000 y 200.000 habitantes	31 de diciembre de 2017
Fase 3	Áreas de cobertura de las estaciones que al menos cubran una capital de provincia, cabecera cantonal o parroquia con población menor a 200.00 habitantes	31 de diciembre de 2018

Los actuales concesionarios de televisión analógica, que no hubieren solicitado una concesión para televisión digital de acuerdo con el cronograma anterior, podrán obtenerla de manera posterior, participando en procesos públicos competitivos; adicionalmente, deberán mantener sus transmisiones analógicas hasta la fecha establecida para el apagón análogo, conforme la fase respectiva o el contrato de concesión correspondiente, lo que sucediere primero.

#### **4.2.4 Generación de Contenidos.**

##### **4.2.4.1 Generación.**

El CITDT fomentara la incorporación de contenidos en las nuevas transmisiones digitales, propendiendo a la inclusión de nuevos generadores de contenidos, para lo cual coordinara con las instituciones competentes para el efecto, con el objeto de establecer un fondo destinado a convocatorias para generación de contenidos, el cual deberá anualmente garantizar la incorporación de contenidos digitales e interactivos de producción nacional.

##### **4.2.4.1.1 Objetivo de la programación.**

Los concesionarios deberán cumplir como mínimo con los siguientes objetivos de programación:

1. Auspiciar la igualdad, cohesión e integración social y territorial en la diversidad.
2. Respetar y promover el pluralismo religioso, cultural, lingüístico y étnico.
3. Protección de la juventud, la infancia y grupos vulnerables.

#### **4.2.5 Equipamiento.**

##### **4.2.5.1 Producción y transmisión.**

El CITDT establecerá los mecanismos necesarios para identificar los requerimientos de equipamiento e infraestructura por parte de los concesionarios que realizarán el proceso de migración y coordinará posibles fuentes de financiamiento nacional y/o internacional.

##### **4.2.5.2 Recepción.**

El CITDT, realizará las coordinaciones necesarias, con los organismos de importación, comercialización y producción de sistemas receptores de televisión (terminales fijos, móviles

portátiles y *Set Top Box*), para definir las estrategias para la introducción de los mismos en el mercado ecuatoriano.

Así mismo, en un plazo no mayor a un año, el CITDT diseñara un proceso de adquisición y entrega a la población de decodificadores, por parte del Estado.

#### **4.2.5.3 Interactividad.**

Se propenderá a que las televisiones y decodificadores de televisión digital, incorporen receptores que tengan incorporado el middleware para interactividad GINGA, de acuerdo con las especificaciones técnicas que al respecto se definan por los organismos internacionales de estandarización.

#### **4.2.6 Disposiciones complementarias.**

##### **4.2.6.1 Mecanismos para acelerar el proceso de transición a la TDT.**

El CITDT coordinara con las entidades responsables, los proyectos que incluyan los mecanismos para el desarrollo acelerado de la televisión digital en los campos de fabricación de equipos, importación de equipos y beneficios tributarios, para los actores de la introducción a la televisión digital, tomando en cuenta la generación de empleo, entre otros.

#### **4.2.7 Modificación del marco legal.**

Para la implementación de la TDT será necesario realizar la modificación del marco legal y regulatorio.

##### **4.2.7.1 Ley de radiodifusión y televisión.**

La UTDT deberá presentar al MINTEL el proyecto de reformas a la Ley de Radiodifusión y Televisión, que se consideren necesarias para la introducción de la televisión digital principalmente en lo relacionado a otorgar la concesión de más de un sistema de televisión a una persona natural o jurídica, por el tiempo que dure la operación simultanea de la televisión analógica y digital (*Simulcast*), así como permitir la bidireccionalidad en la televisión digital, la asociación de operadores y la compartición de infraestructura.

El MINTEL será el responsable de someter el proyecto de Reformas a la Ley de Radiodifusión, y Televisión para que se presente a la Asamblea Nacional y se dé trámite correspondiente hasta su aprobación y publicación.

#### **4.2.7.2 Reglamento general a la ley de radiodifusión y televisión.**

Una vez aprobadas las Reformas a la Ley de Radiodifusión y Televisión, en el plazo de 90 días, la UTDT deberá presentar al MINTEL el proyecto de modificaciones al Reglamento General a la Ley de Radiodifusión y Televisión que permita la introducción de la TDT.

#### **4.2.7.3 Norma técnica para el servicio de televisión digital.**

Una vez aprobado el presente Plan se otorga el plazo máximo de 120 días, para que la Superintendencia de Telecomunicaciones realice las pruebas técnicas de transmisión de señales de televisión digital, cuyos resultados servirán de base para que la UTDT, en coordinación con la Superintendencia elabore la Norma Técnica para el servicio de Radiodifusión de Televisión Digital, para lo cual se concede un plazo de 30 días, contados a partir de la fecha de terminación de las pruebas técnicas, para que se presente el proyecto de dicha norma, para la aprobación del CONATEL.

#### **4.2.7.4 Régimen de concesiones.**

De acuerdo con lo establecido en la ley de Radiodifusión y Televisión, la concesión de canales o frecuencias radioeléctricas tiene una duración de 10 años en función con las disponibilidades del Plan Nacional de Distribución de Frecuencias<sup>15</sup>.

El régimen actual permite a un concesionario emitir una señal de televisión abierta considerando los términos del Art. 10 de la ley de Radiodifusión y Televisión<sup>16</sup>, lo que se justifica en el contexto de la televisión analógica.

---

<sup>15</sup> Art. 9.- (Reformado por el Art. 7 de la Ley s/n R.O. 691, 9-V-95).- Toda persona natural o jurídica ecuatoriana podrá, con sujeción a esta Ley, obtener del Consejo Nacional de Radiodifusión y Televisión, la concesión de canales o frecuencias radioeléctricas, para instalar y mantener en funcionamiento estaciones de radiodifusión o televisión, por un periodo de diez años, de acuerdo con las disponibilidades del Plan Nacional de Distribución de Frecuencias y la clase de potencia de la estación.

<sup>16</sup> Art. 10.- (Reformado por el Art. 8 de la Ley s/n R.O. 691, 9-V-95).- Ninguna persona natural o jurídica podrá obtener, directa o indirectamente, la concesión en cada provincia de más de un canal de onda media, uno de

Cabe recalcar que con la digitalización de la señal televisiva se puede tener configuraciones variadas para la utilización del espectro radioeléctrico asignado, cuyo desarrollo va a diferir con el esquema de regulación vigente.

Con la TDT esta relación legal va a sufrir cambios muy considerables puesto que en ese mismo canal de 6 MHz se podrá transmitir varias señales televisivas y servicios complementarios, lo que conlleva a definir el régimen de concesiones del espectro de manera paralela al sistema de autorización de contenidos.

Cuando se realiza la concesión analógica entre un canal de 6 MHz y una programación televisiva, automáticamente se está generando una relación de carácter jurídico entre espectro radioeléctrico y programa.

#### **4.2.7.5 Requisitos para la obtención de frecuencia.**

Según el Art. 16 del Reglamento General a la ley de Radiodifusión y Televisión, se establece el siguiente formato de requisitos que deben presentar los peticionarios, con el objeto de obtener la concesión y ser autorizados para instalar, operar frecuencias o sistemas de televisión.

##### **4.2.7.5.1 Requisitos para sistemas de televisión y conexos.**

- Solicitud escrita dirigida al señor Presidente del CONATEL, en la que consten los nombres completos del solicitante y su nacionalidad, la dirección a que se enviara correspondencia, número de teléfono y fax.
- Nombre propuesto para la estación o sistema a instalarse.
- Clase de sistema.
- Banda de frecuencia.
- Estudio de ingeniería suscrito por un ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones, colegiado y registrado en la Superintendencia de Telecomunicaciones.
- Ubicación y potencia de la estación o estaciones.
- Horario de trabajo.

---

*frecuencia modulada y uno en cada una de las nuevas bandas que se crearen en el futuro, en cada provincia, ni de más de un canal para zona tropical en todo el país, y un sistema de televisión en la Republica.*

- Dos certificados bancarios que acrediten la solvencia económica del solicitante (originales o copias certificadas).
- Currículo Vitae para caso de persona natural.
- Declaración juramentada que el peticionario no se encuentra incurso en ninguna de las limitaciones establecidas en la Ley de Radiodifusión y Televisión, en relación con el número de estaciones de las que puede ser concesionario (original o copia certificada).
- Si es persona natural, deberá presentar copias certificadas de la cedula de Ciudadanía, papeleta de votación y original de la partida de nacimiento, del solicitante y del cónyuge; si se trata de persona jurídica, debe presentar los documentos que acrediten su existencia legal y el nombramiento del representante legal.
- Para el caso de compañías, corporaciones o fundaciones, debe adjuntar las partidas de nacimiento de los socios o miembros; para las sociedades anónimas, el certificado de porcentaje de inversión extranjera otorgado por la Superintendencia de Compañías.
- Fe de presentación de la comunicación dirigida al Comando Conjunto de las FFAA, solicitando el Certificado de Idoneidad.

ACLARACION.- Previo a la suscripción del contrato, el peticionario deberá presentar la garantía de cumplimiento del contrato, de acuerdo a lo que señala el Art. 20 de la Ley de Radiodifusión y Televisión.

#### **4.2.7.5.2 Procedimiento para el otorgamiento de concesiones de servicios mediante adjudicación directa.**

Según el reglamento para otorgar concesiones de los servicios de telecomunicaciones:

Art. 14.- El peticionario de una concesión para prestar servicios de telecomunicaciones deberá presentar, ante la Secretaria, una solicitud acompañada de, por lo menos, la siguiente información de carácter legal, financiera y técnica:

##### **1. Información Legal:**

- a) Cuando se trate de una persona natural: nombres, apellidos del solicitante. En caso de personas jurídicas: razón social o denominación objetiva y apellidos del representante legal.
- b) Copia de la cedula de identidad o ciudadanía de la persona natural;

- c) Copia del Registro Único de Contribuyentes (RUC).
- d) Copia certificada o protocolizada, del nombramiento del representante legal, que se halle vigente, debidamente inscrito en el Registro Mercantil;
- e) Para las personas jurídicas, se deberá presentar el certificado de existencia legal de la compañía, capital social, objeto social, plazo de duración y cumplimiento de obligaciones extendido por la Superintendencia de Compañías;
- f) Copia del estatus social de la compañía.
- g) Certificado, emitido por la Contraloría General de Estado, de no hallarse impedido de contratar con el Estado; y,
- h) Informe de la Superintendencia de Telecomunicaciones respecto de la prestación de servicios de telecomunicaciones del solicitante y sus accionistas, incluida la información de imposición de sanciones en caso de haberlas.

**2. Información financiera:**

- a) Cuando el solicitante sea persona natural: copia de las declaraciones de impuesto a la renta correspondientes a los dos últimos ejercicios económicos. Cuando el solicitante sea un apersona jurídica: copia de los estados financieros presentados a la Superintendencia de Compañías, correspondientes a los dos últimos ejercicios económicos y copia de los informes de auditores externos por los mismos periodos, de ser el caso; y,
- b) Proyección de la inversión prevista, para los primeros cinco (5) años de la concesión y monto de la inversión inicial a ser ejecutada durante el primer año.

**3. Información Técnica:**

- a) Descripción técnica detallada de cada servicio propuesto, incluyendo cobertura geográfica mínimo de este;
- b) Análisis general de la demanda de los servicios objeto de la solicitud;
- c) Proyecto técnico que describa los equipos, redes, la localización geográfica de los mismos, los requerimientos de conexión e interconexión, la identificación de los recursos del espectro radioeléctrico que sean necesarios, si fuere el caso, con precisión de bandas y anchos requeridos y los elementos necesarios para demostrar la viabilidad técnica, firmado por un ingeniero electrónico colegiado: y,

- d) Plan tarifario propuesto, toda la información anterior, salvo la descrita en el literal a) y b) de la información jurídica y los literales a) y c) de la información técnica así como los requerimientos de conexión e interconexión, serán considerados confidenciales.

**Art. 15.-** la secretaria en un término de diez (10) días, luego de la presentación de la documentación completa por parte del peticionario, pondrá en conocimiento del público los datos generales de cada petición en su página electrónica.

En caso de que se presentaren oposiciones de interesados legítimos, el trámite se suspenderá hasta que las mismas sean resueltas por la Secretaria conformidad con la regulación respectiva. Esta suspensión no podrá ser superior a diez (10) días hábiles luego de los cuales la Secretaria continuara el trámite, salvo que la oposición sea favorable al oponente, en cuyo caso dispondrá el archivo de la solicitud.

Luego de diez (10) días de la publicación y en caso de que no se presenten oposiciones a las solicitudes, la secretaria dentro de sesenta (60) días estudiara la petición y emitirá su informe el cual será presentado ante el CONATEL el que resolverá en el término de veinticinco (25) días. En caso de que la Secretaria requiera información adicional o complementaria, la solicitará al peticionario por una sola vez, y este tendrá el término de diez (10) días, contados a partir del día siguiente de la notificación. La petición de la Secretaria suspende el término de sesenta (60) días el que se reanuda en cuanto el peticionario cumpla con lo solicitado. En caso de que el peticionario no cumpla con este requerimiento en el término de diez (10) días, la solicitud será archivada.

En caso afirmativo, la Secretaria generara el contrato respectivo y notificara a los adjudicatarios dentro del término de los quince (15) días siguientes a la emisión de la resolución del CONATEL, quienes tendrán un término de treinta (30) días para firmar dicho contrato, caso contrario, el trámite será archivado.

**Art. 16.-** el contrato de concesión deberá ser suscrito en el plazo máximo de cuarenta y cinco (45) días contados a partir de la fecha de notificación con la Resolución por parte del CONATEL y el proyecto de contrato. En caso de que el solicitante no suscriba el contrato en el plazo indicado, la Resolución quedará sin efecto, y no dará lugar a ningún tipo de indemnización por daños y perjuicios.



**Art. 17.-** Todo solicitante tiene derecho a recibir oportuna respuesta a su pedido. El incumplimiento de los términos que se señala en los artículos anteriores dará lugar al silencio administrativo positivo a favor del administrado.

**4.2.7.6 Reglamento de tarifas por concesión, autorización y utilización de frecuencias, canales y otros servicios de radiodifusión sonora y de televisión.**

**Art. 1.-** Las tarifas por concesión y utilización mensual de frecuencias y canales de Radiodifusión Sonora y de Televisión serán determinadas en dólares americanos, y se calcularán de acuerdo a las siguientes fórmulas:

**4.2.7.6.1 Radiodifusión Sonora y Televisión.**

La relación matemática es:

$$Tarifa = \frac{X}{k} [f_T + f_c]$$

X = Coeficiente base por tipo de servicio.

f<sub>T</sub> = factor de transmisión.

f<sub>C</sub> = factor de cobertura.

En base a ello se determina el costo de la Tarifa de Concesión de Frecuencia - Televisión abierta UHF.

**4.2.7.7 Transición a la TDT**

Por tanto se puede concluir en esta parte que el marco regulatorio de concesiones actual debe modificarse y adaptarse a las características que posee la Televisión Digital Terrestre e igualmente enmarcarse a los establecido en la Constitución de la República vigente, destinando de este modo frecuencias radioeléctricas para la operación de canales de televisión privados, públicos y comunitarios con el fin de fomentar la pluralidad y la diversidad de la comunicación.

Es obligación del Estado Ecuatoriano emitir la normativa correspondiente para la regulación y control del espectro radioeléctrico acorde con la realidad nacional, con el objetivo de optimizar este recurso natural limitado, determinar las políticas para la concesión de canales de frecuencias

a las estaciones televisivas y los procedimientos necesarios, evitar interferencias de la señal, añadir servicios complementarios, generar un canal de retorno para la interactividad del operador con el usuario, promover el desarrollo de la industria de contenidos, permitir la receptividad móvil, entre otros aspectos, para de esta manera brindar al público un servicio con la mejor calidad y evitar conflictos entre las partes involucradas en este proceso.

Es cierto que con la introducción de la televisión digital en el país se tendrá un sinnúmero de ventajas, pero igualmente es cierto que existe una barrera que impide una mayor pluralidad y participación de actores en el mercado que no está conformada específicamente por problemas de carácter tecnológico o de disponibilidad de espacio en el espectro, sino más bien se presentan condicionantes económicos, es decir en el financiamiento para mejorar la calidad de los contenidos, facilitar el ingreso de nuevos actores a la industria televisiva y favorecer el desarrollo de manera preferente a las estaciones públicas y comunitarias.

Es importante acotar que en un principio los ingresos que se tengan por publicidad no van a incrementarse en el corto plazo, sino más bien se mantendrá y a medida que se vaya fortaleciendo la televisión digital en nuestro medio se incrementaran.

El objetivo de los organismos encargados del proceso de transición hacia la TDT es el de conseguir que la cobertura de las transmisiones digitales se la realice en el menor tiempo posible, debido a que se quiere brindar este nuevo servicio a más del 95% del territorio nacional para de esta manera garantizar el éxito de la política pública con un sentido de equidad territorial y con la posibilidad de ampliar la oferta de programas.

La labor a ejecutarse es de suma importancia puesto que se considera crítico el hecho de que el proceso de digitalización sea acelerado y que se cumpla a cabalidad con lo dispuesto en el cronograma considerando que se tiene que cubrir a todo el país con un plazo máximo de 8 años.

Es importante recalcar que los nuevos concesionarios no tendrán acceso a realizar transmisiones analógicas, simplemente se mantendrán en vigencia las transmisiones actuales de los canales analógicos hasta que se logre migrar por completo hacia la TDT.

El proceso de transición implica utilizar una metodología que permita optimizar la reconversión tecnológica y de igual manera garantizar el acceso universal a los servicios de televisión, teniendo

en cuenta que este último aspecto constituye una parte fundamental de la política de la televisión digital puesto que se genera un doble desafío desde el punto de vista de la regulación; por un lado se tiene que crear las condiciones necesarias que asegure la oferta de servicios de libre recepción con una cobertura que por lo menos debe ser similar a la actual, y por otro lado se tiene que garantizar por un tiempo prudente el acceso a la señal analógica en hogares que carezcan de recursos económicos que les permita adquirir los equipos terminales para la recepción de la señal digital.

## CONCLUSIONES

- Con la llegada de la Televisión Digital Terrestre se podrá optimizar de mejor manera el uso del espectro radioeléctrico que en la actualidad es un recurso natural escaso debido al gran ancho de banda que ocupan las transmisiones analógicas, razón por la cual se propuso un diseño de una red de frecuencia única SFN que permite reutilizar la misma frecuencia del transmisor matriz para cada uno de los repetidores y de esta manera la asignación del canal o frecuencia será única en todo el país.
- De acuerdo al levantamiento y análisis total de los equipos que se encuentran operando actualmente en la estación ECOTEL-TV se tiene que el 80% de estos no servirán para generar un contenido adecuado para la transmisión de la señal digital, razón por la cual deben ser reemplazados por los equipos sugeridos en el presente estudio, o por unos de similares características. Además los equipos que se han sugerido fueron seleccionados en base a los requerimientos establecidos, basándose en marcas reconocidas a nivel mundial y con representación propia en el país.
- De acuerdo a las condiciones de propagación, los estudios preliminares realizados internacionalmente y las pruebas técnicas efectuadas en el Ecuador, se destina el uso de la banda UHF en el rango de frecuencias 470 – 698 MHz para la operación de la TDT.
- La televisión digital tiene una connotación económica y social muy importante puesto que permite ampliar la variedad de programación en beneficio de los medios nacionales, regionales y locales, ya sean estos públicos o privados, la generación de nuevos contenidos y el incremento de los servicios recibidos por los usuarios, permitiendo de esta forma brindar nuevas alternativas de negocio para las operadoras televisivas impulsando aún más el desarrollo de esta tecnología.
- La Televisión Digital Terrestre al incorporar la interactividad por medio de un canal de retorno ofrece un cambio en la forma de ver la televisión ya que establece una relación más directa entre el usuario y el proveedor de servicios.
- En lo que concierne al uso, hábitos y preferencias de la televisión en el Ecuador se llegó a concluir que el televisor es un elemento primordial de los hogares ecuatorianos, debido a que se puede acceder a señales de televisión de manera gratuita y la tendencia de adquirir un televisor en nuestro medio sigue incrementándose, además las personas que tienen

acceso a la señal gratuita de televisión tienen la expectativa de que se mantenga la gratuidad de la misma con la televisión digital.

- La inversión parcial o total por parte de los operadores en un inicio será bastante elevada, pero estos valores podrían descender debido a la tendencia a la baja de los precios de los equipos ya sea para la generación de contenido digital así como de los decodificadores para los usuarios, ya que habrán ventajas competitivas y economías a escala de los países oferentes de los estándares. De la misma forma se espera que de parte del estado existan convenios que permitan la reducción de aranceles e impuestos a los equipos facilitando la implementación de la TDT en el país.
- Es necesario establecer la Norma Técnica de Televisión Digital Terrestre para Ecuador debido a que muchos de los valores analizados en el desarrollo de este estudio han sido en base a la Norma Brasileña de Televisión Digital, y donde los cuales pueden diferir de cierto modo ya que las condiciones de propagación y transmisión de nuestro país son diferentes.
- El desarrollo de la TDT no está enfocada únicamente en la digitalización de la señal con mejor audio y video, sino a la implementación de nuevas y novedosas aplicaciones interactivas de publicidad y otros servicios que beneficiaran a los televidentes y concesionarios, entre otras aplicaciones se tiene: elección del idioma, subtítulos, condiciones meteorológicas, educación, salud interactiva, compra y venta de productos, etc. En fin se tendrá una completa personalización de la programación e interacción con el usuario, todo esto al alcance de la población de forma gratuita.
- Se estableció que la nueva red digital podrá ofrecer tres tipos de programación simultáneamente, donde a cada una se le ha asignado un número determinado de segmentos y parámetros característicos de cada capa jerárquica, los tres formatos de programación serán: HD, SD y LD. Para el caso del servicio HD se le asignó una tasa de datos alta llegando a los 11,37 Mbps, con respecto a la programación SD su tasa alcanza un valor de 2,25 Mbps, y finalmente para el servicio móvil o LD tendrá un valor de 374,48 Kbps.
- Debido a las ventajas del estándar ISDB-T<sub>b</sub>, donde una de las cuales es que permite transmitir tres capas jerárquicas y cada una con diferentes características, la decisión de cuantos programas simultáneos y con qué calidad se los va a ofrecer no debería ser una decisión exclusiva del departamento técnico, sino, es importante que participen de esta

otros departamentos o áreas que comprenden la estación televisiva, ya que se debe tomar en cuenta la disponibilidad de la suficiente programación generada y además que esta sea del tipo comercial para poder dar un servicio de calidad a los televidentes, de aquí la importancia de la Norma Técnica de Televisión Digital que definirá el número de programaciones simultaneas y la calidad de las mismas.

- Las redes SFN son posibles gracias a la técnica de modulación OFDM, permitiendo recibir varias copias de la misma señal durante el intervalo de guarda sin que estas representen interferencia para el receptor. Por tal motivo es fundamental escoger un intervalo de guarda acorde al tiempo que tarda la señal reflejada más lejana en llegar al receptor, de lo contrario si se toma un intervalo de guarda muy pequeños se tendrán señales interferentes en lugar de señales que aporten; y si se toma un intervalo de guarda muy grande, se tiene una menor eficiencia espectral.
- El estándar ISDB-T<sub>b</sub> con su modulación OFDM constituye la principal característica que permite superar los problemas actuales en la recepción de señal de televisión analógica, tales como: ruido impulsivo, reducción rápida de la amplitud de la señal, distorsión de la señal debido a la multitrayectoria y ruido propio del canal; efectos presentes en medios de transmisión muy selectivos o variantes, como el aire.
- Aunque la televisión digital supera los principales problemas de recepción de señales de televisión analógica, se generan algunos inconvenientes como por ejemplo: la sincronización en tiempo y frecuencia, siendo necesario equipos para la transmisión y recepción más sofisticados y consecuentemente más costosos, además en el receptor se tiene un umbral de señal a partir del cual se puede reproducir la señal digital, en donde fuera de ese umbral es imposible su correcta recepción.

## RECOMENDACIONES

- Es de gran importancia reformar la normativa vigente de la televisión del Ecuador para de esta forma adoptar el nuevo modelo de negocios y concesiones para la etapa de implementación de la TDT, tomando en cuenta dichas regulaciones se puede garantizar una transición eficiente hacia la digitalización de la señal de televisión fomentando la inclusión social y reduciendo considerablemente la brecha digital existente.
- Se debería establecer una normativa que permita el uso común o la reutilización de la infraestructura civil y a nivel de red pública, con el objetivo de optimizar de mejor modo los recursos y a la vez reducir notablemente la inversión económica. Además en edificios y departamentos sería aconsejable el uso de antenas colectivas para la recepción de la TDT, lo cual disminuiría la contaminación visual que ocasiona la masiva plantación de antenas.
- Es recomendable implementar el presente diseño con el objetivo de realizar las respectivas pruebas de campo y comprobar si las predicciones de cobertura calculados con el software Radio Mobile se acercan al resultado de las mediciones.
- Con respecto al software de simulación es de gran importancia que la Universidad Nacional de Loja establezca convenios con las instituciones del sector de las telecomunicaciones con el fin de que provean a los estudiantes herramientas de simulación de cálculo de cobertura de diferentes sistema de comunicaciones inalámbricas, como televisión analógica y digital, radio AM/FM y digital, telefonía celular, etc., más precisas y con mejores prestaciones y de esta forma poder obtener resultados más acordes a la realidad.
- Con respecto a la asignación de bandas de frecuencia y canales de televisión que rige actualmente a la Televisión Abierta, se recomienda a la Superintendencia de Telecomunicaciones elaborar un plan para la asignación imparcial de bandas de frecuencia y canales virtuales, mediante acuerdo entre autoridades y concesionarios de canales privados y del estado.
- Se recomienda el análisis de alternativas como la IPTV, enlaces digitales Estudio-Transmisor por medio de fibra óptica con equipos que sean totalmente compatibles con el protocolo IP, ya que actualmente la tendencia son los ambientes de internet.

- Se recomienda que la Escuela de Electrónica y Telecomunicaciones forme un grupo de desarrollo del middleware GINGA el mismo que permitirá elaborar contenidos de índole educativa para la televisión digital.
- Es necesario que el Gobierno realice campañas educativas e informativas para la comunidad acerca de la implementación de esta nueva tecnología, exponer sus bondades y ventajas con el objetivo de que la ciudadanía conozca las razones por las que el país se encuentra en la etapa de transición hacia la Televisión Digital Terrestre.
- La capacitación es un factor de suma importancia para la correcta implementación de la TDT en el Ecuador, por ello, se cree necesario que el estado como las empresas privadas inmersas en este proceso inviertan o auspicien cursos, seminarios, etc., dentro y fuera del país.
- Con respecto al diseño de la red SFN, al momento de determinar los parámetros de operación que serán necesarios para configurar nuestro modulador ISDB-T<sub>b</sub>, es de gran importancia seguir un orden específico, esto debido a que cualquier modificación en alguno de estos afectaría a los elegidos anteriormente; por ello, la distancia del punto de reflexión más lejano debería ser el punto de partida para determinar el modo de operación y a partir del mismo, calcular los demás parámetros.
- El área geográfica a cubrir y la posición del modulador OFDM son aspectos importantes al momento de diseñar una red SFN, ya que la elección correcta de estos aspectos evitara incurrir en gastos innecesarios. Para ello, se debe definir cuántos transmisores son necesarios y la PER correspondiente de cada uno de ellos. Una adecuada topología de red establece si se emplearan varios moduladores, uno junto a cada transmisor, o uno solo en el Estudio, lo que determinara el tipo de señal que se enviara en el enlace microondas.
- Se recomienda que los equipos para la implementación de la nueva red de TDT del canal ECOTEL-TV sean seleccionados de acuerdo a las siguientes consideraciones: Montaje, contraste (Monitor), conmutable, almacenamiento (Switcher Master), tipo de tarjeta, soporte de formatos (Generador de caracteres), canales, dimensionamiento, potencia de salida (Consola y amplificador de audio), ratio de contraste, ángulo de visión (Datavideo), haz de vidrio, resolución, (Teleprompter), señal de video a ruido (Corrector de base de tiempos), disco duro, configuración de imágenes (Grabador digital), relación señal a ruido, niveles de sonido (Micrófonos), grabación, capacidad de captura (Cámaras), voltaje, peso,



dimensiones (Iluminación), sincronismo (Sistema Multivista). De la misma forma para los equipos de transmisión y difusión se sugiere el análisis siguientes aspectos: Video inputs, muestreo, audio embebido (Codificador MPEG-4), soporte middleware GINGA, tipo de entradas, multiplexación en tiempo real (Multiplexor), salida de RF, estándar de transmisión, pre-corrección lineal y no lineal (Modulador), potencia, consumo, control local y remoto (Transmisor ISDB-Tb), ahorro de energía, sistema de advertencia (Back Ups de energía), estabilidad de frecuencia, potencia, ganancia (Enlace Microondas y antenas).

- Es de suma importancia el uso de nuevos equipos de video y visualización como el reciente formato 4K (Ultra HD) que cuenta con un mayor número de pixeles y por tanto su resolución o calidad de imagen es superior a la de Full HD o HD, esto debido a que la tendencia son los receptores con este tipo de tecnología, lo que va de la mano con la generación y producción de contenido 4K, la misma que se encuentra en una fase experimental y desarrollo.
- Con respecto al sistema de tierra y con el objetivo de proteger y prolongar la vida útil de los nuevos equipos TDT, tanto en el Estudio como en la caseta del cerro de radiodifusión se recomienda instalar protectores de trascientes y un sistemas de puesta a tierra del tipo malla utilizando varilla de cobre tipo *copperweld*, cable desnudo N°2, bornera para conexión de equipos al sistema de tierra y para mejorar la resistividad en los puntos de unión se utilizara suelda exotérmica con gel.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### LIBROS.

- [1]. PISCIOTA Néstor, Carlos LIENDO, Roberto LAURO. (2013). *Transmisión de Televisión Digital Terrestre en la Norma ISDB-T<sub>b</sub> – Tratado fundamental para estudiantes avanzados, técnicos y profesionales.* (1era Edición) Buenos Aires: Cengage Learning Argentina.

### TESIS.

- [2]. VINUEZA Hugo. (2011). *ESTUDIO TÉCNICO – ECONÓMICO – LEGAL PARA EL CANAL DE TELEVISIÓN DIGITAL DE LA ESPOCH.* Tesis para Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones y Redes, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.
- [3]. CAJAMARCA Luis, Braulio CALLE. (2013). *ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL PROCESO DE MIGRACIÓN DE TELEVISIÓN ANALÓGICA TERRESTRE A TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE DEL CANAL DE TELEVISIÓN AUSTRAL TV DE LA CIUDAD DE AZOGUES.* Tesis para Ingeniero en Electrónica, Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca. Cuenca, Ecuador.
- [4]. MATAMOROS Ronald. (2009). *ANÁLISIS TÉCNICO Y DE MERCADO PARA UNA INFRAESTRUCTURA DE TDT PROPUESTA PARA LIMA METROPOLITANA BAJO SBTVD.* Tesis para Ingeniero de las Telecomunicaciones, Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú.
- [5]. SARANSIG, Rubén. (2010). *ELABORACION DEL PLAN DE LIBERACION DE LA BANDA 686 – 806 MHz PARA SU INCORPORACIÓN A LA TELEVISIÓN ABIERTA, PARA LA SUPERINTENDENCIA DE TELECOMUNICACIONES.* Tesis para Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones, Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador.
- [6]. Z Aidán, María Cristina. (2010). *ANÁLISIS DEL DIVIDENDO DIGITAL RESULTANTE DE LA MIGRACIÓN DE LA TELEVISIÓN ANALÓGICA A DIGITAL EN EL ECUADOR.* Tesis para Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones, Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador.

## PÁGINAS WEB.

- [7]. HbbTV. (2013). *Hybrid Broadcast Broadband TV*. Documento en línea en: [www.hbbtv.org](http://www.hbbtv.org). Acceso 08/11/2013.
- [8]. Cisco. (2013). *Cisco Visual Networking Index – Forecast and Methodology, 2007-2012*. Documento en línea en: [www.newsroom.cisco.com/dlls/2008/ekits/Cisco\\_Visual\\_Networking\\_Index\\_061608.pdf](http://www.newsroom.cisco.com/dlls/2008/ekits/Cisco_Visual_Networking_Index_061608.pdf). Acceso 12/11/2013.
- [9]. DVB. (2011). *Adopción de los estándares a nivel mundial*. Documento en línea en: [www.dvb.org/about\\_dvb/dvb\\_worldwide/DTT-deployment-2011-05-06.xls](http://www.dvb.org/about_dvb/dvb_worldwide/DTT-deployment-2011-05-06.xls). Acceso 08/11/2013.
- [10]. LAYA Fernando, Jorge RICO. (2012). *Compatibilidad electromagnética para televisión, video y electrónica de consumo*. Documento en línea en: [www.lpi.tel.uva.es](http://www.lpi.tel.uva.es). Acceso 10/11/2013.
- [11]. VIDEOPRESERVATION. (2013). *Digital migration tools and techniques*. Documento en línea en: [www.videopreservation.conservation-us.org/dig\\_mig](http://www.videopreservation.conservation-us.org/dig_mig). Acceso 11/11/2013.
- [12]. INFORME CITDT-GATR-2012-004. (2012). *Observaciones al Plan Maestro de Transición a la Televisión Digital Terrestre en el Ecuador*. Documento en línea en: [www.conatel.gob.ec/site\\_conatel/images/stories/resolucionesconatel/2012/RTV-681-24-CONATEL-2012-PLAN%20MAESTRO-ACTUAL.pdf](http://www.conatel.gob.ec/site_conatel/images/stories/resolucionesconatel/2012/RTV-681-24-CONATEL-2012-PLAN%20MAESTRO-ACTUAL.pdf). Acceso 12/11/2013.
- [13]. Resolución No. 1779-CONARTEL-01. (2001). *Norma técnica para el servicio de televisión analógica y plan de distribución de canales*. Documento en línea en: [www.advicom.ec/userFiles/files/Regulacion/Norma%20Tecnica%20Ecuador-Servicio%20de%20Television%20Analogica-CONARTEL%20\(2001\).pdf](http://www.advicom.ec/userFiles/files/Regulacion/Norma%20Tecnica%20Ecuador-Servicio%20de%20Television%20Analogica-CONARTEL%20(2001).pdf). Acceso 12/11/2013.
- [14]. INFORME CITDT-GATR-2011\_001. (2011). *Recomendaciones sobre especificación técnicas mínimas de los televisores para recepción full-seg de Televisión Digital Terrestre estándar ISDB\_T<sub>bv</sub> que se utilizaran en el Ecuador*. Documento en línea en: [www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/10/RESOLUCION-CITDT-2011-03-006.pdf](http://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/10/RESOLUCION-CITDT-2011-03-006.pdf). Acceso 13/11/2013.

- [15]. NORMA BRASILEÑA, ABNT NBR 15601. (2007). *Televisión Digital Terrestre – Sistema de transmisión*. Documento en línea en: [www.upjet.org.ar/archivos\\_noticias/356-1.pdf](http://www.upjet.org.ar/archivos_noticias/356-1.pdf). Acceso 13/11/2013.
- [16]. INFORME CITDT-GATR-2012-005. (2012). *Metodología de asignación de frecuencias temporales para la operación de estaciones de televisión digital terrestre*. Documento en línea en: [www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/02/Informe-CITDT-GATR-2012-005.pdf](http://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/02/Informe-CITDT-GATR-2012-005.pdf). Acceso 16/11/2013.
- [17]. INFORME CITDT-GATR-2011-002. (2011). *Identificación de bandas de frecuencias principales para el despliegue de la TDT*. Documento en línea en: [www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/10/Informe-CITDT-GATR-2011-002.pdf](http://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/10/Informe-CITDT-GATR-2011-002.pdf). Acceso 18/11/2013.
- [18]. INEC. (2010). *Porcentajes de tenencia de televisores a nivel nacional*. Documento en línea en: [www.inec.gob.ec/sitio\\_tics2012](http://www.inec.gob.ec/sitio_tics2012). Acceso 20/11/2013.
- [19]. SUPERTEL. (2011). *Televisión Digital Terrestre, Revista Interinstitucional N°10*. Documento en línea en: [www.supertel.gob.ec/pdf/publicaciones/revista10\\_supertel.pdf](http://www.supertel.gob.ec/pdf/publicaciones/revista10_supertel.pdf). Acceso 20/11/2013.
- [20]. SUPERTEL. (2013). *Número de suscriptores del servicio de audio y video por suscripción hasta julio del 2013*. Documento en línea en: [www.supertel.gob.ec/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1392:se-reportaron-849861-suscriptores-del-servicio-de-tv-pagada-hasta-julio-de-2013&catid=44:principales&Itemid\\_344](http://www.supertel.gob.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=1392:se-reportaron-849861-suscriptores-del-servicio-de-tv-pagada-hasta-julio-de-2013&catid=44:principales&Itemid_344). Acceso 22/11/2013.
- [21]. SIGNALS TELECOM CONSULTING. (2013). *Ecuador – La TV paga crecerá a partir de plataformas satelitales*. Documento en línea en: [www.signalstelecomnews.com/index.php/analisis-y-columnas/8745-ecuador-la-tv-paga-crecera-a-partir-de-plataformas-satelitales](http://www.signalstelecomnews.com/index.php/analisis-y-columnas/8745-ecuador-la-tv-paga-crecera-a-partir-de-plataformas-satelitales). Acceso 22/11/2013.

- [22]. CONARTEL. (1995). Resolución 4876-08. Documento en línea en: [www.razonypalabra.org.mx/N/N75/varia\\_75/varia3parte/34\\_Suing\\_V75.pdf](http://www.razonypalabra.org.mx/N/N75/varia_75/varia3parte/34_Suing_V75.pdf). Acceso 04/12/2013.
- [23]. SUPERTEL. (2014). *Estaciones R&TV junio 2013*. Documento electrónico enviado por e-mail. Acceso 07/12/2013.
- [24]. PISCIOTA, Néstor. (2010). *Sistema ISDB-T (Primera Parte)*. Documento en línea en: [www.eradigital.com.ar/blog/wp-content/uploads/2010/09/Sistema-ISDB-Tb-Primera-parte.pdf](http://www.eradigital.com.ar/blog/wp-content/uploads/2010/09/Sistema-ISDB-Tb-Primera-parte.pdf). Acceso 14/12/2013.
- [25]. ASOCIACION BRASILEÑA DE NORMAS TECNICAS. (2007). *ABNT NBR 15601 televisión digital terrestre sistema de transmisión*. Documento en línea en: [www.abnt.org.br/imagens/Normalizacao\\_TV\\_Digital/ABNTNBR15601\\_2007Vc\\_2008.pdf](http://www.abnt.org.br/imagens/Normalizacao_TV_Digital/ABNTNBR15601_2007Vc_2008.pdf). Acceso 15/12/2013.
- [26]. Tasas de datos MPEG. (2007). Documento en línea en: [www.tvd.cl/prontus\\_tvd/descargas/antecedentes\\_docs/estudios\\_mtt/estudio\\_uc.pdf](http://www.tvd.cl/prontus_tvd/descargas/antecedentes_docs/estudios_mtt/estudio_uc.pdf). Acceso 18/12/2013.
- [27]. NORMA BRASILEÑA, ABNT NBR 15604. (2007). *Televisión Digital Terrestre – Receptores*. Documento en línea en: [www.advicom.ec/userFiles/files/Normas/ABNTNBR%2015604\\_2007Esp\\_2008-Receptores.pdf](http://www.advicom.ec/userFiles/files/Normas/ABNTNBR%2015604_2007Esp_2008-Receptores.pdf). Acceso 13/11/2013.
- [28]. LINEAR. (2014). *Linear IST7G50P5/ISR7G5000*. Documento en línea en: [www.btsi.com.ph/sites/default/files/IST7G50P5\\_ISR7G5000\\_ING\\_REV00.pdf](http://www.btsi.com.ph/sites/default/files/IST7G50P5_ISR7G5000_ING_REV00.pdf). Acceso 04/01/2014.
- [29]. ANDREW. (2014). *Andrew PL4-65*. Documento en línea en: [www.commscope.com/catalog/solution\\_wi\\_backhaul\\_microwavesystems/2147485600/product\\_details.aspx?id=30221](http://www.commscope.com/catalog/solution_wi_backhaul_microwavesystems/2147485600/product_details.aspx?id=30221). Acceso 05/01/2014.
- [30]. SIRA. (2014). *Sira UTV-01*. Documento en línea en: [www.sira.mi.it/es/products/broadcasting/8/uhf-antennas/207](http://www.sira.mi.it/es/products/broadcasting/8/uhf-antennas/207). Acceso 05/01/2014.

- [31]. AUDIO-TECHNICA. (2014). *Micrófono Clip Technica AT803B*. Documento en línea en: [www.bhphotovideo.com/c/product/68272-REG/Audio\\_Technica\\_AT803\\_AT803B\\_Mini\\_Clip\\_On.html](http://www.bhphotovideo.com/c/product/68272-REG/Audio_Technica_AT803_AT803B_Mini_Clip_On.html). Acceso 08/01/2014.
- [32]. AUDIO-TECHNICA. (2014). *Micrófono inalámbrico Technica ATR288W*. Documento en línea en: [www.audio-technica.com/cms/wls\\_systems/a81baa831864d38b/](http://www.audio-technica.com/cms/wls_systems/a81baa831864d38b/). Acceso 10/01/2014.
- [33]. LOWEL. (2014). *Lowel Basic Boom SP-91*. Documento en línea en: [www.lowel.com/booms.html](http://www.lowel.com/booms.html). Acceso 12/01/2014.
- [34]. JVC. (2014). *Cámara JVC GY-HM750*. Documento en línea en: [www.pro.jvc.com/prof/attributes/specs.jsp?model\\_id=MDL102066&feature\\_id=03](http://www.pro.jvc.com/prof/attributes/specs.jsp?model_id=MDL102066&feature_id=03). Acceso 13/01/2014.
- [35]. PROMPTER PEOPLE. (2014). *FLEX-D-D11 Flex 11 TelePrompter*. Documento en línea en: [www.bhphotovideo.com/c/product/632475-REG/Prompter\\_People\\_FLEX\\_D\\_D11\\_FLEX\\_D\\_D11\\_Flex\\_11.html](http://www.bhphotovideo.com/c/product/632475-REG/Prompter_People_FLEX_D_D11_FLEX_D_D11_Flex_11.html). Acceso 14/01/2014.
- [36]. ARRI. (2014). *650W FRESNEL COMPACT 3-LIGHT KIT*. Documento en línea en: [www.bhphotovideo.com/c/product/333258-REG/Arri\\_571979\\_650W\\_Fresnel\\_Compact\\_3\\_Light.html](http://www.bhphotovideo.com/c/product/333258-REG/Arri_571979_650W_Fresnel_Compact_3_Light.html). Acceso 16/01/2014.
- [37]. SONY. (2014). *Monitor Sony KDL-32BX425*. Documento en línea en: [www.docs.sony.com/release/KDL-BX325-BX326-BX425\\_ES.pdf](http://www.docs.sony.com/release/KDL-BX325-BX326-BX425_ES.pdf). Acceso 17/01/2014.
- [38]. LEADER. (2014). *Test Monitor Leader LV 5380 Multi SDI*. Documento en línea en: [www.bhphotovideo.com/c/product/582222-REG/Leader\\_LV5380\\_LV\\_5380\\_Multi\\_SDI\\_Test.html](http://www.bhphotovideo.com/c/product/582222-REG/Leader_LV5380_LV_5380_Multi_SDI_Test.html). Acceso 17/01/2014.
- [39]. MARSHALL ELECTRONICS. (2014). *Marshall Electronics M-LYNX-19SDI*. Documento en línea en: [www.marshall-usa.com/IVS/monitors/M-LYNX-19SDI.html](http://www.marshall-usa.com/IVS/monitors/M-LYNX-19SDI.html). Acceso 19/01/2014.
- [40]. WOHLER. (2014). *Monitor Multivista Wohler RMQ-230-3G*. Documento en línea en: [www.wohler.com/Details.aspx?ItemNumber=RMQ-230-3G#.UxsuYfl5OSo](http://www.wohler.com/Details.aspx?ItemNumber=RMQ-230-3G#.UxsuYfl5OSo). Acceso 20/01/2014.

- [41]. BEHRINGER. (2014). *Consola de audio Behringer X32*. Documento en línea en: [www.behringer.com/EN/products/X32-COMPACT.aspx](http://www.behringer.com/EN/products/X32-COMPACT.aspx). Acceso 22/01/2014.
- [42]. DBX. (2014). *Ecuadorador dbx 215s*. Documento en línea en: [www.dbxpro.com/en/products/215s](http://www.dbxpro.com/en/products/215s). Acceso 23/01/2014.
- [43]. CROWN. (2014). *Crown XLS 2500*. Documento en línea en: [www.musiciansfriend.com/pro-audio/crown-xls2500-drivecore-series-power-amp](http://www.musiciansfriend.com/pro-audio/crown-xls2500-drivecore-series-power-amp). Acceso 26/01/2014.
- [44]. NEWTEK. (2014). *Newtek Tricaster 450*. Documento en línea en: [www.newtek.com/support/overview/39-tricaster/tricaster-450-extreme.html](http://www.newtek.com/support/overview/39-tricaster/tricaster-450-extreme.html). Acceso 26/01/2014.
- [45]. DATAVIDEO. (2014). *Monitor Datavideo TLM-404H 4X4*. Documento en línea en: [www.bhphotovideo.com/c/product/677058-REG/Datavideo\\_TLM\\_404H\\_TLM\\_404H\\_4\\_x\\_4.html](http://www.bhphotovideo.com/c/product/677058-REG/Datavideo_TLM_404H_TLM_404H_4_x_4.html). Acceso 26/01/2014.
- [46]. MARSHALL ELECTRONICS. (2014). *Marshall Electronics M-LYNX-17SDI*. Documento en línea en: [www.marshall-usa.com/IVS/monitors/M-Lynx-17SDI.html](http://www.marshall-usa.com/IVS/monitors/M-Lynx-17SDI.html). Acceso 27/01/2014.
- [47]. HOTRONIC. (2014). *Corrector base de tiempos Hotronic AP-41SP*. Documento en línea en: [www.bhphotovideo.com/c/product/22614-REG/Hotronic\\_AP41\\_SP\\_AP\\_41SP\\_Time\\_Base\\_Corrector.html](http://www.bhphotovideo.com/c/product/22614-REG/Hotronic_AP41_SP_AP_41SP_Time_Base_Corrector.html). Acceso 28/01/2014.
- [48]. SAMSUNG. (2014). *Grabador digital SAMSUNG SRD-470*. Documento en línea en: [www.samsung-security.com/SAMSUNG/upload/Product\\_Specifications/SRD-470D\\_UserManual-SP.pdf](http://www.samsung-security.com/SAMSUNG/upload/Product_Specifications/SRD-470D_UserManual-SP.pdf). Acceso 29/01/2014.
- [49]. SOPTEC-COMUNICACIONES. (2014). *Intel Core I7 2Tera*. Documento en línea en: [www.soptec-comunicaciones.com/index.php/computadoras/computadoras-de-escritorio/computadora-intel-core-i7-2tera-detail](http://www.soptec-comunicaciones.com/index.php/computadoras/computadoras-de-escritorio/computadora-intel-core-i7-2tera-detail). Acceso 31/01/2014.
- [50]. DATAVIDEO. (2014). *Generador de caracteres CG-350 HD*. Documento en línea en: [www.avpsecuador.com.ec/index.php/novedades.html?id=22](http://www.avpsecuador.com.ec/index.php/novedades.html?id=22). Acceso 02/02/2014.

- [51]. DATAVIDEO. (2014). *Switcher Master DATAVIDEO SE-2800*. Documento en línea en: [www.resource.datavideo.info/manuals/Datavideo\\_SE-2800.pdf](http://www.resource.datavideo.info/manuals/Datavideo_SE-2800.pdf). Acceso 02/02/2014.
- [52]. APPLE. (2014). *iMac Intel Core i5 APPLE MC812E*. Documento en línea en: [www.compugamer.com.ec/v3/apple-imac-mc812e-all-in-one-intel-core-i5-de-2-7ghz.html](http://www.compugamer.com.ec/v3/apple-imac-mc812e-all-in-one-intel-core-i5-de-2-7ghz.html). Acceso 03/02/2014.
- [53]. MEDIA5. (2014). *Servidor de audio y video stream V5MF-HD-1*. Documento en línea en: [www.riosyca.com/#productos/producto.php?id=V5MFHD1](http://www.riosyca.com/#productos/producto.php?id=V5MFHD1). Acceso 05/02/2014.
- [54]. CISCO. (2014). *Switch Cisco Sg 102-24*. Documento en línea en: [www.cdw.com/shop/products/Cisco-Small-Business-SG-102-24-switch-24-ports-unmanaged-rack-mount/2751603.aspx#PO](http://www.cdw.com/shop/products/Cisco-Small-Business-SG-102-24-switch-24-ports-unmanaged-rack-mount/2751603.aspx#PO). Acceso 06/02/2014.
- [55]. CISCO. (2014). *Router Linksys E3000*. Documento en línea en: [www.store.linksys.com/Routers/Linksys-E3000-HighPerformance-Wirelessn-router\\_stcVVproductId97826163VVcatId550467VVviewprod.htm#self](http://www.store.linksys.com/Routers/Linksys-E3000-HighPerformance-Wirelessn-router_stcVVproductId97826163VVcatId550467VVviewprod.htm#self). Acceso 07/02/2014.
- [56]. FASHIONPCS. (2014). *Patch Panel Categoría 6 para Rack 19 plg*. Documento en línea en: [www.fashionpcs.com/patch-panel-rack-19-24-puertos-cat-6-p-855.html](http://www.fashionpcs.com/patch-panel-rack-19-24-puertos-cat-6-p-855.html). Acceso 09/02/2014.
- [57]. EITV. (2014). *Codificador Z3 MVE-20*. Documento en línea en: [www.eitv.com.br/z3encisdbt\\_es.php](http://www.eitv.com.br/z3encisdbt_es.php). Acceso 10/02/2014.
- [58]. EITV. (2014). *EITV Playout Professional*. Documento en línea en: [www.eitv.com.br/playoutpro\\_es.php](http://www.eitv.com.br/playoutpro_es.php). Acceso 10/02/2014.
- [59]. APC. (2014). *SMART-UPS 3000VA*. Documento en línea en: [www.upsecuador.com/equipos-proteccion-electrica-venta-importador-distribuidor-quito-ecuador.php?recordID=126](http://www.upsecuador.com/equipos-proteccion-electrica-venta-importador-distribuidor-quito-ecuador.php?recordID=126). Acceso 10/02/2014.
- [60]. EITV. (2014). *Modulador UBS-DVU 5000*. Documento en línea en: [www.eitv.com.br/ubsmod\\_es.php](http://www.eitv.com.br/ubsmod_es.php). Acceso 12/02/2014.



- [61]. LINEAR. (2014). *Transmisor ISDB-Tb LINEAR SERIE IS7400*. Documento en línea en: <http://www.linear.com.br/es/ischio/IS7400-REV02.pdf>. Acceso 13/02/2014.
- [62]. DBBROADCAST. (2014). *DBTU/1000 – Digital UHF Television Transmitter*. Documento en línea en: <http://www.dbbroadcast.com/digital-tv/digital-uhf-tv-transmitters/digital-transmitters-dbtu-1000.html>. Acceso 14/02/2014.

## ANEXOS

### Descripción técnica de los equipos de Producción (Infraestructura Interna y Externa).

#### A. ÁREA DE ESTUDIO O SET.

##### A.1. Micrófonos Audio Clip - TECHNICA AT803B.

El AT803B es un micrófono de condensador en miniatura destinado para ser llevado en la ropa de los artistas por su excelente registro de sonido discreto. Además asegura una limpia reproducción, precisa con alta inteligibilidad para los profesores, cantantes, escenario y actores de televisión.



Figura A.1. Micrófono Clip Technica AT803B. <sup>[30]</sup>

#### Especificaciones:

Tabla A.1. Especificaciones técnicas del Micrófono Clip Technica AT803B. <sup>[30]</sup>

Características	
Transductor	Condensador polarizado permanentemente
Patrón Polar	Omnidireccional
Respuesta en Frecuencia	30 Hz – 20 KHz
Relación Señal a Ruido	65 dB
Máximo nivel de sonido de entrada	124 dB
Impedancia de salida	200 $\Omega$
Conector de salida	XLR-3M (desde el Modulo AT8531)

### A.2. Micrófonos inalámbricos Audio - Technica ATR288W.

Este sistema inalámbrico multifuncional ofrece un rendimiento versátil para cámaras de vídeo, reuniones y presentaciones. El sistema inalámbrico VHF ATR288W se suministra con dos micrófonos, un micrófono lavalier de condensador omnidireccional y el micrófono vocal/instrumento dinámico unidireccional ATR1200.



Figura A.2. Micrófono inalámbrico Technica ATR288W. <sup>[31]</sup>

#### Especificaciones:

Tabla A.2. Especificaciones técnicas del Micrófono inalámbrico Technica ATR288W. <sup>[31]</sup>

Características	
Frecuencia de Operación	169.505 MHz y 170.305 MHz
Número de canales	2
Modo de Modulación	FM
Sensibilidad de Recepción	2 uV para 30 dB S/N
Batería	9 V
Consumo de corriente	50 mA
Peso Neto	3,5 oz (100 gramos)

### A.3. Trípode - Lowel Basic Boom SP-91.

Posee un brazo robusto de mediano tamaño para lámparas, micrófonos, etc. Tiene soporte de suspensión neumática para la ubicación en el estudio.



**Figura A.3.** Trípode Lowel Basic Boom SP-91. <sup>[32]</sup>

#### Especificaciones:

**Tabla A.3.** Especificaciones técnicas del Trípode Lowel Basic Boom SP-91. <sup>[32]</sup>

Características	
Peso	21 lbs. (9,53 Kg)
Longitud mínima	0,91 m
Longitud máxima	4,2 m

#### A.4. Cámaras - JVC GY-HM750.

La nueva GY-HM750 de JVC trae un mejor nivel de prestaciones y rendimiento. Basado en un motor de procesamiento digital de tercera generación mejorada, el HM750 ofrece mejor calidad de imagen y la posibilidad de grabar HD o SD directamente a los medios de estado sólido SDHC económicos. Posee grabación en tarjeta de memoria Dual lo que permite la grabación en ambas tarjetas simultáneamente o individualmente para un tiempo de grabación virtualmente ilimitado. Y al igual que otras videocámaras ProHD, graba en los formatos de archivo nativos de los sistemas de edición profesional más populares para un flujo de datos más rápido.



Figura A.4. Cámara JVC GY-HM750. <sup>[33]</sup>

#### Especificaciones:

Tabla A.4. Especificaciones técnicas de la cámara JVC GY-HM750. <sup>[33]</sup>

Características	
Requisitos de energía	DC 12 V (11-17 V)
Sensor de imagen	1/3" Escaneo progresivo 3CCD
Ganancia	0dB, 3dB, 6dB, 9dB, 12dB, 15dB, 18dB
Pantalla LCD	4,3" LCD, 800 x 480 (WVGA, 410000 pix.)
Medios de grabación	Tarjeta de memoria SDHC (Clase 6 o Clase 10), 2 ranuras
Modo de grabación HD	Modo HQ: VBR, 35Mbps (1920 x 1080i 50/60, p24/25/30) MPEG-2 MP@HL Modo SP: CBR, 25Mbps (1440 x 1080i 50/60) / 19Mbps (1280 x 720p 24/25/30)MPEG-2 MP@H-14; 19Mbps (1280 x 720p 50/60) MPEG-2 MP@HL
Modo de grabación SD	Compresión DV 4:1:1(NTSC: GY-HM750U/CHU únicamente)/4:2:0(PAL: GY-HM750E/CHE), 8-bit, 25Mbps
Grabación de audio	HD: Linear PCM 2ch, 48 kHz / 16 bit, SD: Lineal PCM 2ch, 48 kHz / 16 bit

### A.5. Teleprompter - FLEX-D-D11.

El FLEX-D-D11 Teleprompter es un paquete teleprompting completo diseñado para trabajar con los más pequeños mini-DV y cámaras HD cámaras en la mayoría de los trípodes. No requiere de herramientas para crear o editar, lo que facilita su uso y manejo. Su construcción se basa en aluminio y una pantalla LCD ultra-ligera para ofrecer un diseño que mejora la panorámica y la inclinación de rendimiento. Utiliza UltraClear un vidrio de alta definición con bajo contenido de hierro para ayudar a eliminar los cambios de color y pérdida de luz comúnmente experimentados en muchos divisores de haz. Además, el cristal presenta un revestimiento anti-reflejo en su parte posterior para eliminar los reflejos que pueden rebotar en la lente.



Figura A.5. Teleprompter FLEX-D-D11. <sup>[34]</sup>

#### Especificaciones:

Tabla A.5. Especificaciones técnicas Teleprompter FLEX-D-D11. <sup>[34]</sup>

Características	
Construcción	Negro anodizado 6061 componente de aluminio
Tamaño visual (diagonal)	10.4" de TFT LCD en color
Rango de lectura	12'
Panel	Material divisor de rayos: Baja en hierro, cristal ultra-clara, 1/8" de grosor Tamaño del espejo: 11.5 x 11.5". Recubrimiento: Frente: 60/40 divisor de haz Espalda: revestimiento anti-reflectante
Señal de entrada	VGA Compuesta
Voltaje	- 240 VAC o 12 VDC

#### A.6. Iluminación Estudio - Arri 650W Fresnel Compact 3-Light Kit.

El 650W Fresnel comprende de tres compactas y potentes luces, estas producen un suave campo de luz que cuenta con un ángulo de haz en la posición de inundación de 52°, y uno estrecho de 14,5° en la posición directa. Para completar el conjunto, hay 4 hojas de aletas corta flujo y mallas para el control de la forma y la intensidad de cada bombilla.

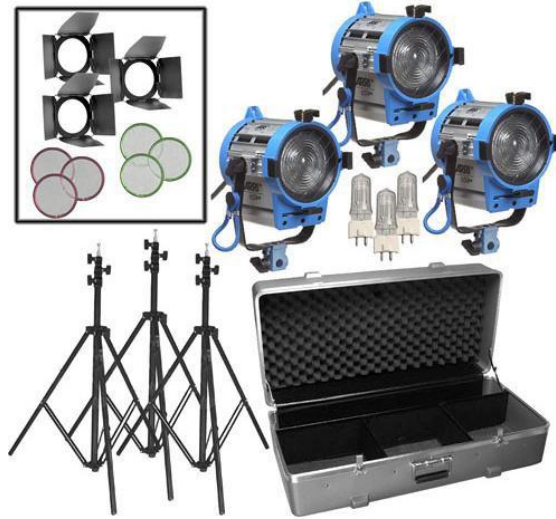


Figura A.6. Iluminación Arri 650W Fresnel Compact 3-Light Kit. <sup>[35]</sup>

#### Especificaciones:

Tabla A.6. Especificaciones técnicas del Arri 650W Fresnel Compact 3-Light Kit. <sup>[35]</sup>

Características	
Lente (Condensador)	4,3" (110 mm) baja expansión
Reflector (Espejo)	Esférico, reflector de alta pureza
Montaje	5/8" (16 mm) de pie de montaje
Dimensiones	Kit: 32.5 x 17 x 10.75" (82.5 x 43 x 27.3 cm)
Peso del Kit	bs (24,5 Kg)

### A.7. Monitor - Sony KDL-32BX425.

EL Monitor/Televisor Sony KDL-32BX425 es un sistema de alta definición (HD) donde se podrá visualizar imágenes más nítidas, movimientos continuos, y el alto impacto visual de las señales HD de 1080 líneas.



**Figura A.7.** Monitor Sony KDL-32BX425. <sup>[36]</sup>

#### Especificaciones:

**Tabla A.7.** Especificaciones técnicas del Monitor Sony KDL-32BX425. <sup>[36]</sup>

Características	
Sistema de TV	Digital: SBTVD-T (ISDB-T <sub>b</sub> )
Cobertura de canales	VHF: 2-13 UHF: 14-69 CATV (análogo): 1-135
Sistema del panel	Panel LCD
Componente (entradas)	YPBPR (video componente): Y: 1,0 Vp-p, 75 ohm no equilibrado, sincronización negativa / PB: 0,7 Vp-p, 75 ohm / PR: 0,7 Vp-p, 75 ohm / Formato de señal: 480i, 480p, 576i, 576p, 720p, 1.080i, 1.080p AUDIO: 500 mV <sub>rms</sub> (Típico) / Impedancia: 47 kilohm
HDMI (entradas)	HDMI: Video: 480i, 480p, 576i, 576p, 720p, 1.080i, 1.080p, 1.080/24p Audio: PCM lineal de dos canales 32; 44,1 y 48 kHz; 16; 20 y 24 bits, Dolby Digital
Digital Audio (salida)	Salida de audio óptica digital (PCM/Dolby Digital)
PC (entrada)	Subminiatura D de 15 contactos, RGB analógico, 0,7 Vp-p, 75 ohm, positiva
Voltaje	– 240 VCA, 50 – 60 Hz



## B. ÁREA DE DIRECCIÓN DE CÁMARAS.

### B.1. Test Monitor - Leader LV 5380 Multi SDI.

El LV 5380 Multi-SDI Monitor Test está equipado con una forma de onda de la señal de vídeo de precisión y visualización a través de un vectorscopio TFT LCD de alta fidelidad, además de visualización de la señal audio incorporado. Otras características incluyen la visualización simultánea de dos señales SDI, la captura de pantalla a la memoria USB, y el seguimiento de error de gama sobre la imagen.



**Figura B.1.** Test Monitor Leader LV 5380 Multi SDI. <sup>[37]</sup>

#### Especificaciones:

**Tabla B.1.** Especificaciones técnicas del Test Monitor Leader LV 5380 Multi SDI. <sup>[37]</sup>

Características	
Entradas/Salidas	SMPTE 299M (HD-SDI) SMPTE 272M (SD-SDI)
Conectores	(2) BNC
Voltaje	12 VDC (10 – 18 V), 18 W máximo
Dimensiones	6.95" x 8.5" x 3.4" (176 x 215 x 85mm)
Peso	4,5 lbs (2 Kg)

## B.2. Monitor - Marshall Electronics M-LYNX-19SDI.

El M-LYNX-19SDI ofrece una impresionante resolución de imagen de 1280 x 1024, lo que es la elección perfecta para el audio/video dentro de un estudio de televisión. Este monitor universal le ofrece una clara imagen de alta definición e incluye tecnologías de vídeo avanzadas, como la compensación 3D digital dinámico, bloqueo de fase digital RGB, y el filtro de peine 3D.



**Figura B.2.** Monitor Marshall Electronics M-LYNX-19SDI. <sup>[38]</sup>

### Especificaciones:

**Tabla B.2.** Especificaciones técnicas del monitor Marshall Electronics M-LYNX-19SDI. <sup>[38]</sup>

Características	
Sistema	PAL/NTSC
Resolución	1280 x 1024
Contraste	700:1
Video entrada/salida	DVI (1 canal entrada) SDI (2 canales entrada/ 1 canal salida) VGA (1 canal de entrada)
Audio	3 canales entrada, 3 canales salida
Dimensiones	18"x 14,6"x 3"
Voltaje	AC 100 – 230 V, 50 – 60 Hz

### B.3. Monitor Multivista – Wohler RMQ-230-3G.

El sistema Multivista serie RMQ, de pantalla LCD con retroiluminación LED son monitores profesionales de alto rendimiento que soportan la tecnología avanzada de procesamiento digital de 10 bits. Este tipo de monitores pueden configurarse como una pantalla dividida de cuatro áreas iguales, como una pantalla grande con tres vistas más pequeñas, o como una sola gran pantalla.



Figura B.3. Monitor Multivista Wohler RMQ-230-3G. [39]

#### Especificaciones:

Tabla B.3. Especificaciones técnicas Monitor Multivista Wohler RMQ-230-3G. [39]

Características	
Dimensión del display	23"
Relación de aspecto	4:3 / 16:9 (nativo)
Resolución	1920 H x 1080 V
Contraste	1000 a 1
Dimensiones	21.9"W x 14.4"H x 6.3"D (555 x 365 x 159 mm)
Consumo de potencia	75 W
Señales de entrada	4 Auto-detección CVBS, 3G/HD/SD-SDI entradas BNC; 1 HDMI/DVI-D entrada de Video; 4 entradas de audio analógico RCA
Señales de salida	4 loop-thru 3G/HD/SD-SDI salidas BNC; 1 HDMI/DVI-D Salida de Video de pantalla externa; 2 Selección en Audio Analógico RCA (igual parlantes)

## C. ÁREA DE AUDIO O SONIDO.

### C.1. Consola de audio – Behringer X32 Digital.

La X32 posee unidades de procesamiento y efectos digitales, además su diseño está enfocado a estudios de grabación profesional así como también para aplicaciones en vivo. Puede ser controlada remotamente desde cualquier dispositivo portátil.



Figura C.1. Consola de audio Behringer X32 (16 canales).<sup>[40]</sup>

#### Especificaciones:

Tabla C.1. Especificaciones técnicas Consola de audio Behringer X32.<sup>[40]</sup>

Características	
Número de canales	16 canales de entrada, 8 canales auxiliares, 8 FX canales de retorno, 16 buses auxiliares, 6 matrices
Procesamiento de señal	40 bit, punto flotante
Convertor A/D-D/A	24 bit, 44,1/48 KHz, 114 dB rango dinámico
Latencia	0,8 ms
Entradas XLR	16
RCA Entradas/Salidas	2/2
Salidas XLR	8
Salida Digital AES/EBU, XLR	1
USB tipo A (importar y exportar audio)	1

### C.2. Ecuador - dbx 215s.

La serie dbx 215s incluye dos canales de 15 bandas de ecualización 2/3-octave,  $\pm 12$  dB de ganancia de entrada, conmutable  $\pm 6$  dB o  $\pm 12$  dB de rango/corte, 20 mm sliders no conductores, una interfaz de usuario intuitiva, y la medición de nivel de salida. Desde sus 10 Hz extendidos a 50 kHz de respuesta de frecuencia y 112 dB de rango dinámico dan una excelente calidad y atención meticulosa a los detalles, el 215s ofrece un sonido excepcional y una gran fiabilidad que garantiza un sonido de alta calidad.



Figura C.2. Ecuador dbx 215s. <sup>[41]</sup>

#### Especificaciones:

Tabla C.2. Especificaciones técnicas Ecuador dbx 215s. <sup>[41]</sup>

Características	
Conectores de entrada	1/4" TRS, hembra XLR
Tipo de entrada	Electrónicamente balanceado/desbalanceado, Filtrado en RF
Impedancia de entrada	40 K $\Omega$ balanceada, 20 K $\Omega$ desbalanceada
Conectores de salida	1/4" TRS, macho XLR
Ancho de banda	20 Hz a 20 KHz, +0,5/-1 dB
Respuesta en frecuencia	<10 Hz a >50 Hz, +0,5/-3 dB
Relación Señal/Ruido	Típicamente >95 dB
Voltaje	100 – 240 VAC, 50/60 Hz

### C.3. Amplificador de audio - CROWN XLS 2500.

El XLS 2500 es un amplificador de potencia estéreo de calidad profesional que ofrece excelente versatilidad y calidad de audio en un diseño de montaje en rack asequible y ligero. El amplificador utiliza tecnología DriveCore, un circuito integrado híbrido analógico-digital propio que impulsa la electrónica interna de Clase-D. Esta tecnología permite que el amplificador pueda proporcionar consistentemente estupendo audio, sin importar inestabilidad en las líneas de CA, fluctuación de la energía, y otras cuestiones de poder.



**Figura C.3.** Amplificador de audio Crown XLS 2500. <sup>[42]</sup>

#### Especificaciones:

**Tabla C.3.** Especificaciones técnicas Amplificador de audio Crown XLS 2500. <sup>[42]</sup>

Características	
Potencia mínima garantizada por canal, ambos canales	1550W, Stereo, 2 Ohms (per ch.); 775W, Stereo, 4 Ohms (per ch.); 440W, Stereo, 8 Ohms (per ch.); 1550W, Bridge-Mono, 8 Ohms; 2400W, Bridge-Mono, 4 Ohms
Respuesta en frecuencia	Para 1 watt, 20 Hz - 20 kHz: +0 dB, -1 dB
Relación Señal/Ruido	>103 dB
Factor a amortiguamiento (8Ω)	10 – 400 Hz: >200
Impedancia de entrada	20 KΩ balanceada, 10 KΩ desbalanceada
Impedancia de carga	2 – 8 Ω por canal en Estéreo, 4 – 8 Ω Bridge Mono
Voltaje	120 VAC 60 Hz; 100 VAC 50/60 Hz; 220 y 240 VAC 50 Hz
Entradas/Salidas	Entrada: XLR (uno por canal), 1/4" (uno por canal), and RCA (uno por canal). 1/4" conectores pueden ser usados en loop-thrus para distribuir la señal en amplificadores adicionales. Salida: Dos de 4-Pole salida Speakon, acepta conectores 2-pole o 4-pole.
Peso	10,75 lbs.

## D. ÁREA DE EDICIÓN O POSTPRODUCCIÓN.

### D.1. Switcher de producción en vivo - Newtek Tricaster 450.

El TriCaster 450 es una excelente herramienta a la hora de la producción en vivo de una estación de televisión. Soporta 14 canales, rack de 2U HD sistema de producción en vivo portátil, además está diseñado para acoplarse a un rack.



Figura D.1. Switcher de producción en vivo Newtek Tricaster 450. [43]

#### Especificaciones:

Tabla D.1. Especificaciones técnicas Switcher de producción en vivo Newtek Tricaster 450. [43]

Características	
Entrada de video	4 entradas simultaneas, en los formatos: HD-SDI, HD Componente, SD-SDI, SD Componente, Y/C (BNC) o Compuesto. HD-SDI Video Conforme a SMPTE 292M y SD Video Conforme a SMPTE 259M y ITU-R BT.656.
Entrada de audio	4 SDI Embebido 3 x 2 Balanceado 1/4" (Mic/Line) 1 x 2 Balanceado XLR (Mic/Line) Niveles de Audio Analogico Conforme a SMPTE RP-155 Soporta Alimentación Fantasma
Salidas de video	2 salidas simultaneas, en los formatos: HD-SDI, HD Componente, SD-SDI, SD Componente, Compuesto, Y/C (BNC) HDMI, DVI y VGA salidas para monitores y/o proyector.
Salidas de Audio	2 SDI Embebido 1 x 2 Balanceado XLR 1 x 2 Balanceado 1/4" (AUX) 1 Estéreo 1/4" (teléfono)
Formatos Soportados	Modelo NTSC: 1080/30p, 1080/24p, 1080/60i, 720/60p, 720/30p, 720/24p, 480/60i Modelo Multi-Standard: NTSC-J; PAL 1080/25p, 1080/50i, 720/50p, 720/25p 576/25i
Fuente de Mezcla	Mezcla en resolución HD/SD con una relación de aspecto de 16:9/4:3
Transmisión en vivo	Full HD con resolución mayor a 720p (16:9 relación de aspecto)

## D.2. Monitor - Datavideo TLM-404H 4X4.

El Datavideo TLM-404H TLM-404H 4x4 es un monitor TFT LCD que encaja en un rack de 19" de montaje. Brinda una mejor resolución y calidad de imagen, este conjunto de monitores de 4:3 se inclina hasta 90 °, conmutable para NTSC / PAL. Entre otras características posee 3 luces LED de colores, ajuste de imagen individual y los conectores BNC compuesto hacen que estos monitores sean ideales para unidades móviles, estudios, o producciones multimedia avanzadas.



**Figura D.2.** Monitor Datavideo - TLM-404H 4X4. <sup>[44]</sup>

### Especificaciones:

**Tabla D.2.** Especificaciones técnicas Monitor Datavideo TLM-404H 4X4. <sup>[44]</sup>

Características	
Tamaño LCD	(4) 4"
Resolución	960 x 240
Sistema de video	NTSC, PAL
Contraste	150:1
Conectores Entrada/Salida	Compuesto: BNC (x1 entrada, 1 salida, por cada monitor) RGB: 9 pines DSub (x1 entrada por monitor)
Consumo de potencia	15 W
Peso	lbs (1,8 Kg)



### D.3. Monitor - Marshall Electronics M-LYNX-17SDI.

El M-LYNX-17SDI ofrece una impresionante resolución de imagen de 1280 x 1024, lo que es la elección perfecta para el audio/video dentro de un estudio de televisión. Este monitor universal le ofrece una clara imagen de alta definición e incluye tecnologías de vídeo avanzadas, como la compensación 3D digital dinámico, bloqueo de fase digital RGB, y filtro de peine 3D.



**Figura D.3.** Monitor Marshall Electronics M-LYNX-17SDI. <sup>[45]</sup>

#### Especificaciones:

**Tabla D.3.** Especificaciones técnicas Monitor Marshall Electronics M-LYNX-17SDI. <sup>[45]</sup>

Características	
Sistema	PAL/NTSC
Resolución	1280 x 1024
Contraste	450:1
Video entrada/salida	DVI (1 canal entrada) SDI (2 canales entrada/ 1 canal salida) VGA (1 canal de entrada)
Audio	3 canales entrada, 3 canales salida
Dimensiones	15.2" x 13.3" x 2.8"
Voltaje	AC 100 – 230 V, 50 – 60 Hz

#### D.4. Corrector de base de tiempos - Hotronic AP-41SP.

La AP-41SP es un Corrector de Base de Tiempo con funcionalidad de amplificador de procesamiento y un filtro digital. Acepta una señal de vídeo compuesto y emite una señal compuesta o Y/C (S-vídeo) utilizando BNC y conectores de 4 pines.



Figura D.4. Corrector de base de tiempos Hotronic AP-41SP. <sup>[46]</sup>

#### Especificaciones:

Tabla D.4. Especificaciones técnicas Corrector de base de tiempos Hotronic AP-41SP. <sup>[46]</sup>

Características	
Entrada	Video Compuesto, 1 Vpp 75 $\Omega$ , con conector BNC
Salidas	Video Compuesto, 1 Vpp 75 $\Omega$ , con conector BNC Y/C (S-Video), 1 Vpp Y 75 $\Omega$ Sincronización avanzada, 1 Vpp 75 $\Omega$ con conector BNC
Ancho de banda del Video	6 MHz
Diferencial de Fase	2°
Relación Señal/Ruido del video	58 dB
Voltaje	120 VAC 60 Hz
Peso	13,5 lbs.

### D.5. Grabador digital – SAMSUNG SRD-470.

El DVR SRD emplea codificación de video H.264 para 4 entradas de canal y codificación de audio G.723 para 4 canales al mismo tiempo que admite simultáneamente la grabación y reproducción del disco duro. Estos DVR también admiten conectividad de red, facilitando la supervisión remota desde un PC mediante la transferencia de datos de video y audio.



**Figura D.5.** Grabador digital SAMSUNG SRD-470. <sup>[47]</sup>

#### Especificaciones:

**Tabla D.5.** Especificaciones técnicas grabador digital SAMSUNG SRD-470. <sup>[47]</sup>

Características	
Entradas	4 de video compuesto de 0,5 – 1 Vpp, 75 $\Omega$
Resolución	704x480 NTSC, 704x576 PAL
Compresión	H.264
Velocidad de transmisión	Hasta 6 Mbps
Flujo de datos	H.264 (4CIF/2CIF/CIF)
Protocolos admitidos	TCP/IP, DHCP, PPPoE, SMPT, NTP, HTTP, DDNS, RTP, RTSP
Disco duro interno	Hasta 2 DD SATA

### D.6. Computadora - Intel Core I7 2Tera.

Es un computador con lo último en tecnología, apta para todo tipo de trabajo profesional, como es desarrollo web, diseño gráfico, estudios de televisión. Su procesador tiene 8 MB de memoria cache y 7 núcleos para acelerar los accesos y por lo tanto aumentar el rendimiento del sistema, soporta hasta 16 GB de Memoria RAM. Cuenta con un disco duro de 2000 Gigabytes, suficiente para almacenar miles de archivos.



Figura D.6. Computadora Intel Core I7 2Tera. [48]

#### Especificaciones:

Tabla D.6. Especificaciones técnicas computadora Intel Core I7 2Tera. [48]

Características	
Mainboard	INTEL DH61WW-B3, CHIPSET INTEL H61
Procesador	INTEL Core i7-2600 8M Cache 3.4Ghz.
Disco Duro	2 Tera Western / Seagate SATA II
DvdWriter	Samsung
Lector de memorias	SD, MicroSD
Monitor LG	18,5" W1943C

### D.7. Generador de caracteres - CG-350 HD.

El CG-350 son generadores de caracteres basados en Windows diseñados para producciones en vivo y post-producción. Los generadores de caracteres están disponibles principalmente como Software/Hardware combo que incluye el software CG-350/300 y Decklink Card 4K HD Extreme Blackmagic. La tarjeta PCI está destinada para su instalación en un PC basado en Windows. Sin embargo, para nuestro caso se puede adquirir el CG 350 software solamente (sin necesidad de hardware o tarjeta PCI), ya que se ha destinado un computador de escritorio exclusivo para su instalación y operación.



Figura D.7. Generador de caracteres CG-350 HD. <sup>[49]</sup>

#### Especificaciones:

Tabla D.7. Especificaciones técnicas para instalación de Generador de caracteres CG-350 HD. <sup>[49]</sup>

Características	
Resolución que soporta	320x240 a 1080i HD
Ajuste de color	32 bit de soporte de color
Formato de archivo	BMP, JPG, GIF, PCX, TGA, TIF
Sistema Operativo	Windows XP, Vista y 7
Requisitos de Hardware	Procesador INTEL PENTIUM 2,0 GHz o superior Memoria de 2 GB (Windows XP) y superior a 4GB (Vista y 7) Memoria RAM 512 Mb mínimo Disco Duro 80 Mb mínimo

## E. ÁREA DE CONTROL MASTER.

### E.1. Switcher Master – DATAVIDEO SE-2800.

El SE-2800 es un switcher HD/SD de hasta doce canales. Es ideal para su uso en unidades de rack portátiles o unidades móviles. El SE-2800 produce 10 bits en 4:2:2 para imágenes de calidad al tiempo que ofrece configuraciones de entrada y salida flexibles.



Figura E.1. Switcher Master DATAVIDEO SE-2800. <sup>[50]</sup>

### Especificaciones:

Tabla E.1. Especificaciones técnicas Switcher Master DATAVIDEO SE-2800. <sup>[50]</sup>

Características	
Entradas	Máximo 12 entradas, pueden ser configuradas como: 12 HD SDI, 12 SD SDI, 6 CVBS o 3 HDMI
Salidas	3 conectores de salida BNC para SDI 2 HDMI para Multi-screen RJ-45 para PC 2 BNC para Sync-In y Sync-Out DB-9 para Consola
Entrada de Video	HD/SDI: 1920 x 1080i/50, 1920 x 1080i/60, 1920 x 1080i/59.94 SD: PAL 720 x 576 /50Hz SD: NTSC 720 x 480 /59.9Hz SD: NTSC 7.5 IRE (US standard)/ 0 IRE (Japan standard) options HDMI 1920 x 1080i/50 HDMI 1920 x 1080i/59.94 HDMI 1920x1080i/60Hz HDMI 720 x 576 /50Hz HDMI 720x480i/60Hz Y:Cb:Cr, 4:2:2 10 bit
Señal HD SDI	De acuerdo al estándar SMPTE 292M
Señal SD SDI	Análoga Y/C, Compuesta CCIR601 NTSC and PAL
Voltaje	- 240 V AC

## E.2. iMac Intel Core i5 - APPLE MC812E.

Se recomienda la implementación de equipos de la línea Mac Pro para la edición de audio y video, estos equipos editores poseen puertos FireWire (puertos de alta velocidad) como salida de información de audio y video. La captura de la información se la realiza vía puerto FireWire, proveniente de las cámaras portátiles o de los equipos reproductores de video.



**Figura E.2.** iMac Intel Core i5 APPLE MC812E. <sup>[51]</sup>

### Especificaciones:

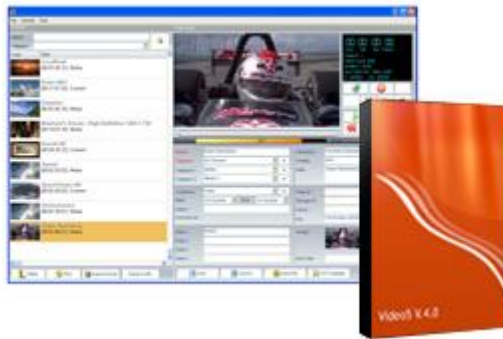
**Tabla E.2.** Especificaciones técnicas iMac Intel Core i5 APPLE MC812E. <sup>[51]</sup>

Características	
Pantalla	TFT retroiluminada por LED de 21,5 pulgadas
Procesador	Intel Core i5 de 2,7 GHz de cuatro núcleos
Memoria	4 GB DDR3 de 1333 MHz
Gráficos	Procesador gráfico AMD Radeon HD 6770 con 512 MB De memoria GDDR5
Conexiones y expansión	Un puerto Thunderbolt en la iMac de 21.5 pulgadas Dos puertos Thunderbolt en la iMac de 27 pulgadas Puerto de salida Mini DisplayPort con soporte para DVI, video VGA, y DVI de doble enlace (requiere adaptadores que se venden por separado) Un puerto FireWire 800; 7 watts Cuatro puertos USB 2.0 Ranura para tarjeta SDXC SuperDrive con carga de ranura de 8x y grabación 4x de doble capa (DVD±R DL/DVD±RW/CD-RW) Entrada/salida de audio Gigabit Ethernet 10/100/1000BASE-T (conector RJ-45) Receptor IR
Conectividad inalámbrica	Wi-Fi de 802.11n, compatible con IEEE 802.11 a/b/g Bluetooth 2.1 + EDR (Enhanced Data Rate)
Voltaje	– 240 V AC

## F. ÁREA DE SERVIDORES Y EQUIPOS DE RED.

### F.1. Servidor de audio y video stream - V5MF-HD-1.

El V5MF-HD-1 es un servidor de video para canales de televisión, que incorpora un conjunto de tecnologías de última generación, permitiendo un total control de diferentes tipos de contenido Multiformato.



**Figura F.1.** Servidor de audio y video stream V5MF-HD-1. <sup>[52]</sup>

#### Especificaciones:

**Tabla F.1.** Especificaciones técnicas Servidor de audio y video stream V5MF-HD-1. <sup>[52]</sup>

Características	
Entrada de Video	2xSD/HD SDI
Salida de Video	1xSD/HD SDI
Entrada de Audio	8 canales por entrada, embebido en SD y HD
Salida de Audio	8 canales por entrada, embebido en SD y HD
Soporte de formatos HD	720p50, 720p59.94, 720p60, 1080PsF23.98, 1080p23.98, 1080PsF24, 1080p24, 1080PsF25, 1080p25, 1080PsF29.97, 1080p29.97, 1080PsF30, 1080p30, 1080i50, 1080i59.94 and 1080i60.
SDI (Norma)	SMPTE 259M Y 292M



## F.2. Switch - Cisco Sg 102-24.

La serie de switches Cisco 100 ofrecen un rendimiento de red de gran alcance y fiabilidad para las pequeñas empresas, sin complejidad. Estos conmutadores proporcionan todas las características, capacidad de ampliación y protección que garantiza Cisco, sin software de instalación y nada que configurar, sólo hay que conectarlo, conectar los ordenadores y otros equipos de negocios, y ponerse a trabajar.



Figura F.2. Switch Cisco Sg 102-24. <sup>[53]</sup>

### Especificaciones:

Tabla F.2. Especificaciones técnicas Switch Cisco Sg 102-24. <sup>[53]</sup>

Características	
Entradas	RJ-45 x24 (1000Base-T)
Estándares	IEEE 802.3, 802.3u, 802.3ab. 802.1u, 802.3x, 802.3z
Dimensión tabla MAC	8000 entradas
Rendimiento	48 Gbps
Rendimiento de envío	35.7 Mpps
Voltaje	- 130 V AC

### F.3. Router - Linksys E3000 Cisco.

El Router E3000 de Cisco ha sido diseñado para operar en frecuencias simultáneas de 2,4 y 5 GHz para aumentar el ancho de banda. Optimizado para la más rápida y fluida transmisión de vídeo de alta definición, transferencia de archivos y juegos inalámbricos. Además el Software Cisco Connect le ayuda a personalizar la configuración, añadir rápidamente múltiples dispositivos de Internet a la red, crear una red independiente, segura, protegida por contraseña para los huéspedes y de acceso fácil a la configuración de red avanzada.



Figura F.3. Router Linksys E3000 Cisco. <sup>[54]</sup>

#### Especificaciones:

Tabla F.3. Especificaciones técnicas Router Linksys E3000 Cisco. <sup>[54]</sup>

Características	
Tecnología	Wireless-N
Bandas	Simultaneo 2,4 GHz y 5 GHz
Antenas	6 internas
Puertos Ethernet	4 (Gigabit)
Cisco Connect Software	Si
Compatibilidad OS	Windows y Mac

#### F.4. Patch Panel - Categoría 6 para Rack 19 plg.

El Patch Panel es un dispositivo que permite organizar el cableado estructurado de una red LAN, además se previene daños en los puertos de los dispositivos como Switch o Router por excesiva manipulación.



Figura F.4. Patch Panel Categoría 6 para Rack 19 plg. <sup>[55]</sup>

#### Especificaciones:

Tabla F.4. Especificaciones técnicas Patch Panel Categoría 6 para Rack 19 plg. <sup>[55]</sup>

Características	
Categoría	6
Estándar	19" EIA (Electronic Industries Association)
Color	Negro
Material	Acero SPCC de 1,2 mm de grosor
Medidas	1U 45x483x35 mm

## G. ESTUDIO Y PLANTA.

### G.1. Codificador - Z3 MVE-20.

El Z3 MVE-20 es un Codificador/Decodificador de audio y video proyectados para aplicaciones como: distribución y Broadcast de video ISDB-T<sub>b</sub> con bajo costo y eficiencia, soporte a contenido HD, SD y one-seg.



Figura G.1. Codificador Z3 MVE-20. [56]

#### Especificaciones:

Tabla G.1. Especificaciones técnicas Codificador Z3 MVE-20. [56]

Características	
Codificación de video	Entradas: HD-DSI, HDMI, DVI, Video Componente y Video Compuesto Salidas: ASI y Ethernet Codificadores independientes que soportan H.264 BP, MP, Y HP hasta 1080i o 1080p Codificación para los estándares ISDB-T, DVB-H Compatible con MPEG-2 TS y RTP Soporta Unicast y Multicast
Codificación de audio	Seleccionable de 2x tomas analógicas, cualquier par de HDMI o audio embebido SDI Codecs de audio: AAC-LC ADTS, LATM AAC-LC, PCM y de transito AC-3
Interfaces adicionales	USB, SD/SDHC, RS-232
Voltaje	120/240 VAC, 50/60 Hz

## G.2. Multiplexor/Remultiplexor - EiTV Payout Professional.

EiTV Payout Professional es un equipo profesional de alta disponibilidad, proyectado para la operación en emisoras generadoras de TV digital, totalmente compatible con las especificaciones del estándar brasileño SBTVD o ISDB-T<sub>b</sub>.

El equipo ofrece la mejor relación costo-beneficio del mercado por integrar funciones distintas que, por lo general, son realizadas por equipos específicos. El implementador de funciones EiTV Payout Professional realiza las siguientes funciones:

- Servidor de SI
- Servidor de EPG
- Servidor de Closed Caption
- Servidor de Datos (Ginga/OAD)

El EiTV Payout Professional también posee las siguientes funciones en software:

- Multiplexor
- Remultiplexor



**Figura G.2.** Multiplexor/Remultiplexor - EiTV Payout Professional. <sup>[57]</sup>

## **Especificaciones Técnicas.**

### **Servidor de SI**

- Multiplexación y generación de SI conforme la Norma Brasileña ABNT NBR 15603;
- Generación de información de tablas PAT, PMT, NIT, CAT, EIT, SDT, TDT, TOT, BIT, CDT, SDTT y AIT;
- Configuración del timezone para ajuste automático del horario con base en el UTC;
- Configuración de las tablas que serán generadas en el flujo de transporte;
- Configuración del número de canal virtual;
- Configuración del service id;
- Configuración de la tasa de repetición de las tablas en milisegundos;

### **Servidor de EPG**

- Multiplexación y generación de EPG conforme la Norma Brasileña ABNT NBR 15603;
- Generación de H-EIT, M-EIT y L-EIT;
- Generación de EIT p/f y EIT scheduling scheduling para la guía electrónica de programación;
- Información de fecha, horario, duración, título, subtítulo y descripción de los programas;
- EIT Descriptors (short event, parental rating, audio component, digital copy control);
- Actualización automática de las tablas EIT con base en un archivo XML y protocolo FTP;
- Sincronización con un reloj externo vía NTP;

### **Servidor de Closed Caption**

- En conformidad con las normas ABNT NBR 15606-1 y ARIB STD-B24 VOL1 PART 3;
- Generación en tiempo real de subtítulos y caracteres superpuestos;
- Soporte a closed caption roll-up y pop-up;
- Entrada de señal en serie (EIA-608) a partir de la interface RS-232;
- Configuración del PID del stream de salida del closed caption (CC);
- Configuración del idioma del CC;
- Soporte a la generación de varios streams de CC simultáneos (HD, SD, 1SEG, multi-idioma);

- Generación de PTS para sincronización con el stream de A/V;
- Salida en tiempo real del stream con CC multiplexado vía interface ASI;

### **Servidor de Datos (Ginga/OAD)**

- Codificación de los datos conforme la Norma Brasileña ABNT NBR 15606;
- Generación del carrusel de objetos DSM-CC;
- Soporte a aplicativos GINGA-J, GINGA-NCL y GEM;
- Generación del carrusel de datos DSM-CC;
- OAD: actualización del software de los receptores por aire;
- Generación de tablas SDTT, DII y DDB para OAD;
- Soporte a dos modelos de OAD: TS generado por la emisora o por el fabricante;
- Inserción en tiempo real del carrusel de objetos/datos en el flujo de transporte;
- Configuración de organization id y application id;
- Configuración de la opción de auto start;
- Data Descriptors (association tag, component tag, carousel id, data broadcast id);
- AIT Descriptors (application signalling, transport protocol, application descriptor, control code);
- GINGA Descriptors (optional flags, document resolution, content ID, default version, language);
- Configuración de bitrate de transmisión del aplicativo;
- Configuración de PIDs de AIT y data stream;
- Generación de Stream Events DSM-CC;
- Actualización automática de los aplicativos con base en un archivo XML y protocolo FTP;
- Programación automática de transmisión, start e stop de aplicativos vía XML;
- Programación automática de envío de Stream Events vía XML;

### **Multiplexor**

- Multiplexación del flujo de transporte conforme la Norma Brasileña ABNT NBR 15603;
- Hasta 8 entradas ASI independientes para multiplexación en tiempo real;
- Integración con encoders externos vía entradas ASI;
- Multiplexación automática de A/V, SI, EPG, closed caption y object carousel;

- Filtrado de PIDs, regeneración de tablas y datos de TS o BTS en tiempo real;
- Entrada de TS o BTS en tiempo real, vía interface ASI;

### **Remultiplexor**

- Remultiplexación de TS conforme la Norma Brasileña ABNT NBR 15601;
- Generación del flujo de transporte organizado en capas jerárquicas (layers A, B, C);
- Generación del paquete IIP (ISDB-T Information Packet);
- Generación de la Información TMCC (Transmission and Multiplexing Configuration Control);
- Configuración del modo de transmisión e Intervalo de Guardia;
- Configuración de segmentos, modulación, code rate y time interleaving de los layers;
- Transmisión de Contenido 1-SEG para recepción parcial;
- Configuración para habilitar el flag de alerta de emergencia;
- Ordenación automática de los paquetes para la construcción del cuadro OFDM;
- Generación de Señales para la transmisión HDTV, SDTV y TV Móvil;
- Opción de entrada de referencia externa de clock de 10Mhz;
- Salida de BTS en tiempo real vía interface ASI o SPI;



**Especificaciones (Hardware):**

**Tabla G.2.** Especificaciones de hardware Multiplexor/Remultiplexor EITV Playout Professional. <sup>[57]</sup>

<b>Características</b>	
Interface de Entrada ASI	<p>Capa Física ASI: EN50083-9                      Conectores DVB-ASI: 75 -BNC (4 conectores)                      Tasa de Transmisión: 0...214 Mbps                      Input Return Loss: &gt; 17 dB                      Error Free Cable Length: 300m max                      Tamaño del Paquete: 188 or 204</p>
Interface de Salida ASI	<p>Capa Física ASI: EN50083-9                      Conector DVB-ASI: 75-? BNC (2 conectores)                      Tasa de Transmisión: 0...214 Mbps                      Transmit Rate Resolution: &lt; 1 bps                      Transmit Rate Stability: &lt; ±10 ppm                      Burst Mode On/Off: yes                      Maximum Jitter: 70 ns p-p                      Tamaño del Paquete: 188 or 204</p>
Especificaciones Generales	<p>Procesador Intel Xeon E5620 de 2.4 GHz con 12M Cache Turbo HT                      2 GB de memoria UDIMM, 1066 MHz (2 x 1 GB)                      02 discos rígidos de 250GB SATA de 7.200 rpm 3.5 HP                      Backplane para 6 discos rígidos de 3,5"                      Controladora de array integrada PERC6 para hasta 6 discos                      Disk array con 256 MB de memoria caché ECC y con batería (PERC6/i)                      4 Interfaces de red BCOM, NetX, GB, ENET NIC Onboard                      Panel Frontal (Bisel)                      2 slots PCI-y x8 y 2 slots PCI-y x4                      Fuente de alimentación 570 W redundante con dos cables de fuerza                      Ajuste automático universal 110/220 Vca</p>

### G.3. Equipo microondas - TRANSMISOR IST7G50P5/RECEPTOR ISR7G5000.

Los equipos de la marca LINEAR ofrecen calidad, innovación, tecnología y fiabilidad, por lo que es la solución completa para microondas digital con la mejor relación costo/beneficio del mercado. Son equipos de última generación, que ofrecen soluciones para distintas bandas de frecuencia y el diseño modular con tecnología SMD, además posee una entrada LNA con baja figura de ruido para un excelente umbral de recepción.



Figura G.3. Equipo microondas IST7G50P5/ISR7G5000. [27]

#### Especificaciones:

Tabla G.3. Especificaciones técnicas equipo microondas (TRANSMISOR IST7G50P5/RECEPTOR ISR7G5000). [27]

TRANSMISOR IST7G50P5	
Banda de frecuencia de Operación	7,425 a 7,725 GHz
Estabilidad de frecuencia	±30 ppm
Ancho de banda	7 MHz
Conector de salida	N Hembra o CPR137
Conector de entrada	1,0 a 1,5 GHz / N hembra
Nivel de entrada	-15 a +5 dBm
RECEPTOR ISR7G5000	
Rango de frecuencia	7,425 a 7,725 GHz
Ruido	< 4 dB
Conector de salida	1,0 a 1,5 GHz / N hembra
Conector de entrada	N hembra o CPR137
Umbral de recepción	-78 dBm

#### G.4. Antena parabólica - ANDREW PL4-65.

Andrew Soluciones de la serie PL son antenas de microondas que ofrecen un rendimiento ideal para redes sin congestión con un riesgo mínimo de interferencia. Andrew Solutions ofrece una completa línea de antenas parabólicas económicas, sin blindaje.

Andrew Solutions diseña una gama completa de antenas de punto a punto de microondas que ayudan a los operadores a maximizar la eficiencia del ancho de banda y aumentar la confiabilidad del sistema y reduciendo al mínimo los gastos operativos.



**Figura G.4.** Antena parabólica ANDREW PL4-65. <sup>[28]</sup>

#### Especificaciones:

**Tabla G.4.** Especificaciones técnicas Antena parabólica ANDREW PL4-65. <sup>[28]</sup>

Características	
Banda de frecuencia	6,425 – 7,125 GHz
Diámetro	4 pies
Ganancia dBi	36,3 ± 0,2
Ancho lóbulo Principal	2,5°
Relación delante/atrás	43 dB

### G.5. Back up de Energía - APC Smart-UPS RT 3000VA.

Ofrece protección eficiente de suministro de energía a los equipos eléctricos, manteniendo un flujo continuo de energía.



**Figura G.5.** Back up de energía APC Smart-UPS RT 3000VA. <sup>[58]</sup>

#### Especificaciones:

**Tabla G.5.** Especificaciones técnicas Back up de energía APC Smart-UPS 3000VA. <sup>[58]</sup>

Características	
Salida	Capacidad de Potencia: 2700 W
Batería	Tiempo de recarga: 3 horas
Peso	84,6 lbs.
Dimensiones	85x432x667 mm
Ambiental	Entorno de funcionamiento: 0 – 40° C Humedad relativa de funcionamiento: 0 – 95% Elevación de operación: 0 – 3000 m Humedad relativa de almacenamiento: 0 – 95%
Avisos	Batería de reemplazo e indicadores de sobrecarga

## **G.6. Modulador - UBS-DVU 5000.**

La línea de moduladores UBS utiliza el ingenioso e innovador UBS Universal Waveform, con soporte a todos los estándares mundiales de transmisión terrestre y móvil. El modulador universal DVU-5000 puede ser configurado vía software para soportar el estándar ISDB-T en conformidad con ARIB STD-B31, ARIB STD-B10, SBTVD N01, SBTVD N03 y ABNT NBR 15601

Los moduladores UBS también pueden ser actualizados en el campo, en la medida en que ocurran revoluciones en los estándares. Este proyecto abierto de arquitectura permite que las emisoras se beneficien con una plataforma robusta y de calidad comprobada mundialmente, mientras proyectan sus redes para atender a los estándares de broadcast actuales y futuros. La serie incorpora a todos los estados del procesamiento de señal de alta performance, incluyendo a los pre-correctores lineales y no-lineales. También se proveen sistemas para la administración y control remoto, además de actualizaciones remotas de firmware y forma de onda.



**Figura G.6.** Modulador UBS-DVU 5000. <sup>[59]</sup>

## **RECURSOS Y DESEMPEÑO.**

### **Aplicaciones del modulador**

La principal función del DVU-5000 es modular un stream de entrada, en conformidad con las reglas para la codificación y modulación del canal, definidas en el estándar específico de cada forma de onda soportada.

### **Entradas de señal**

El DVU-5000 posee dos entradas DVB-ASI seriales y dos entradas G.703/G.704 seriales. Las entradas DVB-ASI aceptan un MPEG-2 TS, un broadcast transport stream (BTS) ISDB-T o un múltiplex stream CMMB. Las entradas G.703/G.704 son usadas en el modo DAB y aceptan Señales NA y también NI. Opcionalmente, dos entradas seriales SMPTE-310M pueden ser instaladas. El

DVU-5000 también está equipado con una entrada GbE Transport Stream (basado en el Pro-MEG CoP #3) solo cuando la forma de onda DVB-T/H esté seleccionada.

### **Salida de señal RF**

La salida RF es generada por un convertidor RF de alta performance, que cubre todo el rango de frecuencias desde 50 MHz hasta 1 GHz en pasos de solo 1 Hz. El nivel de salida es ajustable de -10 a 0 dBm (opcionalmente de 0 a +10 dBm) en pasos de 0.1 dB. El usuario puede ajustar la polaridad del espectro para invertido o no invertido, como deseado. En el modo DAB, la salida RF cubre la Banda-III (canales 5A-13F).

### **Salida IF**

Con base en la forma de onda activa, el DVU-5000 provee un canal de salida IF en una frecuencia definida por el usuario entre 35 MHz y 46 MHz (opcionalmente, la frecuencia fija de IF puede variar de 5 MHz a 80 MHz). El espectro invertido / no invertido es seleccionado por medio de la interface de control. La salida IF puede ser conectada directamente a una gran variedad de transmisores y convertidores de frecuencia.

### **Modo SFN**

El modo SFN permite que el DVU-5000 pueda ser utilizado en redes de frecuencia única. La UBS es el líder de mercado en performance de redes SFN con respecto a la precisión de temporización básica y extensión del retraso local de desplazamiento. El usuario puede seleccionar tanto los modos SFN como MFN a través de las interfaces de control. El reloj primario de referencia es una señal externa de 10 MHz y 1PPS, que es obtenida a partir de las entradas de GPS de 10 MHz y 1PPS. Si la señal externa de 10 MHz no está presente, el sistema opera sincronizado con su oscilador interno de 10 MHz.

### **Interface WEB**

Esta característica posibilita el control remoto del DVU-5000 vía Ethernet (TCP/IP). La interface está basada en un Web Server instalado internamente en el DVU-5000. La interface gráfica del usuario (GUI), basada en páginas HTML almacenadas en el Web Server, está proyectada para verificar el status y configurar los parámetros del modulador. El concepto de interface Web se

popularizó porque el control remoto de este sistema solo requiere una computadora estándar (PC) con una conexión de red TCP/IP y un navegador Web.

### **Cliente SNMP**

Esta característica posibilita el control remoto del DVU-5000 en conformidad con el protocolo SNMP. Este recurso de control remoto está pensado para la operación de forma integrada con equipos compatibles en sistemas de gerenciamento integrado SNMP.

### **Pre-corrección lineal y no-lineal**

Estos recursos son recomendados para maximizar el desempeño del transmisor en el cual el modulador DVU-5000 es instalado.

La pre-corrección no-lineal equilibra la ganancia y fase de no linealidad en el amplificador de potencia del transmisor RF, reduciendo significativamente la intermodulación intrabanda y fuera de banda. La optimización del desempeño del transmisor aumentará el área de cobertura. La exigencia de desempeño del filtro de salida del transmisor, que es utilizado para mantener la radiación en canales adyacentes por debajo de un nivel máximo permitido, también será facilitada.

La pre-corrección lineal equilibra las variaciones de retraso y nivel de grupo que son vistos en todo el ancho de banda del canal y son causadas por la máscara del filtro transmisor y / o filtros combinador de canal. La optimización lineal de la señal irradiada por el transmisor permite la equalización del receptor del canal ISDB-T para concentrar toda su capacidad de corrección de errores de retraso de nivel y grupo originarios del camino real de transmisión.

### **Especificaciones (Hardware).**

**Tabla G.6.** Especificaciones técnicas Modulador UBS-DVU 5000. <sup>[59]</sup>

<b>Características</b>	
Salida RF	50 MHz y 1 GHz
Nivel de salida RF	-10 dBm y o dBm
Tipo de Red	SFN y MFN
Pre corrección	Lineal y no lineal
Entrada GbE Transport Stream	Pro-MPEG Forum CoP #3
Control remoto y actualización del software	Interface Gráfica Web, SNMP y Telnet

### G.7. Transmisor ISDB-Tb LINEAR IS7400.

Esta innovadora plataforma de difusión de baja y media potencia se caracteriza por ser versátil y flexible, debido a su diseño que permite adaptar el equipo a las necesidades específicas de sus usuarios agrupando y acomodando una gran cantidad de configuraciones, opciones, redundancias y potencias.



Figura G.7. Transmisor ISDB-Tb LINEAR IS7400. <sup>[60]</sup>

#### Especificaciones (Hardware):

Tabla G.7. Especificaciones técnicas Transmisor ISDB-Tb LINEAR IS7400. <sup>[60]</sup>

Características	
Estándares	ARIB STB-B31 & TR-B14 ABNT NBR 15608
Nivel Potencia Salida	400 Wrms
Banda de frecuencia Entrada/Salida	UHF
Impedancia/Conector	50 ohm / Flange EIA 7/8"
Canales	14 - 69
Armónicas/Espurias	Mejor que -62dBc
Ripple en el canal	≤ 0,5 dB



### G.8. Sistema radiante - SIRA UTV-01.

La línea de UHF SIRA incluye antenas de panel para la polarización horizontal, vertical, circular y elíptica, apto para radiodifusión analógica o de televisión digital, en todas las normas (ATSC, DVB-T, DVB-T2, ISDB-T<sub>b</sub> y DMB-T/H). Los paneles se han diseñado para tener patrones direccionales u omnidireccionales en torres cuadradas (UTV-01).



**Figura G.8.** Sistema radiante SIRA UTV-01. <sup>[29]</sup>

#### Especificaciones:

**Tabla G.8.** Especificaciones técnicas sistema radiante SIRA UTV-01. <sup>[29]</sup>

Características	
Rango de frecuencia	470 – 860 MHz
Pico de ganancia	12,43 dB
Ancho de Haz	Plano-E: 61°, Plano-H:26°
Polarización	Horizontal
Impedancia	50 $\Omega$
VSWR	1,10:1
Potencia máxima	1 KW

**Formularios técnicos para la implementación de solicitudes de autorización,  
concesión y adjudicación temporal de frecuencias de los servicios de  
radiodifusión sonora y de televisión abierta.**

**FORMULARIO PARA INFORMACIÓN GENERAL**RTV – 1  
Elab.: DGGGER  
Versión: 01**SOLICITUD:**

OBJETO DE LA SOLICITUD:	( ) AUTORIZACIÓN ( <b>C</b> ) CONCESIÓN ( ) ADJUDICACIÓN TEMPORAL	MEDIO DE COMUNICACIÓN SOCIAL:	( ) COMUNITARIO ( ) PÚBLICO ( <b>PR</b> ) PRIVADO
-------------------------	---	-------------------------------	---

SERVICIO:	( ) RADIODIFUSIÓN SONORA EN AMPLITUD MODULADA ( <b>AM</b> ) ( ) RADIODIFUSIÓN SONORA EN ONDA CORTA ( <b>OC</b> ) ( ) RADIODIFUSIÓN SONORA EN FRECUENCIA MODULADA ( <b>FM</b> ) ( ) TELEVISIÓN ABIERTA (ANALÓGICA) ( <b>TA</b> ) ( <b>TDT</b> ) TELEVISIÓN ABIERTA (DIGITAL) ( <b>TDT</b> )
-----------	--

**BREVE DESCRIPCIÓN DE LA SOLICITUD:**

Se solicita la respectiva asignación de la frecuencia en la banda UHF correspondiente al canal 25 para poder iniciar con la transmisión de la señal digital de la estación ECOTEL-TV de la ciudad de Loja.

**DATOS DEL SOLICITANTE Y PROFESIONAL TÉCNICO:**

SOLICITANTE: German Ramiro Cueva Atarihuana	NOMBRE PROPUESTO DE LA ESTACIÓN O SISTEMA: ECOTEL-TV	FECHA: 10 DE JULIO DEL 2014
--	---	--------------------------------

**CERTIFICACIÓN DEL PETICIONARIO O REPRESENTANTE LEGAL**

Certifico que el presente requerimiento técnico está elaborado acorde con mis necesidades de comunicación.

APELLIDO PATERNO: Cueva	APELLIDO MATERNO: Atarihuana	NOMBRES: German Ramiro	CARGO: Gerente General
----------------------------	---------------------------------	---------------------------	---------------------------

e-mail: ramirocueva@ecotel.tv	TELEFONO / FAX: (593 7) 2578971 / 2581337
-------------------------------	---

DIRECCION (CIUDAD, CALLE Y No.): Loja, 18 de noviembre 13-15 y Lourdes	FIRMA
--	-------

**CERTIFICACIÓN DEL PROFESIONAL TÉCNICO (RESPONSABLE TÉCNICO)**

Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado por el suscrito y asumo la responsabilidad técnica respectiva

APELLIDOS Y NOMBRES: Palacios Albán José Ángel	N° DE REGISTRO EN SENESCYT:	FIRMA
---	-----------------------------	-------

**FORMULARIOS QUE SE ADJUNTAN A LA PRESENTE SOLICITUD DE CONFORMIDAD AL REGLAMENTO PARA LA ADJUDICACIÓN DE TÍTULOS HABILITANTES PARA EL FUNCIONAMIENTO DE MEDIOS DE COMUNICACIÓN SOCIAL PÚBLICOS, PRIVADOS, COMUNITARIOS Y SISTEMAS DE AUDIO Y VIDEO POR SUSCRIPCIÓN:**

NOMBRE DEL FORMULARIO	N° FORMULARIO / (TOTAL)
FORMULARIO PARA INFORMACIÓN GENERAL	RTV-1
FORMULARIO PARA ESTUDIOS DE ESTACIONES DE RADIODIFUSIÓN SONORA Y DE TELEVISIÓN ABIERTA	RTV-2
FORMULARIO PARA SISTEMAS DE TRANSMISIÓN DE ESTACIONES DE RADIODIFUSIÓN SONORA Y DE TELEVISIÓN ABIERTA	RTV-3
FORMULARIO PARA ENLACES RADIOELÉCTRICOS DE ESTACIONES DE RADIODIFUSIÓN SONORA Y DE TELEVISIÓN ABIERTA	RTV-4A
FORMULARIO DE PERFILES TOPOGRÁFICOS PARA ENLACES RADIOELÉCTRICOS PUNTO-PUNTO PARA ESTACIONES DE RADIODIFUSIÓN SONORA Y DE TELEVISIÓN	RTV-4B

**NOTAS:**

- Los formularios técnicos deben ser presentados de conformidad al Instructivo Técnico denominado: **INSTRUCTIVO DE FORMULARIOS TÉCNICOS PARA LA PRESENTACIÓN DE SOLICITUDES DE AUTORIZACIÓN, CONCESIÓN Y ADJUDICACIÓN TEMPORAL DE FRECUENCIAS DE LOS SERVICIOS DE RADIODIFUSIÓN SONORA Y DE TELEVISIÓN ABIERTA**, publicado en la página web institucional: [www.regulaciontelecomunicaciones.gob.ec](http://www.regulaciontelecomunicaciones.gob.ec).
- Las solicitudes para medios de comunicación social, sean públicos, privados ó comunitarios, deberán presentar adicionalmente el estudio de ingeniería con la respectiva Memoria Técnica Descriptiva con información complementaria a la solicitada en los formularios, incluyendo los catálogos de equipos y demás información técnica necesaria que sustente lo solicitado.



## FORMULARIO PARA ANÁLISIS TÉCNICO

PT-SP-001  
Elab.: DGGST  
26/05/2014

a. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL DEL SOLICITANTE: German Ramiro Cueva Atarihuana

### PT-SP-001: DESCRIPCIÓN TÉCNICA DETALLADA DE CADA SERVICIO PROPUESTO Y COBERTURA

#### b. DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO PROPUESTO

Proporcionar el soporte técnico necesario para acceder a la concesión definitiva de frecuencias para la Operación de Servicios de Televisión Digital con estándar ISDB-Tb Internacional, a fin de realizar la emisión del formato HD/SD/ONE-SEG, de la estación de TV abierta denominada ECOTEL-TV, manteniendo la programación generada en sus estudios.

#### c. ÁREA DE COBERTURA

NACIONAL		REGIONAL	SI
----------	--	----------	----

Si el área de cobertura es regional, con base en la aplicación de la Resolución No. 605-30-CONATEL-2006, el área de cobertura solicitada para la prestación de Servicios Portadores Regionales por parte del SOLICITANTE comprende las actuales regiones de:

#	Provincia / Ciudad	SI
1	Azuay	
2	Bolívar	
3	Cañar	
4	Carchi	
5	Chimborazo	
6	Cotopaxi	
7	El Oro	
8	Esmeraldas	
9	Galápagos	
10	Guayas	
11	Imbabura	
12	Loja	SI
13	Los Ríos	
14	Manabí	
15	Morona Santiago	
16	Napo	
17	Orellana	
18	Pastaza	
19	Pichincha	
20	Santa Elena	
21	Santo Domingo de los Tsáchilas	
22	Sucumbios	
23	Tungurahua	
24	Zamora Chinchipe	

d. RESPONSABLE TÉCNICO: JOSE ANGEL PALACIOS ALBAN

e. REPRESENTANTE LEGAL O PERSONA NATURAL: GERMAN RAMIRO CUEVA ATARIHUANA



## FORMULARIO PARA ANÁLISIS TÉCNICO

PT-SP-002

Elab.: DGGST

26/05/2014

a. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL DEL SOLICITANTE:

German Ramiro Cueva Atarihuana

### PT-SP-002: DESCRIPCIÓN DE NODOS PRINCIPALES Y SECUNDARIOS RED DE TRANSPORTE

b. NODOS PRINCIPALES (1)

Nodo Principal 1:

Nombre del Nodo:		ESTUDIOS ECOTEL-TV			
Código Asignado al Nodo (#):		00-1			
Ubicación Geográfica					
Provincia:	Cantón:	Parroquia:	Ciudad / Localidad:		
LOJA	LOJA	SAN SEBASTIAN	LOJA		
Dirección					
Av./Calle principal:	No.	Av./Calle intersección 1:	Av./Calle intersección 2:	Sector	Referencia
18 DE NOVIEMBRE		LOURDES	CATACocha	SAN SEBASTIAN	
Coordenada Geográfica LATITUD					
° (grados)	' (minutos)	'' (segundos)	Observaciones		
4	0	9,7			
Coordenada Geográfica LONGITUD					
° (grados)	' (minutos)	'' (segundos)	Observaciones		
79	12	13,4			
El centro de gestión y operación de la red estará ubicado en este nodo principal.					
Si	X	No			
Observaciones: La generacion y produccion del contenido se encuentra en el Estudio del					

Punto de Propagacion

Nombre del Nodo:		CERRO GUACHICHAMBO			
Código Asignado al Nodo (#):		00-2			
Ubicación Geográfica					
Provincia:	Cantón:	Parroquia:	Ciudad / Localidad:		
LOJA	LOJA	GUACHICHAMBO	LOJA		
Coordenada Geográfica LATITUD					
° (grados)	' (minutos)	'' (segundos)	Observaciones		
4	1	48			
Coordenada Geográfica LONGITUD					
° (grados)	' (minutos)	'' (segundos)	Observaciones		
79	14	36			
El centro de gestión y operación de la red estará ubicado en este nodo principal.					
Si	X	No			
Observaciones: Nodo donde se realiza la Difusión o Broadcast.					

**C. ESPECIFICACIONES Y DESCRIPCIÓN DEL EQUIPAMIENTO Y SOFTWARE DE TELECOMUNICACIONES A UTILIZARSE. (INCLUIR UNA COPIA DE LOS CATÁLOGOS TÉCNICOS).**

#	EQUIPO Y SOFTWARE (TELECOMUNICACIONES)	# DE EQUIPOS O SOFTWARE	MARCA	COSTO REFERENCIAL	DESCRIPCIÓN	NOMBRE Y CÓDIGO DE NODO, TORRE, PUNTO DE DERIVACIÓN O DISPERSIÓN DONDE ESTÁN UBICADOS LOS EQUIPOS O SOFTWARE	OBSERVACIONES
1	TRANSMISOR	1	LINEAR IS7400	20.500	Transmisor y Excitador de señales con el estandar ISDB-Tb		En conjunto con el software adicional, posibilita la realización de precorreccion no lineal automática, así como medidas y análisis de la señal transmitida.



**FORMULARIO PARA ANÁLISIS TÉCNICO**

**PT-SP-003**  
Elab.: DGGST  
26/05/2014

**a. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL DEL SOLICITANTE:** German Ramiro Cueva Atahiruana

**PT-SP-003: DESCRIPCIÓN DE ENLACES DE RED DE TRANSPORTE**

Adjunta la solicitud de registro correspondiente a enlaces de tipo inalámbrico con sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha (Formularios de Espectro Radioeléctrico):

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
Observaciones:			

Descripción de Enlaces:

ENLACES				CIUDAD	MEDIO DE TRANSMISIÓN	TECNOLOGIA	VELOCIDAD DE TRANSMISION (Kbps)	OBSERVACIONES
NODO A		NODO B						
#	Dirección	#	Dirección					
00-1	ESTUDIOS ECOTEL-TV	00-2	CERRO GUACHICHAMBO	LOJA	INALAMBRICO	DIGITAL	32500	

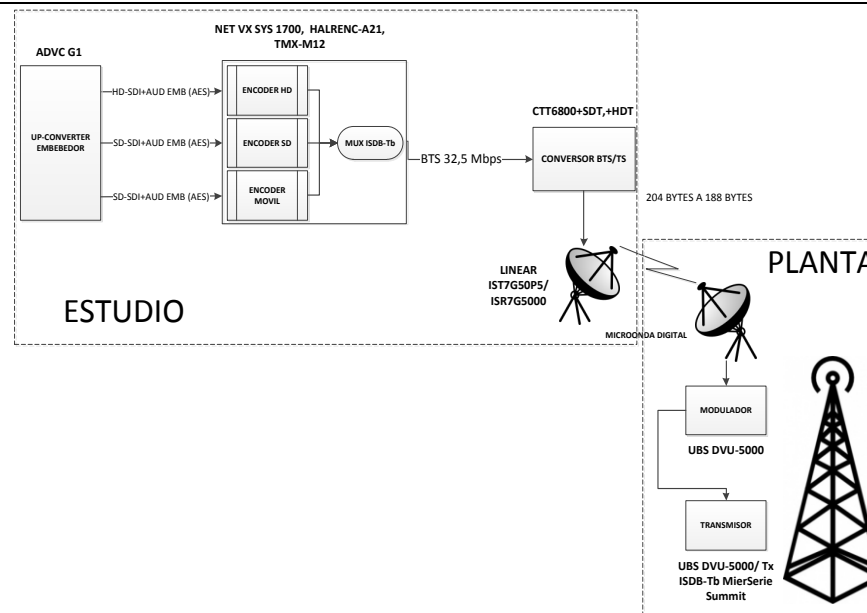
a. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL DEL SOLICITANTE:

Germa Ramiro Cueva Atarihuana

PT-SP-006: OTROS ANEXOS

b. DIAGRAMA FUNCIONAL DE LA RED, QUE INDIQUE CLARAMENTE LOS ELEMENTOS ACTIVOS Y PASIVOS DE LA MISMA. DESCRIBIR SU FUNCIONAMIENTO BASADO EN EL DIAGRAMA:

Incluye	El proceso de Generación, Codificación, Multiplexación de las distintas señales a transmitir.
---------	---



e. INDICAR LAS NORMAS DE CALIDAD QUE SE IMPLEMENTARÁ EN EL SISTEMA(10):

Incluye	SI
---------	----

De conformidad con la normativa vigente el solicitante en caso de obtener la concesión a la que aplica, deberá cumplir con los requisitos técnicos y especificaciones de calidad para la prestación de los servicios portadores de telecomunicaciones (Norma Técnica) de la Resolución No. 282-11-CONATEL-2002 de 22 de mayo de 2002.



**FORMULARIO PARA PATRONES DE RADIACION DE ANTENAS**

**RC - 3B**

Elab.: DGGER

Versión. 01

1) Cod. Cont:

2)

**PATRONES DE RADIACION DE ANTENA**

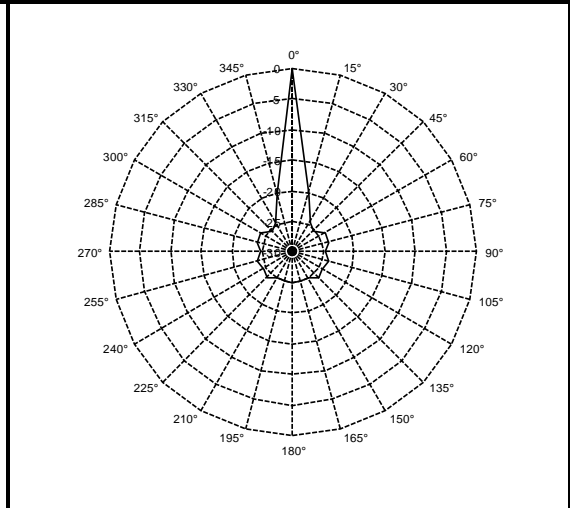
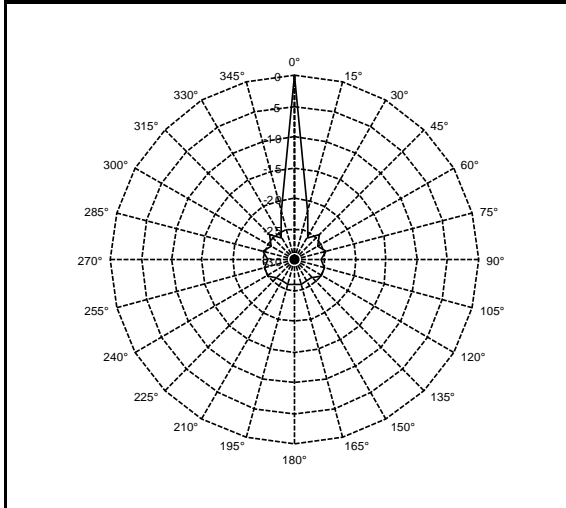
MARCA:	ANDREW	MODELO:	<b>PL4-65</b>	TIPO:	PARABÓLICA
--------	--------	---------	---------------	-------	------------

Ingrese los valores de ganancia ( dBd ) para cada radial.

<b>RADIAL</b>	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°	105°	120°	135°	150°	165°	180°	195°	210°	225°	240°	255°	270°	285°	300°	315°	330°	345°	
<b>PLANO</b>																									
HORIZONTAL	0	-22	-25,8	-24,2	-25,7	-24,8	-25,7	-25	-25	-26	-26	-26	-26	-26	-26	-26	-25	-25	-25,7	-24,8	-25,7	-24,2	-25,8	-22	
VERTICAL	0	-20	-24,5	-25,2	-23,8	-23,9	-24,7	-24	-24,5	-24,1	-25	-25	-25	-25	-25	-24,1	-24,5	-24	-24,7	-23,9	-23,8	-25,2	-24,5	-20	

PATRON DE RADIACION HORIZONTAL

PATRON DE RADIACION VERTICAL



2)

**PATRONES DE RADIACION DE ANTENA**

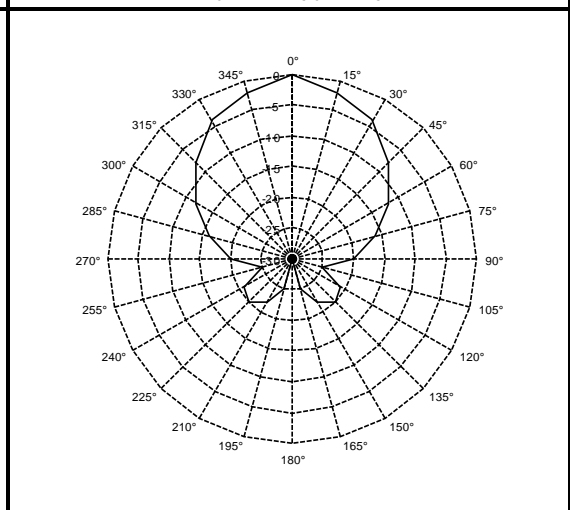
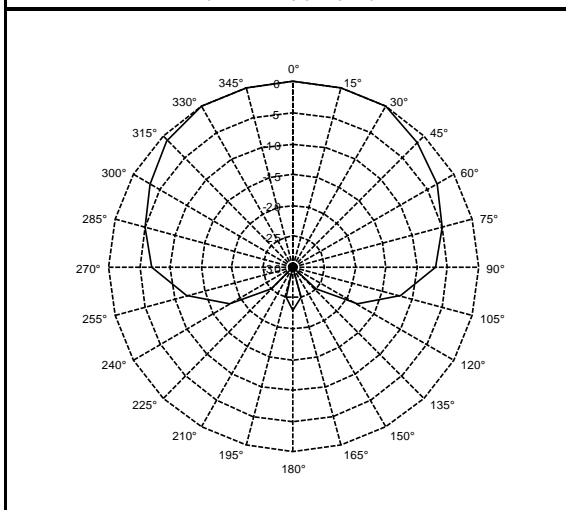
MARCA:	SIRA	MODELO:	<b>UTV-01</b>	TIPO:	PANEL
--------	------	---------	---------------	-------	-------

Ingrese los valores de ganancia ( dBd ) para cada radial.

<b>RADIAL</b>	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°	105°	120°	135°	150°	165°	180°	195°	210°	225°	240°	255°	270°	285°	300°	315°	330°	345°	
<b>PLANO</b>																									
HORIZONTAL	0	0	0	-1,5	-3	-5	-7	-12	-18	-25	-30	-25	-23	-25	-30	-25	-18	-12	-7	-5	-3	-1	0	0	
VERTICAL	0	-2	-4	-8	-12	-16	-20	-25	-21	-20	-22	-25	-30	-25	-22	-20	-21	-25	-20	-16	-12	-8	-4	-2	

PATRON DE RADIACION HORIZONTAL

PATRON DE RADIACION VERTICAL





FORMULARIO PARA ESTUDIOS DE ESTACIONES DE RADIODIFUSIÓN SONORA Y DE TELEVISIÓN ABIERTA													RTV - 2 Eab.: DGER Versión: 01	
NOMBRE PROPUESTO DE LA ESTACIÓN O SISTEMA:			ECOTEL-TV											
N°	TIPO DE ESTUDIO (PRINCIPAL O SECUNDARIO)	UBICACIÓN											FORMA DE TX DE LA SEÑAL	
		Provincia	Cantón	Dirección	COORDENADAS GEOGRÁFICAS (WGS84)				Altura snm [m]					
					LATITUD		LONGITUD							
(°)	(')	(")	S/N	(°)	(')	(")	W							
1	PRINCIPAL	Loja	Loja	Loja, 18 de noviembre 13-15 y lourdes	4	0	9,7	S	79	12	13,4	W	2079,1	Enlace Radioeléctrico

**NOTA:** En el estudio de ingeniería debe constar el detalle y configuración de los equipos de estudio, de conformidad a lo establecido en la Norma Técnica del servicio correspondiente.

FORMULARIO PARA SISTEMAS DE TRANSMISIÓN DE ESTACIONES DE RADIODIFUSIÓN SONORA Y DE TELEVISIÓN ABIERTA													RTV - 3 Eab.: DGER Versión: 01					
NOMBRE PROPUESTO DE LA ESTACIÓN O SISTEMA:			ECOTEL-TV															
CARACTERÍSTICAS GENERALES				UBICACIÓN DE LA ESTRUCTURA											ESTRUCTURA DEL SOPORTE			
No.	MATRIZ / REPETIDORA	BANDA DE FRECUENCIAS	SITIO DE TRANSMISIÓN	COORDENADAS GEOGRÁFICAS (WGS84)				Altura snm [m]	UBICACIÓN			ALTURA BASE - ANTENA [m]						
				LATITUD		LONGITUD			PROVINCIA	CANTÓN	DIRECCIÓN							
(°)	(')	(")	S/N	(°)	(')	(")	W											
1	TRANSMISOR MATRIZ	536-542 MHz UHF	Cerro Guachichambo	4	1	48	S	79	14	36	W	2813,2	Loja	Loja	Loja, 18 de noviembre 13-15 y Lourdes	15	Torre Autosoportada	
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL SISTEMA RADIANTE Y EQUIPO											PARÁMETROS DE COBERTURA			FORMA DE RX DE LA SEÑAL				
No.	SISTEMA RADIANTE					EQUIPO					PARÁMETROS DE COBERTURA							
	MARCA DE ANTENA	MODELO DE ANTENA	TIPO DE ANTENA	GANANCIA DE UNA ANTENA [dBd]	POLARIZACIÓN	CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA RADIANTE				MARCA DEL TRANSMISOR	MODELO DEL TRANSMISOR	MODULACIÓN	POTENCIA DE POTENCIA DE OPORTUNIDAD DEL TX [W]		CLASE DE EMISIÓN	PÉRDIDAS [dB]	POTENCIA EFECTIVA RADIADA P.E.R. [W]	ÁREA DE COBERTURA
Nº	Az.	G [dBd]	In.															
1	SIRA	SIRA UTV-01	Arreglo de 6 Paneles	12,43	Horizontal	2	15,1	12	-5,8	LINEAR	LINEAR IS7400	QPSK, 64-QAM, 16-QAM	250	6M0 V7WWWV	2,33	2500	Loja (Ciudad)	Enlace Radioeléctrico

**NOTA:** Ajustar en el estudio de ingeniería el cálculo de cobertura conforme a los detalles descritos en el instructivo.

FORMULARIO PARA ENLACES RADIOELÉCTRICOS DE ESTACIONES DE RADIODIFUSIÓN SONORA Y DE TELEVISIÓN ABIERTA															RTV – 4A Elab.: DGGER Versión: 01																
NOMBRE PROPUESTO DE LA ESTACIÓN O SISTEMA:					ECOTEL-TV																										
ENLACES SOLICITADOS																															
No.	BANDA DE FRECUENCIAS [MHz]	ANCHO DE BANDA [MHz]	POLARIZACIÓN	TECNOLOGÍA (4M)	DISTANCIA (km)	ESTACION FIJA DE Tx							ESTACION FIJA DE Rx																		
						NOMBRE DEL SITIO	UBICACIÓN			COORDENADAS GEOGRÁFICAS (WGS84)				NOMBRE DEL SITIO	UBICACIÓN			COORDENADAS GEOGRÁFICAS (WGS84)													
							PROVINCIA	CANTÓN	DIRECCIÓN	LATITUD		LONGITUD			Altura smm [m]	PROVINCIA	CANTÓN	DIRECCIÓN	LATITUD		LONGITUD		Altura smm [m]								
										(°)	(')	(°)	S/N						(°)	(')	(°)	W		(°)	(')	(°)	S/N	(°)	(')	(°)	W
1	6425 - 7100	18	Lineal	D	5,3	Estudio	Loja	Loja	Loja, 18 de noviembre 13-15 y Lourdes	4	0	9,7	S	79	12	13,4	W	2079,1	Cerro Guachichambo	Loja	Loja	Cerro Guachichambo	4	1	48	S	79	14	36	W	2813,2
No.	ESTACION FIJA DE Tx				ESTACION FIJA DE Rx				CONFIABILIDAD [%]																						
	ANTENA		EQUIPO		ANTENA		EQUIPO																								
	MARCA Y MODELO DE ANTENA	GANANCIA [dBd]	ALTURA BASE-ANTENA [m]	MARCA Y MODELO DE EQUIPO	POTENCIA DE OPERACIÓN [W]	PÉRDIDAS [dB]	P.E.R. [W]	MARCA Y MODELO DE ANTENA	GANANCIA [dBd]	ALTURA BASE-ANTENA [m]	MARCA Y MODELO DE EQUIPO	SENSIBILIDAD [dBm]																			
1	ANDREW PL4-65	34,15	15	LINEAR IST7G50P5	0,5	0,5	1900	ANDREW PL4-65	34,15	10	LINEAR ISR7G5000	-78	99																		

FORMULARIO DE PERFILES TOPOGRÁFICOS PARA ENLACES RADIOELÉCTRICOS PUNTO-PUNTO PARA ESTACIONES DE RADIODIFUSIÓN SONORA Y DE TELEVISIÓN							RTV – 4B Elab.: DGGER Versión: 01																
<b>1) CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL ENLACE</b>																							
NOMBRE DEL SITIO TX			ESTUDIO		NOMBRE DEL SITIO RX		CERRO GUACHICHAMBO																
No.	AZIMUT Tx (°):	AZIMUT Rx (°):	ÁNGULO ELEV. Tx (°):	ÁNGULO ELEV. Rx (°):	DISTANCIA (Km):	NIVEL DE RECEPCIÓN (dBm):	MARGEN DE DESV. (dB):	CONFIABILIDAD (%):															
1	235,34	55,3	7,72216	-7,770154	5,3	-78	123,6	99															
<b>2) GRÁFICO DEL PERFIL TOPOGRÁFICO:</b>																							
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>Edit View Swap</p> <table border="0"> <tr> <td>Azimuth=235,34°</td> <td>Elev. angle=7,722°</td> <td>Clearance at 5,32km</td> <td>Worst Fresnel=10,5F1</td> <td>Distance=5,34km</td> </tr> <tr> <td>Free Space=123,6 dB</td> <td>Obstruction=0,9 dB TR</td> <td>Urban=34,6 dB</td> <td>Forest=0,0 dB</td> <td>Statistics=6,7 dB</td> </tr> <tr> <td>PathLoss=165,9dB</td> <td>E field=51,0dBµV/m</td> <td>Rx level=-66,7dBm</td> <td>Rx level=103,86µV</td> <td>Rx Relative=11,3dB</td> </tr> </table> </div>									Azimuth=235,34°	Elev. angle=7,722°	Clearance at 5,32km	Worst Fresnel=10,5F1	Distance=5,34km	Free Space=123,6 dB	Obstruction=0,9 dB TR	Urban=34,6 dB	Forest=0,0 dB	Statistics=6,7 dB	PathLoss=165,9dB	E field=51,0dBµV/m	Rx level=-66,7dBm	Rx level=103,86µV	Rx Relative=11,3dB
Azimuth=235,34°	Elev. angle=7,722°	Clearance at 5,32km	Worst Fresnel=10,5F1	Distance=5,34km																			
Free Space=123,6 dB	Obstruction=0,9 dB TR	Urban=34,6 dB	Forest=0,0 dB	Statistics=6,7 dB																			
PathLoss=165,9dB	E field=51,0dBµV/m	Rx level=-66,7dBm	Rx level=103,86µV	Rx Relative=11,3dB																			
<p>Nota: La presentación de éste formulario es opcional. En caso de que los usuarios prefieran presentar el estudio de ingeniería del enlace en formatos diferentes, éstos deben contener al menos la información solicitada en este formulario.</p>																							



FORMULARIO DE SOSTENIBILIDAD ECONÓMICA  
PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE RECURSOS  
HUMANOS  
ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

FSE-RH-001  
Fecha:  
10/may/14



NOMBRE O RAZÓN SOCIAL DEL SOLICITANTE: **German Ramiro Cueva Atarihuana**

Medio de Comunicación Social: **Televisión Abierta** Sector: **Privado**

**A. DATOS GENERALES DE LA UBICACIÓN:**

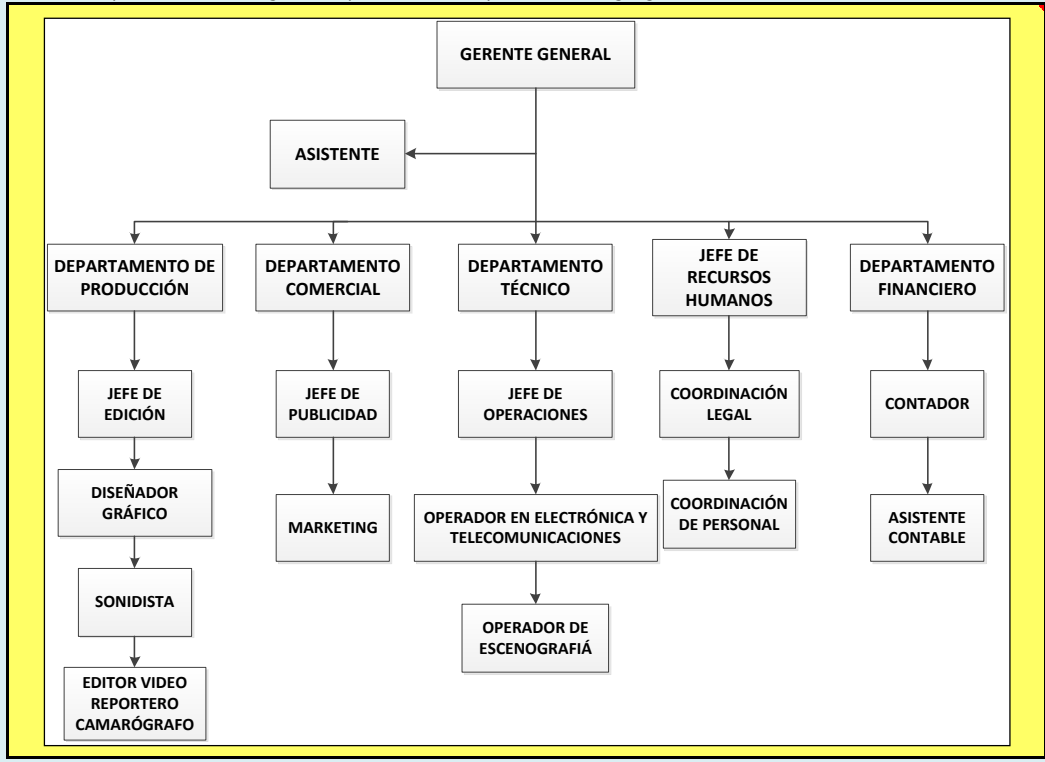
PROVINCIA: **LOJA** CANTÓN: **LOJA** PARROQUIA: **SAN SEBASTIAN**

**B. ORGANIGRAMA ESTRUCTURAL**

OFICINA PRINCIPAL

UNIDAD ADMINISTRATIVA

Nota: Favor poner con una "X" según corresponda, si necesita presentar más organigramas



**Observaciones:**

En el Organigrama se considera el grupo total de trabajo que constituye un canal de televisión.  
Todo la organización estructural se halla ubicada en las instalaciones del canal de televisión ECOTEL-TV.



**FORMULARIO DE SOSTENIBILIDAD ECONÓMICA PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE RECURSOS HUMANOS  
PROYECCIÓN DE REMUNERACIONES**

FSE-RH-002

Fecha:  
10/may/14



NOMBRE O RAZÓN SOCIAL DEL SOLICITANTE:

German Ramiro Cueva Atarihuana

**PRESUPUESTO PROYECTADO PARA RECURSOS HUMANOS**

**PRESUPUESTO DE RECURSOS HUMANOS INDIVIDUALIZADO**

PERSONAL OPERATIVO	AÑO 1		AÑO 2		AÑO 3		AÑO 4		AÑO 5		AÑO 6		AÑO 7		AÑO 8		AÑO 9		AÑO 10		AÑO 11		AÑO 12		AÑO 13		AÑO 14		AÑO 15	
	No.	Costos USD	No.	Costos USD	No.	Costos USD	No.	Costos USD	No.	Costos USD	No.	Costos USD	No.	Costos USD	No.	Costos USD	No.	Costos USD	No.	Costos USD	No.	Costos USD	No.	Costos USD	No.	Costos USD	No.	Costos USD	No.	Costos USD
Ingeniero Telecomunicaciones	2	24.000	2	24.720	2	25.462	2	26.225	2	27.012	2	27.823	2	28.657	2	29.517	2	30.402	2	31.315	2	32.254	2	33.222	2	34.218	2	35.245	2	36.302
Tecn. Telecomunicaciones	3	16.800	3	17.304	3	17.823	3	18.358	3	18.909	3	19.476	3	20.060	3	20.662	3	21.282	3	21.920	3	22.578	3	23.255	3	23.953	3	24.671	3	25.412
Diseñador Grafico	2	14.400	2	14.832	2	15.277	2	15.735	2	16.207	2	16.694	2	17.194	2	17.710	2	18.241	2	18.789	2	19.352	2	19.933	2	20.531	2	21.147	2	21.781
Sonidista	1	7.800	1	8.034	1	8.275	1	8.523	1	8.779	1	9.042	1	9.314	2	9.593	1	9.881	1	10.177	1	10.483	1	10.797	1	11.121	1	11.455	1	11.798
Editor de Video	1	8.760	1	9.023	1	9.293	1	9.572	1	9.859	1	10.155	1	10.460	1	10.774	1	11.097	1	11.430	1	11.773	1	12.126	1	12.490	1	12.864	1	13.250
Operador de Escenografía	1	8.760	1	9.023	1	9.293	1	9.572	1	9.859	1	10.155	1	10.460	1	10.774	1	11.097	1	11.430	1	11.773	2	12.126	1	12.490	1	12.864	1	13.250
Camarógrafo	3	23.400	4	24.102	3	24.825	3	25.570	3	26.337	3	27.127	3	27.941	3	28.779	3	29.642	3	30.532	3	31.448	3	32.391	3	33.363	3	34.364	3	35.395
Reportero	4	35.040	4	36.091	4	37.174	4	38.289	4	39.438	4	40.621	4	41.840	4	43.095	4	44.388	4	45.719	4	47.091	4	48.504	4	49.959	4	51.457	4	53.001
Ingeniero Marketing	1	9.600	1	9.888	1	10.185	1	10.490	1	10.805	1	11.129	1	11.463	1	11.807	1	12.161	1	12.526	1	12.902	1	13.289	1	13.687	1	14.098	1	14.521
Personal de Aseo	2	8.160	2	8.405	2	8.657	2	8.917	2	9.184	2	9.460	2	9.743	2	10.036	2	10.337	2	10.647	2	10.966	2	11.295	2	11.634	2	11.983	2	12.343
<b>Personal Operativo</b>	<b>20</b>	<b>156.720</b>	<b>21</b>	<b>161.422</b>	<b>20</b>	<b>166.264</b>	<b>21</b>	<b>171.252</b>	<b>20</b>	<b>176.390</b>	<b>20</b>	<b>181.681</b>	<b>20</b>	<b>187.132</b>	<b>21</b>	<b>192.746</b>	<b>20</b>	<b>198.528</b>	<b>20</b>	<b>204.484</b>	<b>20</b>	<b>210.619</b>	<b>21</b>	<b>216.937</b>	<b>20</b>	<b>223.445</b>	<b>20</b>	<b>230.149</b>	<b>20</b>	<b>237.053</b>
PERSONAL ADMINISTRATIVO	AÑO 1		AÑO 2		AÑO 3		AÑO 4		AÑO 5		AÑO 6		AÑO 7		AÑO 8		AÑO 9		AÑO 10		AÑO 11		AÑO 12		AÑO 13		AÑO 14		AÑO 15	
Descripción	No.	Costos USD	No.	Costos USD	No.	Costos USD	No.	Costos USD	No.	Costos USD	No.	Costos USD	No.	Costos USD	No.	Costos USD	No.	Costos USD	No.	Costos USD	No.	Costos USD	No.	Costos USD	No.	Costos USD	No.	Costos USD	No.	Costos USD
Gerente	1	18.000	1	18.540	1	19.096	1	19.669	1	20.259	1	20.867	1	21.493	1	22.138	1	22.802	1	23.486	1	24.190	1	24.916	1	25.664	1	26.434	1	27.227
Ingeniero Recursos Humanos	1	10.200	1	10.506	1	10.821	1	11.146	1	11.480	1	11.825	1	12.179	1	12.545	1	12.921	1	13.309	1	13.708	1	14.119	1	14.543	1	14.979	1	15.428
Contador	1	7.800	1	8.034	1	8.275	1	8.523	1	8.779	1	9.042	1	9.314	1	9.593	1	9.881	1	10.177	1	10.483	1	10.797	1	11.121	1	11.455	1	11.798
Asistente Contable	1	3.840	1	3.955	1	4.074	1	4.196	1	4.322	1	4.452	1	4.585	1	4.723	1	4.864	1	5.010	1	5.161	1	5.315	1	5.475	1	5.639	1	5.808
Abogado	1	11.400	1	11.742	1	12.094	1	12.457	1	12.831	1	13.216	1	13.612	1	14.021	1	14.441	1	14.874	1	15.321	1	15.780	1	16.254	1	16.741	1	17.244
<b>Personal Administrativo</b>	<b>5</b>	<b>51.240</b>	<b>5</b>	<b>52.777</b>	<b>5</b>	<b>54.361</b>	<b>5</b>	<b>55.991</b>	<b>5</b>	<b>57.671</b>	<b>5</b>	<b>59.401</b>	<b>5</b>	<b>61.183</b>	<b>5</b>	<b>63.019</b>	<b>5</b>	<b>64.909</b>	<b>5</b>	<b>66.857</b>	<b>5</b>	<b>68.862</b>	<b>5</b>	<b>70.928</b>	<b>5</b>	<b>73.056</b>	<b>5</b>	<b>75.248</b>	<b>5</b>	<b>77.505</b>
<b>TOTAL ANUAL</b>	<b>25</b>	<b>207.960</b>	<b>26</b>	<b>214.199</b>	<b>25</b>	<b>220.625</b>	<b>26</b>	<b>227.244</b>	<b>25</b>	<b>234.061</b>	<b>25</b>	<b>241.083</b>	<b>25</b>	<b>248.315</b>	<b>26</b>	<b>255.765</b>	<b>25</b>	<b>263.438</b>	<b>25</b>	<b>271.341</b>	<b>25</b>	<b>279.481</b>	<b>26</b>	<b>287.865</b>	<b>25</b>	<b>296.501</b>	<b>25</b>	<b>305.396</b>	<b>25</b>	<b>314.558</b>
<b>Carga Operativa</b>	80%	75%	81%	75%	80%	75%	81%	75%	80%	75%	80%	75%	80%	75%	80%	75%	80%	75%	80%	75%	80%	75%	80%	75%	80%	75%	80%	75%	80%	75%
<b>Carga Administrativa</b>	20%	25%	19%	25%	20%	25%	19%	25%	20%	25%	20%	25%	20%	25%	19%	25%	20%	25%	20%	25%	19%	25%	20%	25%	20%	25%	20%	25%	20%	25%
<b>Total</b>	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

**Aclaraciones, Justificaciones, Soportes:** Los salarios de los trabajadores se basan en una tasa de remuneración intermedia en la empresa privada, correspondiente a la zona sur del país.



**FORMULARIO DE SOSTENIBILIDAD**

**ESTUDIO DE MERCADO**

FSE-EM-001

Fecha:

10/may/14



NOMBRE O RAZÓN SOCIAL DEL SOLICITANTE:

German Ramiro Cueva Atarihuana

**1. FSE-EM-001-1: UBICACIÓN Y DIMENSIONAMIENTO DEL MERCADO OBJETIVO**

**1.1. SEGMENTACIÓN Y DIMENSIONAMIENTO DEL MERCADO OBJETIVO:**

**1.1.1. NOMBRE DEL SERVICIO** PUBLICITARIO

**A. PROYECCIONES DE MERCADO PARA EL PERÍODO DE ESTUDIO**

PROVINCIA: LOJA CANTON: LOJA PARROQUIA: SAN SEBASTIÁN

DESCRIPCIÓN	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15
PROVINCIA (Anunciantes)															
CANTÓN (Anunciantes)	55	60	65	70	75	85	95	105	115	125	135	150	165	180	195
PARROQUIA (Anunciantes)															
DEMANDA DE MERCADO (Anunciantes)	80	85	90	95	100	110	120	130	140	150	160	175	190	205	220
DEMANDA SATISFECHA (Anunciantes)	55	60	65	70	75	85	95	105	115	125	135	150	165	180	195
DEMANDA INSATISFECHA (Anunciantes)	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
OBJETIVO DE MERCADO (%)	80,00%	81,00%	82,00%	83,00%	84,00%	85,00%	86,00%	87,00%	88,00%	89,00%	90,00%	91,00%	92,00%	93,00%	94,00%
DEMANDA OBJETIVO (Anunciantes)	20	20	21	21	21	21	22	22	22	22	23	23	23	23	24

**B. FUENTE Y/O METODOLOGÍA UTILIZADA PARA LAS PROYECCIONES:**

El Objetivo de mercado se plantea según el porcentaje de anunciantes insatisfechos, que rodean el 10%. Estudio de mercado proporcionado por el canal ECOTEL-TV.

**1.1.2. NOMBRE DEL SERVICIO** APLICACIONES CON INTERACTIVIDAD

**A. PROYECCIONES DE MERCADO PARA EL PERÍODO DE ESTUDIO**

PROVINCIA: LOJA CANTON: LOJA PARROQUIA: SAN SEBASTIÁN

DESCRIPCIÓN	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15
PROVINCIA (Anunciantes)															
CANTÓN (Anunciantes)	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
PARROQUIA (Anunciantes)															
DEMANDA DE MERCADO (Anunciantes)	33	38	43	48	53	58	63	68	73	78	83	88	93	98	103
DEMANDA SATISFECHA (Anunciantes)	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
DEMANDA INSATISFECHA (Anunciantes)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
OBJETIVO DE MERCADO (%)	80,00%	81,00%	82,00%	83,00%	84,00%	85,00%	86,00%	87,00%	88,00%	89,00%	90,00%	91,00%	92,00%	93,00%	94,00%
DEMANDA OBJETIVO (Anunciantes)	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

**B. FUENTE Y/O METODOLOGÍA UTILIZADA PARA LAS PROYECCIONES:**

con esta referencia se puede determinar la demanda del mercado en la ciudad de Loja, además se ha estimado valores correspondientes al mercado insatisfecho que constituyen apenas el 10% del total de anunciantes. Con los resulta



FORMULARIO DE SOSTENIBILIDAD ECONÓMICA  
ESTUDIO DE MERCADO

FSE-EM-002  
Fecha:  
10/may/14



NOMBRE O RAZÓN SOCIAL DEL SOLICITANTE:

German Ramiro Cueva Atarihuana

1. FSE-EM-002-1: COMPORTAMIENTO DEL MERCADO POTENCIAL

1.1. BASE DE DATOS ESTADÍSTICOS DEL COMPORTAMIENTO DE MERCADO

1.1.1 ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DEL MERCADO POTENCIAL

En la ciudad de Loja el crecimiento del mercado productivo va cada vez en aumento razón por la cual la demanda de publicidad crece cada día más, la misma que esta relacionada directamente con el sistema radial y televisivo, por este motivo resulta de gran importancia la implemetación de un sistema de TDT que brinde servicios adicionales con "Interactividad", dando inicio a un cambio radical en la forma de ofertar y vender mediante la televisión.

2. FSE-EM-002-2: ANÁLISIS DE LA COMPETENCIA DIRECTA

2.1. COMPETENCIA DIRECTA EN EL ÁREA DE OPERACIÓN SOLICITADA:

2.1.1. ÁREA 1:	Nombre:	CANTON LOJA
Nombre de la Competencia		
UV-TELEVISION		

FUENTE: INEC -PRINCIPAL COMPETIDOR EN EL AREA DE OPERACIÓN

\*La información debe ser actualizada, con una antigüedad máximo de 6 meses, y la participación de mercado debe corresponder al área de prestación del servicio.

2.1.1. ÁREA 1:	Nombre:	
Nombre de la Competencia		

FUENTE:  

\*La información debe ser actualizada, con una antigüedad máximo de 6 meses, y la participación de mercado debe corresponder al área de prestación del servicio.

**2.2. DETALLE DE LA COMPETENCIA : Análisis de precios en las áreas solicitadas.**

Solicitante		Nombre Competidor 1		Nombre Competidor 2		Promedio de Mercado	Variación Porcentual con Promedio
Nombre del Servicio	Valor USD	Nombre del Servicio	Valor USD	Nombre del Servicio	Valor USD		
PUBLICIDAD 30 spots (mensual)	260,00	PUBLICIDAD 30 spots (mensual)	250,00			250,00	4,00%
PUBLICIDAD 60 spots (mensual)	343,00	PUBLICIDAD 60 spots (mensual)	330,00			330,00	3,94%
PUBLICIDAD 90 spots (mensual)	615,00	PUBLICIDAD 90 spots (mensual)	590,00			590,00	4,24%
						0,00	0,00%
						0,00	0,00%
						0,00	0,00%
						0,00	0,00%
						0,00	0,00%
						0,00	0,00%
						0,00	0,00%
						0,00	0,00%

**BREVE ANÁLISIS:**

Los servicios de publicidad corresponden a los spot publicitarios, la oferta representa paquetes desde 30 hasta 90 anuncios transmitidos durante la programación habitual por el tiempo de un mes, con este referente podemos estimar el valor de los ingresos anuales por publicidad y determinar si es factible la implementación de servicios adicionales.



FORMULARIO DE SOSTENIBILIDAD ECONÓMICA PARA EL ANÁLISIS FINANCIERO

DEMANDA

FSE-AF-001

Fecha:

10/may/14



NOMBRE O RAZÓN SOCIAL DEL SOLICITANTE: **German Ramiro Cueva Atarihuana**

1. FSE-AF-001-1 PROYECCIÓN DE LA DEMANDA ESPERADA DEL SERVICIO (EXPRESADA EN ANUNCIANTES)

SERVICIO 1

Área Geográfica	Nombre del Área Geográfica	Descripción	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15
PROVINCIA 1:			55	60	65	70	75	85	95	105	115	125	135	150	165	180	195
CANTON 1:	LOJA	Publicidad	55	60	65	70	75	85	95	105	115	125	135	150	165	180	195
PARROQUIA 1:			55	60	65	70	75	85	95	105	115	125	135	150	165	180	195
PARROQUIA 2:																	
CANTON 2:			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PARROQUIA 1:																	
PARROQUIA 2:																	
CANTON 3:			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PARROQUIA 1:																	
PARROQUIA 2:																	

Nota: Se debe ingresar el Nro. De Clientes de la modalidad por Provincia

SERVICIO 2

Área Geográfica	Nombre del Área Geográfica	Descripción	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15
PROVINCIA 2:			30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
CANTON 1:	LOJA	Interactividad	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
PARROQUIA 1:			30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
PARROQUIA 2:																	
CANTON 2:			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PARROQUIA 1:																	
PARROQUIA 2:																	
CANTON 3:			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PARROQUIA 1:																	
PARROQUIA 2:																	

Nota: Se debe ingresar el Nro. De Clientes de la modalidad por Provincia

**Generalidades:** Este formulario debe ser administrado electrónicamente por el solicitante, incorporando parroquias, cantones o provincias según su requerimiento, y actualizando la sumatoria de las mismas.

TOTAL			85	95	105	115	125	140	155	170	185	200	215	235	255	275	295
-------	--	--	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

2. FSE-AF-001-2: A CLARACIONES, JUSTIFICACIONES, SOPORTES.

2.1. Aclaraciones, Justificaciones, Soportes a FSE-AF-001-1

De acuerdo a datos proporcionados por el canal de televisión ECOTEL-TV, se tiene que el promedio de anunciantes va desde los 50 hasta los 80 aproximadamente, con esta referencia se puede determinar la demanda del mercado en la ciudad de Loja, además se ha estimado valores correspondientes al mercado insatisfecho que constituyen apenas el 10% del total de anunciantes. Con los resultados anteriores podemos aproximarnos al objetivo mercado que en nuestro caso sería del 85% para servicio Publicitario y de 90% para





**FORMULARIO DE SOSTENIBILIDAD ECONÓMICA PARA EL ANÁLISIS FINANCIERO  
INGRESOS**

FSE-AF-002

Fecha:

10/may/14



NOMBRE O RAZÓN SOCIAL DEL SOLICITANTE:

German Ramiro Cueva Atarihuana

**1. FSE-AF-002-1: CÁLCULO DE LA PROYECCIÓN DE INGRESOS (EXPRESADO EN USD)**

Ingresos	Descripción	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15
Ingresos Anuales SERVICIO 1	Publicidad	397.980	447.185	498.984	553.488	610.814	713.023	820.815	934.434	1.054.130	1.180.167	1.312.818	1.502.447	1.702.273	1.912.736	2.134.294
Ingresos Anuales SERVICIO 2	Interactividad	54.000	64.890	76.385	88.511	101.296	114.768	128.958	143.895	159.613	176.144	193.524	211.788	230.973	251.119	272.266
Otros Ingresos																
Ingresos totales (USD)		451.980	512.075	575.369	641.999	712.109	827.791	949.773	1.078.329	1.213.743	1.356.312	1.506.342	1.714.235	1.933.246	2.163.855	2.406.561

Nota: En Otros ingresos se reflejará el pago por inscripción al servicio, entre otros.

**2. FSE-AF-002-2: PARÁMETROS PARA LA PROYECCIÓN DE LOS INGRESOS**

Parámetros	Descripción	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15
ANUNCIANTES SERVICIO 1	Publicidad	55	60	65	70	75	85	95	105	115	125	135	150	165	180	195
ANUNCIANTES SERVICIO 2	Interactividad	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
TARIFA SERVICIO 1 (USD)	Publicidad	7.236	7.453	7.677	7.907	8.144	8.389	8.640	8.899	9.166	9.441	9.725	10.016	10.317	10.626	10.945
TARIFA SERVICIO 2 (USD)	Interactividad	1.800	1.854	1.910	1.967	2.026	2.087	2.149	2.214	2.280	2.349	2.419	2.492	2.566	2.643	2.723

**Generalidades:** Este formulario debe ser administrado electrónicamente por el solicitante, incorporando parroquias, cantones o provincias según su requerimiento, y actualizando la sumatoria de las mismas.

**3. FSE-AF-002-3: ACLARACIONES, JUSTIFICACIONES, SOPORTES**

**3.1. Aclaraciones, Justificaciones, Soportes a FSE-AF-002-1**

La proyección de ingresos que va a obtener el canal de televisión se calculan en función del número de anunciantes los mismos que pueden optar por dos tipos de publicidad, la primera por spots Publicitarios y la segunda por Interactividad, de acuerdo a esto se obtienen los beneficios y réditos económicos del canal ECOTEL-TV.

**3.2. Aclaraciones, Justificaciones, Soportes a FSE-AF-002-2**

En base a modelos de negocio de países donde la implemetacion de la TDT ha sido satisfactoria, se ha estimado un porcentaje de clientes potenciales que optarán por servicios de Interactividad, los cuales pueden invertir en este tipo de "Marketing" que a corto plazo puede ser compensativo para el crecimiento de su empresa.



**FORMULARIO DE SOSTENIBILIDAD ECONÓMICA PARA EL ANÁLISIS FINANCIERO  
COSTOS Y GASTOS**

FSE-AF-003

Fecha:

10/may/14



NOMBRE O RAZÓN SOCIAL DEL SOLICITANTE:

German Ramiro Cueva Atarihuana

**1. FSE-AF-003-1: SÍNTESIS COSTOS Y GASTOS DE EXPLOTACIÓN (EXPRESADO EN USD)**

Descripción Consolidada de Costos y Gastos	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15
1.1. Costos Operacionales	181.592	186.791	192.141	197.647	203.312	209.142	215.142	221.316	227.670	234.208	240.937	247.862	254.989	262.323	269.871
1.2. Costo Terminales/ Equipos	5.000	5.100	5.202	5.306	5.412	5.520	5.631	5.743	5.858	5.975	6.095	6.217	6.341	6.468	6.597
1.3. Gastos Administrativos	63.240	65.017	66.845	68.726	70.660	72.650	74.697	76.803	78.969	81.198	83.490	85.849	88.275	90.771	93.339
1.4 Gastos de Mercadeo y Ventas	15.000	15.300	15.606	15.918	16.236	16.561	16.892	17.230	17.575	17.926	18.285	18.651	19.024	19.404	19.792
<b>TOTAL COSTOS Y GASTOS DE EXPLOTACIÓN</b>	<b>264.832</b>	<b>272.208</b>	<b>279.794</b>	<b>287.597</b>	<b>295.621</b>	<b>303.874</b>	<b>312.362</b>	<b>321.093</b>	<b>330.072</b>	<b>339.308</b>	<b>348.808</b>	<b>358.578</b>	<b>368.629</b>	<b>378.966</b>	<b>389.600</b>

**2. FSE-AF-003-2: DESAGREGACIÓN COSTOS Y GASTOS DE EXPLOTACIÓN (EXPRESADO EN USD)**

Descripción de Costos	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15
2.1.1 Operación y Mantenimiento de Equipos	5.000	5.100	5.202	5.306	5.412	5.520	5.631	5.743	5.858	5.975	6.095	6.217	6.341	6.468	6.597
2.1.2 Instalación de Equipos	3.000	3.060	3.121	3.184	3.247	3.312	3.378	3.446	3.515	3.585	3.657	3.730	3.805	3.881	3.958
2.1.3 Remuneraciones	156.720	161.422	166.264	171.252	176.390	181.681	187.132	192.746	198.528	204.484	210.619	216.937	223.445	230.149	237.053
2.1.4 Pago por proveedores canales internacionales	7.000	7.140	7.283	7.428	7.577	7.729	7.883	8.041	8.202	8.366	8.533	8.704	8.878	9.055	9.236
2.1.5 Tarifas Por Concesión	5.000	5.100	5.202	5.306	5.412	5.520	5.631	5.743	5.858	5.975	6.095	6.217	6.341	6.468	6.597
2.1.6 Tarifas Mensuales	4.872	4.969	5.069	5.170	5.274	5.379	5.487	5.596	5.708	5.822	5.939	6.058	6.179	6.302	6.429
2.1.7 Seguros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.1.8 Depreciaciones	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.1.9 Amortizaciones	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.1.10 Otros Costos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.2.11 Compras Equipos y/o terminales	5.000	5.100	5.202	5.306	5.412	5.520	5.631	5.743	5.858	5.975	6.095	6.217	6.341	6.468	6.597
<b>Total Costos:</b>	<b>186.592</b>	<b>191.891</b>	<b>197.343</b>	<b>202.953</b>	<b>208.724</b>	<b>214.663</b>	<b>220.773</b>	<b>227.059</b>	<b>233.528</b>	<b>240.184</b>	<b>247.032</b>	<b>254.079</b>	<b>261.330</b>	<b>268.791</b>	<b>276.469</b>
Descripción de Gastos	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15
2.2.1 Remuneraciones	51.240	52.777	54.361	55.991	57.671	59.401	61.183	63.019	64.909	66.857	68.862	70.928	73.056	75.248	77.505
2.2.2 Operación y Mantenimiento de Oficinas	3.000	3.060	3.121	3.184	3.247	3.312	3.378	3.446	3.515	3.585	3.657	3.730	3.805	3.881	3.958
2.2.3 Informática	4.000	4.080	4.162	4.245	4.330	4.416	4.505	4.595	4.687	4.780	4.876	4.973	5.073	5.174	5.278
2.2.4 Servicios Básicos y Comunicaciones	4.000	4.080	4.162	4.245	4.330	4.416	4.505	4.595	4.687	4.780	4.876	4.973	5.073	5.174	5.278
2.2.5 Impuestos, Tasas y Contribuciones	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.2.6 Depreciaciones	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.2.7 Amortizaciones	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.2.8 Marketing y Publicidad	15.000	15.300	15.606	15.918	16.236	16.561	16.892	17.230	17.575	17.926	18.285	18.651	19.024	19.404	19.792
2.2.9 Captación y Servicio al Cliente	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.2.10 Otros Gastos	1.000	1.020	1.040	1.061	1.082	1.104	1.126	1.149	1.172	1.195	1.219	1.243	1.268	1.294	1.319
<b>Total Gastos:</b>	<b>78.240</b>	<b>80.317</b>	<b>82.451</b>	<b>84.644</b>	<b>86.897</b>	<b>89.211</b>	<b>91.590</b>	<b>94.033</b>	<b>96.544</b>	<b>99.124</b>	<b>101.775</b>	<b>104.499</b>	<b>107.299</b>	<b>110.175</b>	<b>113.131</b>
<b>TOTAL COSTOS Y GASTOS :</b>	<b>264.832</b>	<b>272.208</b>	<b>279.794</b>	<b>287.597</b>	<b>295.621</b>	<b>303.874</b>	<b>312.362</b>	<b>321.093</b>	<b>330.072</b>	<b>339.308</b>	<b>348.808</b>	<b>358.578</b>	<b>368.629</b>	<b>378.966</b>	<b>389.600</b>



**FORMULARIO DE SOSTENIBILIDAD ECONÓMICA PARA EL ANÁLISIS FINANCIERO  
INVERSIONES**

FSE-AF-004  
Fecha:  
10/may/14



NOMBRE O RAZÓN SOCIAL DEL SOLICITANTE:

German Ramiro Cueva Atarihuana

**2. FSE-AF-004-2: DESAGREGACIÓN PLAN DE INVERSIÓN (EXPRESADO EN USD)**

DESAGREGADO DE ELEMENTOS DE LA ESTRUCTURA MÍNIMA	( O ) Operativa ( A ) Administrativa	( D ) Depreciable ( A ) Amortizable ( N/A ) No Aplica	Año 0		
			Costo Unitario USD	Cantidad	Monto USD
Equipos de Estudio o Set	O	N/A	28.762	1	28.762
Equipos de Dirección de Cámaras	O	N/A	11.189	1	11.189
Equipos de Audio o Sonido	O	N/A	5.431	1	5.431
Equipos de Edición y Postproducción	O	D	27.683	1	27.683
Equipos de Control Master	O	N/A	9.795	1	9.795
Servidores y Equipos de Red	O	N/A	16.551	1	16.551
Equipos de Transmisión y Difusión	O	N/A	63.058	1	63.058

**1. FSEAF-004-1: SÍNTESIS DEL PLAN DE INVERSIONES (EXPRESADO EN USD)**

Descripción	Año 0
<b>Total Inversión Operativa Depreciable</b>	27.683
<b>Total Inversión Operativa Amortizable</b>	0
<b>Total Inversión Operativa Permanente</b>	134.786
<b>Total Inversión Operativa :</b>	<b>162.469</b>
<b>Total Inversión Administrativa Depreciable</b>	0
<b>Total Inversión Administrativa Amortizable</b>	0
<b>Total Inversión Administrativa Permanente</b>	0
<b>Total Inversión Administrativa :</b>	<b>-</b>
<b>TOTAL INVERSIÓN</b>	<b>162.469</b>
<b>Reinversión</b>	30.000
<b>TOTAL INVERSIÓN + REINVERSIÓN</b>	<b>192.469</b>

**3. FSE-AF-004-3: Aclaraciones, Justificaciones, Soportes.**

**3.1. Aclaraciones, Justificaciones, Soportes a FSE-AF-004-1/2**

Se ha especificado el precio de todos los equipos correspondientes a cada una de las áreas que conforman la nueva estación de televisión TDT, la mayor parte del equipamiento se considera como no depreciable en el tiempo excepto los equipos pertenecientes al área de edición y postproducción, ya que estos cuentan con equipos informáticos como computadores (hardware) y editores de video (software), que de acuerdo a la tabla de depreciación les corresponde un valor del 33,33%.



FORMULARIO DE SOSTENIBILIDAD ECONÓMICA PARA EL ANÁLISIS FINANCIERO

FSE-AF-006

Fecha:

10/may/14



ESTADO DE RESULTADOS

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL DEL SOLICITANTE:

German Ramiro Cueva Atarihuana

1. FSE-AF-006-1 ESTADO DE RESULTADOS (EXPRESADO EN USD)

DESCRIPCIÓN	Parámetros	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15
<b>Ingresos</b>		<b>451.980</b>	<b>512.075</b>	<b>575.369</b>	<b>641.999</b>	<b>712.109</b>	<b>827.791</b>	<b>949.773</b>	<b>1.078.329</b>	<b>1.213.743</b>	<b>1.356.312</b>	<b>1.506.342</b>	<b>1.714.235</b>	<b>1.933.246</b>	<b>2.163.855</b>	<b>2.406.561</b>
Costos Operacionales		181.592	186.791	192.141	197.647	203.312	209.142	215.142	221.316	227.670	234.208	240.937	247.862	254.989	262.323	269.871
Costo Terminales/ Equipos		5.000	5.100	5.202	5.306	5.412	5.520	5.631	5.743	5.858	5.975	6.095	6.217	6.341	6.468	6.597
Gastos Administrativos		63.240	65.017	66.845	68.726	70.660	72.650	74.697	76.803	78.969	81.198	83.490	85.849	88.275	90.771	93.339
Gastos de Mercadeo y Ventas		15.000	15.300	15.606	15.918	16.236	16.561	16.892	17.230	17.575	17.926	18.285	18.651	19.024	19.404	19.792
<b>Costos y Gastos</b>		<b>264.832</b>	<b>272.208</b>	<b>279.794</b>	<b>287.597</b>	<b>295.621</b>	<b>303.874</b>	<b>312.362</b>	<b>321.093</b>	<b>330.072</b>	<b>339.308</b>	<b>348.808</b>	<b>358.578</b>	<b>368.629</b>	<b>378.966</b>	<b>389.600</b>
<b>EBITDA</b>		<b>187.148</b>	<b>239.867</b>	<b>295.574</b>	<b>354.402</b>	<b>416.489</b>	<b>523.917</b>	<b>637.411</b>	<b>757.236</b>	<b>883.671</b>	<b>1.017.004</b>	<b>1.157.535</b>	<b>1.355.657</b>	<b>1.564.618</b>	<b>1.784.889</b>	<b>2.016.961</b>
Depreciaciones		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Amortizaciones		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Depreciaciones y Amortizaciones</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>EBIT</b>		<b>187.148</b>	<b>239.867</b>	<b>295.574</b>	<b>354.402</b>	<b>416.489</b>	<b>523.917</b>	<b>637.411</b>	<b>757.236</b>	<b>883.671</b>	<b>1.017.004</b>	<b>1.157.535</b>	<b>1.355.657</b>	<b>1.564.618</b>	<b>1.784.889</b>	<b>2.016.961</b>
Gastos Financieros y Amortizaciones		1.875	1.875	1.875	1.875	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Utilidad Antes de Impuestos</b>		<b>185.273</b>	<b>237.992</b>	<b>293.699</b>	<b>352.527</b>	<b>416.489</b>	<b>523.917</b>	<b>637.411</b>	<b>757.236</b>	<b>883.671</b>	<b>1.017.004</b>	<b>1.157.535</b>	<b>1.355.657</b>	<b>1.564.618</b>	<b>1.784.889</b>	<b>2.016.961</b>
Participación Utilidad Trabajadores	15%	27.791	35.699	44.055	52.879	62.473	78.588	95.612	113.585	132.551	152.551	173.630	203.349	234.693	267.733	302.544
Impuesto a la Renta	21%	33.071	42.481	52.425	62.926	74.343	93.519	113.778	135.167	157.735	181.535	206.620	241.985	279.284	318.603	360.028
<b>Utilidad Neta</b>		<b>124.411</b>	<b>159.811</b>	<b>197.219</b>	<b>236.722</b>	<b>279.672</b>	<b>351.810</b>	<b>428.021</b>	<b>508.484</b>	<b>593.385</b>	<b>682.918</b>	<b>777.284</b>	<b>910.324</b>	<b>1.050.641</b>	<b>1.198.553</b>	<b>1.354.389</b>

2. FSE-AF-006-2: OBSERVACIONES, ACLARACIONES, JUSTIFICACIONES, SOPORTES DE LA METODOLOGÍA UTILIZADA PARA LA ELABORACIÓN DEL ESTADO DE

Descripción:

El Art. 97 del Código del Trabajo, establece que el empleador o empresa reconocerá en beneficio de sus trabajadores el quince por ciento (15%) de las utilidades. Impuesto a la renta (21%).



## FORMULARIO DE SOSTENIBILIDAD ECONÓMICA PARA EL ANÁLISIS FINANCIERO

FSE-AF-007

Fecha:

10/may/14



### FLUJO DE EFECTIVO

SOLICITANTE:

German Ramiro Cueva Atarihuana

#### 1. FSE-AF-007-1: FLUJO DE CAJA (EXPRESADO EN USD)

ÍTEM	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15
Ingresos	451.980	512.075	575.369	641.999	712.109	827.791	949.773	#####	#####	1.356.312	1.506.342	#####	1.933.246	#####	2.406.561
Costos Operacionales	181.592	186.791	192.141	197.647	203.312	209.142	215.142	221.316	227.670	234.208	240.937	247.862	254.989	262.323	269.871
Costos de Ventas	5.000	5.100	5.202	5.306	5.412	5.520	5.631	5.743	5.858	5.975	6.095	6.217	6.341	6.468	6.597
Gastos Administrativos	63.240	65.017	66.845	68.726	70.660	72.650	74.697	76.803	78.969	81.198	83.490	85.849	88.275	90.771	93.339
Terminales/Equipo	15.000	15.300	15.606	15.918	16.236	16.561	16.892	17.230	17.575	17.926	18.285	18.651	19.024	19.404	19.792
<b>EBITDA</b>	<b>187.148</b>	<b>239.867</b>	<b>295.574</b>	<b>354.402</b>	<b>416.489</b>	<b>523.917</b>	<b>637.411</b>	<b>757.236</b>	<b>883.671</b>	<b>#####</b>	<b>#####</b>	<b>#####</b>	<b>#####</b>	<b>#####</b>	<b>#####</b>
Total Depreciación Anual	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Toatl Amortización	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>EBIT</b>	<b>187.148</b>	<b>239.867</b>	<b>295.574</b>	<b>354.402</b>	<b>416.489</b>	<b>523.917</b>	<b>637.411</b>	<b>757.236</b>	<b>883.671</b>	<b>#####</b>	<b>#####</b>	<b>#####</b>	<b>#####</b>	<b>#####</b>	<b>#####</b>
Gastos Financieros	1.875	1.875	1.875	1.875	1.875	1.875	1.875	1.875	1.875						
Participación Utilidad Trabajadores	27.791	35.699	44.055	52.879	62.473	78.588	95.612	113.585	132.551	152.551	173.630	203.349	234.693	267.733	302.544
Impuesto a la Renta	33.071	42.481	52.425	62.926	74.343	93.519	113.778	135.167	157.735	181.535	206.620	241.985	279.284	318.603	360.028
<b>Margen Neto</b>	<b>124.411</b>	<b>159.811</b>	<b>197.219</b>	<b>236.722</b>	<b>277.797</b>	<b>349.935</b>	<b>426.146</b>	<b>506.609</b>	<b>593.385</b>	<b>682.918</b>	<b>777.284</b>	<b>910.324</b>	<b>#####</b>	<b>#####</b>	<b>#####</b>
Inversiones Totales	162.469	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Crédito - Desembolso Inicial	100.000														
Amortizaciones	8	12.500	12.500	12.500	12.500	12.500	12.500	12.500	0	0	0	0	0	0	0
<b>Flujo de Caja USD</b>	<b>(62.469)</b>	<b>111.911</b>	<b>147.311</b>	<b>184.719</b>	<b>224.222</b>	<b>265.297</b>	<b>337.435</b>	<b>413.646</b>	<b>494.109</b>	<b>593.385</b>	<b>682.918</b>	<b>777.284</b>	<b>910.324</b>	<b>1.050.641</b>	<b>#####</b>
Tasa de Rentabilidad	10%														

#### 2. FSE-AF-007-2: PARÁMETROS, OBSERVACIONES, ACLARACIONES, JUSTIFICACIONES, SOPORTES DE LA METODOLOGÍA UTILIZADA PARA LA

**Descripción :**

Se ha proyectado un Credito inicial de \$100.000 para 8 años con un interes de banco del 15% anual.