

ESCUELA POLITECNICA DEL EJÉRCITO

DEPARTAMENTO DE ELECTRICA Y ELECTRONICA

**CARRERA DE INGENIERIA EN ELECTRONICA Y
TELECOMUNICACIONES**

**PROYECTO DE GRADO PARA LA OBTENCION DEL
TITULO DE INGENIERIA**

**ANÁLISIS DE LA DISPONIBILIDAD DEL ESPECTRO
RADIOELÉCTRICO PARA LA TRANSICIÓN DE
TELEVISIÓN ANALÓGICA A TELEVISIÓN DIGITAL
TERRESTRE EN EL ECUADOR.**

DIEGO BENIGNO CRUZ HERRERA.

SANGOLQUI – ECUADOR

2011

CERTIFICADO.

Certificamos que el presente proyecto de grado titulado “ANÁLISIS DE LA DISPONIBILIDAD DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO PARA LA TRANSICIÓN DE TELEVISIÓN ANALÓGICA A TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE EN EL ECUADO” fue desarrollado por el Señor CRUZ HERRERA DIEGO BENIGNO, bajo nuestra supervisión

Ing. Gonzalo Olmedo C.

DIRECTOR DEL PROYECTO

Ing. Rubén León V.

CODIRECTOR DEL PROYECTO

RESUMEN.

En el presente documento se describe la situación actual del espectro radioeléctrico en el sector de radiodifusión y televisión en Ecuador, el cual se encuentra actualmente saturado, realizándose un análisis de espectro en el que se indica que frecuencias se encuentran disponibles en cada zona geográfica del país. Además se enuncian las alternativas que se tienen para liberar bandas de espectro, con el fin de migrar de televisión analógica a televisión digital terrestre. También se mencionan las modificaciones que se deben realizar a la normativa y regulación del sector, ya que con la que se encuentra vigente genera conflictos en algunos aspectos. Por último se da una estimación de las etapas de *simulcast* que existirían en el país, terminando con conclusiones y recomendaciones para lograr una migración exitosa y en corto tiempo.

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico con mucho amor a mis padres Benigno Cruz y Alba Herrera, ya que ellos han sido las personas que más han influido en mi vida, sabiendo educarme de manera adecuada, además de siempre brindarme todo lo necesario, preocupados de que nunca me falte nada.

A mis hermanos, Alex y Pablo, quienes me apoyaron desde el inicio, presionando y alentando para finalizar lo más rápido posible con mi tesis.

A mis buenos profesores, ya que me enseñaron el valor de la perseverancia, y el esfuerzo para conseguir el objetivo final, además de transmitirme sus conocimientos para llegar a mí meta.

A mis amigos y compañeros universitarios, ya que con ellos viví muchas cosas, además de compartir las aulas del conocimiento, y muchos buenos momentos.

A mis amistades en general que siempre se preocuparon por que Yo llegue a conseguir el objetivo final de graduarme, estando ahí apoyándome y dándome ánimos para seguir adelante y no desfallecer en el proceso.

AGRADECIMIENTO.

Ante todo, le doy gracias a Dios, por haberme concedido la vida, a mis amados padres Benigno Cruz y Alba Herrera, quienes me apoyaron desde el inicio hasta el final de este largo camino, brindándome la educación e inculcándome los valores para ser la persona que ahora soy, una persona responsable y perseverante, para poder afrontar la vida ante todas las adversidades que se me presenten para siempre salir adelante.

Al Ingeniero Gonzalo Olmedo, quien supo dirigirme de manera ágil, atenta y comprensiva en el desarrollo de mi tesis, ayudándome a corregir los errores que tuvo la misma.

Al Ingeniero Rubén León, quien me apoyo de forma incondicional en el desarrollo de mi tesis, brindándome el auspicio de la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones para realizar el proyecto.

Al Ingeniero Byron Pabón, quien me guió por el sendero correcto para el desarrollo de mi tesis, ya que en un inicio se me hizo difícil encontrar el camino por donde tenía que empezar.

A la Ingeniera Sonia Díaz, quien con paciencia y amabilidad supo ayudarme con información para definir el tema de mi tesis, ayudándome a corregir el mismo.

A la mayoría de profesores de universidad, quienes me supieron guiar por el camino de la responsabilidad, impartiendo los conocimientos adecuados en sus respectivas áreas, y mayormente a mis compañeros y amigos, quienes nunca me dejaron solo, y supieron ayudarme cuando más lo necesite en el transcurso de la carrera.

En general al resto de familiares, conocidos, y amistades de la vida, que siempre mostraron preocupación por mi desenvolvimiento profesional.

PRÓLOGO

La presente tesis abarca el tema de la transición de televisión analógica a televisión digital terrestre en Ecuador, el cual es un tema muy importante para la población ecuatoriana, ya que dicho cambio afectará a toda la comunidad, pero este cambio es necesario para no permitir que la brecha digital siga aumentando. Si bien ya existen proyectos de grado en los que se trata del estándar de televisión digital escogido por el país, además de las repercusiones que dicha transición trae en los aspectos sociales, económicos y culturales a todos los habitantes ecuatorianos; nadie ha abarcado el aspecto de regulación del espectro radioeléctrico, ni se ha realizado un análisis de su situación actual en cuanto a disponibilidad.

En el desarrollo de esta tesis, se puede observar en qué consiste la televisión, tanto analógica como digital, como llegó al Ecuador la televisión analógica, cuales son los estándares para televisión analógica y para televisión digital, la situación mundial con respecto al apagón analógico. Además se explica cómo está distribuido el sector de las telecomunicaciones en el área de radiodifusión y televisión en el país, se analiza la disponibilidad de espectro radioeléctrico en todo el país, señalándose cuáles son las diferentes opciones de migración y como se puede dar uso a las bandas que se liberen conforme sea necesario, también se indican los formatos que los concesionarios deben utilizar de acuerdo a la cantidad de espectro que se les asigne, en caso de ser estaciones de servicio nacional, regional o local. Por último se da a conocer las problemáticas existentes con el concepto de televisión digital y la normativa vigente en el país, se establece un cuadro con fechas para la transición por zonas geográficas importantes, llegando a las conclusiones y recomendaciones de cómo lograr un rápido apagón analógico.

ÍNDICE DE CONTENIDOS.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN Y MARCO TEÓRICO.

1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. LA TELEVISIÓN.....	2
1.3. TELEVISIÓN ANALÓGICA	5
1.4. ESTÁNDARES PARA TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE.....	7
1.4.1. ATSC (<i>ADVANCED TELEVISION SYSTEMS COMMITTEE</i>).....	7
1.4.2. DVB-T (<i>DIGITAL VIDEO BROADCASTING</i>).....	14
1.4.3. ISDB-T (<i>INTEGRATED SERVICES DIGITAL BROADCASTING -</i> <i>TERRESTRIAL</i>).....	21
1.4.4. DTMB (<i>DIGITAL TERRESTRIAL MULTIMEDIA BROADCASTING</i>).....	25
1.5. ESTÁNDAR DE TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE ESCOGIDO POR ECUADOR.....	27
1.6. TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE.....	50
1.6.1. SITUACIÓN MUNDIAL DE LA TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE.....	50
1.6.1.1. <i>EUROPA</i>	51
1.6.1.2. <i>ASIA Y OCEANÍA</i>	55
1.6.1.3. <i>AMÉRICA</i>	59

CAPÍTULO 2

ANÁLISIS DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO.

2.1. SITUACIÓN REGULATORIA ACTUAL DEL ECUADOR.....	73
2.2. DISPONIBILIDAD Y ASIGNACIÓN ACTUAL DE LA TELEVISIÓN ABIERTA.....	95
2.2.1. BANDA VHF.....	95
2.2.2. BANDA UHF.....	98
2.3. DISPONIBILIDAD Y ASIGNACIÓN ACTUAL DE LA TELEVISIÓN CODIFICADA.....	99

CAPÍTULO 3

NUEVA CANALIZACIÓN PARA TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE EN EL ECUADOR.

3.1 COMPARACIÓN DE MÉTODOS DE TRANSMISIÓN DE TELEVISIÓN...	106
3.2 PROPUESTA DE CANALIZACIÓN Y ZONIFICACIÓN PARA TELEVISIÓN DIGITAL ACORDE A LA DISPONIBILIDAD DE ESPECTRO RADIOELÉCTRICO.....	118
3.3. DIVIDENDO DIGITAL	133

CAPÍTULO 4

ESTIMACIÓN DE LAS ETAPAS DE *SIMULCAST*.

4.1. ASPECTOS IMPORTANTES.....	137
4.2. ETAPAS DE SIMULCAST	144

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1. CONCLUSIONES.....	151
5.2. RECOMENDACIONES.....	155

ANEXOS

ANEXO 1.....	157
ANEXO 2.....	179

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	200
--	------------

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla. 1.1. Formatos de imágenes compatibles con el estándar ATSC	11
Tabla. 1.2. Formatos de imágenes presentadas por los receptores de ATSC.....	11
Tabla. 1.3. Formatos más comunes en SDTV y HDTV del estándar DVB-T.....	17
Tabla. 1.4. Parámetros de las portadoras OFDM	23
Tabla. 1.5. Características de video para el estándar ISDB-T.....	23
Tabla. 1.6. Secuencia de transmisión de acuerdo a la tasa de código.	35
Tabla. 1.7. Número de portadoras del estándar ISDB-Tb	41
Tabla. 1.8. Parámetros del segmento OFDM según el estándar ISDB-Tb.....	42
Tabla. 1.9. Intervalos de guarda y distancias máximas de reflexión para los modos 1, 2 y 3.....	43
Tabla. 1.10. Criterio de utilización de máscaras.....	43
Tabla. 2.1. Bandas de frecuencias atribuidas para el servicio de radiodifusión de televisión.....	81
Tabla. 2.2. Canalización TV Abierta VHF.....	83
Tabla. 2.3. Canalización TV Abierta UHF.....	83
Tabla. 2.4. Grupos de Canales VHF.....	84
Tabla. 2.5. Grupos de Canales UHF.....	84
Tabla. 2.6. Asignación de grupos de canales por zonas geográficas.....	85
Tabla. 2.7. Valores de intensidad de campo protegidos en los bordes de áreas de cobertura principal y secundaria.....	87
Tabla. 2.8. Valores de la relación señal deseada / señal interferente para la interferencia cocanal en la relación de protección para la señal de imagen.....	88
Tabla. 2.9. Valores de la relación señal deseada / señal interferente para la interferencia de canales adyacentes en la relación de protección para la señal de imagen.....	88
Tabla. 2.10. Bandas de frecuencias atribuidas para el servicio FIJO, utilizadas como frecuencias auxiliares en el servicio de radiodifusión de televisión.....	91
Tabla. 2.11. Cuadro de disponibilidad de canales actual en el Ecuador en las bandas I y III de VHF	96
Tabla. 2.12. Simbología.....	96
Tabla. 2.13. Cuadro actual de disponibilidad de canales en el Ecuador en las bandas IV y V de UHF	97
Tabla. 2.14. Total de canales disponibles por zona geográfica en VHF y UHF	99
Tabla. 2.15. Canalización para televisión codificada en UHF	100
Tabla. 2.16. Canalización para televisión codificada en la banda MMDS.....	101
Tabla. 2.17. Canales de televisión codificada UHF y MMDS en Ecuador	103
Tabla. 3.1. Valores normalizados de la Recomendación UIT-R P.1546.....	107
Tabla. 3.2. Estaciones de Servicio Nacional y zonas a las que no ofrece cobertura	121
Tabla. 3.3. Estaciones de Servicio Regional y su cobertura por zonas.....	121

Tabla. 3.4. Estaciones de Servicio Local y su cobertura por zonas.....	122
Tabla. 3.5. Disponibilidad de canales UHF asignando 6MHz a cada uno de los concesionarios actuales.....	123
Tabla. 3.6. Disponibilidad de canales UHF asignando 6MHz a los concesionarios nacionales, y compartiendo 4 concesionarios locales ó regionales en 6MHz.....	126
Tabla. 3.7. Tasa de transmisión de los formatos de TDT utilizando MPEG-2.....	130
Tabla. 3.8. Parámetros utilizados para calcular el ancho de banda.....	131
Tabla. 3.9. Ancho de banda para distintas velocidades de transmisión con tasa de código variable.....	132
Tabla. 4.1. Estimación de las etapas de <i>Simulcast</i>	147

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura. 1.1. Barrido progresivo.	3
Figura. 1.2. Barrido entrelazado.	3
Figura. 1.3. Diagrama funcional del sistema de codificación de canal y modulación de ATSC.	12
Figura. 1.4. Capas de la televisión digital para el estándar ISDB-Tb.	28
Figura. 1.5. Ejemplo de tablas MUX.	33
Figura. 1.6. Formato de la BTS.	34
Figura. 1.7. Ejemplo de entrelazador de dos brazos.	35
Figura. 1.8. Configuración de los segmentos para funcionamiento de <i>one seg</i> y SDTV	40
Figura. 1.9. Configuración de los segmentos para funcionamiento de <i>one seg</i> y HDTV ...	40
Figura. 1.10. Máscaras de Transmisión.	44
Figura. 1.11. Red de TV. Digital con canal de interactividad.	47
Figura. 1.12. Arquitectura del middleware GINGA.	48
Figura. 2.1. Estructura actual del sector de las telecomunicaciones en Ecuador.	75
Figura. 2.2. Regiones mundiales para la atribución de frecuencias según la UIT.	79
Figura. 3.1. Selección de tipo de cobertura, TV analógica.	110
Figura. 3.2. Configuración de Parámetros del Transmisor.	110
Figura. 3.3. Configuración de Parámetros del Receptor.	111
Figura. 3.4. Configuración de Parámetros de antena receptora.	111
Figura. 3.5. Rangos de señal para televisión analógica.	112
Figura. 3.6. Rangos para televisión digital.	112
Figura. 3.7. Comparación de cobertura de Televisión Analógica NTSC con Televisión Digital, según el modelo de la Rec. UIT-R P.526 en el Cerro Pichincha.	113
Figura. 3.8. Comparación de cobertura de Televisión Analógica NTSC con Televisión Digital, según el modelo de la Rec. UIT-R P.526 en el Cerro El Carmen.	113
Figura. 3.9. Comparación de cobertura de Televisión Analógica NTSC con Televisión Digital, según el modelo de la Rec. UIT-R P.370 en el Cerro El Carmen.	114
Figura. 3.10. Comparación de cobertura de Televisión Analógica NTSC con Televisión Digital, según el modelo de la Rec. UIT-R P.370 en el Cerro Pichincha.	114
Figura. 3.11. Configuración de los parámetros del Transmisor.	115
Figura. 3.12. Configuración de parámetros del receptor.	116
Figura. 3.13. Rangos de señal de resultados para transmisión analógica y para transmisión digital.	116
Figura. 3.14. Comparación de cobertura de Televisión Analógica NTSC con Televisión Digital SDBTV según el modelo de la Rec. UIT-R P.526 en el Cerro Pichincha.	117
Figura. 3.15. Comparación de cobertura de Televisión Analógica NTSC con Televisión Digital SDBTV según el modelo de la Rec. UIT-R P.526 en el Cerro El Carmen.	117

Figura. 3.16. Canal disponible para televisión digital en la zona C.	119
Figura. 3.17. Canales adyacentes disponibles para televisión digital en la zona A.	120
Figura. 3.18. Disponibilidad de la banda de 470-512MHz en los canales del 14 al 20.	120
Figura. 3.19. Disponibilidad de canales desde 50 al 69 para televisión digital.	120
Figura. 3.20. Asignación de 6MHz por concesionario, para usar los formatos deseados.	124
Figura. 3.21. Asignación de ancho de banda de acuerdo al servicio requerido.	124
Figura. 3.22. Asignación del ancho de banda de 6MHz para un concesionario de cobertura nacional.	125
Figura. 3.23. Asignación del ancho de banda para estaciones de servicio regional o local.	126
Figura. 3.24. Nueva asignación de frecuencias auxiliares para enlaces de entrada y de salida.	133

GLOSARIO

TDT. Televisión Digital Terrestre. Nueva tecnología de televisión con la que se obtiene mejor calidad y resolución en audio y video que con televisión analógica.

ISDB-Tb. *International System for Digital Broadcast, Terrestrial, Brazilian version.* Estándar japonés de televisión digital, con modificaciones brasileñas.

CONATEL. Consejo Nacional de Telecomunicaciones.

NTSC. *National Television System Comitee.* Estándar Americano de televisión analógica.

SECAM. *SEquentiel Couleur A Memorie.* Estándar francés de televisión analógica.

PAL. *Phase Alternation Line.* Estándar alemán de televisión analógica.

ATSC. *ADVANCED TELEVISION SYSTEMS COMMITTEE.* Estándar Americano de television digital.

VSb. (*Vestigial Side Band*) Banda Lateral Vestigial. modulación lineal que consiste en filtrar parcialmente una de las dos bandas laterales resultantes de una modulación en doble banda lateral o de una modulación AM.

DVB-T. *DIGITAL VIDEO BROADCASTING TERRESTRIAL.* Estándar europeo de televisión digital.

ISDB-T. *INTEGRATED SERVICES DIGITAL BROADCASTING – TERRESTRIAL.* Estándar japonés de televisión digital.

DIBEG. *Digital Broadcasting Experts Group.* Grupo de trabajo que colaboró en el desarrollo del estándar ISDB-T.

SFN. *Single Frequency Network.* Red de frecuencia única, que puede transmitir la señal de un concesionario en el mismo canal en todo el territorio.

CONARTEL. Consejo Nacional de Radio y Televisión.

SUPERTEL. Superintendencia de Telecomunicaciones.

SENATEL. Secretaria Nacional de Telecomunicaciones.

SENPLADES. Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo.

MINTEL. Ministerio de Telecomunicaciones.

VHF. *Very High Frequency.* Es la banda del espectro electromagnético que ocupa el rango de frecuencias de 30 MHz a 300 MHz.

UHF. *Ultra High Frequency.* Es una banda del espectro electromagnético que ocupa el rango de frecuencias de 300 MHz a 3 GHz.

MMDS. *Multichannel Multipoint Distribution Service.* Tecnología inalámbrica de telecomunicaciones, usada para el establecimiento de una red de banda ancha de uso general o, más comúnmente, como método alternativo de recepción de programación de televisión por cable.

IMT. *International Mobile Telecommunications.*

UIT. Unión Internacional de Telecomunicaciones.

STB. *Set Top Box.* Dispositivo receptor para televisión digital.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN Y MARCO TEÓRICO

1.1. INTRODUCCIÓN

La televisión es el medio de comunicación que mueve hoy en día a la sociedad a nivel mundial, debido a que es el equipo tecnológico que en la mayoría de hogares está presente, entreteniéndolo e informando a las personas. Los avances tecnológicos que se han venido dando en varios ámbitos no podían dejar de lado la evolución de la televisión, la que creará nuevos modelos de negocios y mejorará los ya existentes, además brindará un mejor servicio a la población, y de esta manera permitirá el desarrollo de los pueblos.

La evolución de la televisión actual (televisión analógica), es la televisión digital terrestre (TDT), la cual se adapta al término nuevo de “convergencia tecnológica”, que pretende proporcionar varios servicios en un solo sistema y mejorar la calidad en los servicios actuales.

Luego de que se realizaron los análisis respectivos de los distintos estándares de televisión digital terrestre en el territorio nacional, se adoptó el estándar brasileño – japonés (ISDB-Tb), presentándose dicho informe el 26 de marzo de 2010 al Consejo Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL), el cual contiene actores del proceso, estudios, pruebas técnicas, investigaciones de impactos socioeconómicos, análisis regulatorios, costumbres y preferencias televisivas, entre otros aspectos [1].

Con el objetivo de realizar una propuesta para la transición de Televisión analógica a TDT, partiremos con la descripción tanto de televisión analógica, como de TDT, para

comprender su funcionamiento y las ventajas que existen al evolucionar a este nuevo tipo de televisión, basándose en la situación mundial, y en las experiencias vividas en otros países. Luego se describirán los estándares de TDT, profundizando un poco más en el estándar ISDB-Tb, que es el que nuestro país escogió.

Una razón importante para realizar la transición de Televisión analógica a TDT es optimizar el espectro radioeléctrico, debido a que éste ya se encuentra en su mayoría ocupado, por lo que es necesario analizar la disponibilidad del mismo a nivel nacional, tanto para las bandas de frecuencia de televisión abierta como para las de televisión codificada, con el fin de proponer una nueva canalización y zonificación para la TDT, y en base a los resultados obtenidos realizar una estimación de las etapas de *simulcast* que podrían adoptarse en el proceso de transición.

1.2. LA TELEVISIÓN

El concepto general de televisión hace referencia a la difusión de programas (imágenes en movimiento y sonido), ya sean de noticias, entretenimiento y deportes, mediante la transmisión y recepción, a través de ondas radioeléctricas y últimamente mediante redes de cable y satélites.

Como parte de la historia de la televisión es importante mencionar que todo empezó en las últimas décadas del siglo XIX, cuando se intentaba transmitir imágenes a través de ondas electromagnéticas, a lo que luego se le llamaría “fototelegrafía” [2]. Los sistemas de televisión se basaron en la técnica llamada exploración o barrido de la imagen, tanto horizontal como vertical. El barrido horizontal es un conjunto de puntos que se proyectan a lo largo de la pantalla de izquierda a derecha, y el barrido vertical está formado por las líneas horizontales que fueron formadas en el barrido horizontal, completando un campo que va desde arriba hacia abajo, formando las imágenes, las cuales se proyectan a cierta frecuencia para dar la

sensación de continuidad. La resolución de dicha imagen estará definida por el número de líneas horizontales y por el número de elementos en cada línea [3].

Existen dos tipos de barridos verticales, como se observan en la Figura 1.1 y la Figura 1.2, el primero es el barrido progresivo en el cual las líneas horizontales se proyectan en la pantalla una debajo de otra y el segundo tipo es el barrido entrelazado el cual forma la imagen con la unión de un campo que se forma de las líneas impares y otro campo que contiene las líneas pares.

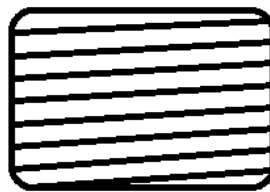


Figura. 1.1. Barrido progresivo.

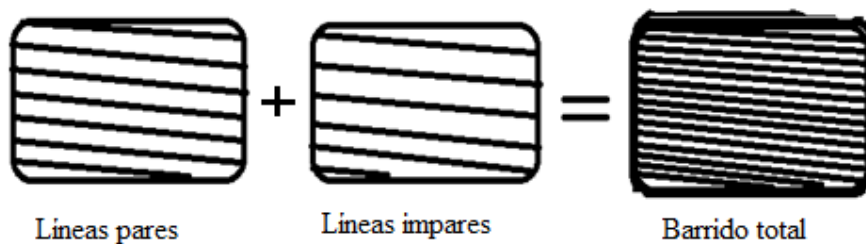


Figura. 1.2. Barrido entrelazado.

Otro término es la velocidad de cuadro o imagen, dado por el número de imágenes por segundo, en otros términos, la frecuencia con la que se proyecta la secuencia de video. Dicha frecuencia está directamente relacionada con la frecuencia de la red eléctrica, es por esto que en América suele ser de 60 Hz y en Europa es de 50 Hz [4].

Las primeras transmisiones tenían una definición de 48 líneas, posteriormente se mejora la televisión debido a que las transmisiones eran a color, además que se inicia la televisión electrónica, en donde se utilizaban sistemas de exploración mecánica en la transmisión y tubos

de rayos catódicos en el receptor. Debido a que en ese tiempo comenzó la revolución de la televisión, nace la idea de realizar una estandarización de los sistemas de televisión a color, siendo Estados Unidos los creadores de la NTSC (*National Television System Comitee*), con el fin de lograr que las normas de fabricación de dispositivos de televisión fueran compatibles entre empresas, estandarizándose un sistema de 325 líneas. Existieron otros sistemas de televisión a color, en Francia se utilizó el SECAM (*SEquentiel Couleur A Memorie*), y en Alemania el sistema PAL (*Phase Alternation Line*), para 625 líneas [5].

En América Latina, en la mayoría de casos se pueden distinguir tres etapas:

Primera Etapa.- también llamada período de implantación de la televisión, que se desarrolla entre el año 1950 y 1960, en donde se apoyó mediante el modelo comercial con influencia de empresas norteamericanas.

Segunda Etapa.- Entre los años 1970 y 1980, cuando cada país comienza a explotar su propia producción de programación, demostrando madurez del nuevo medio.

Tercera Etapa.- Cuando se comienza a utilizar la televisión satelital y la televisión por cable, además que algunas productoras se asociaron con empresas internacionales para lograr mayor número de televidentes [6].

En Ecuador la televisión también tiene su historia, la cual inicia en 1959, cuando un equipo transmisor es donado al país, luego de que el Ing. Hartwell compusiera un transmisor viejo, encontrado en bodegas de *General Electric* en New York. A partir de esto, en 1960, nace la televisión en Ecuador al obtener permiso para operar el canal 4 (en Guayaquil), bajo el concepto que se mantiene hasta estos días, el de ser privada, pero siendo por Ley, el Estado, el único dueño de las frecuencias. Sin embargo luego de tantos años, la televisión ha ganado lugar fijo en la mayoría de hogares ecuatorianos, es por esto que existen 445 estaciones de televisión abierta a lo largo de todo el territorio, lo que ha ocasionado la ocupación de espectro

radioeléctrico casi en su totalidad. Solamente quedan ciertos canales libres en ciertas zonas, con el fin de evitar la interferencia entre canales principales, debido a que nuestra geografía es muy irregular [7].

1.3. TELEVISIÓN ANALÓGICA

El objetivo de la televisión como se indicó anteriormente es llegar a la comunidad a través de la transmisión de imágenes en movimiento y sonido asociado a ellas a gran distancia mediante propagación de ondas a través del espacio, o con cable coaxial o fibra óptica. Las señales de audio y video son captadas por la cámara que proyectan y convierten en señales eléctricas que se transmiten desde el transmisor, el cual modula al audio en frecuencia y al video en amplitud, a través de uno de los medios indicados hasta llegar al receptor que se encarga de demodular la señal.

La televisión analógica en sus inicios no tuvo estándares, pero cuando estos aparecieron se puede decir que se adoptaron barridos de 405 líneas/cuadro y 25 cuadros/seg para Reino Unido y de 525 líneas/cuadro, 30 cuadros/seg con un ancho de banda para la señal de video de 4,2MHz en Estados Unidos, pero para otros países fue de 625 líneas/cuadro, 25 cuadros/seg con ancho de banda de video de 5,2MHz. En la actualidad solamente se utilizan dos: el de 625 líneas, 25 cuadros y el de 525 líneas, 30 cuadros, con la particularidad que la relación entre anchura y altura de imagen, conocida como relación de aspecto, es de 4 a 3, lo que quiere decir 4 unidades de ancho por 3 de alto, y además el barrido es entrelazado.

Los sistemas cromáticos que se usan en televisión analógica en la actualidad son:

Sistema NTSC.- Sistema que codifica y transmite televisión analógica a color. Su nombre viene del comité que lo desarrollo, (*National Television System Committee*). Este formato transmite 29,97 cuadros de video en modo entrelazado, con 525 líneas, que quitando

el blanqueado quedan 484 líneas como resolución vertical y 400 líneas de resolución horizontal, a una velocidad de 30 cuadros de video por segundo, además usa el modo entrelazado dividido en 60 campos por segundo, para aprovechar el ancho de banda, resultando una banda útil de 4,25 MHz. Se lo utiliza en América y Japón, siendo la ampliación del sistema monocromático (blanco y negro). La resolución de la imagen que se obtiene con este estándar de televisión es de 720x480 [8].

Sistema PAL.- Sus siglas significan (*Phase Alternating Line*), que traduce el sistema de codificación utilizado para transmitir señales de televisión analógica a color, ya que la información de crominancia (color) de la señal de video se transmite, invirtiendo la fase en cada línea, corrigiendo los errores automáticamente, debido a que se cancela la fase entre sí. Fue originado en Alemania, utilizado en África, Asia, Europa, Australia y algunos países latinoamericanos.

Este sistema es una mejora del sistema NTSC, ya que reduce los defectos de tonos de color y presenta una mejor calidad, pero utiliza las bases conceptuales de la transmisión de NTSC.

El formato de video utilizado es de 625 líneas por cuadro, utilizando 25 cuadros por segundo, con la frecuencia vertical de 50 Hz entre campo, presentando una resolución de imagen de 720x576.

Sistema SECAM.- Sus siglas representan (*Séquentiel Couleur Avec Mémoire*), y fue el sistema francés de codificación de televisión analógica a color. Codifica el color en FM, pero posee la misma resolución que el sistema PAL, además del mismo formato de escaneo y las velocidades de cuadro [5].

1.4. ESTÁNDARES PARA TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE

1.4.1. ATSC (*ADVANCED TELEVISION SYSTEMS COMMITTEE*)

ATSC es una organización sin fines de lucro, que tiene como fin estandarizar soluciones para televisión digital terrestre, la cual se solicitaba por radiodifusores de televisión abierta, libre y gratuita de Estados Unidos.

Se introdujo la televisión de alta definición la cual consta de los siguientes aspectos:

- Relación de aspecto de pantalla (16:9).
- Tecnología digital binaria.
- Mejor resolución que NTSC.
- Capacidad multicanal virtual, ocupando el mismo ancho de banda que los sistemas analógicos.
- Convergencia de medios, brindando mayor cantidad de servicios.
- Mejor calidad de sonido.

Además este sistema puede considerarse para reemplazar las variaciones de sistemas analógicos PAL y NTSC.

Esta nueva imagen puede tener hasta 1920 pixeles y 1080 líneas verticales, por lo que se define que este modelo tiene una resolución seis veces mayor a la imagen de televisión analógica, la cual tiene relación de aspecto de 4:3, de 720 pixeles y 525 ó 625 líneas. Este estándar además transporta datos a una tasa neta 19,4Mbps.

Las desventajas del sistema ATSC son la compleja y costosa implementación, pero tienen patentados el método de modulación VSB (Banda Lateral Vestigial) y el audio AC-3.

Algunas normas no tuvieron la regulación requerida, lo que causó ambigüedad, por esta razón se han realizado actualizaciones para lograr mejoras en el rendimiento del sistema.

Las normas que contiene el estándar ATSC son las siguientes:

- A/49 Cancelación de señales fantasmas que contiene NTSC.
- A/52B Compresión de audio digital (AC-3) (E-AC3), Rev. B.
- A/53E Revisión E de las normas ATSC. 27 DB 05.
- A/54 Guía para el uso del estándar de televisión digital.
- A/55 Informes sobre documentación.
- A/57A Etiquetas e identificadores de transporte de ATSC.
- A/63 Norma de codificación de video 25/50Hz.
- A/64A Medición y comportamiento en Tx. DTV (Rev. A).
- A/65B Protocolo de programa y sistema de información DTTB y cable (Rev. B).
- A/68 Norma PSIP (*Program and System Information Protocol*).
- A/69 Guía de uso del PSIP para los radiodifusores.
- A/70A Rev. A del sistema Acceso Condicional DTTB.
- A/75 Guía para mediciones en campo de la TV Digital.
- A/76 Protocolo de Comunicación de Metadata en Programa. (*Programming Metadata Communication Protocol PMCP*).
- A/78 Prácticas recomendadas para la verificación del *Transport Stream*.
- A/80 Necesidades en la modulación y codificación de DTV en aplicaciones satelitales.
- A/81 Norma de difusión satelital directa al hogar DTH.
- A/90 Norma sobre transmisión de datos. Anexo 1 y las correcciones 1 y 2.

-
- A/91 Guía para estándar de Radiodifusión de Datos.
 - A/92 Sesiones múltiples de IP utilizando transmisión de datos.
 - A/93 Norma de disparo Síncrono/Asíncrono.
 - A/94 Modelo de referencia para uso de datos en ATSC.
 - A/95 Norma del Sistema de Archivo en el Tren de Transporte.
 - A/96 Protocolos de interacción de canales ATSC.
 - A/97 Servicio de descarga de software de datos.
 - A/100 Ambiente de aplicación del software ATSC – Nivel 1 (DASE-1).
 - A/101 Plataforma Avanzada para Aplicación Corriente (*Advanced Common Appliación Platform ACAP*).
 - A/102 Servicio de señalización y avisos ACAP.
 - A/110A Norma de sincronización para transmisión distribuida.
 - A/111 Diseño de sincronización para redes de múltiples transmisores.
 - A/112 Guía para la implementación del E-VSB.
 - T3-600 Recepción de señal de televisión digital y procesamiento de consideraciones [9].

Como aspectos básicos de esta nueva tecnología se puede mencionar los siguientes:

La modulación es semejante a la utilizada en el estándar analógico de televisión NTSC, debido a que la modulación se hace en amplitud con la banda lateral parcialmente eliminada. Al tener 6 MHz la banda base del video, lo que se pretende es mantener la única banda lateral (SSB), con el fin de mantener el ancho de banda, pero al tener esta señal de video, contenido en bajas frecuencias y pulsos rectangulares de sincronismo causa dificultades, lo cual se soluciona con la modulación en banda lateral vestigial VSB, ya que transmite la banda

superior 4MHz, y de la banda inferior solamente 1,25 MHz, causando ausencia de componentes de alta frecuencia en esta banda, lo cual se compensa con filtros RF y de IF.

La compresión de video y audio digitalizados utilizada es MPEG-2.

El audio como se indicó anteriormente es el patentado *Dolby AC-3*.

Además consta de un canal de datos complementarios, para añadir información de diversa índole como, datos auxiliares ya sea de audio o video, datos complementarios del programa constituidos en metada, o por último datos exógenos, los que son datos de servicios adicionales al de la transmisión televisiva, como pueden ser datos de internet, teleservicios o de VoIP.

PROCESO DE TRANSMISIÓN.

La transmisión se inicia al tratar el MPEG, como en cualquier sistema DTV, en donde se comprime la entrada y se la multiplexa en señales que el excitador deberá procesar para la modulación en el transmisor.

La segunda fase consta del Multiplexaje y Transporte, el cual se basa en la norma A/53E. La modulación y transmisión se realiza como se mencionó en 8 VSB en cualquiera de los 36 formatos, al gusto del radiodifusor. Finalmente el receptor recibe cualquier formato, para presentarlo en uno de los cuatro formatos que soporta el estándar, los cuales se definen por número de pixeles por línea, número de líneas por cuadro de video, por frecuencia de repetición de cuadros, relación ancho – altura y por la estructura de los cuadros ya sea entrelazado o progresivo. En la Tabla 1.1, tenemos 18 formatos, pero son 18 en 60Hz y 18 en 59,94MHz, y en la Tabla 1.2 se presentan los cuatro formatos que son reconocidos por los receptores.

Tabla. 1.1. Formatos de imágenes compatibles con el estándar ATSC

Pixeles	Líneas	Aspecto	Barrido	Nombre	Cuadros	Campos	
1920	1080	16:9	1080i	1080i60	30	60	
				1080p30	30	30	
				1080p24	24	24	
1280	720	16:9	720p	720p60	60	60	
				720p30	30	30	
				720p24	24	24	
704	480	16:9	480p	480p60	60	60	
				480i	480i60	30	60
					480i30	30	30
			480i24		24	24	
			4:3	480p	480p60	60	60
					480i	480i60	30
		480p30				30	30
		480p24	24	24			
		640	480	4:3	480p	480p60	60
480i	480i60					30	60
	480p30					30	30
	480p24				24	24	

Tabla. 1.2. Formatos de imágenes presentadas por los receptores de ATSC.

CALIDAD	BARRIDO	ASPECTO	MUESTRAS POR LÍNEA	LÍNEAS ACTIVAS
HDTV	1080 i	16:9	1920	1080
HDTV	720 p	16:9	1280	720
EDTV	480 p	16:9	720	483
SDTV	480 i	4:3	720	483

La modulación de la portadora se hace en AM, por lo que obtenemos espectro mayor a 6MHz de canal, además se podría utilizar el teorema de Nyquist.

El sistema de audio utilizado en este estándar puede transportar hasta seis señales de audio de alta calidad, dichos canales de audio son: Derecho (R), Izquierdo (I), Central (C), *Surround* derecho (RS), *Surround* Izquierdo (LS), los que tienen limitado a 20KHz su ancho de banda y el de énfasis de Baja Frecuencia (LFE), con una limitación de 120 Hz.

Existe también un subsistema de transporte el cual se rige de acuerdo al estándar MPEG-2 (ISO/IEC 13818-1) para empaquetar y multiplexar los datos como flujos de video, audio y datos comprimidos y codificados, complementándose con la norma A/53. Estos datos son enviados en unidades pequeñas multiplexadas de tal manera que su tamaño sea de 188 bytes, en donde su primer byte sirve para el sincronismo.

Características del sistema de codificación y modulación.

Utiliza codificación de fuente y algunas otras técnicas mejorando la eficiencia.

Siendo el codificador de video diseñado para 1080 líneas entrelazado (i) y 720 líneas en los sistemas progresivos (p). Utilizando la transformada discreta del coseno (DCT), la cual aprovecha las redundancias espacial y temporal.

La Figura 1.3 detalla los componentes de codificación y modulación de las señales.

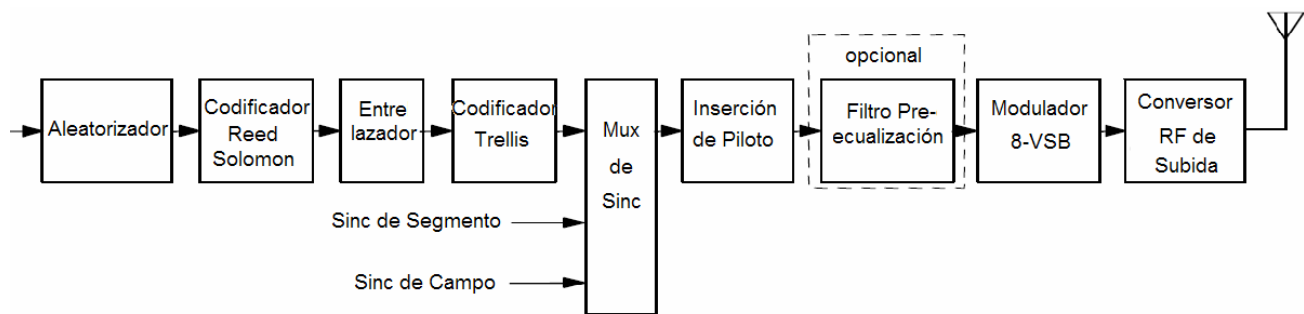


Figura. 1.3. Diagrama funcional del sistema de codificación de canal y modulación de ATSC.

- CODIFICACIÓN DE CANAL.

El proceso de codificación se realiza a través de los siguientes componentes.

Randomizer. Distribuye la energía de señal MPEG-2 en el espectro de forma aleatoria, haciendo que la señal se comporte como si fuera ruido blanco. Esta

aleatorización de bits se obtiene a través de multiplicación por secuencia binaria pseudo aleatoria de orden 16 (PRBS-16).

Codificador Reed Solomon. Este codificador se utiliza para corrección de errores de los bits obtenidos del *randomizer*. El código utilizado es RS (207, 187, $t = 10$).

Interleaving. Protege la señal cuando se tienen errores de ráfaga. Se utiliza un entrelazador convolucional de longitud 52, entrelazándose solo bytes de datos.

Codificador Trellis. Se utiliza el codificador de tasa $2/3$, el cual introduce un bit redundante cada 2 bits de datos, con el fin de evitar errores.

Multiplexor de Sincronismo. Se insertan señales en el receptor para que recuperen el sincronismo de datos.

- MODULACIÓN 8-VSB.

Como se indicó anteriormente se utiliza la Modulación de banda lateral vestigial ó parcialmente eliminada, con el fin de insertar una portadora para facilitar el sincronismo y la demodulación desde el receptor. Para lograr la modulación se utilizan los siguientes elementos.

Inserción de piloto. La portadora se introduce en la banda base con el fin de que su valor medio no sea cero, ya que se inserta un offset a la modulación 8-PAM. Este piloto utiliza la potencia de 11,3 dB bajo la potencia promedio de la señal.

Filtro Pre-ecualizador. Depende de cómo se haya implementado el receptor, es decir si consta de la función de ecualización, lo que hace que este componente sea opcional.

Modulador 8-VSB. Se pasa a frecuencia intermedia la señal que sale del piloto utilizando modulación de Banda Lateral Doble Portadora Suprimida y filtrándola mediante un filtro de Nyquist [10].

1.4.2. DVB-T (*DIGITAL VIDEO BROADCASTING - TERRESTRIAL*)

Este es un grupo europeo que en el año 1993 inició trabajos en el campo de radiodifusión de televisión digital en varios medios, elaborando estándares y recomendaciones, entre las que destacamos el estándar referido a la transmisión de televisión radiodifundida terrestre DVB-T, el cual se fundamenta en la norma ETSI EN 300 744, la cual recopila el proceso de generación de la señal DVB para radiodifundirlo en las bandas de VHF ó UHF, indicando procesos de codificación de canal, modulación, utilización de flujo de transporte (*Transport Stream – TS – MPEG-2*) como señal de entrada.

El estándar DVB-T se desarrolló tomando en cuenta canales de 8MHz, como se utiliza en Europa PAL y SECAM, además que satisfacía las necesidades de los países miembros de la Unión Europea. Dicho estándar emplea la modulación COFDM Multiplexación por División de Frecuencia Ortogonal Codificada, además que tiene mejor inmunidad multitrayecto con una capacidad de transmisión de 18Mbps.

Las señales de audio y video se comprimen y codifican siguiendo la norma MPEG-2, siendo en el audio el formato para estéreo y sonido envolvente, aunque el estándar DVB permite la operación con formatos AC-3 o DTS para sonido envolvente. También este estándar combina dos flujos de transporte en una transmisión, conocidas como de alta prioridad (AP), el cual tiene velocidad baja, causando menor calidad de imagen, utilizando la

modulación QPSK, la cual es robusta al ruido y que requiere menor relación de señal a ruido (SNR), para decodificarse y de baja prioridad (BP) el que complementa al anterior en velocidad y calidad, razón por la que necesita una SNR mayor, y se modula en 64-QAM. Existen las normas DVB-S, DVB-C y DVB-T, que utilizan el mismo sistema de codificación para lograr la llamada economía de escala.

El estándar DVB-T consta de varias opciones de funcionamiento, las cuales le dan flexibilidad.

- 2 modos de transmisión: 2k (1.705 portadoras), para MFN: 8K (6.817 portadoras), para SFN.
- Modulación de 3 tipos: 64-QAM: 16-QAM y QPSK.
- 5 Tasas de codificación para corregir errores: $\frac{1}{2}$, $\frac{2}{3}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{5}{6}$, $\frac{7}{8}$, utilizando códigos convolucional FEC, ó Reed Solomon.
- Pilotos TPS: en los que el receptor reconoce automáticamente el modo de funcionamiento.
- 4 longitudes de intervalo de guarda: $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{16}$, $\frac{1}{32}$.
- Varios anchos de banda: 6MHz, 7MHz, 8MHz.
- Modulación jerárquica o no jerárquica.

Entre las características de flexibilidad en transmisiones punto-multipunto tenemos que se puede utilizar los canales con anchos de banda de 6, 7 u 8MHz, con una capacidad máxima de 23,75Mbps en el canal que ocupe los 6MHz, obteniendo la eficiencia espectral, soportando transmisiones de alta ó estándar definición, con flujo de datos, audio, video o paquetes IP en formatos MPEG-2/4, brindando robustez al ruido impulsivo y a los problemas del multitrayecto. Además una celda puede llegar a ocupar el espacio de 100Km, siendo 60Km lo típico, soportando Redes Multifrecuencia MFN o de Frecuencia Única SFN, compartiendo espectro y múltiplex con servicios móviles del estándar DVBT/H.

Como se indicó anteriormente existen dos tipos de transmisión de las cuales vamos a indicar su funcionamiento a continuación.

Transmisión No Jerárquica:

Se transmite un flujo de datos de 19,6 Mbps, utilizando el espectro con ancho de banda de 6MHz. En este flujo se lleva un programa HDTV con audio y datos o varios programas SDTV con sus respectivos audio y datos.

Transmisión Jerárquica:

Transporta dos flujos de datos, combinados en uno solo, los cuales utilizan métodos de modulación distintos en el sistema COFDM. Con este modo de transmisión se puede transmitir un programa HDTV para recepción fija y un programa SDTV para recepción móvil en el mismo flujo de datos, dándose prioridad en velocidad al programa HDTV. Para recepción móvil se utiliza el flujo de alta prioridad AP, mientras que para la recepción fija se utiliza el flujo de baja prioridad BP, debido a que en este caso no importa mucho la robustez.

El flujo de HDTV usa el formato 720p (1280x720), mientras que el flujo de SDTV usa el formato de 575 líneas entrelazadas.

Características de Video.

En la Tabla 1.3 se indican los formatos más comunes de SDTV y HDTV en el estándar DVB-T.

CODIFICACIÓN DE CANAL.

El diseño del codificador de DVB-T fue con el fin de controlar la Interferencia dentro del Canal (IDC) y la interferencia de canal adyacente (ICA), el cual está conformado de

códigos Reed-Solomon y convolucionales, mediante esto se brinda protección y redundancia al *Transport Stream* en formato MPEG-2, los que tienen una longitud de 188 bytes, en donde el primer byte tiene el siguiente valor: 0x47 (01000111) y se utiliza para la sincronización.

Tabla. 1.3. Formatos más comunes en SDTV y HDTV del estándar DVB-T.

Formato	Muestra por línea activa x Cant. De líneas activas	Relación de Aspecto	Tipo de barrido.
HDTV	1920 x 1080 (1080i)	16:9	25i / 25p/ 24 / 29.97p / 30p/ 30i
HDTV	1440 x 1152	16:9	25p
HDTV	1920 x 1035	16:9	25p/ 29.97p / 30p
HDTV	1280 x 720 (720p)	16:9	25i / 50i/ 23.97i / 24i / 29.97i/ 30i / 59.94i / 60i
SDTV	720 x 576	4:3 / 16:9	50i / 25i 25p
SDTV	544 x 576	4:3 / 16:9	25i / 25p

La codificación tienen los siguientes elementos durante su proceso:

Adaptación y dispersión de energía. En esta etapa se distribuye en manera aleatoria la información utilizando un generador de secuencia binaria pseudoaleatoria de orden 15 PBRS-15, con el fin de evitar la concentración de energía causada por las cadenas largas de ceros o unos en el proceso de transmisión, y para suprimir el sesgo estadístico de la secuencia de datos, lo que causa interferencia de canal adyacente.

El proceso de adaptación del flujo de transporte consiste en invertir el primer byte de cada grupo de 8, que es el de sincronización resultando 0XB8 (10111000), con el fin de que la señal de inicialización en el decodificador del lado del receptor identifique cada uno de estos conjuntos de 8 bytes que fueron aleatorizados.

Codificación externa. Con este paso de codificación se corrigen errores utilizando código Reed-Solomon acortado RS (204, 188, $t = 8$), el cual va por bloques en grupos de 187 bytes de formato MPEG-2 y 1 byte de sincronización, obteniendo palabras de 204 bytes, debido a que se adicionan 16 bytes de paridad en cada paquete MPEG-2 original, con este código se pueden corregir errores en 8 bytes por cada grupo de 204. Se denomina Reed-Solomon acortado porque la codificación original es RS (255, 239, $t = 8$).

Entrelazador Externo. Luego de la codificación se utiliza un entrelazador convolucional por bloques en cada grupo de 204 bytes, esta codificación se fundamenta en la aproximación de Forney, teniendo $I = 12$.

Codificación Interna. En este proceso de codificación se utiliza código convolucional de 64 estados pero que se complementa con el proceso de perforado ó también denominado *puncturing*, que operaría a tasas $\frac{1}{2}$, $\frac{2}{3}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{5}{6}$ y $\frac{7}{8}$, de acuerdo a como lo decida el operador acorde a la cobertura y la tasa de datos que se quiera, si se utiliza la tasa de $\frac{7}{8}$ se incluye un bit de redundancia cada siete bits de datos, siendo el que menor protección ofrece a los datos, cobertura reducida, pero con mayor capacidad de transporte, pero si se utiliza la tasa de $\frac{1}{2}$, se logrará mayor protección de datos, con una mayor distancia, pero con una baja tasa de transmisión de datos.

Entrelazador Interno. Para analizar el entrelazador a utilizar luego de realizada la codificación interna, se debe considerar si las transmisiones son o no jerárquicas. En caso de no ser jerárquica se realiza el entrelazado de acuerdo al tamaño de la constelación en QAM, se agrupan los bits del flujo de transporte en símbolos de 2 bits en QPSK, 4 bits en 16-QAM o 6 bits en 64-QAM, dicho entrelazado se hace entre los bits correlativos de 126 símbolos consecutivos, y estos se dispersan en las sub-portadoras del modulador OFDM. Pero si se utiliza transmisiones jerárquicas, se entrelazan los símbolos que se forman de grupos de 2 bits de flujo AP y 2 bits de flujo BP (16-QAM), o sino 2 bits de flujo AP y 4 bits de flujo BP (64-QAM).

MODULACIÓN OFDM

Como se menciona anteriormente el estándar DVB-T utiliza modulación OFDM, la cual tendrá los siguientes componentes.

Sub-portadoras: Tendremos 3 modos de operación que son los siguientes: 2k que utiliza 2048 sub-portadoras, 4k con 4096 sub-portadoras y el de 8k que usa 8192 sub-portadoras, pero en realidad se modulan solamente 1705, 3409 y 6817 sub-portadoras respectivamente, en donde las que portan información de video son 1612, 3024 y 6048, y el resto transmite parámetros de codificación, modulación, y otros más. En el caso de recepción en terminales móviles el mejor modo es el de 2k, teniendo menor cobertura que el modo 8k, es por esto que se introdujo el modo 4k para tener un equilibrio entre costo y movilidad.

Ancho de Banda de Transmisión. Este dependerá de la frecuencia de reloj, siendo el período de *clock* de 7/48us en canales de ancho de banda de 6 MHz, y de 7/64us para canales de 8 MHz., causando una separación de 5,71 MHz y de 7,61 MHz entre las sub-portadoras extremas respectivamente.

Intervalo de Guarda Temporal. El intervalo de guarda es por decir una continuación cíclica de la parte importante del símbolo, que va delante de él y tiene como fin ofrecer inmunidad a la dispersión de canal, lo cual separa símbolos OFDM consecutivos, rellorando dicho intervalo con datos redundantes, estos intervalos pueden tener una duración entre símbolos OFDM, de $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{16}$, $\frac{1}{32}$, el cual se escogerá dependiendo del lugar donde se vaya a transmitir, y que tanta dispersión de canal exista.

Modulación de Sub-Portadoras. La modulación puede ser con constelación uniformes (equidistantes entre símbolos) o no uniformes (equidistantes entre símbolos en cada cuadrante, con mayor separación entre cuadrantes) en 4-QAM, 16-QAM o 64-QAM, dependiendo si se transmite un flujo de transporte único o si se combinan flujos jerarquizados AP y BP.

Capacidad del canal de transmisión. Este valor se obtiene descontando del flujo binario total o *stream* las redundancias añadidas en la codificación interna y de Reed-Solomon.

Portadoras piloto. Como se indicó anteriormente del total de portadoras solamente se transmiten cierto número de estas con datos en cada modo ya sea 2k, 4k u 8k, sobrando portadoras, las cuales se denominan celdas que sirven para señalización e información de identificación, las cuales se transmiten en modulación BPSK y pueden ser:

- Portadora Piloto Continua: Se utilizan para sincronizar el receptor en frecuencia y en fase.
- Portadora Piloto Dispersa: Sirven para llevar información de amplitud y fase del canal, que se generan en el receptor de señal.
- Portadora TPS: Señalización de Parámetros Transmitidos.

De esta manera la señal OFDM utiliza en el modo 2K un total de 45 continuas, 131 dispersas, 17 TPS y 1512 de datos, mientras que en el modo 8K un total de 177 continuas, 524 dispersas, 68 TPS y 6048 de datos.

TASAS DE DATOS.

Dependen de parámetros de codificación y modulación:

- Tasa de codificación del código convolucional interno.
- Ancho de banda de transmisión.
- Tamaño de modulación QAM.
- Longitud de intervalo de guarda.

Más no depende del número de sub-portadoras ni si es o no transmisión jerárquica.

Se puede lograr en total 60 tasas de datos distintas, con transmisiones casi libres de errores, pero con una relación señal a ruido mínima para los receptores, siendo esta mayor si la tasa de datos deseada es mayor, y menor si el receptor está alejado del transmisor [10].

1.4.3. ISDB-T (*INTEGRATED SERVICES DIGITAL BROADCASTING - TERRESTRIAL*)

Dicho estándar se desarrolló por el grupo DIBEG (*Digital Broadcasting Experts Group*) en Japón, con el fin de satisfacer las necesidades de su país, utiliza al igual que el estándar DVB – T, modulación COFDM con sus respectivos modos 2k, 4k y 8k, se vale de MPEG-2 para comprimir y multiplexar la información, pudiendo soportar hasta MPEG-4, además de utilizar los mismo codificadores Reed-Solomon y convolucionales al igual que el mismo randomizador.

Hay que señalar que este estándar mejora algunas características del estándar DVB–T, como realizar transmisiones de un programa HDTV o varios SDTV, con recepción portátil o móvil, utilizando modo de transmisión jerárquico lo que permite transmisión simultánea de un programa HDTV para recepción fija y otro SDTV para recepción móvil en un ancho de banda de 6MHz, con Redes de Frecuencia Única (SFN), brindando servicios de interactividad con canales de retorno y multimedia.

Las características que difieren entre el estándar ISDB-T y DVB-T se las detalla a continuación:

Transmisión OFDM por segmentos. También conocido como *Band Segmented Transmission-OFDM* (BST-OFDM), la cual multiplexa y agrupa en trece segmentos de datos OFDM, numerados del 0 al 12 ya sea para un ancho de banda de 6, 7 u 8 MHz en transmisión. En el caso de 6MHz cada segmento tiene un ancho de banda aproximado a 430kHz, resultando un total de 5,6MHz. Cada segmento se asignará a varios servicios, brindando las siguientes ventajas.

- Permite asignar segmentos para optimizar parámetros de servicios acorde a su objetivo, ya sea en transmisión móvil o fija, según el área de cobertura. A esto se conoce como transmisión jerárquica.
- Ofrece solución eficiente a la transmisión de terminales portátiles, conociéndose al receptor como receptor de un segmento, lo cual ocurre cuando el entrelazado frecuencial y la codificación de canal de alguna señal se encuentran en el segmento central de la banda transmitida, esta manera de transmisión se denomina transmisión en modo parcial o de banda angosta.

Intercalado de datos y ajuste de tiempo. Tenemos dos tipos de intercalado de datos:

- a) Intrasegmentos, cuando se intercalan los datos en el mismo segmento.
- b) Intersegmentos, al intercalar datos entre segmentos.

Modos de transmisión entre portadoras OFDM. Este estándar funciona en tres modos diferentes:

Modo 1. El espacio entre portadoras es de 4kHz.

Modo 2. Las portadoras están espaciadas en 2kHz.

Modo 3. 1kHz es el espacio existente entre las portadoras.

Para la multiplexación el estándar ISDB-T consta de 204 bytes, siendo el primero para sincronización, los 187 bytes siguientes contienen datos, y los 16 restantes son para paridad en el código Reed-Solomon.

En la Tabla 1.4 se presentan todos los parámetros importantes en los modos 1, 2 y 3.

Tabla. 1.4. Parámetros de las portadoras OFDM

Parámetro	Modo 1 (2k)	Modo 2 (4k)	Modo 3 (8k)	
Ancho de banda del segmento = 429MHz, 13 segmentos, total 5,57MHz				
Número de símbolos por cuadro = 204				
Código corrector de errores	Entrada: Código convolucional (1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8)			
	Salida o externo: Reed-Solomon (204,488)			
Banda útil	5.575MHz	5.573MHz	5.572MHz	
Total portadoras	1405	2809	4992	
Duración de símbolo	252 us	504 us	1008 us	
Intervalos de guarda	1/4	63 us	126 us	252 us
	1/8	31,5 us	63 us	126 us
	1/16	15,57 us	31,5 us	63 us
	1/32	7,875 us	15,75 us	31,5 us
Duración de cuadro	1/4	64,26 ms	128,52 ms	257,04 ms
	1/8	57,834 ms	116,668 ms	231,336 ms
	1/16	54,621 ms	109,242 ms	218,464 ms
	1/32	53,01 ms	106,029 ms	212,058 ms

Características de video.

Soporta diferentes resoluciones de pantalla, con diferentes formas de barrido como el progresivo y entrelazado, utilizando MPEG-2, como se muestra en la Tabla 1.5.

Tabla. 1.5. Características de video para el estándar ISDB-T

Líneas verticales	Píxeles por línea	Razón de aspecto	Frecuencia de trama
1080	1920, 1440, 1080	16:9, 4:3	60i
720	1280	16:9, 4:3	30p
480	720, 540	16:9, 4:3	30p
480	720, 544, 540, 480	16:9, 4:3	60i

CODIFICACIÓN DE CANAL.

Código externo (Reed-Solomon (204, 188, t=8)). Aplicado por grupos de 188 bytes, obteniendo un total de 204 bytes que forman las palabras codificadas, corrigiendo hasta 8 bytes por cada grupo de 204 bytes.

Demultiplexor. A la salida del codificador RS se demultiplexan los servicios, sea en uno dos o los tres.

Dispersión de energía. Utiliza la secuencia binaria pseudo aleatoria de orden 15 (PRBS-15), para aleatorizar los bits que conforman el flujo de transporte, es igual al utilizado en el estándar DVB.

Ajuste de Retardo. Al realizar la transmisión en modo jerárquico utilizando segmentos, se produce desalineamientos entre los flujos de transporte de las tres capas, por lo que se resincronizan dichos flujos, ajustando el retardo en cada capa a la entrada del entrelazador externo.

Entrelazador externo. Se utiliza uno de tipo convolucional de 12 bytes de largo. El mismo entrelazador se utiliza en el estándar DVB.

Código Interno. Se utiliza un código convolucional con *puncturing* o punzado que puede utilizar tasas de $\frac{1}{2}$, $\frac{2}{3}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{5}{6}$ y $\frac{7}{8}$, al igual que se utiliza en el DVB.

Entrelazador interno. De acuerdo a la constelación QAM se puede multiplexar secuencia de bits del flujo de transporte de cada capa jerárquica en 2, 4 o 6 líneas paralelas, con el fin de modular las sub-portadoras OFDM de dicha capa. Se requiere de un ajuste de retardo en cada capa.

Modulación M-QAM. Sirven para modular las sub-portadoras OFDM, mediante símbolos M-QAM, que puede ser 4, 16 o 64. También se utiliza modulación DQPSK (4-QAM diferencial), facilitando la decodificación cuando hay alto grado de movilidad, pérdida de eficiencia energética (3dB), o radio de cobertura.

Asignación a 13 segmentos. Conforme a los segmentos asignados se combinan las capas jerárquicas.

MODULACIÓN OFDM.

Se especificarán las diferencias en el esquema de modulación que tiene este estándar con el estándar DVB-T, debido a que son muy similares.

Sub-portadoras. Incluye el modo 4k desde su inicio, teniendo un número total de sub-portadoras de 1405, 2809 y 5617 en los modos 2k, 4k y 8k respectivamente, de las cuales 1248, 2496 y 4992 llevan datos y el resto se utiliza de piloto o transmisión de parámetros tanto de modulación como de codificación.

Ancho de banda de transmisión. El estándar ISDB-T se lo creó para funcionar solamente en la banda de 6 MHz.

Modulación de sub-portadoras. Se utiliza modulación QPSK diferencial, además de las utilizadas en el estándar DVB-T, pero solamente se considerarán modos uniformes de 16-QAM y 64-QAM [10].

1.4.4. DTMB (*DIGITAL TERRESTRIAL MULTIMEDIA BROADCASTING*)

Este estándar fue elaborado por el país de China, con colaboración de un grupo fundado por el gobierno denominado TEEG (*Technical Executive Expert Group*), dicho estándar puede trabajar con varios anchos de banda, 6 y 8 MHz, soportando servicio en receptores portátiles, con normas de compresión MPEG-4 y MPEG-2, con transmisión de varios canales en la misma frecuencia, con diseños para trabajar con redes de frecuencia única o multifrecuencia.

Características. Velocidades en HDTV superiores a 20Mbps y para SDTV superiores a 5Mbps, con una cobertura en SFN de 16 a 35km, mejorando la recepción, servicios de información e interactivos, siendo escalables. Además se tiene tasas de transmisión de 4,813Mbps a 32,486Mbps en un canal convencional sea de UHF o VHF.

Cuando se utiliza el ancho de banda de 6MHz la velocidad de símbolo es de 5,67Msps y cuando se usa 8MHz la velocidad es 7,56Msps. además se utilizan algunas avanzadas tecnologías para mejorar el rendimiento, como la secuencia binaria pseudo aleatoria, para sincronizar el sistema rápidamente, realizando la estimación del canal más precisa, con código de corrección de errores avanzados, utiliza como código exterior el BCH (*Bose-Chaudhuri-Hocquenghem*), y como interior al *Low Density Parity Check Coding* (LDPC), por lo que este estándar es mejor que los demás en cuanto a corrección de errores, y el multiplexaje TDS – OFDM (*Time Domain Synchronous – OFDM*) con el fin de combinar el procesamiento digital de la señal tanto en el dominio de la frecuencia como del tiempo.

Este sistema chino incorpora la tecnología AVS (*Information technology Advanced Audio and Video Coding*), que consta de cuatro partes que son: sistema, audio, video y administración de derechos digitales. También soporta hasta 16 canales con flujos de bits de 8 a 96kbps/canal.

Código BCH. Código cíclico de corrección de errores, que originalmente es BCH (1023, 1013), pero que en el caso de DTMB se usa la forma corta es decir BCH (762,752), es decir, por 752 símbolos de información se aumentan 10 símbolos de paridad en el código, resultando un total de 762 símbolos por palabra. Su desventaja es que solamente corrige un error, pero se procesa más rápido debido a que no introduce tanta redundancia como Reed-Solomon. Sus propósitos principales son: adaptar el flujo de datos, y reducir el error-floor (bajo decremento del BER del código LDPC cuando hay una alta relación de señal a ruido SNR) del sistema.

Código LDPC. Son códigos lineales, con la propiedad de tener mínimo una matriz de paridad de baja densidad (pocos elementos diferentes de cero)

El estándar DTMB tiene 3 modos de códigos LDPC con flujos de información de 3048, 4572 y 6096 símbolos respectivamente, con un total de símbolos de palabras de 7493, incluyéndose 4, 6 y 8 palabras código de BCH en una palabra código LDPC, eliminando los cinco primeros símbolos de la palabra código LDPC, resultando finalmente 7488. Se tienen 3 tasas de codificación FEC, 0.4 (7488, 3008), 0.6 (7488, 4512) y 0.8 (7488, 6016).

Modulación TDS – OFDM (*Time Domain Synchronous – Orthogonal Frequency – Division Multiplexing*). Dicho tipo de modulación utiliza procesamiento de señal avanzado en el dominio de tiempo y frecuencia, con protección multitrayecto mediante el intervalo de guarda, además para adquirir la señal, recuperar la portadora, tiempo de símbolo y estimación de canal. Utiliza la secuencia binaria pseudoaleatoria para sincronizar y estimar el canal, en el dominio del tiempo y el flujo de datos en el dominio de la frecuencia, multiplexados en el dominio de tiempo, sincronizándose TDS. Este sistema se forma de dos partes, el encabezado que se conforma de un preámbulo de 82 símbolos, la secuencia PN y el epílogo de 83 símbolos, con tres modelos de encabezados de 420, 595 y 945 como número total de símbolos, y la segunda parte es el cuerpo de la trama formado de 36 símbolos con información del sistema y 3744 símbolos portadores de datos, los cuales son modulados por la Transformada Discreta de Fourier Inversa IDFT, con 3780 sub-portadoras [11].

1.5. ESTÁNDAR DE TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE ESCOGIDO POR ECUADOR.

El estándar escogido por nuestro país para la transmisión de señales de televisión digital terrestre fue el japonés-brasileño, el cual se detallará a continuación.

SBTVD-T (Sistema Brasileño de Televisión Digital Terrestre).

El sistema brasileño de televisión digital terrestre se basa en el estándar ISDB-T. Dicho estándar se desarrolló por el grupo DIBEG (*Digital Broadcasting Experts Group*) en Japón, con el fin de satisfacer las necesidades de su país, a su vez es una evolución del estándar DVB-T que se utiliza en Europa. Actualmente ya es utilizado en algunos países de Asia, y casi en la totalidad de América del Sur, queriendo además llegar a penetrar en África y en América Central, debido a que ha tenido un crecimiento muy acelerado en el mercado, ya que transmite señales digitales de alta definición y de definición estándar, para recepción fija, móvil, portátil e implementa la parte de interactividad, con canal de retorno y multimedia, utilizando un ancho de banda de canal de 6, 7 u 8MHz, con Redes de Frecuencia Única (SFN). Se indica que en el caso de Ecuador se utilizará solamente 6MHz.

Como parte de este proceso están las siguientes capas que se ilustran en la Figura 1.4:

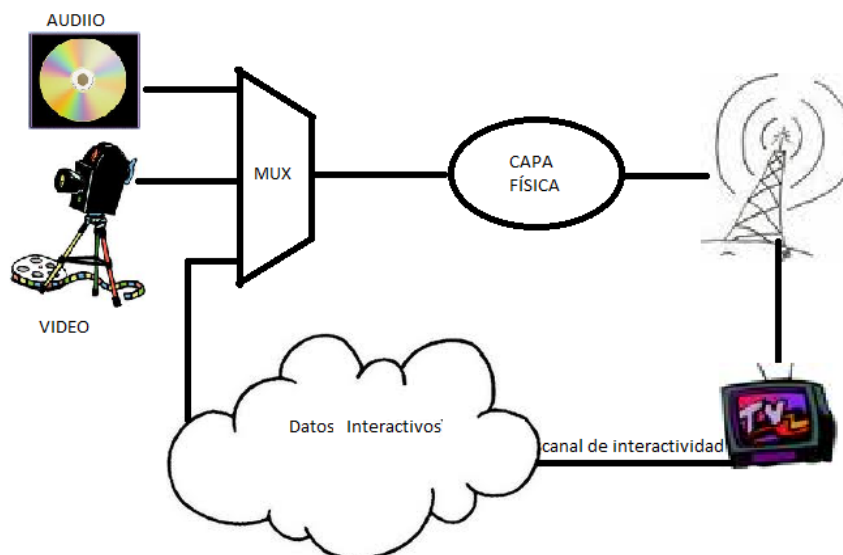


Figura. 1.4. Capas de la televisión digital para el estándar ISDB-Tb

- La adquisición de datos, que se realizan gracias a las cámaras y micrófonos, aquí es donde se genera la mayor cantidad de información.
- Se reduce la tasa de transmisión para que sea compatible con la compresión.
- Luego se multiplexa lo que se va a transmitir, que puede ser audio, video datos o interactividad.
- En la capa Física se adecúa la información digital al medio de comunicación, protegiendo y sincronizando la misma. Se transforma en señal analógica en banda base de baja potencia.
- En la capa de radiodifusión se aumenta la potencia para transmitir la información en el medio.
- El televidente puede ver la información a través de la decodificación realizada por el *set top box*.
- El canal de interactividad es el que le da actividad al usuario.

Este sistema se diferencia de ISDB-T principalmente en el códec de video utilizado, ya que utiliza el H.264/MPEG-4 AAC en lugar del MPEG-2, con una mejoría de la corrección de errores en la recepción generados por el transmisor dentro del entrelazador. Además el estándar brasileño incluye interactividad.

Mediante la compresión MPEG lo que se logra es la reducción de redundancias que son innecesarias para mantener la entropía (información útil).

En cuanto a la relación entre redundancia y entropía se puede distinguir dos términos.

Compactación. Es la reducción de redundancias sin reducción de entropía. Un ejemplo puede ser el muestreo, cuando se utiliza el teorema de Nyquist para la recuperación de información.

Compresión. Es la reducción de redundancias, con reducción de entropía, pero de una manera controlada. Un ejemplo puede ser la cuantización, el cual puede comprometer la tasa de transmisión o la calidad, por lo cual en dicho ejemplo se fija un valor medio.

En la representación de imágenes tenemos los denominados píxeles, los cuales son la menor unidad de la imagen, en donde cada componente del píxel es cuantizada empleando 8 bits. El conjunto de 8x8 píxeles se llama bloque, el cual es la unidad básica de tratamiento de MPEG. Tenemos también los macrobloques que son formados por 4 bloques, los macrobloques organizados en líneas se denominan *slice*, y los *slice* alineados forman finalmente el cuadro.

En la compresión MPEG, podemos tener dos tipos de compresión, la temporal y la espacial.

Compresión espacial: Omite bloques similares, es decir reduce redundancias entre partes de la misma escena, y usa la Transformada Discreta de Fourier del Coseno, tiene limitaciones de luminancia y determina el codificador. A mayor sensibilidad mayor tasa de transmisión.

Compresión temporal: Reduce redundancias entre escenas sucesivas, es decir cuando el bloque esta en posiciones diferentes. Utiliza el GOP (*Group of Pictures*), que son un grupo de cuadros para realizar la compresión temporal.

En cuanto a flujo de datos para MPEG tenemos.

Elementary Stream (ES): Son los bits que provienen del codificador de audio y video, es decir los datos que salen de la compresión.

Packetized Elementary Stream (PES): Son los paquetes de datos formados a partir de los ES's. Dichos paquetes pueden tener un tamaño variable, dependiendo de cómo la información sea organizada en determinado codificador.

Para la capa de transporte tenemos dos formas de enviar datos de audio y video comprimidos a los usuarios:

- 1) *Program Stream (PS)*: Necesita de una base de tiempo común recomendada para ambiente libre de errores. Por ejemplo *Blu – Ray* o DVD ya que el medio óptico es un medio confiable donde la probabilidad de error es baja.
- 2) *Transport Stream (TS)*: No necesita de una base de tiempo para transportar varios programas diferentes en el mismo medio. Diseñado para el uso en canales ruidosos. Por ejemplo todos los sistemas de difusión ya sea por cable, terrestre o satelital ya que se considera que los canales de transmisión son ruidosos.

Transport Stream (TS).

- El TS consiste en una estructura de multiplexación de transporte que permite la transmisión de varios programas diferentes en un medio no confiable.
- Emplea paquetes pequeños de 188 bytes, que facilitan el uso de códigos correctores de errores, en donde ya están incluidos 4 bytes que son para sincronización, para identificación de programas, para protección y uno como contador de continuidad para IPTV.
- MPEG no define el código de corrección de errores, ya que este parámetro del sistema depende del tipo de canal de comunicación.

TS Multiplexer.

La función de este bloque es identificar a cual capa debe direccionarse los paquetes MPEG-2 del TS. Dicha información se inserta utilizando 16 bytes al final del TS normal de 188 bytes, pasando a tomar el nombre de BTS, esta característica es única del SBTVD.

Los 16 bytes agregados por el MUX se dividen en dos grupos:

- 8 bytes con información de multiplexación.
- 8 bytes para protección de la información mediante redundancia (R-S), estos son opcionales.

De los 8 bytes de información de multiplexación se tiene que 2 bytes son obligatorios para identificar a que capa (A, B ó C) el paquete debe ser transmitido y de los 6 bytes son opcionales, se pueden usar para transmitir información adicional como portadoras auxiliares (4bytes) ya que 2 bytes son reservados.

Este bloque también agrega información de configuración del sistema, tales como:

- Orden de modulación.
- Tasa de codificación.
- Modo de operación.
- Profundidad del entrelazado.

Esta información se introduce en el paquete especial TS llamado IIP.

Los paquetes IIP tienen dos funciones principales:

- Transmitir la información del modo de operación del transmisor.
- Permitir el sincronismo de los distintos transmisores que operan en SFN.

Un paquete IIP es introducido en cada cuadro de multiplexación, el cual lleva la cantidad de bits suficientes para llenar 204 símbolos OFDM, que son los que forman un cuadro ISDB-T.

Tablas de Multiplexación.

- PID (*Program Identification*): Utilizado para identificar cada paquete de 188 bytes en el flujo del TS.
- PMT (*Program Map Table*): En esta tabla se listan todos los PID's asociados a un programa específico, incluyendo video, audio principal, audio secundario, datos, subtítulos, etc.
- PAT (*Program Association Table*): Esta tabla lleva los PID's de todas las PMT's existentes en el flujo de datos TS. La PAT siempre tiene el PID = 0.
- NIT (*Network Identification Table*): Tabla que contiene los datos referentes al radiodifusor.
- CAT (*Conditional Access Table*): Tabla que contiene información referente al acceso condicional, es decir codificación de la información para televisión pagada.

A continuación en la Figura 1.5 se presenta un ejemplo de cómo se utilizan las tablas MUX.

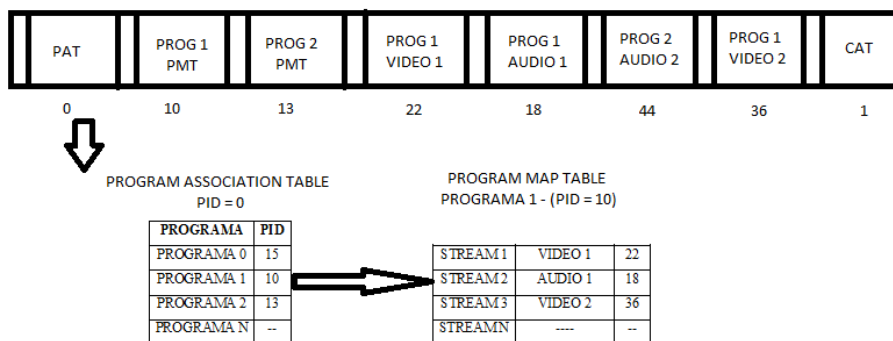


Figura. 1.5. Ejemplo de tablas MUX.

En cuanto a la capa física, se puede decir que es similar en todos los estándares.

PROCESO DE TRANSMISIÓN

Dispersión de energía. Selección al azar de los datos de entrada (paquetes MPEG-2), con el fin de distribuir la energía de la señal en toda la banda disponible. El codificador realiza una XOR de los bits de entrada con los bits de una secuencia pseudo-aleatorios, a excepción del byte de sincronismo (47_H).

Codificación externa. Coloca redundancia para proteger la información a través de un codificador Reed-Solomon (204, 188, 8), dicha codificación se realiza sobre los 188 bytes del TS, para generar los 16 bytes de paridad como se muestra en la Figura 1.6.

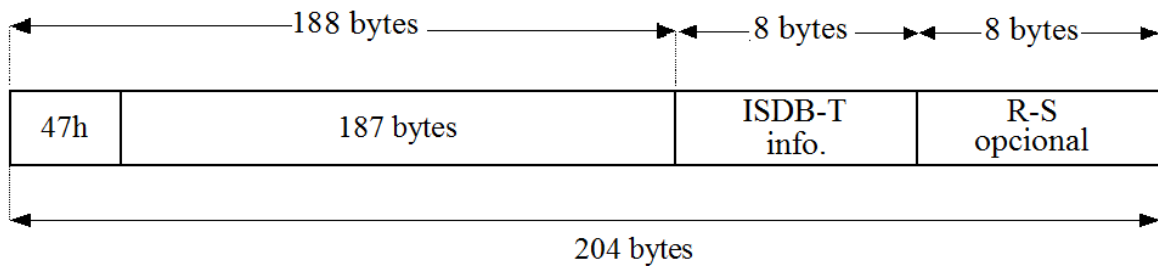


Figura. 1.6. Formato de la BTS.

Para el estándar brasileño la función del código externo es aumentar la robustez del sistema frente al ruido e interferencia introducida por el canal

Entrelazador externo. Su función es destruir las cadenas largas de errores que resultan de la transmisión que no se podrían corregir por los decodificadores. Se utiliza un entrelazador de bytes tipo convolucional de 12 brazos, corrigiendo las ráfagas de errores provocados por ruidos impulsivos en el canal mediante la distribución de los errores. Mientras más corto sea tendrá menor retraso.

En la Figura 1.7 se muestra un ejemplo con dos brazos de cómo se realiza el entrelazamiento, siendo la información la secuencia de la parte superior, obteniendo como resultado la secuencia de salida del entrelazador, los colores sirven para diferenciar como ingreso la secuencia, y el nuevo orden de la misma a la salida del entrelazador.

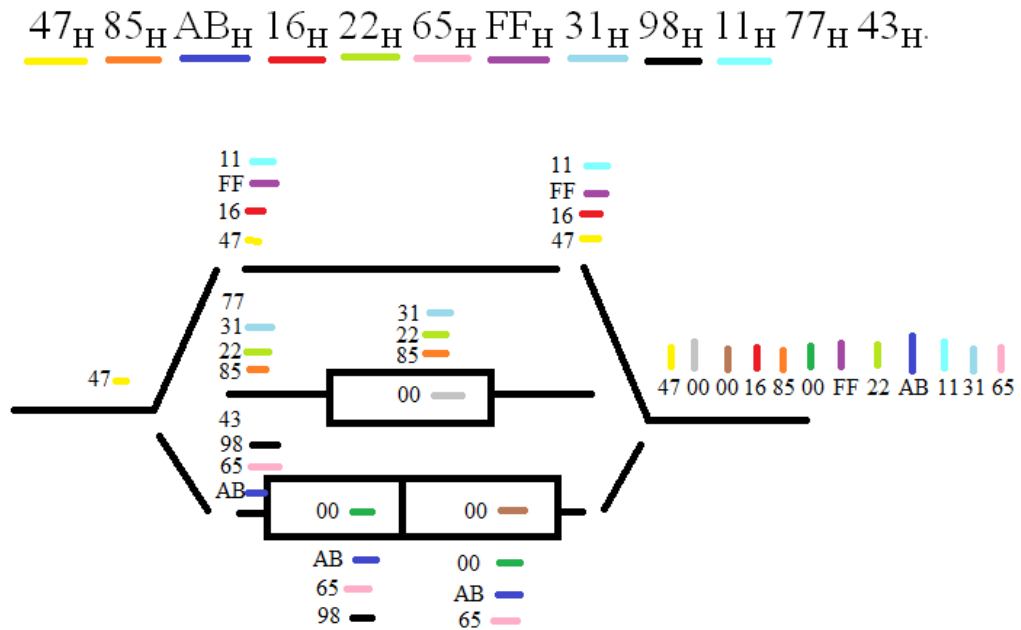


Figura. 1.7. Ejemplo de entrelazador de dos brazos.

Codificación interna. Protege los bits en la transmisión, utilizando códigos convolucionales de tasa 1/2 con 64 estados. Nos basaremos en la Tabla 1.6 como ejemplo.

Tabla. 1.6. Secuencia de transmisión de acuerdo a la tasa de código.

Tasa de código r	Estándar de funcionamiento	Secuencia de transmisión
1/2	X: 1 Y: 1	X ₁ Y ₁
2/3	X: 1 0 Y: 1 1	X ₁ Y ₁ Y ₂
3/4	X: 1 0 1 Y: 1 1 0	X ₁ Y ₁ Y ₂ X ₃

En la siguiente ráfaga de datos cual es la secuencia de codificación.

1 0 1 1 1 0

Si X: 1 0 1 0 1 0 1 1 e

Y: 0 1 1 1 0 1 0 1

a) $\frac{1}{2}$

X_1Y_1 : 1001110110011011

b) $\frac{2}{3}$

$X_1Y_1Y_2$: 101111101101

c) $\frac{3}{4}$

$X_1Y_1Y_2X_3$: 10110100101

Mientras vaya disminuyendo la tasa de transmisión también irá reduciendo la redundancia.

Modulación. Entre las principales características de este estándar se pueden mencionar que es bien flexible, ya que tiene diversos modos de operación que nos permiten escoger entre robustez y flujo de datos, permitiendo tres configuraciones distintas de transmisión, empleando el sistema de múltiples portadoras COFDM, con sus respectivos modos 2k, 4k y 8k, con el fin de mejorar la protección contra el desvanecimiento, incluyendo el intervalo de guarda para que la recepción sea sin fantasmas posibilitando las SFN, además presentan un buen desempeño en canales de múltiples recursos, ofreciendo movilidad.

Mapeado. En cuanto al mapeo se puede utilizar los siguientes tipos de modulación digital.

DQPSK, Es un QPSK diferencial, en donde se transmiten dos bits de información en una transición de fase. Es utilizada para televisión móvil.

QPSK, para transmisión de datos de usuario, o para transmisión celular en *one-seg* con el fin de mejorar la cobertura con dos bits por símbolo en la transmisión.

16-QAM, para transmisión terrestre en definición estándar, utilizando tanto fase como amplitud de la portadora para transmitir cuatro bits por símbolo.

64-QAM, para transmisión terrestre en alta definición, debido a que tiene mayor energía y potencia, con 6 bits por símbolo.

Canal de Radiodifusión.

Para un canal de radiodifusión con antenas omnidireccionales en el transmisor se suelen tener replicas que interfieren ya sea con atrasos o con variación de amplitud, o de fases lo que se podría cancelar con la transformada rápida de Fourier.

Banda de coherencia. El ancho de banda de coherencia de un canal de comunicación se define como el ancho de banda dentro del cual el canal puede considerarse plano.

- **Canal seletivo:** $BW_s > BW_c$
- **Canal plano:** $BW_s < BW_c$

Efectos del Canal. En el caso de sistemas de transmisión que necesitan tasas altas de transmisión de datos, el ancho de banda de señal debe ser mayor al ancho de banda de coherencia del canal.

Si la señal sufre desvanecimiento selectivo puede afectar en la recepción de la misma, por esto este tipo de efecto es considerado muy grave en el sistema de televisión digital terrestre.

Estimación del canal. Es necesaria para compensar las atenuaciones y rotaciones de fase sufridas por las subportadoras al pasar por el canal de comunicación, causando interferencia intrasímbolo.

Dicho efecto debe ser compensado por el receptor para que pueda hacer el proceso de decisión, además la estimación del canal para las portadoras de datos se realiza a través de una interpolación de portadoras piloto, se indica además que las portadoras piloto no llevan datos de usuario, únicamente el receptor podrá conocer los valores de amplitud y fase de dichas portadoras. Por último al aumentar las portadoras piloto se puede reducir el error en la estimación del canal pero también reducirá el flujo de datos en el sistema.

Portadoras TMCC (*Transmission Multiplexión Configuration Control*)

Las portadoras de señalización de los parámetros de transmisión informan al receptor las configuraciones utilizadas en la transmisión de la señal, las cuales pueden ser:

- Profundidad del entrelazador.
- Tasa del código interno.
- Tiempo de guarda.
- Modo de operación.
- Modulación.
- Cantidad de segmentos.

En el modo 1 existen 13 portadoras TMCC (1 por segmento). En el modo 2 existen 26 (2 por segmento) y en el modo 3 existen 52 portadoras (4 por segmento).

La modulación empleada por las portadoras TMCC es la DBPSK, que permite que el receptor decodifique los parámetros empleados en el transmisor automáticamente.

Los datos en las portadoras TMCC son retirados de los paquetes IIP, además la información transmitida en las TMCC son cíclicamente repetidas en cada cuadro OFDM. Las portadoras auxiliares también están disponibles en cada segmento de acuerdo con el modo de operación. La modulación de las AC's es exactamente que la utilizada por las TMCC's.

- Modo 1: 26 portadoras AC (2 por segmento)
- Modo 2: 52 portadoras AC (4 por segmento)
- Modo 3: 104 portadoras AC (8 por segmento)

También tenemos el descriptor IIP NSI (*Network Synchronization Information*), para sincronizar las SFN, con:

- *Synchronization Time Stamp (STS)*.
- Tiempo de retardo máximo.
- Información de control de equipamiento.
- Identificación de equipamiento.

La transmisión de varias entradas de datos del flujo de transporte se debe remultiplexar creando un único flujo de transporte TS, que pasará por una etapa de codificación del canal múltiple, enviado como señal OFDM. Dicha transmisión utilizará un entrelazador de tiempo para disminuir la tasa de errores en receptores móviles. El espectro de radiodifusión se formará de 13 bloques OFDM sucesivos, cada uno ocupará 1/14 del ancho de banda, configurados de tal manera que exista conexión entre los segmentos y satisfacer la necesidad del medio, por esta razón se denomina como sistema de “banda segmentada” OFDM-BST.

Los 13 segmentos son distribuidos como se muestra en la Figura 1.8 y en la Figura 1.9.

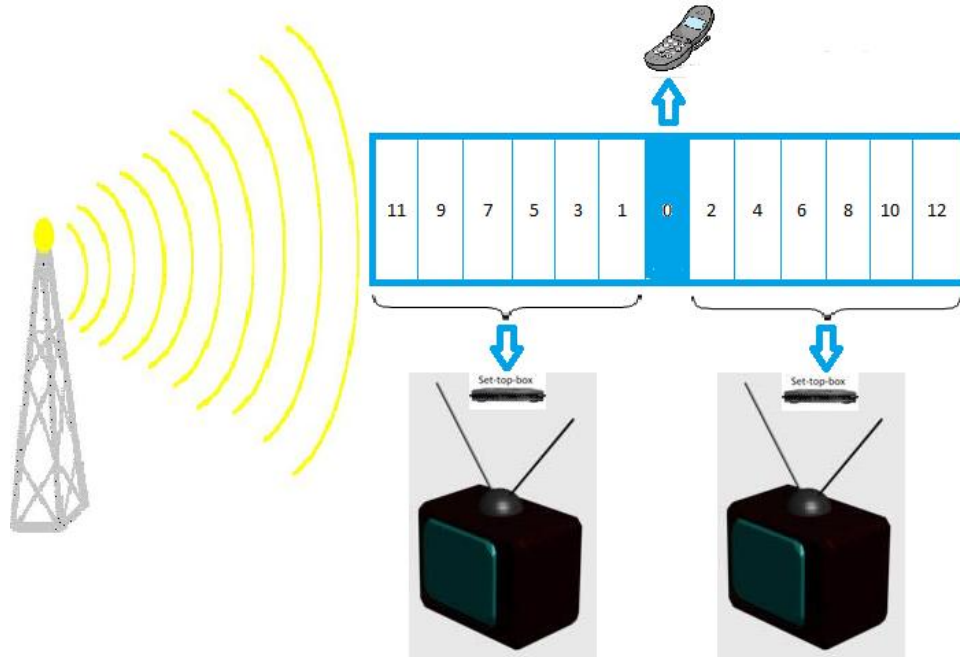


Figura. 1.8. Configuración de los segmentos para funcionamiento de *one seg* y SDTV

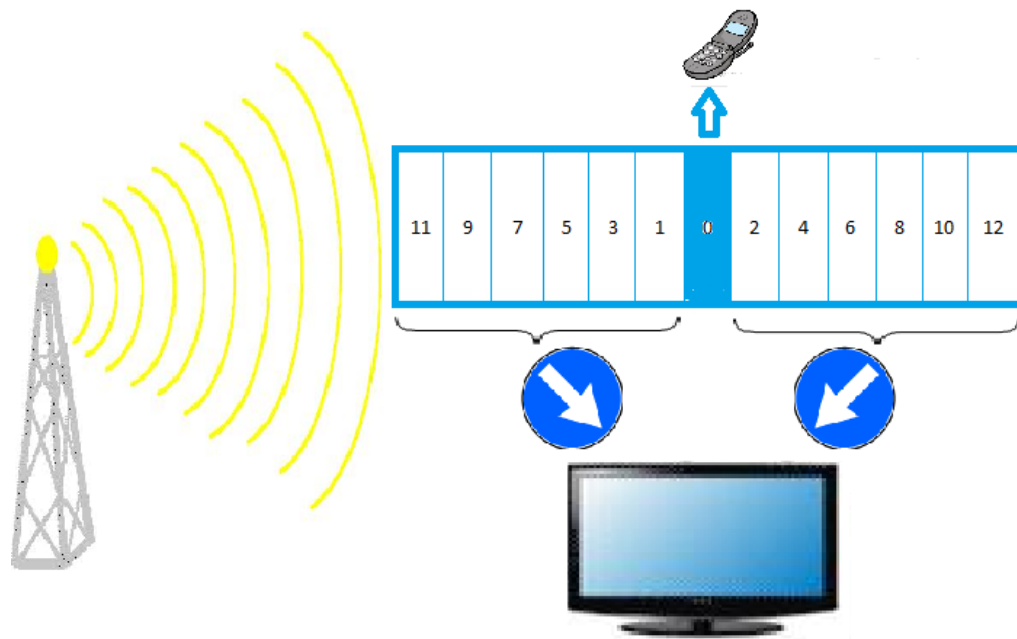


Figura. 1.9. Configuración de los segmentos para funcionamiento de *one seg* y HDTV

Se utilizará transmisión jerárquica, definiéndose tres capas jerárquicas, la A, B y C, es decir que un canal de televisión se usará para recepción *one segment*, definición estándar y alta definición respectivamente, pudiendo ser fija, móvil y portátil. De los 3 modos que maneja el modo 1 utiliza 1405 portadoras, el modo 2 2809 portadoras y el modo 3 5617 portadoras, con una duración de símbolo de 252us, 504us y 1008us respectivamente, y una separación de portadoras de AB/108, AB/216, AB/432.

El sistema brasileño ofrece tres opciones de separación de las portadoras OFDM, con las posibles configuraciones de parámetros que se indican en la Tabla 1.7 y en la Tabla 1.8, identificados como modos del sistema, para facilitar la operación de las estaciones SFN con receptores móviles que son afectados por el efecto Doppler.

Tabla. 1.7. Número de portadoras del estándar ISDB-Tb

Modo		Modo 1	Modo 2	Modo 3
Número de segmentos OFDM, N_s		13		
Ancho de banda $B = N_s \cdot B_s + \Delta f$		5,575... MHz	5,573... MHz	5,572... MHz
Número de portadoras.	Total, N_p	$108N_s + 1 = 1405$	$216N_s + 1 = 2809$	$432N_s + 1 = 5617$
	Datos, N_{pd}	$96N_s = 1248$	$192N_s = 2496$	$384N_s = 4492$
	Pilotos, N_{pp}	$9N_s = 117$	$18N_s = 234$	$36N_s = 468$
	Control, N_{pc}	$1N_s = 13$	$2N_s = 26$	$3N_s = 39$
	Auxiliares, N_{pa}	$2N_s = 26$	$4N_s = 52$	$8N_s = 104$

El intervalo de guarda aumenta la robustez frente a los múltiples recursos e interferencia intersimbólica (ISI), y solamente consiste en una copia del final del símbolo en su inicio, de esta manera la última muestra del símbolo OFDM es igual al valor de la primera.

La inserción del tiempo de guarda reduce el rendimiento del sistema. Cuanto mayor sea el tiempo de guarda mayor será el tiempo de dispersión que se inserta en el canal, pero mejor será el rendimiento del sistema

Con el fin de evitar la interferencia de las estaciones digitales en la recepción de emisoras analógicas y digitales que funcionan en canales adyacentes, las emisiones de las estaciones digitales deben cumplir con la máscara del espectro adecuada a cada situación.

Tabla. 1.8. Parámetros del segmento OFDM según el estándar ISDB-Tb.

Parámetro	Sim.	Modo1		Modo2		Modo3	
Ancho de banda del segmento	BW _s	3000/7 = 428,57 kHz					
Separación entre portadoras	Δf	250/63 kHz		125/63 kHz		125/126 kHz	
Número de portadoras activas por segmento	L _s	108	108	216	216	432	432
Número de portadoras de datos por segmento	L _D	96	96	192	192	384	384
Esquema de modulación de las portadoras		QPSK	DQPSK	QPSK	DQPSK	QPSK	DQPSK
		16QAM		16QAM		16QAM	
		64QAM		64QAM		64QAM	
Símbolos por cuadro	S	204					
Período útil de símbolo	T _U	252 us		504 us		1008 us	
Intervalo de guarda T _G	¼	63 us		126 us		252 us	
	1/8	31,5 us		63 us		126 us	
	1/16	15,75 us		31,5 us		63 us	
	1/32	7,875 us		15,75 us		31,5us	
Duración total de símbolo T _U +T _G , T _s	¼	315 us		630 us		1260 us	
	1/8	283,5 us		567 us		1134 us	
	1/16	267,75 us		535,5 us		1071 us	
	1/32	259,875 us		519,75 us		1039,5 us	
Duración total de cuadro S.T _s , T _c	¼	64,26 ms		128,52 ms		257,04 ms	
	1/8	57,834 ms		115,668 ms		231,336 ms	
	1/16	54,621 ms		109,242 ms		218,484 ms	
	1/32	53,014 ms		106,029 ms		212,058 ms	
Frecuencia de muestreo de la IFFT	f _{IFFT}	512/63 = 8,12698 MHz					
Código interno	Convolutional (n = 9792; r = ½, 2/3, ¾, 5/6, 7/8)						
Código externo	Reed-Solomon (n= 204, k = 188)						

En la Tabla 1.9 se muestran los valores de distancia máxima de reflexión que se pueden alcanzar en los modos de operación 1, 2 y 3.

Tabla. 1.9. Intervalos de guarda y distancias máximas de reflexión para los modos 1, 2 y 3.

Modo 1			Modo 2			Modo 3		
T _U (us)	T _G (us)	d (Km)	T _U (us)	T _G (us)	d (Km)	T _U (us)	T _G (us)	d (Km)
252	63	18,9	504	126	37,8	1008	252	75,6
	31,5	9,45		63	18,9		126	37,8
	15,75	4,72		31,5	9,45		63	18,9
	7,875	2,36		15,75	4,72		31,5	9,45

La frecuencia central de las compañías OFDM debe ser cambiado de manera positiva en 1/7MHz de la frecuencia central con respecto el canal UHF utilizado. En Brasil se establecen tres tipos de máscaras: no crítica, críticos y subcríticos, como se muestra tanto en la Figura 1.10, como en la Tabla 1.10, las cuales son parte de la regulación de dicho país, pero debería tomarse en cuenta para aplicar al caso de Ecuador.

Tabla. 1.10. Criterio de utilización de máscaras.

Clase de la estación digital	A, B y C			Especial	
Tipo de modulación de los canales adyacentes previsto o instalado en la misma localidad	Digital		Analógica	En ausencia de canal adyacente en la misma localidad	
Distancia en relación a la estación de canales adyacentes en la misma localidad	< 400 m	> 400 m	-		En presencia o ausencia de canal adyacente en la misma localidad
$P_{\text{digital}} < P_{\text{adyacente}} + 3$ dB	SUB CRÍTICA	CRÍTICA	CRÍTICA	NO CRÍTICA	CRÍTICA
$P_{\text{digital}} > P_{\text{adyacente}} + 3$ Db	SUB CRÍTICA				

P_{digital} = Potencia ERP de la estación digital.

$P_{\text{adyacente}}$ = Potencia ERP de la estación adyacente.

La Figura 1.10 indica que las atenuaciones mínimas de las emisiones fuera de la banda, para la potencia media del transmisor, se especifica en función de la desviación de la frecuencia central de las portadoras OFDM, las máscaras para no críticas, Subcrítica y crítica.

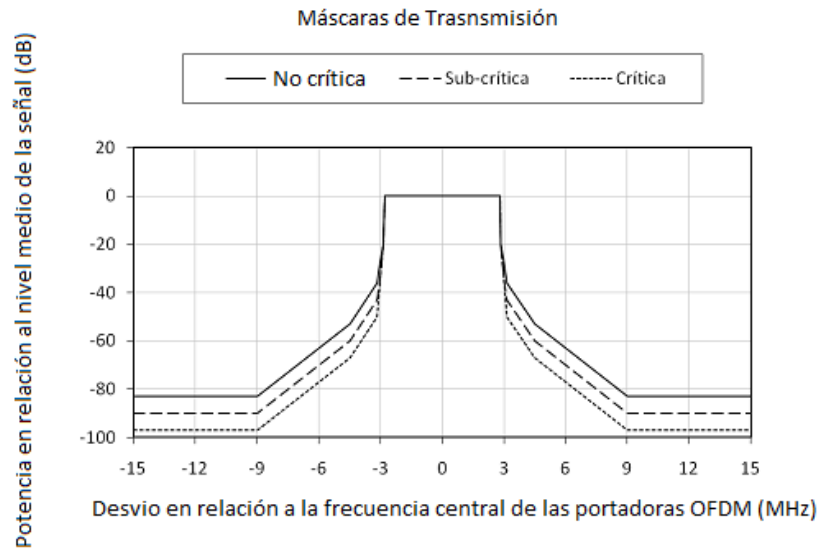


Figura. 1.10. Máscaras de Transmisión.

Movilidad y Portabilidad.

Utiliza el concepto de recepción parcial de un segmento (*one seg*), el cual utiliza codificación de video H.264 y de audio AAC encapsulado en el flujo de transporte y modulado a 64-QAM, con codificación convolucional $\frac{1}{2}$ e intervalo de guarda de $\frac{1}{8}$, la resolución máxima de video es de 320x240 pixeles y tiene una tasa de video de 128kbps y de audio AAC de 64kbps, como máxima, quedando 60kbps para transmisión de datos.

La transmisión en dispositivos móviles es la misma utilizada en el estándar ISDB-T, con la diferencia que el *one seg* japonés tiene cuadros máximos a 15fps, mientras que el brasileño los tiene a 30fps.

RED DE FRECUENCIA ÚNICA - SFN (SINGLE FREQUENCY NETWORK)

Las Redes de Frecuencia Única se forman cuando varios transmisores están transmitiendo la misma programación al mismo tiempo, su objetivo principal es el de aumentar la eficiencia espectral y lograr una mejor cobertura reduciendo las zonas de sombra.

En las áreas cubiertas por más de una señal, el receptor interpreta las últimas versiones de varias rutas de la señal deseada.

El tiempo de guarda determina la distancia máxima entre dos transmisores.

Para evitar la interferencia entre subportadoras, es necesario que todos los transmisores transmitan de la misma forma la onda en un instante dado de tiempo.

La sincronización entre los transmisores es vital. Todos los transmisores deben transmitir a la misma secuencia de datos en un símbolo OFDM dado.

Los atrasos de propagación en el enlace entre el estudio con los transmisores deben ser compensados en todos los moduladores de la red.

Para garantizar el sincronismo, todos los transmisores deben operar con una fuente común de reloj, la solución para esto es utilizando un GPS.

INTERACTIVIDAD.

Para la parte de interactividad se utiliza un *middleware* que fue innovado y desarrollado en Brasil denominada GINGA, el cual se detalla a continuación.

Mediante el software de interactividad, el televidente deja de ser pasivo, y pasa a ser un televidente activo, que puede interactuar con el televisor. Tenemos dos tipos de interactividad, los cuales pueden ser:

- Interactividad local. Cuando no utiliza canal de retorno, debido a que los datos están almacenados en el *Set Top Box*.

- **Interactividad completa.** Utiliza un canal de retorno. Y se divide a su vez en dos tipos.
 - **Interactividad Intermitente (Asíncrona).** Establece la conexión de manera temporal para el envío de información.
 - **Interactividad Permanente (Síncrona).** Tiene conectividad permanente para envío de información inmediato.

Con esto se tiene también la adhesión del contenido interactivo, el cual puede llevar datos, audio, video, imágenes y aplicaciones, denominado carrusel de datos, los cuales se comprimen para ser enviados.

En cuanto al canal de retorno puede ser:

- **Cableado.** Mediante cable modem, dial up, con las cuales la tasa de transmisión es muy baja, ó ADSL, que eleva la tasa de transmisión pero tiene un alcance limitado.
- **Inalámbrico.** A través de redes celulares, que resultan económicas con mayor tasa que la línea ADSL, Wi-Max ó LTE, con la que aumenta el flujo de datos, pero es costosa la implementación y faltan estructuras y por último vía satélite.

El dispositivo que manejará el software interactivo será el *Set Top Box*. La estructura del sistema completo se muestra en la Figura 1.11.

En caso de que exista interactividad en algún tipo de programación, se podrá visualizar un ícono que indique la misma. El ámbito de aplicación del *Middleware* esta justo entre los programas de televisión interactivos, que incluyen los productores de contenido, radiodifusores y servicios interactivos, y entre las terminales que son los *set top box*, que incluyen las implementaciones independientes, los distintos *hardward's* y sistemas operacionales, que se resumen en distintos tipos de *low-end STB* o *high-end STB*.

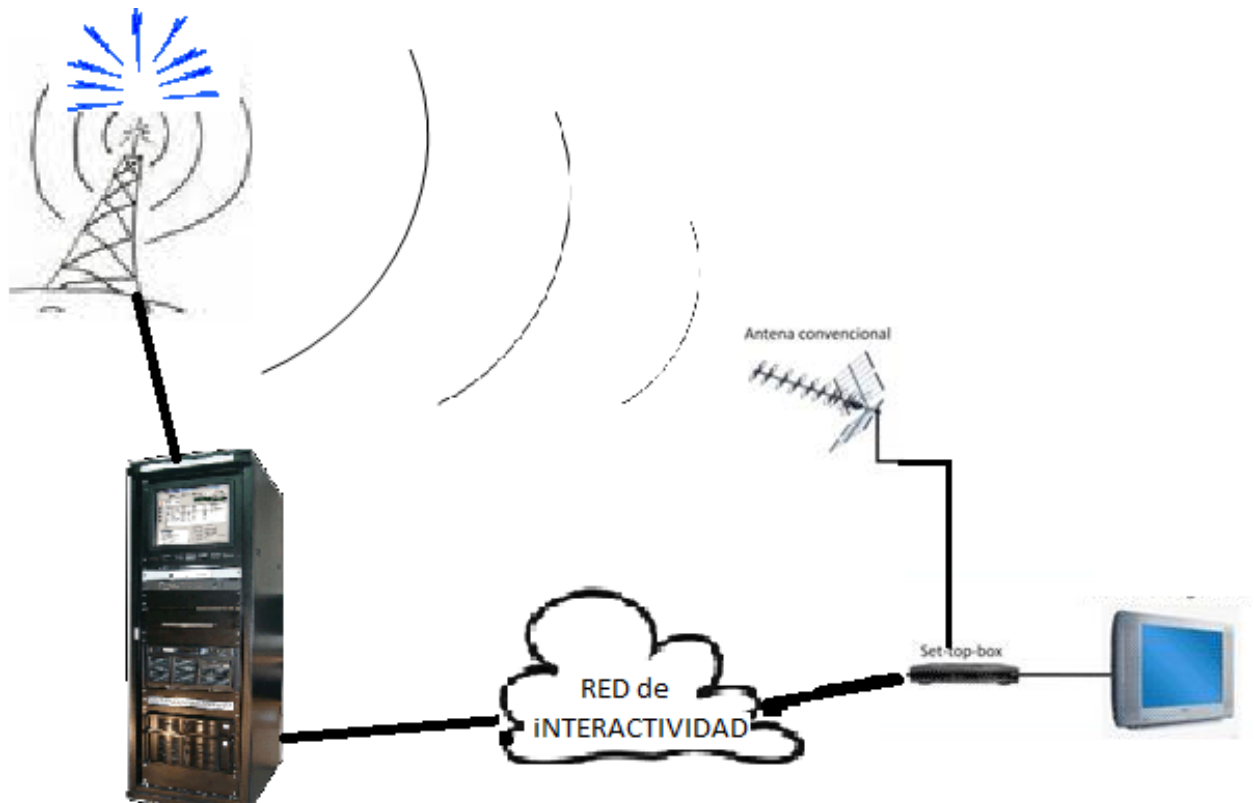


Figura. 1.11. Red de TV. Digital con canal de interactividad.

En cuanto a los estándares de la UIT que gobiernan a este tipo de middleware se tiene los siguientes.

- J.200: Núcleo común de ambiente de aplicación para interactividad digital de servicios de televisión a nivel mundial. Refiriéndose a la arquitectura del sistema.
- J.201: Armonización de formato de contenido declarativo para aplicaciones de TV interactiva. (*Ginga-NCL*).
- J.202: Armonización de formatos de contenido de procedimientos para aplicaciones de TV interactiva. (*Ginga J, JavaDTV*).

Con lo mencionado anteriormente se define la arquitectura del middleware GINGA como se muestra en la Figura 1.12.

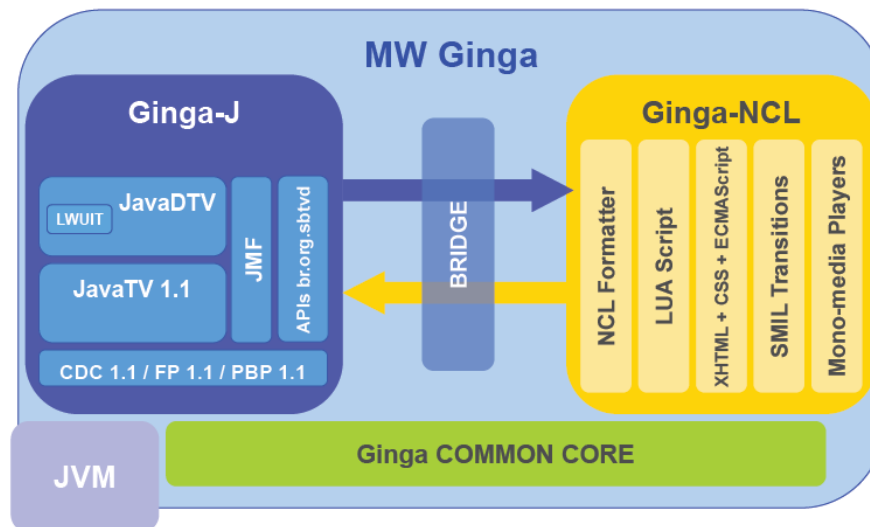


Figura. 1.12. Arquitectura del middleware GINGA.

GINGA-NCL

Máquina de presentación

- Basado en lenguaje declarativo, NCL (*Nested Context Language*).
- NCL es un lenguaje XML que:
 - o Describe el comportamiento temporal de una presentación multimedia.
 - o Asocia hipervínculos (interacción con el usuario) con objetos del medio.
 - o Define las opciones y el diseño para la presentación de contenido en diferentes dispositivos.

Formateador NCL.

Es el componente clave de GINGA-NCL.

- Es la máquina responsable de la decodificación del contenido declarativo NCL.

-
- Un documento NCL define apenas como los objetos del medio están estructurados y relacionados, en el tiempo y en el espacio.

Objetos del Medio

Un documento NCL tiene referencias a objetos del medio que son enviados en conjunto con él, durante la transmisión, como son:

- Objetos de imagen (GIF, JPEG).
- Objetos de video (MPEG, MOV).
- Objetos de audio (MP3, WMA).
- Objetos de texto (PDF, TXT).
- Objetos de ejecución (Xlets, Lua).
- Objetos de presentación en XHTML, ECMAScript, CSS y DOM.

Expositor de Media

El formateador NCL debe tener soporte nativo en forma de *plugins* o expositores media referenciados a los documentos NCL, como:

- Decodificadores de Medio.
- *XHTML Browsers*.
- *Java Virtual Machine (JVM)*.
- *Lua Virtual Machine (LVM)*.

Armonización con contenido XHTML.

- Compatible con la recomendación ITU-T J.201.

- Conjunto básico de elementos y APIs que deben ser soportados por los navegadores en relación a las especificaciones: XHTML, CSS, ECMAScript y DOM.
- Compatibilidad con los estándares BML, ACAP-X y DVB-HTML.

Componentes Principales.

- Formateador NCL.
- Decodificadores de Medio (Ej: video H-264).
- Expositor de media (Ej: Navegador XHTML).
- Máquinas virtuales (JVM, LVM).
- NCL Stream Events (DSM-CC).
- Puente de aplicaciones API.
- Elementos NCL <link> y <media>.
- Funciones LUA y métodos Ginga-J.

Los encargados de distribuir las aplicaciones interactivas son:

- Radiodifusores.
- Fabricantes de los receptores.
- Desarrolladores de software [12].

1.6. TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE

1.6.1. Situación Mundial de la Televisión Digital Terrestre.

Se presentará la situación actual de la televisión Digital Terrestre a nivel mundial, tomando como ejemplos países en donde se han adoptado los diferentes tipos de estándares,

los cuales son: el americano, el europeo, el chino, el japonés y el brasileño, sin profundizar en las razones que tuvo cada país para adoptar su estándar actual.

1.6.1.1.EUROPA.

REINO UNIDO.

Comercialmente fue lanzada en 1998, siendo el país europeo más adelantado en el desarrollo de televisión digital terrestre, teniendo mayor audiencia. Inicialmente no hubo suficiente acogida del modelo de televisión pagada con abonados que propuso el grupo audiovisual ITV, por lo cual tuvo que cerrar. Luego de esto en julio de 2002, un consorcio de la productora *Crown Castle* y la BBC obtuvieron la asignación de licencias, al cual se les unió posteriormente la cadena por satélite BSKyB para sacar *Freeview*.

Siendo *Freeview* una plataforma con la cual se ofrecen más de 30 canales gratuitos, y en conjunto con *Top Up TV* ofrece más de 10 canales de pago, generando un modelo mixto. Aproximadamente el 89,6% de los hogares británicos disponen de televisión digital, ya sea por cable, satélite, ADSL o TDT [13].

En cuanto a programación, los canales “nacionales” son casi los mismos en todo Reino Unido, excepto en Escocia y Gales que tienen canales exclusivos. Además que los canales temáticos tienen variedad comparados con cualquier país europeo. Todos los canales británicos se transmiten en abierto (en el área de cobertura puede ser visualizado por cualquier persona que posea el decodificador).

Vale la pena señalar que el desarrollo que ha alcanzado Reino Unido en cuanto a la radiodifusión digital se debe a la oferta gratuita que existe de servicio multicanal y también porque los precios de los *Set Top Box* disminuyeron.

Por último vale indicar que la fecha del apagón analógico para Reino Unido está estimada para que ocurra en el período entre los años 2008 – 2012, la cual es la fecha límite [14].

ALEMANIA.

La digitalización se ha llevado de una manera minuciosa, centrándose en la portabilidad y movilidad, más no en optimizar el espectro, lo que hizo que la TDT se implantara con un proceso descentralizado, para lograr el apagón analógico de manera progresiva.

Observando las malas experiencias en otros países europeos por la adopción de sistemas de pago, Alemania implanta un modelo gratuito, señalando que en cuanto a la penetración de la televisión, este país se ha caracterizado por la transmisión por cable (57.3%) y por satélite (36.7%), quedando rezagada la televisión analógica con 6%. La coordinación entre los radiodifusores se realizó mediante la creación de una entidad específica para la transición a la TDT (*Das Uberall Fernsehen*). La emisión en *Simulcast* fue corta, de 6 a 9 meses, además que los fondos del Estado cubrirán el coste adicional que esta emisión conlleve.

Mantener el precio de los sintonizadores al alcance de la población luego de que ocurriera el apagón analógico en Berlín/Brandemburgo en noviembre de 2003, ha beneficiado mucho al resto de zonas, adquiriéndose un gran número de *Set Top Box*. La televisión tradicional no proporciona contenidos de pago, pero mediante el sistema DVB-H y terminales móviles se puede acceder a ellos [15].

FRANCIA.

La televisión digital terrestre tuvo su inicio el 31 de marzo de 2005, proceso formado de dos fases de implantación, la primera, con la emisión de varios canales en abierto, y la segunda con la transmisión de canales de pago, iniciando el proceso a inicios del 2008

ofreciendo más de 18 canales gratuitos, y 11 canales por pago, con la posibilidad de alta definición. El apagón analógico se estima realizar en el momento en que la cobertura terrestre sea al menos 95% de la población, debido a que existen problemas de cobertura en zonas con poca recepción, para lo cual se propone utilizar sistemas de televisión por cable o satelital, esperando que la digitalización se complete en el mes de noviembre del año 2011.

En el país francés se creó *Groupement Télévision Numérique pour Tous (Groupement TNT)*, para fomentar el desarrollo de la TDT, integrando radiodifusores públicos y nuevos entrantes [13].

ITALIA.

Italia se ha caracterizado por la alta presencia de Radio Televisión Pública Italiana (RAI), a través de tres canales, y MEDIASET, el cual en diciembre de 2003 lanzó su oferta digital, seguido por RAI en 2004 con dos multiplex de los cinco que Italia posee. Inicialmente el modelo televisivo era gratuito, pero con el tiempo se ha convertido en un modelo híbrido con la introducción de la televisión por pago, lo cual no ha sido mayor impedimento para el desarrollo de la televisión digital, ya que el gobierno ha colaborado con la subvención de los *Set top box*, para incluir servicios de *e-government* y alentar el apagón analógico que se ha postergado debido a la poca penetración que ha existido en el país, ya que se tenía previsto para 2006, y ahora se contempla iniciar el proceso en 2008 y terminarlo en 2012. La ayuda del gobierno también ha permitido que Italia siga siendo el país europeo de referencia con respecto a la TDT y a las aplicaciones interactivas, las cuales son más explotadas en los canales por pago [15].

ESPAÑA.

La primera plataforma de televisión digital terrestre en España fue Quiero TV, la que ofrecía 14 canales y gran variedad de servicios, como internet e interactividad, pero al tener acceso por pago quebró, además que las plataformas de cable y satélite le ganaron usuarios.

Ante esto el gobierno interviene para reavivar el desarrollo de la TDT reasignando las frecuencias que quedaron libres a la entidad pública RTVE, la cual tendrá 9 canales, 6 cadenas comerciales de 4 canales cada una, además de autonómicas de 2 multiplex, la que tiene libertad de explotar o concesionar, siguiendo el patrón británico.

A fines de 2004, luego de 4 años de no concretar nada, el gobierno toma medidas urgentes para impulsar la TDT, y se aprueba el Plan Técnico de Televisión Digital Terrestre, en el que resumiendo establece el lanzamiento de la TDT en Noviembre de 2005, adelantando el apagón digital a 2010, exactamente se produjo el 3 de abril de dicho año, estableciéndose un cronograma para extender la cobertura en un 95% y 98%, y prevenir una mayor asignación de frecuencias para ofrecer algunos servicios, señalando que en el período de transición RTVE utilizará un multiplex (5 canales), siendo 3 comerciales y 2 abiertos [16].

RESTO DE EUROPA.

La desconexión analógica terrestre ha tenido lugar en 16 países europeos, empezando desde el primer país que logró la transición completa, tenemos: Luxemburgo, Países Bajos, Finlandia, Andorra, Suecia, Suiza, Bélgica, Alemania, Dinamarca, Noruega, Gales, España, Letonia, Estonia, Croacia y Eslovenia además en algunas regiones de Austria, Bélgica, República Checa, Francia, Italia y Reino Unido. A fines de 2010 e inicios de 2011 la desconexión se llevará a cabo en Malta, Islandia, Chipre, Serbia y Austria. Mientras que para el año 2012 países como Bulgaria, Eslovaquia, Grecia, Hungría, Italia, Portugal, Rumania, tienen planificado dicho apagón. Actualmente hay servicios de TDT por pago en 19 países europeos, siendo el número de canales disponibles en total superior a los 1460, de los cuales 700 son canales locales. Solamente en ocho países europeos: España, Italia, Francia, Reino Unido, Noruega, Estonia, Lituania y Hungría, se encuentran disponibles los canales de alta definición HD, siendo Finlandia y Suecia los próximos que se unan a este grupo a finales de 2010 e inicios de 2011.

Los países que tienen servicios de pago de televisión digital terrestre de la unión europea son: Alemania (limitado), Reino Unido, Dinamarca, Estonia, España, Italia, Letonia, Finlandia, Lituania, Francia, Malta, Suecia, Hungría, Países Bajos y en algunos países no miembros de la unión europea, como Islandia, Albania, Noruega, Macedonia y Suiza. Pero este servicio por pago ha tenido dificultades en algunos otros países como, Irlanda, Chipre y Portugal, teniendo que ser cancelado [17].

1.6.1.2.ASIA Y OCEANÍA.

AUSTRALIA

Este caso es especial debido a que su sistema analógico es PAL B, ocupando 7MHz de ancho de banda. En este país existió planeación y metodología tomando en cuenta a las personas que serían afectadas por el cambio de tecnología del sistema televisivo, por lo que se tomaron en cuenta las conocidas SFN (*Single Frequency Network*), con el fin de mejorar la administración del espectro. Se consideraron aspectos de HDTV, que deben tener formato de 1920 pixeles x 1080 líneas conocido como CIF (*Common Image Format*). Además se utilizó la tasa de frecuencia vertical de 50 Hz.

Se realizaron pruebas en todo el país, para seleccionar el sistema DVB-T. Finalmente se escogió el que se basaba en un modelo de HDTV, teniendo gran penetración, inclusive mayor que la de Reino Unido. Algo novedoso es el sistema *triplecast* que existe en este país, debido a que al inicio transmitía en definición estándar, en espera de la llegada de los receptores para alta definición. Actualmente se puede visualizar programas en tres formatos, siendo dos de ellos digitales.

La televisión Digital Terrestre empezó en el año 2001, cuando en las ciudades importantes como Melbourne, Sydney, Brisbane, Adelaide y Perth, se comenzó a transmitir de modo digital. Existe una compañía privada llamada *Digital Broadcasting Australia* (DBA), la

cual tuvo 24 miembros fundadores interesados en el éxito de la implementación de la TDT en Australia, habiéndose incrementado el número de miembros ahora hasta 59

En Octubre de 2008, El *Digital Switchover Taskforce* anunció formalmente las fechas de apagón analógico, el cual empezó el 30 de Junio de 2010 en Mildura y terminará en el año 2013, cuando Melbourne, Sydney, Adelaide y las zonas remotas lo hagan [18].

CHINA.

Este país se caracteriza por haber implementado su propio estándar de televisión digital, denominado *Digital Multimedia Broadcast-Terrestrial/Hand-held* (DMB-T/H), el cual brinda servicio tanto a terminales fijos como a terminales móviles, atendiendo a aproximadamente el 50% de la población televidente, sobre todo en áreas marginales, como lo son las áreas rurales y suburbanas.

El servicio de televisión ocupará las bandas de VHF-III y UHF, con un ancho de banda de 8MHz por canal. El estándar chino tiene dos opciones en cuanto a portadora, esta puede ser simple, o también puede ser múltiple. Además se desarrolló la norma llamada GB 20600-2006, que entró en vigencia en agosto del 2007, parte de ésta norma se la conoce como ADTBT (*Advanced Digital Television Broadcast-Terrestrial*), basada en una sola frecuencia de portadora y la cual se dice que cubre mayores distancias con menor potencia, en conjunto con receptores sensibles a señales de baja potencia, siendo ideal para usar HDTV ya que tiene mejor rendimiento.

Se dice que el estándar chino se asemeja más con el estándar ISDB-T, que con el europeo DVB-T, debido a que en China y Japón la característica principal es el consumo de potencia. Por otro lado el gobierno chino con el fin de acelerar las emisiones digitales, ha decidido ofrecer gratuitamente los *Set Top Box*, para que la población entre en el sistema de televisión por pago. Se dice que el apagón analógico llegará en el año 2015 [19].

TAIWAN.

En este país existe el sistema de televisión por cable y las señales FTA (*Free to Air*). Seleccionando el estándar ATSC en 1998, para luego en 2001 cambiarlo por el DVB-T para canales de definición estándar en fijo y móvil a 6MHz.

La televisión digital terrestre fue lanzada el 2 de Julio de 2004, actualmente están en la etapa de *simulcast*, siendo el 2013 la fecha que se tiene planeado reemplazar las transmisiones analógicas con las digitales en todo el territorio, además que el gobierno asistirá a las familias de escasos recursos, para que no tengan problemas en la transición [20].

COREA DEL SUR.

Corea del Sur escogió el estándar ATSC en el año 2001, decisión que se tomó en 1997, por el Comité de Radiodifusión de Televisión digital terrestre, la cual se reafirmó en julio del 2004, dando inicio a las transmisiones a nivel comercial, con cinco estaciones en la capital. Además Corea es el líder mundial en servicios de Televisión Interactiva con este estándar con OCAP (*Open Cable Application Platform*) y con ACAP (*Advanced Common Application Platform*).

Para promocionar la TDT, el gobierno se valió del mundial de fútbol 2002 y de los juegos asiáticos en el mismo año, incrementando el interés de su pueblo en los servicios de la TDT, además de brindar información acerca de la nueva tecnología, y con colaboración de radiodifusores y fabricantes que ofrecen receptores digitales en promoción. Además se promueve la televisión en alta definición, transmitiendo 13 horas de programas a la semana.

El apagón analógico está estimado para finales del año 2012 [19].

JAPÓN

Japón inició la transmisión de televisión digital terrestre en su área metropolitana en diciembre de 2003, con 8 estaciones en Tokio y siete en Osaka y Nagoya, adoptándose un plan estratégico, el cual obligaba a las radiodifusoras proveer valor agregado para los consumidores actuales de televisión analógica, y también brindar el 50% de programación en HDTV, en el formato 1080i.

La televisión digital terrestre para teléfonos móviles empezó el 1 de abril de 2006, permitiendo ver televisión siempre en cualquier lugar, con calidad estable de recepción, usando *One segment* que se ubica en el centro de los 6 MHz, en donde los receptores móviles reciben solamente la información de banda angosta, a una velocidad de transmisión de datos de 630kbps y modulación 16QAM. El estándar de televisión móvil japonés también será utilizado en América del Sur.

El gobierno japonés planea completar la conversión digital en todos los hogares de su territorio el 24 de Julio de 2011, realizando la implementación de diseños escalables, integrados y con un uso eficiente de potencia [21]

HONG KONG.

Existen dos cadenas de televisión, ATV (*Asia Televisión Limited*) y TVB (*Televisión Broadcasting Limited*), siendo TVB el canal de televisión FTA predominante del territorio. Pero en octubre de 2007 ambas empresas acordaron utilizar MPEG-2 como formato de video para la transmisión simultánea de algunos canales, además que H.264 sería el formato a implementar para la radiodifusión de todos los canales digitales a partir de noviembre del mismo año.

El inicio de la televisión digital terrestre en Hong Kong fue el 31 de diciembre de 2007, y constará de varias fases, dependiendo de la finalización de los transmisores. Se espera que los transmisores más importantes ya hayan sido implementados hasta 2008, y que la transición de televisión analógica a televisión digital terrestre sea en el año 2012.

La Oficina de Autoridad de Telecomunicaciones de Hong Kong anunció que habrán dos versiones de *Set Top Box* disponibles en el mercado para el inicio de las transmisiones de HDTV, el receptor básico, con el cual recibirá las señales básicas, restringido a contenidos de definición estándar y decodificación de MPEG-2, y el otro receptor superior, el cual recibirá contenidos en estándar y alta definición, decodificados en MPEG-2 y H.264, siendo estos receptores más costosos.

En cuanto al resto de países de Asia se estiman las siguientes fechas para que realicen el apagón analógico, Indonesia en el año 2014, Malasia para el año 2015, India en 2017. En cuanto al país perteneciente a Oceanía, Nueva Zelanda lo realizará en el año 2013 [22].

1.6.1.3.AMÉRICA.

ESTADOS UNIDOS DE NORTE AMÉRICA.

En el año de 1996 se adoptó el estándar ATSC de televisión digital terrestre, para lograr cubrir todo su territorio, pero para tener servicio satelital y servicio móvil lo hace con la tecnología DVB, en cambio para televisión por cable se usa DVB-C, la cual es un conjunto de estándares STECQAM.

La transición en Estados Unidos viene desarrollándose de manera muy rápida, teniendo más de 1500 estaciones radiodifusoras, llegando a todos los hogares norteamericanos, dejando satisfechos a los televidentes con los nuevos beneficios. Se suponía que fuera el 31 de diciembre del 2006, pero por mandato de la Comisión Federal de las Telecomunicaciones (FCC), las emisiones debían ser únicamente digital antes del 17 de febrero de 2009,

entregando nuevamente a la FCC las frecuencias utilizadas entre los canales 52 y 69, pero hubo una extensión de la fecha para que esto sucedería, hasta el 12 de junio de 2009. Este aplazamiento se debió a que los usuarios no adquirieron los televisores digitales por ser muy costosos, y por la falta de contenidos, a pesar que los radiodifusores alcanzaron un alto grado de cobertura.

Las radiodifusoras estadounidenses fueron un factor muy importante en la implementación de televisión digital terrestre, ya que se les otorgaron licencias para utilizar un canal analógico y un canal digital de 6 MHz gratuitamente con el fin de lograr la transición lo más pronto posible, una vez ocurrido esto los radiodifusores entregarían al Estado las frecuencias utilizadas para las transmisiones analógicas, las cuales se utilizarían para brindar nuevos servicios. Pero existieron problemas debido a los precios elevados de equipos de producción, transmisión y recepción.

En este país se desarrollaron *Set Top Box* de bajo precio facilitando la penetración a la población de todo el territorio, colaborando a la inclusión social. Además este país es el primero en realizar el apagón analógico en nuestro continente.

En cuanto a contenidos existen tres redes televisivas dominantes (ABC, CBS y NBC), las cuales decidieron ir por el ámbito de programación de alta definición, brindando mayor calidad tanto en imagen como en sonido, en lugar de ampliar la oferta televisiva [23].

MÉXICO.

México escogió el estándar ATSC de televisión digital terrestre en Julio de 2004, debido a que Canadá adoptó el mismo estándar, además algunos factores que influyeron para tomar esta decisión son:

- La posibilidad de transmitir en alta definición en el canal de 6 MHz utilizado actualmente para transmisiones analógicas.

- Eficiencia de transmisión, incrementando la cobertura utilizando menor potencia.
- A través de la economía de escala se podría reducir el valor de aparatos receptores, favoreciendo a la población.
- Opciones para brindar nuevos servicios y aplicaciones portátiles y móviles

Desde el punto de vista de los radiodifusores, se tomaron en cuenta elementos como la existencia de flexibilidad y gradualidad durante la instalación de estaciones de televisión digital terrestre, al empezar transmisiones en áreas cubiertas por las señales analógicas duplicándolas inicialmente para luego reemplazarlas.

Hoy en día existen cerca de 34 estaciones transmisoras en 9 ciudades, pero existen tres grandes cadenas televisivas que son Televisión Azteca Multimédios Estrellas de Oro y Televisa, siendo más de 660 señales de televisión las que tienen que actualizar equipos transmisores y de producción, y obviamente los receptores en cada hogar.

Se creó un Comité Consultivo de Tecnologías Digitales para la Radiodifusión (CCTDR) con el fin de definir las bases de estudio, evaluación y desarrollo en lo que respecta a la tecnología digital para la radiodifusión en mejora de servicios.

Para el desarrollo de la transición, se deberá generar condiciones de accesibilidad económica de los dispositivos receptores y decodificadores de televisión digital para el consumidor, para que el usuario se vea beneficiado con la nueva tecnología debido a que existirá mayor fidelidad y resolución en la imagen y sonido, además de los nuevos servicios digitales.

Se debe optimizar el uso del espectro durante la transición para que puedan convivir señales analógicas y digitales a la vez, para lo cual se asignará una señal digital por cada señal analógica que tenga el concesionario, para que sean operados simultáneamente, siendo las

señales digitales transmitidas en alta definición o en calidad mejorada (EDTV), pero la programación debe ser la misma tanto en analógico como en digital.

La estrategia de transición está basada en realizarla gradual y progresivamente desde el año 2004 hasta el 2021 en seis períodos trianuales, plazo que fue reducido hasta el año 2015 en el IV Informe de Gobierno del mandatario Felipe Calderón Hinojosa [24].

REPÚBLICA DOMINICANA.

Actualmente están asignados para el servicio de radiodifusión 408 MHz, entre 54-806 MHz, contando en UHF y VHF con 43 canales de televisión. Este país apoyaba la iniciativa de que todo el hemisferio americano adoptará el mismo estándar para televisión digital para favorecer a los inversionistas. Se creó el “Comité Interinstitucional para la Transición de la Radiodifusión Televisiva Análoga a Digital en la República Dominicana”, con el fin de evaluar la factibilidad para el uso de sistemas de televisión digital terrestre, incluyendo los de HDTV, elaborando un Plan Tentativo de Distribución de canales en las bandas VHF y UHF, basándose en las características técnicas de sistemas de TDT, para facilitar la transmisión simultánea de señales tanto analógicas como digitales, hasta que se implemente definitivamente solo sistemas de TDT. Además para analizar la situación económica de la población en la adquisición de receptores para la nueva tecnología.

República Dominicana adoptó el estándar ATSC para la implementación de Televisión Digital Terrestre en julio de 2006. Se indicó que algunos concesionarios ya poseen sus equipos digitales, debido a que el gobierno señaló que se brinden todas las facilidades a los concesionarios para conseguir sus equipos para cualquier sistema de televisión. El gobierno además definió un plazo de cinco años para realizar la transición en el país, asignando esta responsabilidad a INDOTEL, además se establece como plazo máximo para realizar el apagón analógico el mes de septiembre del 2015, teniendo los concesionarios los años posteriores a esta fecha límite para adaptar sus equipos, empezando el proceso de transición en 2009 [25].

RESTO DE CENTROAMÉRICA.

En El Salvador se adoptó el estándar ATSC para televisión digital Terrestre como inicio de su éxito de transición, además de haber definido la fecha del apagón analógico, para el 31 de diciembre del 2018, el cual será supervisado por la Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones.

En Nicaragua se negoció con Brasil para la adopción de estándar de televisión digital terrestre, para obtener *set top box* a menor costo, ya que el modelo japonés-brasileño tiene mayor cobertura. Aún no se ha definido fecha para apagón analógico, ni del todo el estándar.

En Panamá se decretó que cada operador analógico actual, ya sea de radio o televisión, podrá operar un canal digital en un período de 10 años. Esta nación adoptará el estándar europeo. Se tenía previsto iniciar en la transición en el año 2010 y realizar el apagón analógico en el año 2020.

Costa Rica también adoptó el estándar de televisión digital terrestre japonés-brasileño (ISDB-Tb) en mayo de 2010, debido a su robustez técnica y porque se adapta de mejor manera a ese territorio, luego de efectuar pruebas técnicas. Tiene previsto el apagón analógico para diciembre de 2018.

En Guatemala se inició la planificación de actividades de transición de la radiodifusión de televisión analógica a digital desde 2005, considerando de manera especial los aspectos económicos, comerciales, gubernamentales, regulatorios y operativos. En cuanto a la planificación se tomará en cuenta las necesidades del país respecto a la radiodifusión de televisión digital terrestre, cantidad y variedad de servicios a brindar, mejorando la educación, la salud y la seguridad pública, utilizando eficientemente el espectro radioeléctrico, analizando la situación de los radiodifusores actuales y los nuevos, verificando los procedimientos de adjudicación de licencias y asignación de canales para televisión digital terrestre [26].

COLOMBIA.

La televisión es catalogada en este país como un medio de gran influencia sobre la población ya que informa, entretiene y educa, por lo cual es importante adoptar la nueva tecnología de televisión para brindar todo lo mencionado anteriormente pero con mayor calidad, lo que permitiría disminuir la brecha digital.

La implementación de la TDT se llevará a cabo por la CNTV, conjunto con otros agentes del sector, de manera gradual, interviniendo, gestionando y controlando el uso del espectro, evitando monopolios.

Se escogió el estándar de televisión digital terrestre europeo (DVB-T), por lo cual se están adecuando estaciones para transmitir TDT, esperando que a fines de 2010 el 40% de la población tenga transmisión de TDT en canales públicos nacionales y 25% con canales nacionales privados. Pero en general para fines de 2011 se proyecta que un 25% de la población ya tenga el servicio de TDT.

En cuanto a la distribución de dispositivos la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC) determinó que tipo de información se solicitará a fabricantes y comerciantes acerca del estándar, para que los usuarios no sean perjudicados, considerando que los televisores que se utilizan actualmente solo funcionarán hasta el año 2019.

Los factores a tomar en cuenta para la transición son las condiciones de las licencia para TDT, con sus debidos procedimientos tanto para la adjudicación, asignación y distribución, basándose en términos y condiciones ya sea de programación y control de contenidos como para la distribución de equipos para los consumidores. Por último se debe establecer fechas y plazos para cumplir con la transición [19].

VENEZUELA.

En Venezuela la Comisión Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL) creó un proyecto de Televisión Digital, con el fin de escoger el estándar a utilizarse, partiendo de estudios en cuanto a la implementación del nuevo servicio, para lograr la transición en el menor tiempo posible. Este proyecto se ha dividido en tres fases:

Fase 1.

Elaboración de informe técnico general de los principales estándares para televisión digital terrestre, para determinar el que más convenga al país, teniendo en consideración el estudio de los estándares, las experiencias de otros países, el aspecto económico y la distribución del espectro para la televisión abierta.

Fase 2.

Se consultó acerca de estándares existentes los actores involucrados en la transición, como lo son las empresas que fabrican equipos de TDT, a las estaciones televisivas, y otros sectores, a Organismos Internacionales, a los entes reguladores de las telecomunicaciones de algunos países.

Fase 3.

Fase en la que se definirán los adecuados procedimientos para realizar la transición a TDT, basándose en hechos experimentales como en normas. Esto se pretende realizar mediante pruebas piloto, analizando y definiendo la transición modificando el Marco Regulatorio en caso de ser necesario.

El estándar de televisión digital terrestre escogido por Venezuela es el japonés-brasileño ISDB-Tb, lo cual se anunció en Octubre de 2009, estableciendo que su aplicación brindará servicios en zonas de difícil acceso, permitiendo Telemedicina y Teleeducación. Las bondades del estándar escogido son la recepción portátil, menor interferencia, además que otros países latinoamericanos definieron el mismo estándar, lo cual será una herramienta

importante para consolidar dicho estándar. Se definió como fecha de fin de transmisiones analógicas el año 2018 [19].

PERÚ.

En este país se creó la Comisión de Estudio y Definición de los Estándares de Radiodifusión Digital, la cual ha reservado la Banda IV: 470-584 MHz, es decir desde el canal 14 hasta el 32, solo para transmisión de televisión digital terrestre, sin que ningún otro tipo de transmisión se realice en dicha banda.

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Planificación y Promoción del Desarrollo de los Servicios de Telecomunicaciones es el ente peruano que fomentará la implementación de los sistemas de transmisión digital, siendo el Sub-sector de comunicaciones el que ejercerá la reserva de los servicios de radiodifusión por televisión, desarrollando y ejecutando planes para la gestión, supervisión y control del uso del espectro radioeléctrico, garantizando competencia, eficiencia, variedad de servicios sin permitir que se creen monopolios en el sector.

El organismo se encargará de proponer la norma de transmisión, determinando alcances de cobertura de televisión digital, mediante el Plan para Implementación de la Televisión Digital.

Se basará en brindar servicio de señal abierta gratuita para la televisión de estándar o alta definición, incorporando servicios de valor agregado, a todos los sectores en especial a las zonas necesitadas.

La transición conllevará un gran impacto en los hogares, debido a que el televisor será el medio a través del cual la población accederá a todos los nuevos beneficios. En lo posible se desea compatibilizar las tres plataformas de difusión de televisión existentes en este país, haciendo referencia a la difusión terrestre, por cable y satelital.

Para la puesta en marcha del plan de transición se requiere tener autorización para el funcionamiento de estaciones de televisión digital terrestre, realizando una planificación de canales por zonas de servicio, definiendo un período para la transición y una fecha para el apagón analógico.

Finalmente en abril de 2009 el país peruano eligió el estándar ISDB-Tb, siendo en marzo de 2010 el inicio de la transición y el 2011 sea el año en el que se comience a recibir transmisiones digitales, esperando que el apagón analógico empiece en julio de 2020 y termine en el año 2024, debido a que se efectuará por territorios [27].

ARGENTINA

En este país también se creó un grupo de trabajo el cual se encargará de guiar al gobierno en la decisión del estándar para adoptar el nuevo sistema de televisión digital terrestre. En el año de 1998 se había seleccionado el estándar ATSC, pero se aplazó la decisión de su implementación.

La intención de la transición de la televisión se basa en fomentar el desarrollo tecnológico e industrial de la nación, creando nuevas formas de negocios, adaptándose a la situación económica de la población, permitiendo la implementación gradual, minimizando los costos para los usuarios, brindando nuevos servicios.

Todo lo anterior se piensa realizar por etapas, las cuales se mencionan a continuación.

Etapas 1.

Lo principal en esta etapa es definir el estándar de televisión digital terrestre con su respectiva plataforma, estableciendo un período de transición de televisión analógica a televisión digital. Impulsando el aumento de producción nacional, tanto de contenidos como de negocios y disminuyendo la dependencia tecnológica,

Etapa 2.

A continuación se procedería a desarrollar servicios y todo lo que respecta a la tecnología que se manejará con el nuevo sistema, modificando el marco regulatorio actual si es necesario, con el propósito de establecer las reglas que beneficien en la rápida implementación, además de promover la inclusión social.

Etapa 3.

Finalmente se culminará con la implementación del sistema, comprendiendo el sistema, todo lo referente a negocios, plataformas, accesos a la población, servicios a brindar.

En Argentina se adoptó el estándar brasileño ISDB-Tb, que es la versión japonesa con algunas modificaciones realizadas por Brasil, pero como plan del gobierno se pretende lanzar en la primera etapa transmisiones digitales de canales del Estado. Las primeras transmisiones empezarán en el año 2010, realizando las transmisiones simultáneas en las capitales de las provincias y algunas ciudades más.

El apagón analógico en Argentina será en julio de 2019, todo esto se realizará sin afectar a los sistemas actuales de televisión satelital o por cable. En un inicio se espera llegar al 20% de las familias que no tengan sistemas de televisión por pago. El precio de los *set top box* será de 799 pesos aproximadamente [28].

BRASIL.

Este país tiene visualizada la tecnología televisiva como un elemento de reducción de desigualdad e inclusión social, al acceso de información, educación e ingresos de su pueblo. El cambio en la manera de la transmitir la televisión requiere de una regulación de políticas, parámetros socioeconómicos.

Para inicios del año 2005 se planificó la finalización de la primera fase de instalación de los Sistemas de Televisión Digital Terrestre, la cual contemplaba como objetivo la

adquisición de un modelo de referencia para la TDT, proponiendo una norma para el modelo, y como desarrollar los servicios, además de tener un plan de transición del sistema analógico al digital.

En la fase siguiente deben existir avances en el desarrollo de tecnologías y servicios, lo cual se hará conforme con la norma y modelo comercial seleccionado en la fase anterior, además deben modificarse los parámetros de regulación vigentes.

Por último la tercera fase será la fase de instalación de las tecnologías y servicios desarrollados en la fase anterior.

Brasil tiene uno de los mayores sistemas de televisión transmitida por aire gratuitos del mundo, permitiendo el acceso libre a toda la población. Es por esto que casi el 90% de las familias brasileñas poseen un aparato receptor de televisión.

Como la televisión influye en toda la población brasileña de manera significativa se busca una solución aplicada a su realidad socio-económica, promoviendo la inclusión social brindando acceso a la información digital, creando centros de teleeducación, telemedicina, todo esto, mediante un proceso gradual de migración de la televisión analógica a televisión digital terrestre, estableciendo modelos de negocios que beneficien a la población.

Para planificar correctamente el cambio de televisión analógica a televisión digital terrestre se crearon dos comités, el Comité de Desarrollo y el Comité Consultivo y un Grupo de Gestión, siendo el primero el que asumió sus funciones en marzo de 2004, teniendo como función principal establecer las bases estratégicas para la instalación de servicios y tecnología digital para los servicios de radiodifusión, además de los lineamientos para los modelos de negocios de televisión digital. El Comité Consultivo asumió sus funciones en mayo del 2004, siendo la principal función, la de proponer al Comité de Desarrollo los parámetros y labores concernientes al Sistema de Televisión Digital Terrestre. Finalmente el Grupo de Gestión se

encargará de realizar todo lo que respecta a las acciones relativas de gestión administrativa y operacional acerca de las directrices planteadas por el Comité de Desarrollo.

Luego de realizar todos los análisis pertinentes con respecto a la situación social, económica, regulatoria, tecnológica, y de servicios del país en Junio del año 2006 el gobierno se decidió por escoger el sistema japonés ISDB-T como estándar base para desarrollar su propio estándar, el cual se llama Sistema Brasileiro de Televisión Digital Terrestre, el cual adapta el estándar ISDB-T a los requerimientos brasileños y basándose en el sistema de compresión digital MPEG-4 (H.264). Además se podrá transmitir señales a dispositivos móviles, ventaja que agradó mucho a los usuarios.

Brasil tiene planeado tardar diez años en el proceso de transición de televisión analógica a televisión digital terrestre, es decir en el año 2016 culminará el proceso, convirtiéndose en el primer país de Sudamérica en tener emisiones digitales para televisión terrestre. La desventaja es que la tecnología japonesa es más costosa que la norteamericana y que la europea, ya que el codificador se ofrece actualmente a 210 dólares, razón por la cual el gobierno propuso brindar créditos al pueblo mediante el Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social, pero desde el punto de vista técnico es la que mejor se adapta a su territorio. Además cambia el sistema de aplicaciones interactivas original por uno local llamado “*GINGA MIDDLEWARE*”.

Al inicio la televisión digital terrestre llegará solamente a Sao Paulo, debido a que es la ciudad más grande del país, ampliándose posteriormente a Río de Janeiro, hasta cubrir todo el territorio [29].

RESTO DE SUDAMÉRICA.

Para culminar con la descripción de la situación actual de la televisión digital terrestre en el continente americano indicaremos el estándar escogido por algunos países sudamericanos.

Bolivia realizará su inmersión a la señal digital a finales del 2011 o inicio del 2012, con el apoyo del Gobierno japonés, para realizar la transferencia tecnológica y para la formación de recursos humanos, debido a que se escogió el estándar japonés-brasileño ISDB-Tb [30].

En cuanto a Chile, la norma que se adoptó fue la creada por Japón y modificada por Brasil ISDB-Tb, en el año 2009, estimándose un período de 8 años para lograr la transición completa, es decir lograr el apagón analógico en el año 2017. La decisión fue tomada debido a que el estándar se adapta de mejor manera a las condiciones geográficas del país, para brindar todos los servicios [31].

El país de Uruguay, al inicio escogió la norma europea DVB-T/DVB-H como estándar de transmisión de televisión digital terrestre y para transmisión a dispositivos móviles. Por decreto se informa que esta norma brinda mayor diversidad de contenidos y señales, aumentando la competencia del sector y ofreciendo mayor oportunidad de desarrollo de estos nuevos servicios. Pero en diciembre del año 2010, se tomo la decisión de abandonar dicho estándar e inclinarse por el estándar japonés-brasileño, al igual que los socios de MERCOSUR, además para integrarse a la mayoría de países sudamericanos que escogieron el mismo estándar, planificando el apagón analógico entre los años 2014 y 2015 [32].

Paraguay se inclinó por el estándar japonés-brasileño, debido a que permitirá acentuar vínculos de colaboración con los integrantes del Mercado Común del Sur (MERCOSUR). Dicha elección se basó en la recomendación realizada por la Comisión Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL), y a los análisis realizados en los sectores del país. El tiempo de implantación de la nueva tecnología se estima en diez años, pero actualmente se definió para el año 2016 [33].

Ecuador, al igual que la mayoría de los países sudamericanos optó por el estándar japonés-brasileño (ISDB-Tb) el 10 de marzo de 2010, debido a que esta tecnología fue la que

se adaptó de mejor manera a la geografía, se espera que la población adquiera los equipos necesarios para el funcionamiento de esta nueva tecnología a lo largo de los 6 años siguientes. De esta manera el Consejo Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL), aceptó la recomendación de la Superintendencia de Telecomunicaciones (SUPERTEL), habiéndose firmado memorandos de cooperación entre Ecuador-Brasil y Ecuador –Japón. El período de transición se estima que dure siete años aproximadamente [34].

CAPÍTULO 2

ANÁLISIS DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO.

2.1. SITUACIÓN REGULATORIA ACTUAL DEL ECUADOR.

En el Ecuador la situación actual respecto al manejo del espectro radioeléctrico se fundamenta en la Ley de Radiodifusión y Televisión[35], en la Norma Técnica para el Servicio de Televisión Analógica[36] y en el Reglamento General a la Ley de Radiodifusión y Televisión[37].

En la Ley de Radiodifusión y Televisión [35] se señala que todos los canales o frecuencias de radiodifusión y televisión son recursos no renovables e inalienables, los cuales son propiedad y serán regulados, administrados y controlados por el Estado.

De acuerdo al artículo primero de la Ley de Radiodifusión y Televisión [35] se considera como radiodifusión de televisión a la comunicación unilateral mediante ondas electromagnéticas de sonidos e imágenes que se destinan a la comunidad. Hasta el año 2009 existió el Consejo Nacional de Radiodifusión y Televisión (CONARTEL), el cual era el encargado de otorgar frecuencias o canales para radiodifusión y televisión, además regulaba y autorizaba estos servicios en todo el país conforme la Ley, y lo que no contemple dicha Ley será regulado por convenios internacionales y reglamentos. Pero esto cambió, hoy en día la institución que se encarga tanto de otorgar frecuencias o canales para radiodifusión y televisión, como de regular y autorizar esta clase de servicios en toda la geografía territorial es el CONATEL (Consejo Nacional de Telecomunicaciones), el que se basa en reglamentos y normas, como en los informes que al respecto emitan la Superintendencia de Telecomunicaciones y la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones.

Según el Decreto Ejecutivo N° 8 [38], aprobado el 13 de agosto de 2009 por el presidente constitucional de la República del Ecuador Rafael Correa Delgado, indica que CONATEL, SENATEL y CONARTEL en cuanto a competencias y atribuciones del control, regulación y gestión del espectro radioeléctrico están duplicadas, afectando en la administración estatal del sector, disminuyendo capacidades de regulación y control del mismo. Por lo cual a través de la SENPLADES se creó el Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, y además se fusionó el CONARTEL al CONATEL.

Con la creación del Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, se lo definió como órgano rector del desarrollo de las Tecnologías de la Información y Comunicación, entre ellas, el espectro radioeléctrico.

Con la fusión del CONARTEL y CONATEL, todas las funciones del CONARTEL son desarrolladas, cumplidas y ejercidas por el CONATEL, en los mismos términos constantes en la Ley de Radiodifusión y Televisión y el resto de normas secundarias. Solamente las funciones administrativas que ejercía el Presidente del CONARTEL, serán realizadas por el Secretario Nacional de Telecomunicaciones.

La estructura actual del sector de las telecomunicaciones en Ecuador se presenta en la Figura 2.1.

El tipo de estaciones de acuerdo a la Ley [35], que se pueden establecer serán estaciones de radiodifusión o televisión de servicio comercial privado, las que tienen capital privado y persiguen fines de lucro, ya que se financian con publicidad pagada, ó también pueden ser estaciones de servicio público, las que están destinadas a prestar su servicio a la comunidad, en donde no se permite la publicidad comercial.

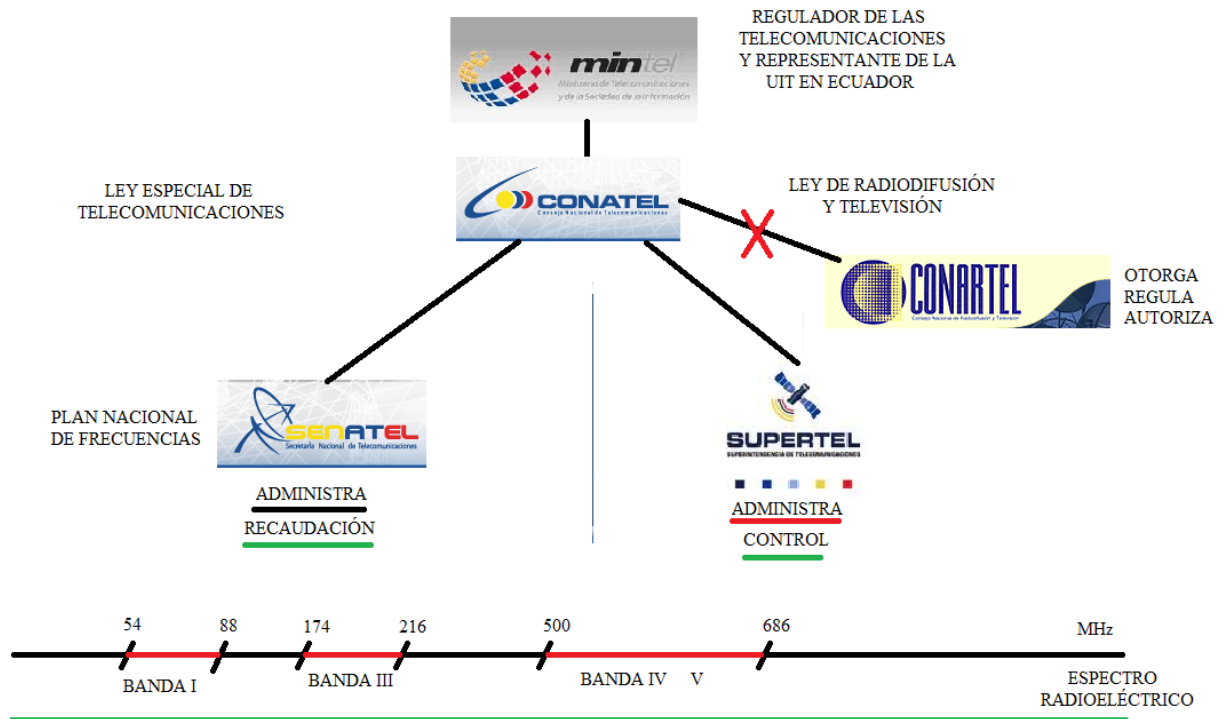


Figura. 2.1. Estructura actual del sector de las telecomunicaciones en Ecuador.

A continuación mencionaremos algunos términos que se manejan en la Norma Técnica para el servicio de Televisión Analógica [36] y en el Reglamento general de la Ley de Radiodifusión y Televisión [37].

Radiodifusión: Se refiere a todos los medios, sistemas o servicios de televisión o radiodifusión.

Radiodifusión de televisión: En la Ley de Radiodifusión y Televisión se la denomina televisión, y es el servicio en el que la emisiones de imágenes y sonidos van dirigidas al público en general.

Estación de televisión: Transmisor con antena y accesorios, necesarios para brindar servicios de televisión en un área autorizada.

Sistema de televisión: Conjunto de estaciones matrices y repetidoras que muestran la misma programación simultáneamente.

Estación matriz de un sistema de televisión: Conjunto de estudios, enlace, sistema radiante. Es la estación de televisión donde se origina la programación.

Estación repetidora de televisión: Estación de televisión en donde se recepta toda la programación de la estación matriz, transmitiéndose de manera simultánea a la comunidad.

Frecuencias auxiliares de televisión: Frecuencias asignadas a servicios fijo y móvil necesarias para que las estaciones y sistemas de televisión puedan funcionar y operar, dichas frecuencias son enlaces radioeléctricos entre el estudio y la estación transmisora, sean conexiones ascendentes y descendentes satelitales, o entre repetidores.

Estudio de televisión: Estos pueden ser:

- Principales.- Área equipada de cámaras, micrófonos, grabadoras, reproductoras y algunos equipos más, en donde se origina la programación de televisión, que será transmitida por la estación matriz, recibiendo apoyo de estudios secundarios, móviles o asociados.

- Secundarios.- Ubicados en las áreas de cobertura, con acceso a enlaces para transmitir y que funcionan de forma permanente, temporal y destinados a programación específica.

- Móviles.- Emiten programación con equipos instalados en vehículos o sitios específicos del territorio ecuatoriano, emiten programación ocasional, utilizando frecuencias auxiliares ó satelitales para sus enlaces.

Programación de televisión multicanal: Integración de señales compuestas de audio y video, correspondientes a canales de televisión nacionales y/o internacionales ofertados mediante sistemas de audio y video por suscripción a los suscriptores.

Cabecera (*Head end*): Estación de recepción y procesamiento de señales satelitales y terrestres de televisión, formada por un conjunto de antenas receptoras, receptores satelitales, moduladores, codificadores, sistemas de administración de suscriptores y de encriptación, que generan una programación de televisión codificada multicanal.

Sistema de televisión codificada terrestre: Utiliza técnicas de codificación para señales de video programadas en un *Head end*, y realiza la emisión a través de uno o más sistemas de transmisión aéreo multicanal, en modalidad punto – multipunto a los suscriptores, en el área de operación permitida.

UHF Codificado: Sistema de audio y video por suscripción con transmisiones multicanal punto – multipunto a los terminales de abonado, que funcionan en la banda de 686 – 806 MHz, siendo 20 canales de 6MHz de ancho de banda cada uno.

Sistema de televisión codificada terrestre MMDS: Sistema de televisión codificada terrestre que opera en la banda de 2500 – 2686 MHz, brindando 31 canales consecutivos de audio y video, de 6 MHz de ancho de banda, para formato NTSC.

Como se mencionó anteriormente las estaciones de televisión se clasifican en estaciones públicas y en estaciones comerciales privadas, siendo las primeras destinadas a servicio colectivo sin fines de lucro, y las segundas son las que funcionan con publicidad pagada en las que podemos encontrar las siguientes.

Estaciones de Televisión Libre Terrestre: Estaciones de difusión unilateral de ondas electromagnéticas cercanas a la superficie terrestre, de audio, video y datos.

Estaciones de Televisión Codificadas de Audio, Video y Datos: Estaciones que utilizan códigos para recepción de señales de audio, video y datos, difundidas por medio de las ondas electromagnéticas.

Estaciones de Televisión por Cable de Audio, Video y Datos: Estaciones que se valen de medios físicos para la difusión de señales de audio, video y datos.

Estaciones de Televisión por Satélite de Audio, Video y Datos: Estaciones que a través de satélites artificiales pueden capturar señales de audio, video y datos.

Adicionalmente se debe señalar que los equipos transmisores de estaciones radiodifusoras, ya sean de onda media como de onda corta deberán ser instalados fuera del perímetro urbano, distantes al centro de la ciudad considerada área primaria de transmisión, sujeta a la topografía de la ciudad, a la configuración del plano urbano y a las condiciones del terreno por efectos de propagación de la ondas electromagnéticas, según lo menciona la Ley.

En cuanto a la potencia y a la frecuencia utilizada, la Ley [35] especifica que las estaciones de onda media se clasifican en nacionales, regionales y locales, las cuales tendrán los siguientes valores de potencia.

Las estaciones nacionales deben utilizar una potencia mínima superior a 10 kW, las estaciones regionales tendrán un mínimo superior a 3 kW y un máximo de 10 kW, mientras que las estaciones locales podrán usar 3 kW como valor máximo.

Cabe indicar que el mínimo de potencia utilizada por las estaciones de onda media locales en capitales de provincia o de otras ciudades con población superior a cincuenta mil habitantes debe ser de un Kilovatio, y en caso que la población no alcance dicho valor, la estación en dicha ciudad deberá utilizar un mínimo de potencia de 500 W.

El rango de potencia destinado para operación de las estaciones televisivas lo determinará el Consejo, basándose en estudios técnicos de interferencia y calidad de servicios del área de cobertura. La potencia utilizada por las estaciones repetidoras será de acuerdo al área que se vaya a cubrir en la banda asignada para los canales.

En caso de que se utilicen equipos de reserva, durante la reparación del equipo principal, estos deberán utilizar una potencia mínima de 10% en relación a la principal, y en caso que se utilice para transmitir la señal en determinadas horas del día se utilizará el 30%, siendo autorizado por la Superintendencia de Telecomunicaciones la instalación y el funcionamiento de dichos equipos.

Según el Plan Nacional de Frecuencias [39], se manejarán planes de frecuencias específicos para las estaciones de televisión, que será en VHF, UHF, televisión codificada, por cable y por satélite, además de la distribución de frecuencias auxiliares.

Para la atribución de frecuencias el mundo se ha dividido en tres regiones, situándose el Ecuador en la Región 2, como se muestra en la Figura 2.2.

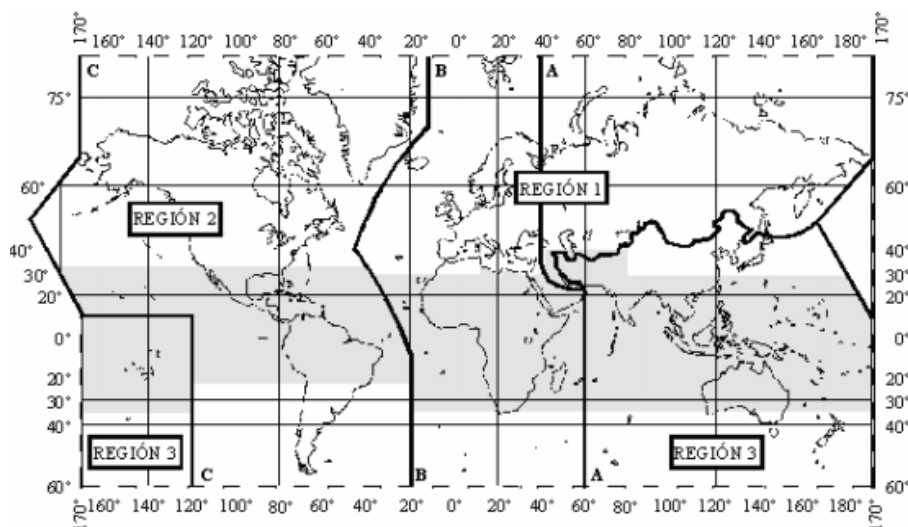


Figura. 2.2. Regiones mundiales para la atribución de frecuencias según la UIT.

En el Plan Nacional de Frecuencias [39] se contemplan dos tipos de servicios, los servicios primarios y secundarios.

Al servicio en letra “mayúsculas” (RADIODIFUSIÓN), se lo denomina servicio “primario”, el cual es un servicio principal al que se le ha atribuido una banda de frecuencia, además este servicio tendrá prioridad sobre el resto de servicios a los que este atribuida dicha banda. También se protegerá contra interferencias causadas por cualquier otro tipo de servicio.

Servicios con “caracteres normales” (Móvil), se los llaman servicios “secundarios”. Los cuales son servicios de segundo orden a los que se ha atribuido una banda de frecuencias

Las estaciones de servicios secundarios no deben ocasionar interferencia perjudicial a las estaciones de servicios primarios a las que se hayan asignado frecuencias con anterioridad o a las que se les asigné posteriormente.

No pueden reclamar protección contra interferencias perjudiciales causadas por las estaciones de servicios primarios, pero si tienen derecho a dicha protección causadas por estaciones del mismo servicio u otros servicios secundarios en las frecuencias asignadas con anterioridad o que se les asigne en un futuro.

En el Plan Nacional de Frecuencias [39], se asignan las bandas de frecuencia para el servicio de Radiodifusión de Televisión que se indican en la Tabla 2.1.

MOD 5.317A1. Las partes de la banda 698-960 MHz en la Región 2 y de la banda 790-960MHz en las Regiones 1 y 3, atribuidas al servicio móvil a título primario, se han identificado para utilización de las administraciones que deseen introducir las Telecomunicaciones Móviles Internacionales (IMT). La identificación de estas bandas no

1 Normas internacionales aplicadas a Ecuador.

excluye que se utilicen para otras aplicaciones de los servicios a los que están atribuidas y no implica prioridad alguna en el Reglamento de Radiocomunicaciones. (CMR07) [40].

Tabla. 2.1. Bandas de frecuencias atribuidas para el servicio de radiodifusión de televisión

BANDA (MHz)	REGIÓN 2	ECUADOR	NOTAS
54-68	RADIODIFUSIÓN Fijo Móvil 5.172	RADIODIFUSIÓN	EQA.15
68-72	RADIODIFUSIÓN Fijo Móvil 5.173	RADIODIFUSIÓN	EQA.15
76-88	RADIODIFUSIÓN Fijo Móvil 5.185	RADIODIFUSIÓN	EQA.20
174-216	RADIODIFUSIÓN Fijo Móvil 5.234	RADIODIFUSIÓN	EQA.35
512-608	RADIODIFUSIÓN MOD 5.297	RADIODIFUSIÓN	EQA.65
614-698	RADIODIFUSIÓN Fijo Móvil MOD 5.293 5.309	RADIODIFUSIÓN	EQA.70 EQA.75
698-806	RADIODIFUSIÓN Fijo Móvil MOD 5.317A ADD 5.UUU MOD 5.293 5.309	RADIODIFUSIÓN MOD 5.317A	EQA.75

Las notas nacionales son las EQA, las que se describirán a continuación en cuanto al servicio de radiodifusión en el Ecuador.

EQA.15. La banda de 54 – 72 MHz, se utiliza para el servicio de RADIODIFUSIÓN con emisiones de televisión (canales de televisión 2, 3 y 4).

EQA.20. La banda 76 – 88 MHz, se utiliza para el servicio de RADIODIFUSIÓN con emisiones de televisión (canales de televisión 5 y 6).

EQA.35. La banda 174 – 216 MHz, se utiliza para el servicio de RADIODIFUSIÓN con emisiones de televisión (canales de televisión desde el 7 al 13).

EQA.65. La banda 512 – 608 MHz, se utiliza para el servicio de RADIODIFUSIÓN con emisiones de televisión (canales de televisión 21 al 36).

EQA.70. La banda 614 – 686 MHz, se utiliza para el servicio de RADIODIFUSIÓN con emisiones de televisión (canales de televisión 38 al 49).

EQA.75. En la banda de 686 – 806 MHz, operan sistemas de televisión codificada terrestre (canales de televisión 50 al 69).

Como objetivo general, la Norma Técnica para el servicio de Televisión Analógica [36], establece las bandas de frecuencias, como es la canalización, además menciona las condiciones técnicas acerca de la distribución y asignación de los canales y de operación de estaciones de servicio de televisión analógica en el territorio nacional.

Con respecto a la distribución actual del espectro radioeléctrico se puede observar, que actualmente tanto la banda para televisión abierta, como para televisión codificada se encuentran saturadas. En nuestro país se tienen dos tipos de sistemas en televisión abierta, los VHF que ocupan los canales del 2 al 13, y los UHF que ocupan del 21 al 49, además en televisión codificada los canales del 50 al 69, como se muestra en la Tabla 2.2 y en la Tabla 2.3, teniendo a lo largo de todo el país un total de 445 estaciones de televisión abierta.

TELEVISIÓN VHF: En este grupo tenemos las siguientes bandas definidas a continuación.

Banda I: 54 – 72 MHz y 76 – 88 MHz.

Banda III: 174 – 216 MHz.

Tabla. 2.2. Canalización TV Abierta VHF

BANDA	RANGO DE FRECUENCIAS VHF	CANAL No.	PORTADORAS	
			VIDEO	SONIDO
	MHz		MHz	MHz
I	54 – 60	2	55.25	59.75
	60 – 66	3	61.25	65.75
	66 – 72	4	67.25	71.75
	76 – 82	5	77.25	81.75
	82 – 88	6	83.25	87.75
III	174 – 180	7	175.25	179.75
	180 – 186	8	181.25	184.75
	186 – 192	9	187.25	191.75
	192 – 198	10	193.25	197.75
	198 – 204	11	199.25	203.75
	204 – 210	12	205.25	209.75
	210 – 216	13	211.25	215.75

TELEVISIÓN UHF: Se muestra a continuación las bandas respectivas.

Banda IV: 500 – 608 MHz y 614 – 644 MHz.

Banda V: 644 – 686 MHz.

Tabla. 2.3. Canalización TV Abierta UHF

BANDA	RANGO DE FRECUENC. UHF	CANAL No.	PORTADORAS		BANDA	RANGO DE FRECUENC. UHF	CANAL No.	PORTADORAS	
			VIDEO	SONIDO				VIDEO	SONIDO
	MHz		MHz	MHz		MHz		MHz	MHz
IV	500 – 506	19	501.25	505.75	IV	614 – 620	38	615.25	619.75
	506 – 512	20	507.25	511.75		620 – 626	39	621.25	625.75
	512 – 518	21	513.25	517.75		626 – 632	40	627.25	631.75
	518 – 524	22	519.25	523.75		632 – 638	41	636.25	637.75
	524 – 530	23	525.25	529.75		638 – 644	42	639.25	643.75
	530 – 536	24	531.25	535.75		644 – 650	43	645.25	649.75
	536 – 542	25	537.25	541.75	V	650 – 656	44	651.25	655.75
	542 – 548	26	543.25	547.75		656 – 662	45	657.25	661.75
	548 – 554	27	549.25	553.75		662 – 668	46	663.25	667.75
	554 – 560	28	555.25	559.75		668 – 674	47	669.25	673.75
	560 – 566	29	561.25	565.75		674 – 680	48	675.25	679.75
	566 – 572	30	567.25	571.75		680 – 686	49	681.25	685.75
	572 – 578	31	573.25	577.75					
	578 – 584	32	581.25	583.75					
	584 – 590	33	587.25	589.75					
	590 – 596	34	593.25	595.75					
	596 – 602	35	599.25	601.75					
	602 – 608	36	605.25	607.75					

Cabe indicar que la banda de 608 – 614 MHz perteneciente al canal 37 se atribuyó a título primario al servicio de Radioastronomía, y que los canales 19 y 20 son de uso del Estado hasta que dichos canales sean necesarios para la migración a televisión digital.

También se encuentran divididos en grupos los distintos canales tanto para VHF como para UHF, como se indica en la Tabla 2.4 y en la Tabla 2.5.

Tabla. 2.4. Grupos de Canales VHF

VHF	
GRUPOS	CANALES
A1	2, 4, 5
A2	3, 6
B1	8, 10, 12
B2	7, 9, 11, 13

Tabla. 2.5. Grupos de Canales UHF

UHF	
GRUPOS	CANALES
G1	19, 21, 23, 25, 27, 29, 31, 33, 35
G2	20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36
G3	39, 41, 43, 45, 47, 49
G4	38, 40, 42, 44, 46, 48

Debido a que nuestro territorio es muy irregular, es necesario definirlo por Zonas Geográficas, para realizar la asignación de canales, como se presenta en el cuadro “Zonas Geográficas y Plan de Distribución de Canales” del anexo de la Norma Técnica para el Servicio de Televisión Analógica y Plan de Distribución de Canales [36], tomando en cuenta la Resolución Modificatoria de la Norma de TV Abierta [41].

Obedeciendo al anexo de la Norma Técnica para el Servicio de Televisión Analógica y al Plan de Distribución de Canales [36], con sus respectivas modificaciones, tenemos a nuestro país dividido geográficamente en las siguientes zonas que se presentan en la Tabla 2.6.

ÁREA DE COBERTURA.

Dicha área comprende el área de cobertura principal y el área de cobertura secundaria, que es donde se tiene autorizada la operación, dicha área se podrá ampliar dentro de la zona geográfica mediante la utilización de las frecuencias correspondientes en la zona conforme la disponibilidad.

Tabla. 2.6. Asignación de grupos de canales por zonas geográficas

ZONA	COBERTURA	GRUPOS DE CANALES	
		VHF	UHF
Z	Corresponde a la provincia de Zamora Chinchipe, incluyendo el cantón Amaluza de la provincia de Loja	A1, B2	G1, G3
L1	Tiene cubierta la provincia de Loja a excepción de los cantones de Loja, Catamayo, Saraguro, Amaluza y la zona occidental	A2, B1	G2, G3
L2	Incluye los cantones de Loja, Catamayo y Saraguro	A1, B2	G2, G3
O	Cubre la parte occidental de la provincia de Loja, y además la provincia de El Oro y Balao del Guayas	A2, B2	G1, G3
A	Está conformada por la provincia de Azuay, excepto la zona norte (cantones Sigsig, Chordeleg, Gualaceo, Paute, Guachapala, El Pan y Sevilla de Oro), y su zona occidental	A1, B2	G1, G4
Ñ	Abarca la zona norte de Azuay y la provincia de Cañar, a excepción de la parte occidental (Suscal, La Troncal)	A2, B1	G2, G3
G	Comprende la provincia del Guayas, excepto Gral. Villamil, El Empalme, Palestina y Balao. En esta zona se incluye La Troncal, Suscal y la zona occidental de provincias de Cañar y Azuay	A1, B1	G2, G4
F	Está conformada por la provincia Santa Elena y Gral. Villamil	A1, B2	G1, G3
S1	Corresponde a Morona Santiago a excepción del cantón Gral. Plaza al sur y Palora	A2, B2	G2, G4
S2	Cubre a la provincia de Morona Santiago, y el cantón Gral. Plaza al Sur	A1, B2	G2, G4
X	Está la provincia de Pastaza, incluyendo Palora de la provincia de Morona Santiago	A1, B2	G1, G3
N	Solamente cubre la provincia del Napo	A1, B2	G2, G4
D	Cubre la provincia de Orellana y Sucumbios	A1, B2	G1, G4
B	Abarca la provincia de Bolívar, a excepción de la zona occidental	A1, B2	G1, G4
H	Comprende la provincia de Chimborazo, exceptuando la parte occidental	A1, B2	G1, G4
R1	Se encuentran las provincias de los Ríos, además Balzar, Colimes, y Palestina de la zona occidental de la cordillera de las provincias de Bolívar y Chimborazo, a excepción de Quevedo, Buena Fe, Mocache, y Valencia	A1, B1	G2, G4
R2	Encontramos a la provincia de Los Ríos, Quevedo, Buena Fe, Mocache, Valencia, La Maná, El Corazón y la zona occidental de Cotopaxi	A2, B2	G1, G3
M2	Encontramos a la zona sur de la provincia de Manabí, incluyendo las poblaciones al sur de Bahía de Caráquez, excepto el cantón Pichincha	A1, B2	G2, G3
M1	Está formada por la zona norte de la provincia de Manabí, desde Bahía al norte, exceptuando El Carmen y Flavio Alfaro, incluyendo Muisne	A2, B1	G2, G4
E	Cubre a la provincia de Esmeraldas, a excepción Rosa Zárate y Muisne	A1, B2	G1, G3
T	Comprende las provincias de Tungurahua y Cotopaxi, a excepción de la zona occidental	A1, B1	G2, G3
P	Corresponde la provincia de Pichincha, excepto los Bancos, P.V. Maldonado	A1, B1	G1, G4
K	Cubre la provincia de Sto. Domingo de los Tsáchilas, incluyendo El Carmen, Rosa Zárate, Flavio Alfaro, P.V. Maldonado y Los Bancos	A1, B2	G1, G3
J	Cobertura a la provincia de Imbabura, a excepción de Pimampiro, Juncal, El Chota y Batallón Yaguachi	A2, B2	G2, G3
C	Cubre la Provincia del Carchi, incluyendo la zona Norte de la provincia de Imbabura como es Pimampiro, El Chota, Juncal y Batallón Yaguachi	A1, B1	G1, G4
Y	Está cubriendo la provincia de Galápagos	A1, B2	G1, G3

Además se define como área de cobertura principal al área comprendida en las ciudades a dar el servicio, que deberá tener como valor de intensidad de campo un valor igual o mayor a la intensidad de campo mínima a proteger en área urbana.

El área de cobertura secundaria será la que cubre los alrededores de las ciudades a servir, con valores de intensidad de campo respectivos a los bordes de área de cobertura.

Área de protección.

Corresponde al área de cobertura principal y secundaria, sin rebasar los límites de zona geográfica correspondiente.

Dentro de la zona geográfica y área de cobertura se protegerá la señal deseada contra señales no deseadas.

ASIGNACIÓN DE CANALES

En cuanto a la asignación de canales, se podrá realizar dicha asignación en canales adyacentes para un mismo concesionario en una misma zona geográfica, como excepción, en caso de existir zonas de sombra o interferencias, lo cual deberá ser demostrado mediante estudios de ingeniería que no se producirán interferencias a los canales de operación, reafirmando con el informe de la SUPERTEL (Superintendencia de Telecomunicaciones), con el fin de no producir interferencias a los canales adyacentes y a otras estaciones radioeléctricas. En el contrato de concesión se establecerán condiciones técnicas con respecto a: la potencia radiada no mayor a 100W (en caso de interferencias), diagrama de radiación de las antenas, atenuación de señales no deseadas a través de filtros y ciertos dispositivos, ya sea en la estación de canal adyacente o en las estaciones de canales adyacentes.

Intensidad de Campo mínima a proteger.

La intensidad de campo eléctrico es el nivel de la señal que se recibe en un punto específico, en otras palabras es el valor mínimo de intensidad necesario para proporcionar una recepción satisfactoria y se mide en V/m o uV/m, siendo las unidades logarítmicas dBV/m o dBuV/m [42].

Acorde con la Norma Técnica vigente, los valores de intensidad de campo protegidos en los borde de áreas de cobertura principal y secundaria, a un nivel de 10 metros sobre el suelo en la altura de la antena son los que aparecen en la Tabla 2.7.

Tabla. 2.7. Valores de intensidad de campo protegidos en los bordes de áreas de cobertura principal y secundaria.

BANDA	BORDE DE ÁREA DE COBERTURA PRINCIPAL	BORDE DE ÁREA DE COBERTURA SECUNDARIA
I	68 dBuV/m	47 dBuV/m
III	71 dBuV/m	56 dBuV/m
IV y V	74 dBuV/m	64 dBuV/m

Estos valores no deben sobrepasar los límites de la zona geográfica en la que esté trabajando la estación.

Relaciones de protección señal deseada/señal no deseada.

A la relación entre la señal deseada y la señal no deseada se la denomina interferencia.

Las relaciones de protección en las bandas I, III, IV y V se refieren en todos los casos a las señales a la entrada del receptor, las cuales permiten obtener una calidad de recepción específica de la señal deseada a las salida del receptor, que se reflejan en la calidad de imagen y audio en el televisor.

Los valores a considerarse 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 del sonido no modulada, tanto para modulación en frecuencia y en amplitud.

- Relación de protección para la señal de imagen:

Interferencia Cocanal. Es la ocasionada cuando la separación de frecuencia entre la señal deseada y la interferente es pequeña, por tanto, la señal deseada y la interferente están dentro del mismo ancho de banda del canal y los valores de relación de la señal deseada / señal interferente se muestran en la Tabla 2.8.

Tabla. 2.8. Valores de la relación señal deseada / señal interferente para la interferencia cocanal en la relación de protección para la señal de imagen.

Separación ente Portadoras	Relación señal deseada / señal interferente
Inferior a 1000Hz	45 dB
1/3, 2/3, 4/3, ó 5/3 de la frecuencia de línea	28 dB

Interferencia de Canales Adyacentes. La interferencia que más perjudica la señal de imagen deseada, es la causada por la señal de sonido del canal adyacente inferior. Se ocasiona debido a la presencia de la señal interferente proveniente del canal adyacente de las emisiones no esenciales del transmisor, o por las espurias de otros sistemas de radiocomunicaciones. Dichos valores se muestran en la Tabla 2.9.

Tabla. 2.9. Valores de la relación señal deseada / señal interferente para la interferencia de canales adyacentes en la relación de protección para la señal de imagen.

Interferencia	Relación señal deseada / señal interferente
Del canal inferior	-6 dB
Del canal superior	-12 dB

- Relación de protección para señal de sonido:

La Relación entre la señal deseada / señal Interferente no debe sobrepasar los 28 dB

Distancia mínima entre estaciones.

La distancia entre estaciones transmisoras se determina por el cumplimiento de las relaciones de protección tanto para interferencia cocanal y de canal adyacentes en las señales de imagen y de audio en el borde del área de cobertura.

Potencia radiada máxima.

Es la que genera una intensidad de campo que no sobrepasa el valor de intensidad de campo mínima a proteger en límites de la zona geográfica de operación, además debe cumplir las relaciones de protección de señal deseada / señal no deseada.

SISTEMA DE TRANSMISIÓN

Está establecido según dicha norma que el sistema utilizado es M/NTSC de 525 líneas.

Ubicación de las antenas transmisoras

Para regular este aspecto se deberán cumplir las especificaciones de la Dirección de Aviación Civil (DAC), en cuanto a ubicación, balizas, y altura en sectores que se encuentren próximos a aeropuertos o bajo líneas de vuelo. Se recomienda también que los sistemas de transmisión estén fuera del perímetro urbano de las ciudades.

Protección contra interferencias.

Como se indicó anteriormente debe realizarse pruebas y mediciones para establecer el normal funcionamiento de la estación, cumpliendo las condiciones de la presente Norma Técnica, antes que proceda a operar dicha estación.

Frecuencias Auxiliares.

La SUPERTEL (Superintendencia de Telecomunicaciones) asignará frecuencias para los enlaces entre sus estudios y los transmisores, llamadas frecuencias auxiliares, que son las frecuencias atribuidas a servicios fijo y móvil necesarias para el funcionamiento y operación de estaciones y sistemas de radiodifusión y televisión, también sirven estas frecuencias para funcionamiento entre estaciones repetidoras, o para operación remota. Dichas frecuencias se indican en el Plan Nacional de Frecuencias [39].

Las frecuencias principales del servicio de televisión no podrán ser utilizadas para enlaces.

Según el Plan Nacional de Frecuencias en la Tabla 2.10 tenemos las bandas de frecuencias asignadas como frecuencias auxiliares.

5.457A: En las bandas 5925 – 6425 MHz y 14 – 14,5 GHz, las estaciones terrenas a bordo de barcos comunicarán estaciones espaciales del servicio fijo por satélite.

5.4B02: En la Región 2 (excepto Brasil, Cuba, departamentos y comunidades franceses de ultramar, Guatemala, Paraguay, Uruguay y Venezuela), la banda 5925 – 6700 MHz podría usarse para telemedida móvil aeronáutica para pruebas en vuelo por estaciones de aeronaves, sin causar interferencia perjudicial a servicios fijo y fijo por satélite, sin reclamos de protección contra interferencias causadas por los sistemas anteriormente mencionados.

5.149: Especifica que en ciertas bandas incluida la banda de 6650 – 6675,2 MHz, se deberán tomar precauciones para proteger el servicio de radioastronomía en contra de las interferencias perjudiciales, ya que las emisiones generadas en estaciones a bordo de vehículos espaciales o aeronaves pueden constituir fuentes de interferencia graves para dicho servicio.

Tabla. 2.10. Bandas de frecuencias atribuidas para el servicio FIJO, utilizadas como frecuencias auxiliares en el servicio de radiodifusión de televisión.

BANDA (MHz)	REGIÓN 2	ECUADOR	NOTAS
2200 – 2290	OPERACIONES ESPACIALES (espacio-Tierra) (espacio-espacio) EXPLORACIÓN DE LA TIERRA POR SATÉLITE (espacio-Tierra) (espacio-espacio) FIJO MÓVIL 5.391 INVESTIGACIÓN ESPACIAL (espacio-Tierra) (espacio-espacio) 5.392	FIJO	EQA.110
2290 – 2300	FIJO MÓVIL salvo móvil aeronáutico INVESTIGACIÓN ESPACIAL (espacio lejano) (espacio-Tierra)	FIJO	EQA.110
5925 – 6700	FIJO FIJO POR SATÉLITE (Tierra-espacio) 5.457A MÓVIL ADD 5.4B02 5.149 5.440 5.458	FIJO FIJO POR SATÉLITE (Tierra-espacio) 5.457A ADD 5.4B02 5.149 5.458	EQA.50 EQA.110
6700 – 7075	FIJO FIJO POR SATÉLITE (Tierra-espacio) (espacio-Tierra) 5.441 MÓVIL	FIJO 5.458	EQA.110
7075 – 7145	FIJO MÓVIL 5.450	FIJO 5.458	EQA.50 EQA.110
12.7 – 12.75	FIJO FIJO POR SATÉLITE (Tierra-espacio) MÓVIL salvo móvil aeronáutico	FIJO FIJO POR SATÉLITE (Tierra-espacio)	EQA.125
12.75 – 13.25	FIJO FIJO POR SATÉLITE (Tierra-espacio) 5.441 MÓVIL Investigación espacial (espacio lejano) (espacio-Tierra)	FIJO FIJO POR SATÉLITE (Tierra-espacio) 5.441	EQA.105 EQA.125 EQA.140

5.458: Debido a que en la banda de 6425 – 7075 MHz, se realizan mediciones con sensores pasivos de microondas sobre los océanos, y que en la banda de 7075 – 7250 MHz, se lo realiza utilizando sensores pasivos de microondas, es conveniente que las administraciones consideren las necesidades de servicios de exploración de la Tierra por satélite (pasivo) y de investigación espacial (pasivo) en planificaciones futuras en las bandas de 6425 – 7025 MHz y 7075 – 7250 MHz.

5.4412: El uso de la banda de 6725 – 7025 MHz (Tierra-espacio) por el servicio fijo por satélite deberá ajustarse a las disposiciones del Apéndice 30B, al igual que el uso de la banda de 12.75 – 13.25 GHz (Tierra-espacio) por los sistemas de satélites geoestacionarios del servicio fijo por satélite.

EQA.50: Especifica que la banda de 5925 – 6425 MHz se puede utilizar también para servicio FIJO POR SATÉLITE (Tierra-espacio).

EQA.110: Las bandas 2200 – 2300 MHz y 6425 – 7100 MHz, se utilizan por el servicio FIJO para operar enlaces radioeléctricos auxiliares para el servicio de Radiodifusión con emisiones de televisión. En la banda 6425 – 6700 MHz, son utilizadas para servicio FIJO POR SATÉLITE (Tierra-espacio).

EQA.125: Indica que la banda 12.7 – 12.772 GHz, se utiliza por el servicio FIJO en operación de enlaces radioeléctricos para Radiodifusión con emisiones de televisión. Además en la banda 12.772 – 12.849 GHz, también es utilizada por el servicio FIJO, para enlaces radioeléctricos para el servicio de Radiodifusión de televisión en las ciudades de Quito y Guayaquil, al igual que se utiliza por el servicio FIJO POR SATÉLITE (Tierra-espacio).

EQA.140: Especifica que en la banda de 12.75 – 13.25 GHz hay segmentos de banda con fines de operación de sistemas reservados para uso del Plan Militar de Frecuencias.

De las bandas indicadas anteriormente, se establecen para enlaces radioeléctricos auxiliares para el servicio de Radiodifusión de televisión las bandas de 2200 – 2300 MHz y de 6425 – 7125 MHz. Mientras que el rango de 12.7 – 12.772 GHz está atribuido para enlaces radioeléctricos auxiliares para el servicio de Radiodifusión con emisiones sonoras, mientras que el rango 12.772 – 12.849 GHz está atribuido para el mismo servicio para las ciudades de

2 La 5.457A, 5.4802, 5.149, 5.458 y la 5.441 son notas internacionales que se pueden aplicar a los servicios de radiodifusión en nuestro país.

Quito y Guayaquil. Las bandas altas de frecuencias se consideran únicamente para enlaces de corta distancia.

Debido a la saturación de las bandas de frecuencias para los enlaces auxiliares, se emitió la Resolución RTV-106-03-CONATEL-2011 [43], en donde se definen los siguientes tipos de enlaces auxiliares.

Enlaces auxiliares radioeléctricos: Utilizan frecuencias atribuidas por el Plan Nacional de Frecuencias para servicios de radiodifusión sonora o de televisión, también pueden utilizar enlaces satelitales o sistemas nuevos que nos permitan optimizar el espectro radioeléctrico mejorando la calidad de dichos sistemas.

Enlaces auxiliares físicos: Son los que se valen de medios de transmisión que no utilizan bandas de espectro radioeléctrico, como lo son el par trenzado, el cable coaxial, la fibra óptica.

Se señala que al utilizar tecnologías digitales, los enlaces auxiliares mencionados anteriormente podrán operar individualmente, o como multicanal únicamente si es el mismo concesionario.

Los enlaces auxiliares físicos o radioeléctricos para radiodifusión sonora o de televisión, podrán ser prestados mediante su propia infraestructura sin derecho a compartirla con otros concesionarios, ó se podrá realizar mediante operadores de servicios portadores autorizados.

En cuanto a los concesionarios, la Ley de Radiodifusión y Televisión [35] indica que una persona natural o jurídica no obtendrá, ni de manera directa o indirecta, la concesión en cada provincia de más de un canal de onda media, uno de frecuencia modulada y uno en cada una de las nuevas banda que a futuro sean creadas, además de no tener más de un canal para zona tropical en todo el país, y un sistema de televisión en la República del Ecuador.

Cabe indicar que cualquier persona natural o jurídica ecuatoriana, que junté los requisitos fijados por la mencionada Ley, podrá tener la concesión de canales o frecuencia, para instalar y mantener funcionando una estación de televisión comercial en capitales provinciales o en ciudades con población cercana a cien mil habitantes, a excepción de la Amazonía, de las Islas Galápagos y las zonas de frontera con otros países. Además las estaciones de radiodifusión y/o televisión pueden formar sistemas locales, regionales o nacionales.

Disposiciones generales.

Las características técnicas que no se definen en la Norma Técnica [36], ni en el Plan Nacional de Frecuencias [39] vigentes en el país, se sujetarán a lo que al respecto establecen las normas de la UIT y complementariamente la FCC, en lo que se pueda aplicar.

En los contratos de renovación de concesiones de frecuencias deben incluirse todas las concesiones de frecuencias, ya sea de estudios fijos, móviles, cambios de frecuencia, etc, con sus respectivas autorizaciones.

En cuanto a las concesiones, existe el reglamento de políticas institucionales y procedimientos para la concesión de frecuencias para la operación de estaciones de radiodifusión, televisión y sistemas de audio y video por suscripción, en el cual se indica lo siguiente:

- La concesión de frecuencias o canales radioeléctricos será realizada por zonas geográficas, ó áreas de cobertura independientes, brindando prioridad a zonas en donde el servicio sea escaso o nulo, y en sectores rurales.

El Consejo definirá el número de estaciones matrices o repetidoras en cada zona geográfica o área de cobertura independiente, con el fin de no saturar con matrices o repetidoras los lugares con poca población, estableciendo un porcentaje mínimo de estación de

radiodifusión comercial privado sonora, frecuencia modulada y de televisión abierta del 80% de matrices y 20% de repetidoras en cada zona geográfica.

Al espectro radioeléctrico asignado para servicios de radiodifusión y televisión, se le destinará un 30% para estaciones públicas y comunitarias aproximadamente y el otro 70% para estaciones privadas, ya sean matrices o repetidoras.

Las concesiones para radiodifusión o televisión para servicio público o comunitario, no podrán transformarse en estaciones de tipo privado.

2.2. DISPONIBILIDAD Y ASIGNACIÓN ACTUAL DE LA TELEVISIÓN ABIERTA.

2.2.1. Banda VHF.

De acuerdo a como se indica la definición de las zonas de cobertura que tiene nuestro país se detallará el estado de disponibilidad de frecuencias y asignación de canales que actualmente está vigente mediante la Tabla 2.11, para las bandas I y III en VHF.

Como se observa en la Tabla 2.11 en la Banda I y III de VHF no existe mayor disponibilidad de canales, ya que la gran mayoría han sido asignados a los diferentes concesionarios como se presenta en el ANEXO 1 [44].

DISPONIBILIDAD DE CANALES EN LA BANDA I, III EN VHF Y EN LA BANDA IV, V EN UHF.

Tabla. 2.11. Cuadro de disponibilidad de canales actual en el Ecuador en las bandas I y III de VHF [44].

ZONA CANAL	Z	L1	L2	O	A	Ñ	G	F	S1	S2	X	N	D	B	H	R1	R2	M2	M1	E	T	P	K	J	C	Y
2	LIBRE	SIN ASIGNACIÓN	LIBRE	SIN ASIGNACIÓN	LIBRE	OCUPADO	LIBRE	LIBRE	SIN ASIGNACIÓN	OCUPADO	LIBRE	LIBRE	LIBRE	LIBRE	LIBRE	LIBRE	SIN ASIGNACIÓN	LIBRE	SIN ASIGNACIÓN	LIBRE	LIBRE	LIBRE	LIBRE	SIN ASIGNACIÓN	LIBRE	LIBRE
3	SIN ASIGNACIÓN	OCUPADO	SIN ASIGNACIÓN	LIBRE	SIN ASIGNACIÓN	LIBRE	SIN ASIGNACIÓN	SIN ASIGNACIÓN	LIBRE	SIN ASIGNACIÓN	SIN ASIGNACIÓN	SIN ASIGNACIÓN	SIN ASIGNACIÓN	SIN ASIGNACIÓN	SIN ASIGNACIÓN	SIN ASIGNACIÓN	OCUPADO	SIN ASIGNACIÓN	OCUPADO	SIN ASIGNACIÓN	SIN ASIGNACIÓN	SIN ASIGNACIÓN	SIN ASIGNACIÓN	SIN ASIGNACIÓN	LIBRE	SIN ASIGNACIÓN
4	LIBRE	SIN ASIGNACIÓN	LIBRE	SIN ASIGNACIÓN	LIBRE	SIN ASIGNACIÓN	LIBRE	LIBRE	SIN ASIGNACIÓN	LIBRE	LIBRE	LIBRE	LIBRE	LIBRE	LIBRE	LIBRE	SIN ASIGNACIÓN	LIBRE	SIN ASIGNACIÓN	LIBRE	LIBRE	LIBRE	LIBRE	SIN ASIGNACIÓN	LIBRE	LIBRE
5	LIBRE	SIN ASIGNACIÓN	LIBRE	SIN ASIGNACIÓN	LIBRE	SIN ASIGNACIÓN	LIBRE	LIBRE	SIN ASIGNACIÓN	LIBRE	LIBRE	LIBRE	LIBRE	LIBRE	LIBRE	LIBRE	SIN ASIGNACIÓN	LIBRE	SIN ASIGNACIÓN	LIBRE	LIBRE	LIBRE	LIBRE	SIN ASIGNACIÓN	LIBRE	LIBRE
6	OCUPADO	OCUPADO	SIN ASIGNACIÓN	LIBRE	SIN ASIGNACIÓN	LIBRE	SIN ASIGNACIÓN	SIN ASIGNACIÓN	LIBRE	SIN ASIGNACIÓN	SIN ASIGNACIÓN	LIBRE	SIN ASIGNACIÓN	SIN ASIGNACIÓN	SIN ASIGNACIÓN	SIN ASIGNACIÓN	OCUPADO	SIN ASIGNACIÓN	OCUPADO	SIN ASIGNACIÓN	SIN ASIGNACIÓN	LIBRE	SIN ASIGNACIÓN	LIBRE	SIN ASIGNACIÓN	LIBRE
7	LIBRE	SIN ASIGNACIÓN	LIBRE	LIBRE	LIBRE	OCUPADO	SIN ASIGNACIÓN	LIBRE	LIBRE	OCUPADO	LIBRE	LIBRE	LIBRE	LIBRE	LIBRE	SIN ASIGNACIÓN	OCUPADO	LIBRE	SIN ASIGNACIÓN	LIBRE	SIN ASIGNACIÓN	SIN ASIGNACIÓN	LIBRE	LIBRE	SIN ASIGNACIÓN	LIBRE
8	SIN ASIGNACIÓN	OCUPADO	SIN ASIGNACIÓN	SIN ASIGNACIÓN	LIBRE	LIBRE	SIN ASIGNACIÓN	SIN ASIGNACIÓN	SIN ASIGNACIÓN	SIN ASIGNACIÓN	SIN ASIGNACIÓN	SIN ASIGNACIÓN	SIN ASIGNACIÓN	SIN ASIGNACIÓN	SIN ASIGNACIÓN	LIBRE	SIN ASIGNACIÓN	SIN ASIGNACIÓN	OCUPADO	SIN ASIGNACIÓN	LIBRE	LIBRE	SIN ASIGNACIÓN	SIN ASIGNACIÓN	LIBRE	SIN ASIGNACIÓN
9	LIBRE	SIN ASIGNACIÓN	LIBRE	LIBRE	SIN ASIGNACIÓN	LIBRE	LIBRE	LIBRE	LIBRE	OCUPADO	LIBRE	LIBRE	LIBRE	LIBRE	LIBRE	SIN ASIGNACIÓN	OCUPADO	LIBRE	SIN ASIGNACIÓN	LIBRE	OCUPADO	LIBRE	LIBRE	SIN ASIGNACIÓN	LIBRE	LIBRE
10	SIN ASIGNACIÓN	OCUPADO	SIN ASIGNACIÓN	SIN ASIGNACIÓN	LIBRE	LIBRE	SIN ASIGNACIÓN	SIN ASIGNACIÓN	SIN ASIGNACIÓN	SIN ASIGNACIÓN	SIN ASIGNACIÓN	SIN ASIGNACIÓN	SIN ASIGNACIÓN	SIN ASIGNACIÓN	SIN ASIGNACIÓN	SIN ASIGNACIÓN	OCUPADO	SIN ASIGNACIÓN	OCUPADO	SIN ASIGNACIÓN	LIBRE	LIBRE	SIN ASIGNACIÓN	SIN ASIGNACIÓN	LIBRE	SIN ASIGNACIÓN
11	LIBRE	SIN ASIGNACIÓN	LIBRE	LIBRE	LIBRE	SIN ASIGNACIÓN	LIBRE	LIBRE	OCUPADO	LIBRE	LIBRE	LIBRE	LIBRE	LIBRE	LIBRE	SIN ASIGNACIÓN	OCUPADO	LIBRE	SIN ASIGNACIÓN	LIBRE	SIN ASIGNACIÓN	LIBRE	LIBRE	SIN ASIGNACIÓN	LIBRE	LIBRE
12	SIN ASIGNACIÓN	OCUPADO	SIN ASIGNACIÓN	SIN ASIGNACIÓN	LIBRE	LIBRE	SIN ASIGNACIÓN	SIN ASIGNACIÓN	SIN ASIGNACIÓN	SIN ASIGNACIÓN	SIN ASIGNACIÓN	SIN ASIGNACIÓN	SIN ASIGNACIÓN	SIN ASIGNACIÓN	SIN ASIGNACIÓN	LIBRE	OCUPADO	SIN ASIGNACIÓN	LIBRE	SIN ASIGNACIÓN	LIBRE	LIBRE	SIN ASIGNACIÓN	SIN ASIGNACIÓN	LIBRE	SIN ASIGNACIÓN
13	LIBRE	SIN ASIGNACIÓN	LIBRE	LIBRE	LIBRE	SIN ASIGNACIÓN	LIBRE	LIBRE	LIBRE	OCUPADO	LIBRE	LIBRE	LIBRE	LIBRE	LIBRE	SIN ASIGNACIÓN	OCUPADO	LIBRE	SIN ASIGNACIÓN	LIBRE	SIN ASIGNACIÓN	LIBRE	LIBRE	SIN ASIGNACIÓN	LIBRE	LIBRE

Tabla. 2.12. Simbología.





	SIN ASIGNACIÓN
	CAPITAL
	OCUPADO
	LIBRE

Tabla. 2.13. Cuadro actual de disponibilidad de canales en el Ecuador en las bandas IV y V de UHF [44].

ZONA CANAL	Z	L1	L2	O	A	Ñ	G	F	S1	S2	X	N	D	B	H	R1	R2	M2	M1	T	P	K	J	C	E	Y
21	Yellow	Pattern	Pattern	Green	Green	Pattern	Pattern	Green	Pattern	Pattern	White	Pattern	Green	Green	Green	Pattern	Yellow	Pattern	White	Pattern	Green	Green	Pattern	Green	Green	Green
22	Pattern	White	Green	Pattern	Pattern	Green	Green	Pattern	Green	White	Pattern	Green	Pattern	Pattern	White	White	Pattern	Green	Pattern	Green	Green	Pattern	Green	Pattern	Yellow	Pattern
23	Green	Pattern	Pattern	Green	Green	Pattern	Pattern	Green	Pattern	White	Green	Pattern	White	White	Green	Pattern	Yellow	Pattern	White	Pattern	Green	White	Pattern	White	Green	Green
24	Pattern	White	Green	Pattern	Pattern	Green	Green	Pattern	White	White	White	Pattern	Pattern	Pattern	Yellow	Green	Pattern	Green	Pattern	Green	Green	Pattern	Green	Pattern	Pattern	Pattern
25	Green	Pattern	Pattern	Green	Green	Pattern	Pattern	Green	Pattern	White	Green	Pattern	Green	White	Green	Pattern	White	Pattern	White	Pattern	Green	Green	Pattern	Green	White	Green
26	Pattern	White	Green	Pattern	Pattern	Green	Green	Pattern	White	White	Pattern	White	Pattern	Pattern	White	Green	Pattern	Green	Pattern	White	Pattern	Green	White	Pattern	Pattern	Pattern
27	White	Pattern	Pattern	Green	Green	Pattern	Pattern	Green	Pattern	White	White	White	White	White	Green	Pattern	Yellow	Pattern	White	Pattern	Green	Green	Pattern	Green	Green	Green
28	Pattern	White	Green	Pattern	Pattern	Green	Green	Pattern	Green	White	Pattern	White	Pattern	Pattern	White	Green	Pattern	Yellow	Pattern	Green	Pattern	Green	Pattern	Pattern	Pattern	Pattern
29	White	Pattern	Pattern	Green	Green	Pattern	Pattern	White	Pattern	White	White	Pattern	White	White	Green	Pattern	Yellow	Pattern	White	Pattern	Green	White	Pattern	Green	Green	White
30	Pattern	White	Green	Pattern	Pattern	Green	Green	Pattern	Green	Yellow	Pattern	Green	Pattern	Pattern	White	White	Pattern	Green	Pattern	White	Pattern	Green	Pattern	Yellow	Pattern	Pattern
31	White	Pattern	Pattern	Green	Green	Pattern	Pattern	Yellow	Pattern	White	Green	Pattern	White	White	Green	Pattern	Yellow	Pattern	White	Pattern	Green	Green	Pattern	White	Green	Green
32	Pattern	White	Green	Pattern	Pattern	Green	Green	Pattern	Green	White	Pattern	Green	Pattern	Pattern	White	White	Pattern	Green	Pattern	Green	Pattern	Green	Pattern	Yellow	Pattern	Pattern
33	White	Pattern	Pattern	Green	Green	Pattern	Pattern	Green	Pattern	White	White	White	White	White	Green	Pattern	White	Pattern	White	Pattern	Green	White	Pattern	Green	White	Green
34	Pattern	White	Green	Pattern	Pattern	Green	Green	Pattern	White	White	Pattern	Green	Pattern	Pattern	White	White	Pattern	Green	Pattern	Green	Pattern	Green	Pattern	Pattern	Pattern	Pattern
35	White	Pattern	Pattern	Green	Green	Pattern	Pattern	Green	Pattern	White	White	White	White	White	Green	Pattern	Yellow	Pattern	White	Pattern	Green	Green	Pattern	Green	Yellow	White
36	Pattern	White	Green	Pattern	Pattern	Green	Green	Pattern	White	White	Pattern	Green	Pattern	Pattern	White	White	Pattern	Green	Pattern	Green	Pattern	Pattern	White	Pattern	Pattern	Pattern
38	Pattern	Pattern	Pattern	Pattern	White	Pattern	Green	Pattern	White	White	Pattern	White	White	White	White	White	Pattern	Pattern	White	Pattern	Green	Pattern	Pattern	Pattern	Pattern	Pattern
39	White	White	White	Green	Pattern	Green	Green	Green	Pattern	White	White	Pattern	Pattern	Pattern	Pattern	Pattern	Yellow	White	Pattern	Green	Pattern	Green	Green	Pattern	White	White
40	Pattern	Pattern	Pattern	Green	Pattern	Pattern	Green	Pattern	White	White	Pattern	White	White	White	White	White	Pattern	Pattern	Yellow	Pattern	Green	Green	Pattern	Green	Pattern	Pattern
41	White	White	White	Green	Pattern	White	Green	Green	Pattern	White	White	Pattern	Pattern	Pattern	Pattern	Pattern	Yellow	Green	Pattern	Green	Pattern	Green	White	Pattern	Green	White
42	Pattern	Pattern	Pattern	Pattern	Pattern	Green	Green	Pattern	White	White	Pattern	White	White	White	White	White	Pattern	Pattern	White	Pattern	Green	Pattern	Pattern	Green	Green	White
43	White	White	White	White	Pattern	White	Green	Pattern	White	White	White	Pattern	Pattern	Pattern	Pattern	Pattern	Yellow	White	Pattern	Green	Pattern	Pattern	White	Pattern	Green	White
44	Pattern	Pattern	Pattern	Pattern	White	Pattern	Green	Pattern	White	White	Pattern	White	White	White	White	White	Pattern	Pattern	White	Pattern	Green	Pattern	Pattern	White	Pattern	Pattern
45	White	White	White	White	Pattern	White	Green	Pattern	White	White	White	Pattern	Pattern	Pattern	Pattern	Pattern	Yellow	White	Pattern	Yellow	Pattern	White	White	Pattern	White	White
46	Pattern	Pattern	Pattern	Pattern	White	Pattern	Green	Pattern	White	White	Pattern	White	White	White	White	White	Pattern	Pattern	White	Pattern	Green	Pattern	Pattern	White	Pattern	Pattern
47	White	White	White	White	Pattern	White	Green	Pattern	White	White	White	Pattern	Pattern	Pattern	Pattern	Pattern	White	White	Pattern	Yellow	Pattern	Green	White	Pattern	White	White
48	Pattern	Pattern	Pattern	Pattern	Green	Pattern	Green	Pattern	Green	White	Pattern	Green	Green	Green	Green	Green	Pattern	Pattern	White	Pattern	Green	Pattern	Pattern	Green	Pattern	Pattern
49	Green	White	Green	Green	Pattern	Green	Pattern	Green	Pattern	Pattern	Green	Pattern	Pattern	Pattern	Pattern	Pattern	Yellow	Yellow	Yellow	Green	Pattern	Green	Green	Pattern	Green	Green

La simbología presentada en la Tabla 2.12 es utilizada en ambos casos, es decir para VHF y UHF, en donde CAPITAL representa, la capital de la provincia principal de dicha zona geográfica, OCUPADO simboliza que está ocupado en regiones aledañas a la capital de la zona, pero no cubre la misma, LIBRE, quiere decir que el canal está disponible para poder asignar un canal de televisión digital, y por último SIN ASIGNACIÓN, representa a los canales adyacentes que no han sido asignados en dicha zona geográfica.

2.2.2. Banda UHF.

En cuanto a la disponibilidad de canales en la banda IV y V de UHF, se hace uso de las tablas presentadas en el ANEXO 1 [44], para resumir la ocupación del espectro radioeléctrico en cada zona geográfica a lo largo del territorio ecuatoriano, obteniendo como resultado lo presentado en la Tabla 2.13.

Basándonos en la Tabla 2.11 y en la Tabla 2.13, a continuación se resume el número de canales disponibles por zona, tanto para VHF y para UHF como se muestra en la tabla 2.14.

Mediante el análisis de disponibilidad realizado se verificó que en cada zona existen distintas áreas de operación independiente, que cubren cierta parte de la zona sin interferir con otras transmisiones en el mismo canal realizadas en la misma zona, y también existen puntos de sombra, en donde se debe cubrir esos sectores utilizando canales adyacentes, pero con un estudio técnico previo que verifique que no exista interferencia entre canales adyacentes. Es por esta razón que en la tabla hay zonas en las que se puede visualizar que el número total de canales asignados a tal zona es menor al número de canales ocupados, debido a que por estos problemas se asignan canales adyacentes, principalmente para cubrir zonas de sombra.

Con el resultado obtenido, se puede observar que en la banda UHF existe mayor disponibilidad de canales, con lo cual se podría facilitar la transición a TDT especialmente en zonas donde al momento no existe una alta penetración del servicio de Televisión analógica, considerando además que la TDT permite operaciones en canal adyacente [45].

Tabla. 2.14. Total de canales disponibles por zona geográfica en VHF y UHF

ZONA	VHF			UHF (14 CANALES)	
	DISPONIBLES	OCUPADOS	TOTAL	DISPONIBLES	OCUPADOS
Z	0	8	7	10	4
L1	0	5	5	14	0
L2	0	7	7	5	9
O	0	6	6	3	11
A	0	7	7	4	10
Ñ	0	7	5	4	9
G	0	9	6	0	15
F	0	7	7	4	10
S1	0	6	6	9	5
S2	3	4	7	13	1
X	1	6	7	10	4
N	2	7	7	8	6
D	3	4	7	11	3
B	1	6	7	11	3
H	0	7	7	5	10
R1	5	1	6	10	4
R2	0	7	6	3	11
M2	0	7	7	4	10
M1	1	4	5	13	2
T	0	7	6	2	12
P	0	10	6	0	16
K	1	6	7	5	9
J	0	6	6	6	8
C	0	6	6	5	9
E	0	7	7	5	12
Y	0	7	7	7	7

2.3. DISPONIBILIDAD Y ASIGNACIÓN ACTUAL DE LA TELEVISIÓN CODIFICADA.

Para el servicio de televisión codificada, que se basa en el Sistema de Codificación Terrestre [46], en nuestro país se utilizan las bandas UHF como muestra la Tabla 2.15.

La transmisión de señales para el servicio de televisión codificada terrestre en la banda de 2500 – 2686 MHz (MMDS), tiene que efectuarse en banda lateral residual con modulación en amplitud (AM) para la portadora de video y emisión tipo 5M45C3F; y con modulación de frecuencias (FM) para la portadora de audio y emisión tipo 550KF3E.

Tabla. 2.15. Canalización para televisión codificada en UHF

CANAL UHF	FRECUENCIA (MHz)
50	686 – 692
51	692 – 698
52	698 – 704
53	704 – 710
54	710 – 716
55	716 – 722
56	722 – 728
57	728 – 734
58	734 – 740
59	740 – 746
60	746 – 752
61	752 – 758
62	758 – 764
63	764 – 770
64	770 – 776
65	776 – 782
66	782 – 788
67	788 – 794
68	794 – 800
69	800 – 806

En donde el significado del tipo de emisión 5M45C3F está dado por lo siguiente:

5M45: Anchura total de la banda de video de 5.45 MHz.

C: Banda lateral residual.

3: Un solo canal con información analógica.

F: Televisión (video).

El significado del tipo de emisión 550KF3E se muestra a continuación.

550K: Anchura de banda del canal de sonido, incluidas las bandas de guarda 550MHz.

F: Modulación en frecuencia.

3: Un solo canal con información analógica.

E: Radiodifusión sonora.

La banda de 2500-2686 MHz (MMDS) se divide en canales de 6 MHz de ancho de banda cada uno, obteniendo 31 canales, conforme a la Tabla. 2.16.

Tabla. 2.16. Canalización para televisión codificada en la banda MMDS

N°	CANAL MMDS	FRECUENCIA (MHz)
1	84	2500 – 2506
2	85	2506 – 2512
3	86	2512 – 2518
4	87	2518 – 2524
5	88	2524 – 2530
6	89	2530 – 2536
7	90	2536 – 2542
8	91	2542 – 2548
9	92	2548 – 2554
10	93	2554 – 2560
11	94	2560 – 2566
12	95	2566 – 2572
13	96	2572 – 2578
14	97	2578 – 2584
15	98	2584 – 2590
16	99	2590 – 2596
17	100	2596 – 2602
18	101	2602 – 2608
19	102	2608 – 2614
20	103	2614 – 2620
21	104	2620 – 2626
22	105	2626 – 2632
23	106	2632 – 2638
24	107	2638 – 2644
25	108	2644 – 2650
26	109	2650 – 2656
27	110	2656 – 2662
28	111	2662 – 2668
29	112	2668 – 2674
30	113	2674 – 2680
31	114	2680 – 2686

Para los sistemas MMDS, la asignación de canales será continua.

La asignación de canales en televisión codificada a lo largo del Ecuador está dada de la siguiente manera:

En Azuay, en Cañar, en Loja, en Tungurahua, en Galápagos y en Santo Domingo de los Tsáchilas hay solamente un concesionario para televisión codificada en cada provincia.

En Chimborazo y Manabí actualmente dos concesionarios transmiten televisión codificada.

En la provincia del Guayas existen 6 concesionarios de televisión codificada.

En Pichincha tenemos 9 concesionarios utilizados para televisión codificada.

Se detalla de mejor manera en la Tabla 2.17.

Como se puede observar existen solamente 25 concesionarios de televisión codificada en el territorio ecuatoriano, los que se sitúan en las ciudades más importantes del país, que son los sectores a donde se pretende llegar, debido a la población y a la capacidad económica de estas ciudades, es decir en estos sectores existen mayores posibilidades de negocio.

Cabe destacar que la banda UHF se la está considerando para realizar la transición de televisión analógica a televisión digital terrestre en el país, pero no en su totalidad, simplemente se tomarán algunos canales, debido a que los operadores de televisión codificada que actualmente existen, buscarán mejorar el servicio a los usuarios, razón por la cual tendrán que migrar poco a poco como sea necesario a transmisiones digitales de televisión. En cuanto a la banda MMDS se está considerando para brindar otros servicios, entre los que más sobresale, están los servicios de cuarta generación, Telecomunicaciones Móviles Internacionales IMT–Avanzadas, que en algunos países se ha definido que trabajará desde el canal 51 al 69, pero en nuestro país aún no se define bien la cantidad de espectro que se le asignará.

Las Telecomunicaciones Móviles Internacionales-Avanzadas (IMT-Avanzadas) [47] son sistemas móviles dotados de nuevas capacidades que superan las ofrecidas en las IMT-2000. Esos sistemas brindan acceso a una amplia gama de servicios de telecomunicaciones, en especial los servicios móviles avanzados, admitidos por redes fijas y móviles, que utilizan cada vez más la transmisión por paquetes.

Tabla. 2.17. Canales de televisión codificada UHF y MMDS en Ecuador [44].

PROVINCIA	NOMBRE DE ESTACIÓN	ENLACE	COBERTURA CANTONAL
AZUAY	CV+	LINEA FISICA	CUENCA, GUALACEO
CAÑAR	CV+	RADIOELECTRICO	AZOGUES
LOJA	GLOBAL TV	SATELITAL	LOJA
TUNGURAHUA	AMERICAN CABLE		SAN MIGUEL, SAN MIGUEL, AMBATO, CEVALLOS, MOCHA, PATATE, QUERO, PELILEO, PILLARO, TISALEO
GALÁPAGOS	MUANA VISION	LINEA FISICA	PUERTO BAQUERIZO MORENO
SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS	HURFENT	LINEA FISICA	SANTO DOMINGO DE LOS COLORADOS
CHIMBORAZO	AEROTV	LINEA FISICA	RIOBAMBA
	RIOCABLE	LINEA FISICA	RIOBAMBA, PENIPE, CHAMBO, GUANO
MANABÍ	INTERCABLE	LINEA FISICA	CHONE
	UNIVISA	RADIOELECTRICO	PORTOVIEJO, JIPIJAPA, MANTA, MONTECRISTI, ROCAFUERTE, JARAMIJO
GUAYAS	TELESAT S.A.	LINEA FISICA	VALDEZ (LIMONES)
	TV MAX	RADIOELECTRICO	VALDEZ (LIMONES)
	SATELCOM	RADIOELECTRICO	GUAYAQUIL, ELOY ALFARO (DURAN)
	COSMOVISION S.A.	RADIOELECTRICO	GUAYAQUIL, ELOY ALFARO (DURAN)
	CABLEVISION S.A.	LINEA FISICA	DAULE, MILAGRO, NARANJAL, SAN JACINTO DE YAGUACHI
	UNIVISA	RADIOELECTRICO	GUAYAQUIL, ELOY ALFARO (DURAN)
PICHINCHA	UNIVISA	DEMODULACION-TRASLACION	QUITO, DISTRITO METROPOLITANO, SANGOLQUI
	UNIVISA	DEMODULACION-TRASLACION	QUITO, DISTRITO METROPOLITANO
	UNIVISA	DEMODULACION-TRASLACION	QUITO, DISTRITO METROPOLITANO
	UNIVISA	RADIOELECTRICO	
	TV MAX	RADIOELECTRICO	QUITO, DISTRITO METROPOLITANO, CAYAMBE, MACHACHI, SANGOLQUI
	CABLEVISION S.A.	RADIOELECTRICO	QUITO, DISTRITO METROPOLITANO, CAYAMBE, MACHACHI, SANGOLQUI
	TELESAT S.A.	RADIOELECTRICO	QUITO, DISTRITO METROPOLITANO, CAYAMBE, MACHACHI, TABACUNDO, SANGOLQUI
	CNT-TV	RADY	
DIRECTV	SATELITAL		

Los sistemas de IMT-Avanzadas admiten aplicaciones de baja y alta movilidad y una amplia gama de velocidades de datos, de conformidad con las demandas de los usuarios y de servicios en numerosos entornos de usuario. Las IMT-Avanzadas también tienen capacidades destinadas a aplicaciones multimedia de elevada calidad en una amplia gama de servicios y plataformas, lo que les permite lograr mejoras considerables de funcionamiento y calidad de servicio.

Finalmente se culmina el presente capítulo definiendo las problemáticas existentes para la transición de televisión analógica a televisión digital terrestre desde el punto de vista de la regulación del espectro radioeléctrico, las cuales mencionamos a continuación.

- Las bandas I y III en VHF asignadas para el servicio de radiodifusión y televisión en Ecuador se encuentran actualmente saturadas a lo largo de todo el territorio ecuatoriano.
- Las bandas IV y V de UHF en las que funciona el servicio de radiodifusión y televisión están saturadas en mayor grado en las principales ciudades del Ecuador, causando problemas para la transición a televisión digital terrestre, ya que dichas ciudades serían las primeras en realizar la transición.
- Las bandas de frecuencias asignadas para enlaces auxiliares en el Plan Nacional de Frecuencias también se encuentran saturadas, para lo cual una solución es realizar transmisiones digitales, disminuyendo el ancho de banda actual ocupado por enlace, logrando de esta manera la optimización de espectro en dichas bandas.
- De acuerdo a Ley de Radiodifusión y Televisión, se establece que la radiodifusión de televisión es la comunicación unilateral mediante ondas electromagnéticas de sonidos e imágenes destinadas a la comunidad, situación que cambiaría en el momento que se inicié la transición a televisión digital terrestre, ya que se tendría un sistema bidireccional, debido a que el usuario pasaría a ser interactivo, creándose la necesidad de un canal de retorno.
- Según la Ley de Radiodifusión y Televisión, un concesionario no puede tener más de un sistema de televisión en funcionamiento en el territorio ecuatoriano, resultando esto un problema, ya que cuando se realice la etapa de *simulcast*, el concesionario

tendría que mantener operativos los dos sistemas, el analógico y el digital, obviamente transmitiendo la misma información, pero en sistemas diferentes.

Luego de todo el análisis realizado, la opción que se tendría en el país para realizar la migración a televisión digital terrestre sería utilizar los canales adyacentes disponibles en cada banda de los canales 21 al 49, es decir en las bandas IV y V UHF, que de hacer falta se debería pensar en la banda de 700 MHz, que corresponde a los canales del 50 al 69, y de ser necesario aún una mayor capacidad de espectro se requeriría despejar parte de la banda de los canales 14 al 20, que actualmente se encuentran asignados al servicio Fijo y Móvil. Este análisis de posibilidades para transición se realiza en el siguiente capítulo de manera más detallada.

CÁPITULO 3.

NUEVA CANALIZACIÓN PARA TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE EN EL ECUADOR.

3.1 COMPARACIÓN DE MÉTODOS DE TRANSMISIÓN DE TELEVISIÓN.

Como se ha mencionado en capítulos anteriores, la transmisión de televisión puede hacerse de dos maneras, de manera analógica y de manera digital, señalando que el método de propagación utilizado para transmitir televisión se basa en recomendaciones de la UIT: La Recomendación UIT-R P370 [48], la cual fue suprimida, y reemplazada por la Recomendación UIT-R P1546 [49], también se puede utilizar la Recomendación UIT-R P526 [50], las cuales definen métodos de predicción de cobertura.

La Recomendación UIT-R P370 [48] fue desarrollada basándose en numerosas mediciones realizadas sobre trayectos terrestres para climas templados, marítimos en mares cálidos y fríos. Tomando como referencias dichas mediciones, se las redujeron a curvas de propagación normalizadas. Entre los parámetros de dependencia de la Recomendación UIT-R P370 tenemos:

- Bandas de frecuencia: VHF (I a III) y UHF (IV y V).

- Potencia Radiada Aparente (PRA) de 1 kW.

- Campo superado en 50% de ubicaciones y 1% del tiempo, con trayectos de propagación para mar o tierra con altura de antenas receptoras de 10m, y de las antenas transmisoras de 3 a 15m. Hay curvas para el 50% del tiempo aplicables a la cobertura de la señal deseada y para el 1%, 5% y 10% del tiempo que se utilizan para la evaluación de la interferencia troposférica.

- Otro parámetro incorporado es la altura efectiva de la antena transmisora, la cual es la altura del centro de radiación de la antena sobre el nivel medio del terreno entre los 3 y

los 15km, desde el transmisor al receptor. La altura de la antena receptora es de 10m respecto a la altura del terreno local.

- La ondulación del terreno también es considerada, y se la define como, la diferencia entre las alturas superadas por el 90% y el 10% del trayecto entre las distancias d_1 y d_2 desde el transmisor hacia el receptor, siendo $d_1 = 10\text{km}$ y $d_2 = 50\text{km}$. El valor estándar de D_h al que se refieren las curvas es de 50 m.

La recomendación que reemplaza a la Recomendación UIT-R P370 es la UIT-R P.1546 [49], la cual es útil para predecir los servicios de radiodifusión, el servicio móvil terrestre y el servicio móvil marítimo. Esta recomendación representa en forma de familia de curvas de propagación normalizadas para valores nominales de distancia, altura, frecuencia y tiempo, como se muestran en la Tabla 3.1.

Tabla. 3.1. Valores normalizados de la Recomendación UIT-R P.1546

Rango de Frecuencias	30 a 3000 MHz
Rango de Distancias	1 a 1000 km
Frecuencias Nominales	100, 600, 2000 MHz
Alturas efectivas	10 a 1200 m
Alturas del terminal	10m
Porcentaje de Tiempo	1, 10 y 50 %
Porcentaje de Ubicaciones	50%
P.R.A.	1 kW

Se realiza interpolación en tres niveles una vez determinados los valores nominales de los parámetros que estén por debajo o por encima del valor real. El primer nivel realiza la interpolación en función de la distancia y altura efectiva, el segundo recoge dos valores de campo del nivel 1 y realiza la interpolación en función de la frecuencia, y el último nivel interpola dos valores del nivel 2 para interpolar en función del tiempo. Finalmente se realizan las siguientes correcciones.

- Trayectos mixtos: Se efectúa el procedimiento de cálculo para cada tipo de propagación (mar o tierra).
- Corrección para la altura de la antena receptora/móvil:

- Si la altura de la antena receptora no coincide con el valor de referencia, 10m.
- Corrección por ángulo de despejamiento del terreno:
 - La intensidad de campo se predice con mayor exactitud si se considera al terreno próximo a la antena receptora.
- Corrección para trayectos cortos urbanos y suburbanos, para distancias inferiores a 15km.
- Corrección por ubicaciones, en caso de antenas receptoras ubicadas junto a terrenos que rebasan un porcentaje de ubicaciones distinto del 50%.
- Campo máximo, limitando la intensidad de campo resultante al campo máximo posible en caso de necesitarse.

El método de la Recomendación UIT-R P526 [49], utiliza la propagación por difracción, para modelar el fenómeno y lograr el cálculo de pérdidas debido a distintos tipos de obstáculos.

Considerando estos factores, la comparación entre los métodos de predicción de propagación para la transmisión de televisión tanto analógica como digital, se realizará mediante la simulación en el software SIRENET, el mismo es un software que funciona con licencia, para lo cual es necesario solamente ingresar los datos correspondientes a cada método de transmisión.

Como una breve introducción del software, se puede decir que SIRENET es una herramienta muy útil para la planificación y gestión radioeléctrica, facilitando el manejo de recursos de espectro, rápida y eficientemente, gracias a todas las tecnologías que incorpora con el fin de gestionar toda la información geográfica que sea necesaria.

Entre las funciones y características que presenta la aplicación tenemos:

- Planificación teórica de la red.

-
- Calibración de simulaciones mediante medidas de campo.
 - Presenta mapas, permitiendo importación de ficheros cartográficos, como cotas, morfología, demografía, tráfico, etc.
 - Permite convertir rápidamente sistemas de proyección a coordenadas geográficas y viceversa.
 - Algoritmos de predicción: UIT-R 370, UIT-R 1546, UIT-R 526, Deygout, Línea de Vista, Okumura-Hata COST-231, etc.
 - Superponer resultados en un mismo mapa.
 - Genera informes de resultados, permitiendo guardarlos, modificarlos, borrarlos y exportarlos.

La versión utilizada para las simulaciones que se presentan a continuación es la 3.4, que incrementa la potencia de cálculo, con nuevas funcionalidades cartográficas y de planificación, de versiones anteriores, además que integra un potente motor de cálculo sobre una plataforma WEB. XIRIO-ONLINE, la cual se menciona más adelante.

Para continuar con la simulación, se ingresarán los mismos valores en cuanto a la frecuencia en la cual se realizará la transmisión (614MHz), con los mismos valores de potencia en el transmisor (10kW analógica, 1kW digital), además se utilizará una antena Yagi de 14dBi para el transmisor y una antena de dipolo $\lambda/2$, debido a que son las más utilizada para transmisión y recepción de señales de televisión en UHF, con altura de 10m para realizar los cálculos, ya que considera condiciones óptimas de recepción. En UHF, la ganancia de antena de la instalación de referencia es de 10 y 12 dBd (con referencia al dipolo en $\lambda/2$), mientras que las pérdidas en cables y conectores son de 3 dB.

A continuación se presenta como se realizó la simulación en el software SIRENET.

Se selecciona el tipo de servicio a simular, en este caso es servicio de radiodifusión de televisión terrestre analógica en la Banda UHF, utilizando el sistema NTSC en la banda IV, como se muestra en la Figura 3.1.

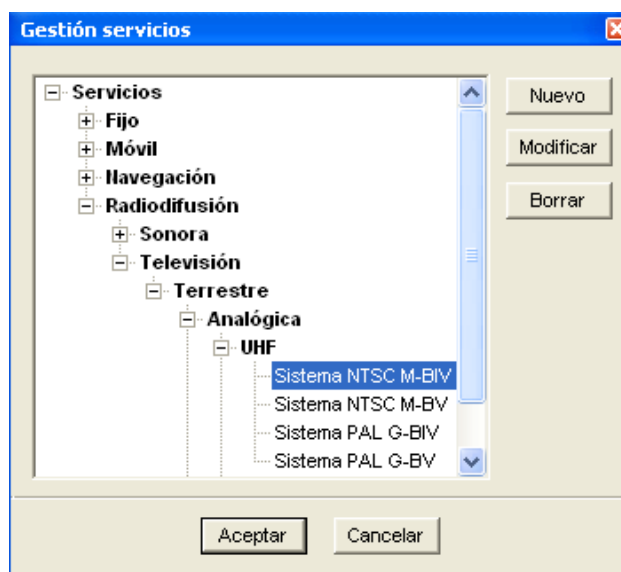


Figura. 3.1. Selección de tipo de cobertura, TV analógica.

A continuación en la Figura 3.2 se fijan los valores en el Transmisor, como son, la potencia de 10 kW que es la potencia permitida en televisión analógica, con pérdidas de 3 dB, utilizando una antena Yagi de 14dBi, y con una altura de la antena de 24 m.

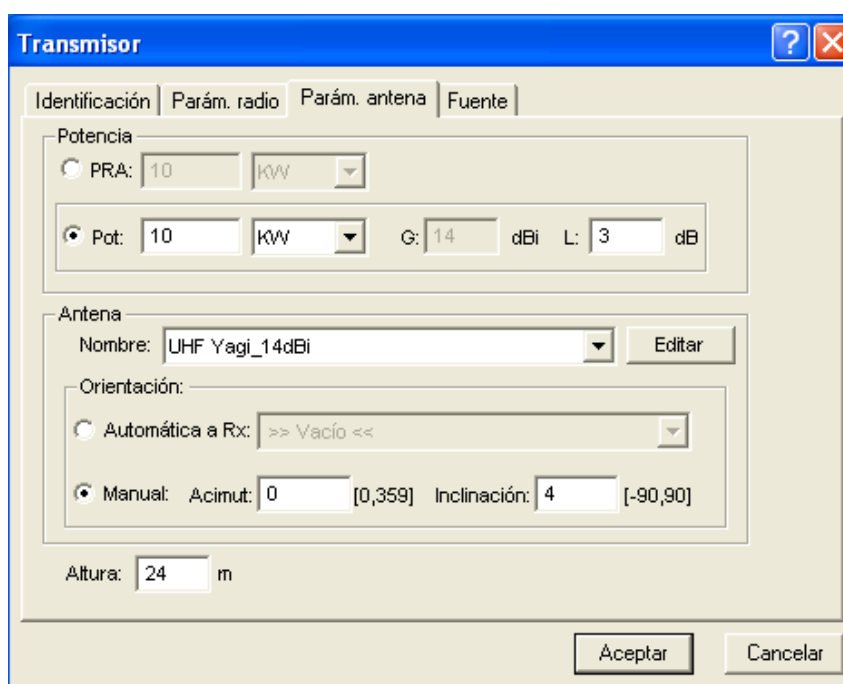


Figura. 3.2. Configuración de Parámetros del Transmisor

Luego se colocan los parámetros en el receptor, indicando la frecuencia en la que debe funcionar, con un campo umbral de 64 dBu, tal como se indica en la figura 3.3.

The screenshot shows the 'Receptor de cobertura' dialog box with the 'Parám. radio' tab selected. The 'Servicio' is set to '...Analógica\UHF\Sistema NTSC M-BIV'. The 'Fase' and 'Red' are both set to '>> Vacío <<'. The 'Polarización' is set to 'Horizontal'. Under the 'Frecuencia' section, 'Banda' is 'Banda de frecuencias', 'F. Referencia' is '614 MHz', and 'Canales' is '0'. The 'Campo Umbral' is set to '64 dBu'. At the bottom, 'Impedancia' is '50 Ohmios', 'Pérdidas' is '3 dB', and 'C/N' is '0.00 dB'. 'Aceptar' and 'Cancelar' buttons are at the bottom right.

Figura. 3.3. Configuración de Parámetros del Receptor

En la Figura 3.4 se ingresan los parámetros de la antena, como el tipo de antena, el cual es dipolo de media onda, y la altura de 10m.

The screenshot shows the 'Receptor de cobertura' dialog box with the 'Parám. antena' tab selected. The 'Antena' section has 'Nombre' set to 'half-wave dipole'. Under 'Orientación', 'Manual Acimut' is selected with a value of '0' and 'Inclinación' is '0'. The 'Altura' is set to '10 m'. There is an unchecked checkbox for 'Altura del receptor sobre el nivel del mar'. 'Aceptar' and 'Cancelar' buttons are at the bottom right.

Figura. 3.4. Configuración de Parámetros de antena receptora.

También configuramos los rangos de señal para televisión analógica acorde al umbral de recepción de 64dBuV/m, como se especifica en la Norma Técnica para el Servicio de Televisión Analógica [36], tal como se presenta en la Figura 3.5.

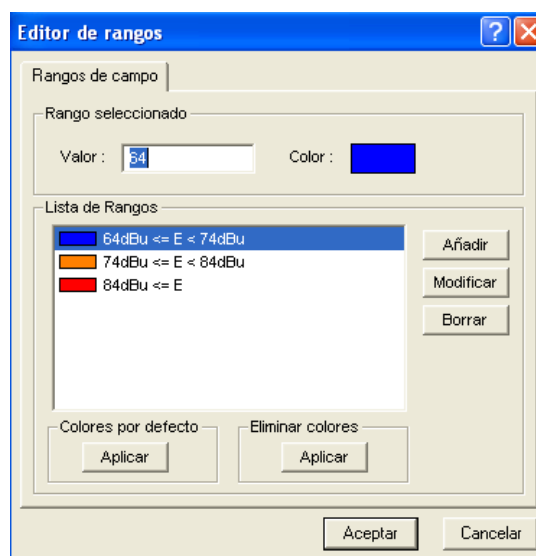


Figura. 3.5. Rangos de señal para televisión analógica.

Para el caso de televisión digital, solamente se cambia el estudio de cobertura y se selecciona el estándar de televisión digital a utilizar, el cual es el estándar DVB-T, para demostrar que en formato digital se obtiene igual cobertura con menor potencia. También se modifica el valor de potencia a 1kW en el transmisor y en el receptor el umbral de recepción es de 40dBuV/m, razón por la cual los rangos de señal para televisión digital se modifican como se muestra en la Figura 3.6.

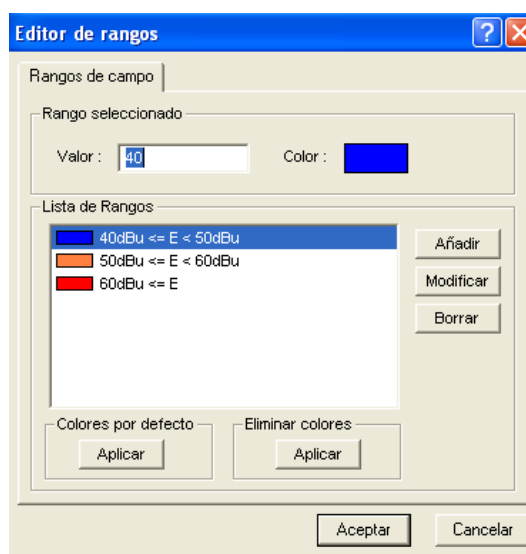


Figura. 3.6. Rangos para televisión digital.

Ahora procedemos a presentar en la Figura 3.7 y en la Figura 3.8 los resultados de las simulaciones tanto para la cobertura de televisión analógica como de televisión digital, utilizando el método de la Rec. UIT-R P.526 [50].

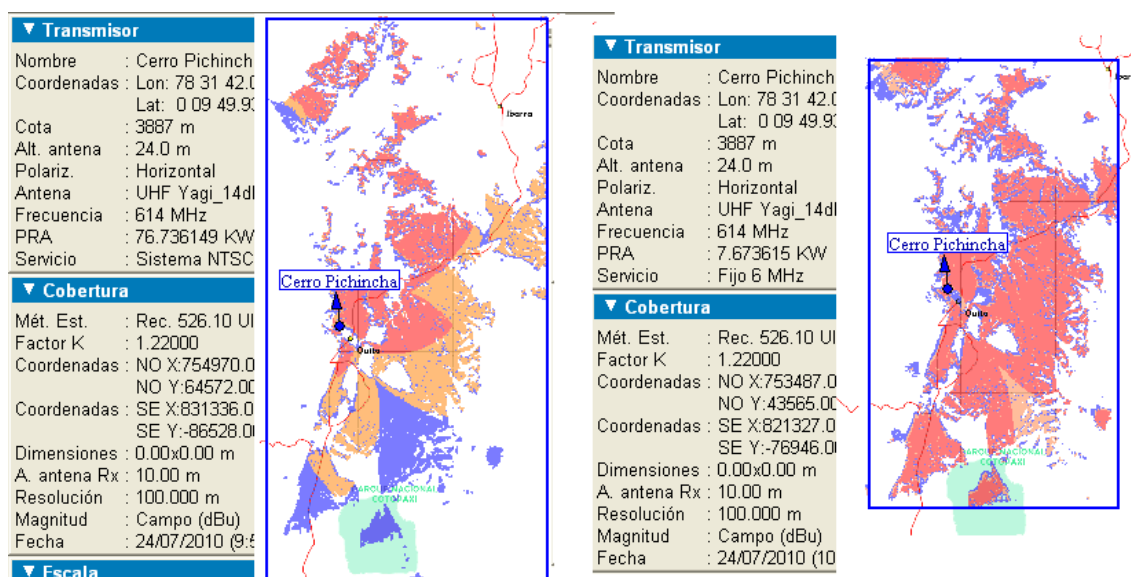


Figura. 3.7. Comparación de cobertura de Televisión Analógica NTSC con Televisión Digital, según el modelo de la Rec. UIT-R P.526 en el Cerro Pichincha

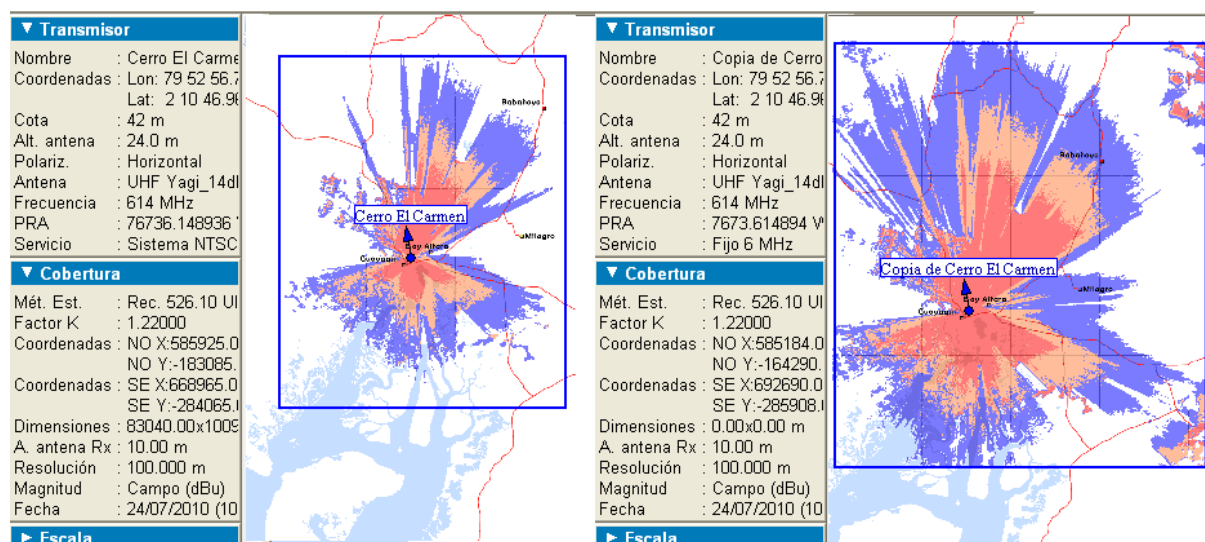


Figura. 3.8. Comparación de cobertura de Televisión Analógica NTSC con Televisión Digital, según el modelo de la Rec. UIT-R P.526 en el Cerro El Carmen

A continuación en la Figura 3.9 y en la Figura 3.10 se muestran los resultados utilizando el método de la Rec. UIT-R P.370 [48].

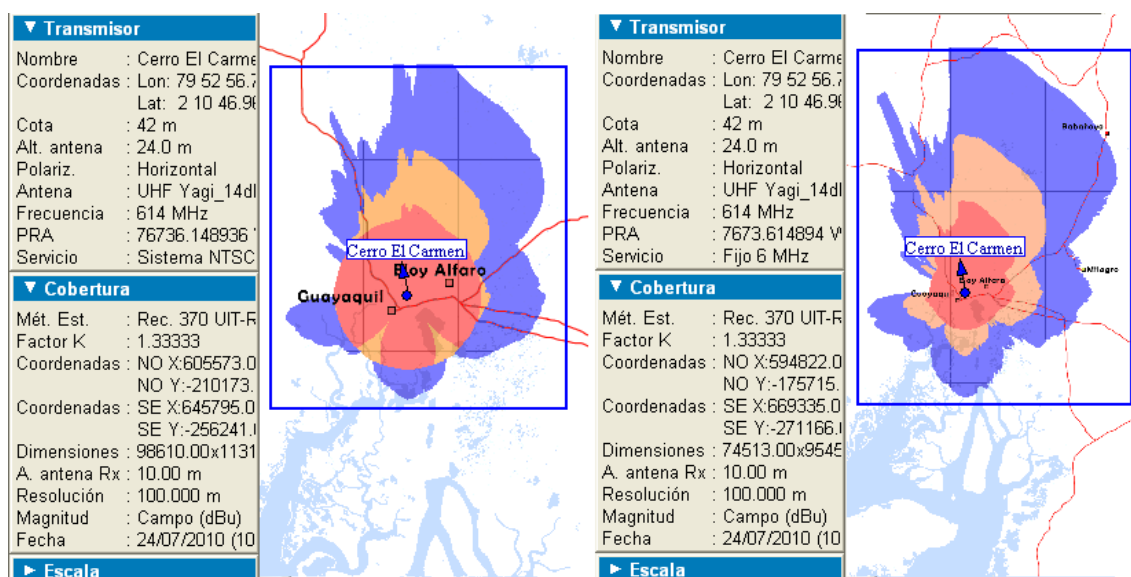


Figura. 3.9. Comparación de cobertura de Televisión Analógica NTSC con Televisión Digital, según el modelo de la Rec. UIT-R P.370 en el Cerro El Carmen

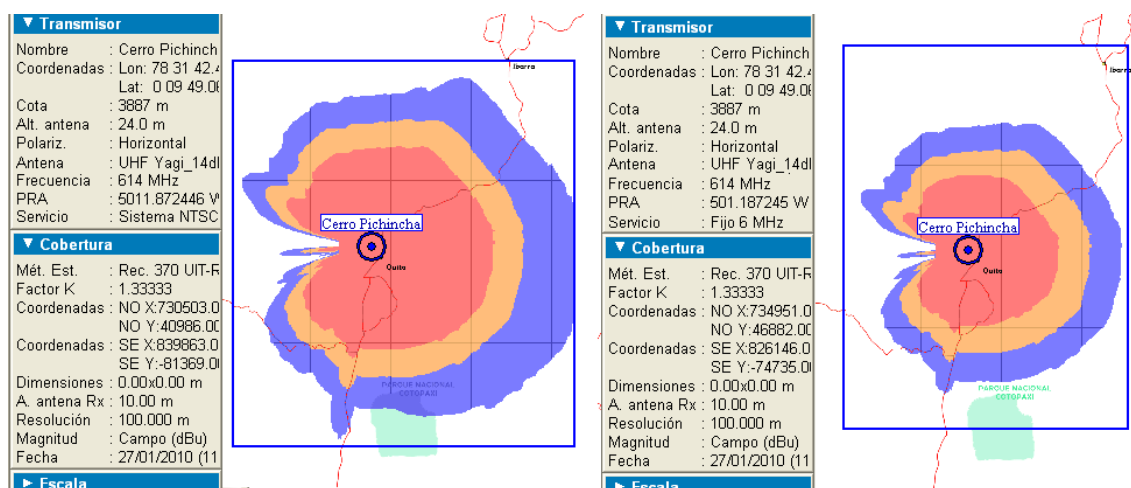


Figura. 3.10. Comparación de cobertura de Televisión Analógica NTSC con Televisión Digital, según el modelo de la Rec. UIT-R P.370 en el Cerro Pichincha.


Para visualizar los resultados de las simulaciones se utilizará el simulador profesional de cobertura radioeléctrica en línea Xirio-Online <http://www.xirio-online.com>, en el cual, con solo registrarse en la página web se podrá utilizar el recurso de simulación.

La configuración de los parámetros del transmisor se muestra a continuación en la Figura 3.11 los valores serán los mismo ingresados en el caso anterior para la simulación

de televisión analógica en la banda IV del sistema NTSC, con el ingreso de las coordenadas en este caso del Cerro Pichincha.

Propiedades del Transmisor

Transmisor	
Nombre:	Cerro Pichincha

Emplazamiento	
Coordenadas	
Latitud:	00°09'49.93"S
Longitud:	078°31'42.00"W


Parámetros de radio	
Antena:	NTSC B-IV-V 14 dBi 60° 
Frecuencia:	614 MHz
Polarización:	Horizontal
Altura antena:	24 m
Orientación:	0 [0,359]
Inclinación:	4 [-90,90]
Potencia:	10 KW
Pérdidas:	3 dB

Figura. 3.11. Configuración de los parámetros del Transmisor

Los parámetros de recepción, son los mismos que los utilizados en la simulación realizada con el simulador SIRENET, y se los presenta en la Figura 3.12.

Se configura el rango de resultados conforme el umbral de recepción, para televisión analógica es de 64 dbuV/m, como indica en la parte superior de la Figura 3.13, y para televisión digital es de 40 dbuV/m, como observamos en la parte inferior de la misma figura.

Parámetros de radio

Parámetros de radio

Antena: 📍 📄 ✖️ ?

Frecuencia: MHz ▾

Polarización: ▾

Altura antena: m

Umbral recepción: Campo Potencia

dBu ▾

Pérdidas: dB

Discriminación 45°:

Discriminación 90°:

Figura. 3.12. Configuración de parámetros del receptor.

Rangos de resultado

Color	Rangos de señal	
🟦	[62.00 , 72.00) dBu	📄 ✖️
🟨	[72.00 , 82.00) dBu	📄 ✖️
🟥	[82.00 , Infinity) dBu	📄 ✖️

Rangos de resultado

Color	Rangos de señal	
🟦	[44.00 , 54.00) dBu	📄 ✖️
🟨	[54.00 , 63.00) dBu	📄 ✖️
🟥	[63.00 , Infinity) dBu	📄 ✖️

Figura. 3.13. Rangos de señal de resultados para transmisión analógica y para transmisión digital.

Para el método de predicción de propagación se utilizó únicamente la Rec UIT-R P.526 [50], debido a que el método de la Rec UIT-R P.370 [48] no está en la lista del simulador, ya que esta recomendación fue suprimida. Se utilizó altimetría mundial, para televisión analógica se utiliza una potencia de 10kW en el transmisor y para televisión

digital utilizamos 1kW. El resultado se muestra en la Figura 3.14 y la Figura 3.15, para el Cerro Pichincha y para el Cerro del Carmen.

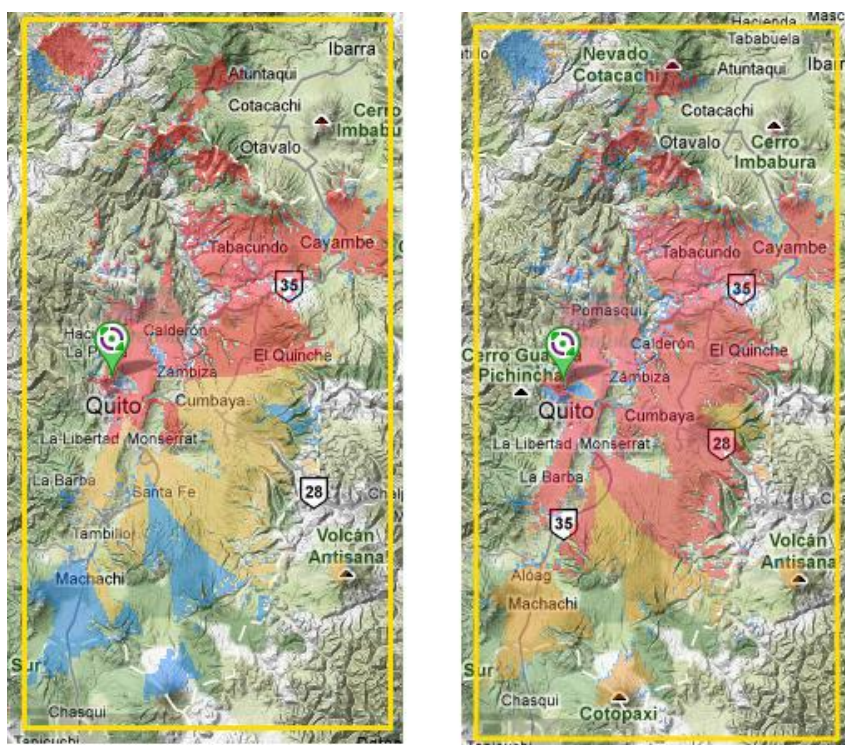


Figura. 3.14. Comparación de cobertura de Televisión Analógica NTSC con Televisión Digital SDBTV según el modelo de la Rec. UIT-R P.526 en el Cerro Pichincha

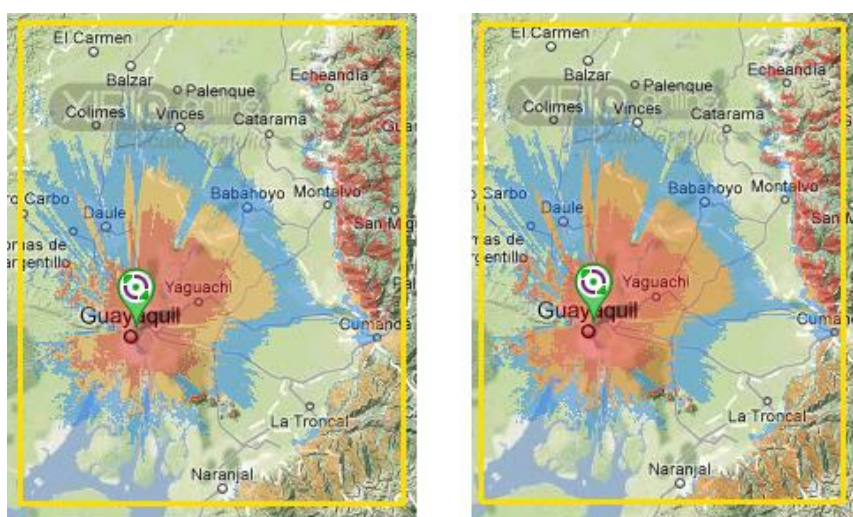


Figura. 3.15. Comparación de cobertura de Televisión Analógica NTSC con Televisión Digital SDBTV según el modelo de la Rec. UIT-R P.526 en el Cerro El Carmen

Con los resultados obtenidos en las simulaciones de ambos simuladores, se puede observar que el área de cobertura es muy similar entre la transmisión analógica y la transmisión digital, utilizando los valores indicados a lo largo de las simulaciones. Es por esto que la zonificación geográfica del país se conservará igual cuando se realice la transición a televisión digital terrestre. La problemática principal en este caso, será el cómo se asignarán los canales de televisión digital terrestre durante la transición, esto se detallará en el siguiente punto del presente capítulo.

3.2 PROPUESTA DE CANALIZACIÓN Y ZONIFICACIÓN PARA TELEVISIÓN DIGITAL ACORDE A LA DISPONIBILIDAD DE ESPECTRO RADIOELÉCTRICO.

Como se mencionó al final del capítulo anterior, una de las problemáticas principales es que tanto las bandas VHF y UHF asignadas para el servicio de radiodifusión y televisión, están actualmente saturadas, dificultando la transición de televisión analógica a televisión digital terrestre, razón por la cual a continuación se realizará un análisis de las posibles opciones para lograr dicha transición de la manera más eficiente.

Debido a que las transmisiones digitales deben ser las mismas que las analógicas en el período de *simulcast*, la zonificación se conservará tal y como está actualmente distribuida, cosa que no ocurrirá con la canalización, debido a que en transmisiones digitales se puede trabajar a canal seguido para optimizar de mejor manera el espectro, sin interferir a los canales analógicos adyacentes.

Para la implementación de televisión digital terrestre no se considerarán las bandas de frecuencia VHF, debido a que existe concentración de señales transitorias comunes de ambientes urbanos, que deterioran las transmisiones, ya que en esas frecuencias se requiere de mayor potencia de transmisión para recepción en interiores, además que no permitiría el servicio portable o móvil de televisión digital, debido a que se necesitarían antenas grandes y más equipo para transmitir y recibir.

Se considera que para la implementación de televisión digital terrestre en Ecuador se va a utilizar la banda UHF, ya que estas bandas tienen mayor inmunidad a las señales transitorias y no requieren de más equipo en transmisión y recepción. Por estas razones se aprovecharán los canales adyacentes que no estén ocupados a lo largo de la banda IV y V.

Se pueden considerar varias opciones para realizar la transición, las cuales se van a analizar a continuación, para determinar cual es la que mejores condiciones presenta para nuestro país, tomando en cuenta la parte del dividendo digital.

Para la nueva propuesta de canalización se deben considerar bandas de frecuencia UHF que se puedan utilizar con el fin de migrar a televisión digital, entre las que tenemos:

- Los canales libres en las zonas geográficas que existen actualmente en las bandas IV y V, donde se está brindando el servicio de televisión analógica. Estos canales se indicaron en el Capítulo II, en donde por zona geográfica existen distintos canales libres como se muestra en la Figura. 3.16.

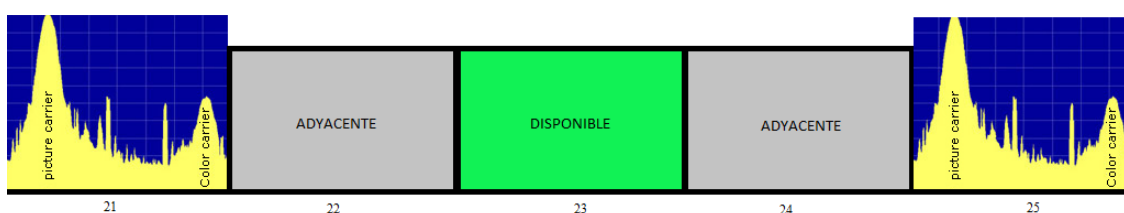


Figura. 3.16. Canal disponible para televisión digital en la zona C.

- Los canales adyacentes a los utilizados actualmente para el servicio de televisión analógica en las bandas IV y V, tal como se indica en la Figura.3.17. En cada zona geográfica existe una disponibilidad de 14 canales libres que son los adyacentes, excepto en las zonas en donde se encuentran las grandes ciudades como lo son Quito (zona P, 12 canales adyacentes disponibles), Guayaquil (zona G, 13 canales adyacentes disponibles), Riobamba (zona H, 13 canales adyacentes disponibles) y Esmeraldas (zona E, 11 canales adyacentes disponibles), en donde ha habido la necesidad de utilizar canales adyacentes para transmitir en las zonas de sombra de dichas zonas.

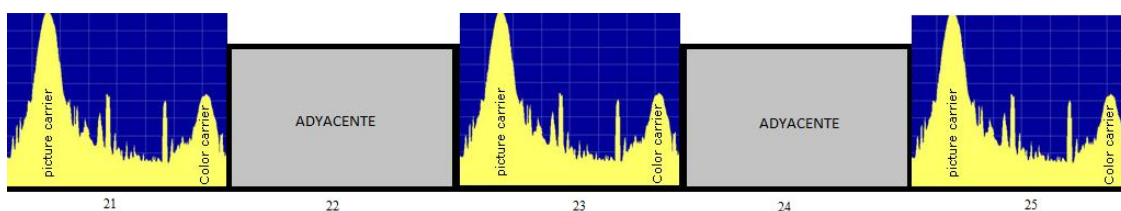


Figura. 3.17. Canales adyacentes disponibles para televisión digital en la zona A.

- La banda de 470-512 MHz que corresponde a los canales del 14 al 20, presentados en la Figura 3.18, en la mayoría de países se encuentra atribuida a título primario para radiodifusión de televisión, sin embargo en nuestro país actualmente se encuentra a título primario para el servicio Fijo y Móvil, lo cual dejaría disponibles 7 canales más de 6 MHz, para utilizarse en caso que exista un gran número de estaciones en alguna zona geográfica, habiéndose ya utilizado el espectro disponible en cada zona y de canales adyacentes.

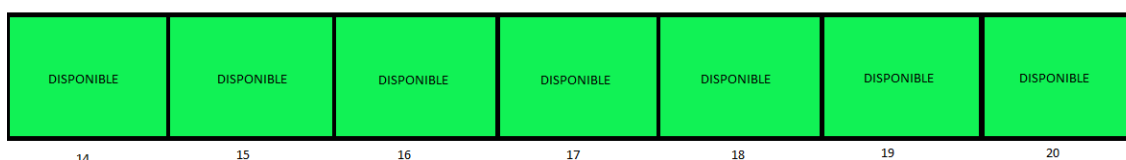


Figura. 3.18. Disponibilidad de la banda de 470-512MHz en los canales del 14 al 20.

- La última opción para liberar espectro radioeléctrico, sería la de utilizar la banda de UHF codificada, es decir de los canales del 50 al 69, en caso de que aún se requiera más espectro del liberado mediante las alternativas anteriores, como indica la Figura 3.19.

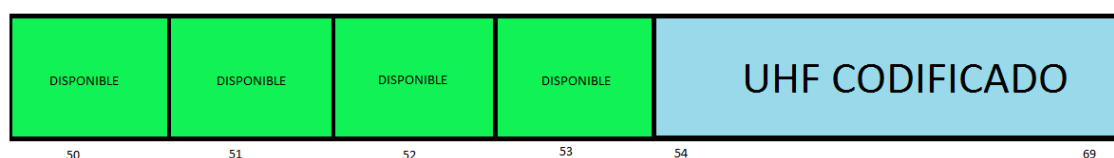


Figura. 3.19. Disponibilidad de canales desde 50 al 69 para televisión digital.

Para realizar el análisis detallado de cada opción presentada anteriormente, se definirán como estaciones de servicio nacional a las estaciones que brinden servicio a gran parte del país, y se las presenta en la Tabla 3.2. Además se denominan estaciones de servicio regional, a las que ofrecen cobertura a más de una zona geográfica, presentadas en

la Tabla 3.3, y por último las estaciones de servicio local, son las que ofrecen el servicio a una sola zona geográfica, como se muestra en la Tabla 3.4.

Tabla. 3.2. Estaciones de Servicio Nacional y zonas a las que no ofrece cobertura [44].

ESTACIONES DE SERVICIO NACIONAL	
NOMBRE DE LA ESTACIÓN	ZONAS GEOGRÁFICAS QUE NO CUBRE
RED TELESISTEMA (R.T.S)	L1, S2, D, R1.
TELEAMAZONAS	R1, M1, Y.
TELEVISIÓN DEL PACÍFICO	R1.
CADENA ECUATORIANA DE TELEVISIÓN.	L1, D, Y.
ECUADOR TV	L1, S2.
CANAL UNO	L1, B, R1, M1, X, D, N, S1, S2, Y.
UCSG TELEVISIÓN	L1, R1, M1, P.
OROMAR	L1, G, S1, B, R1, T, P.
TELEATAHUALPA (RTU)	Z, L1, Ñ, G, S2, D, M1, P.

Tabla. 3.3. Estaciones de Servicio Regional y su cobertura por zonas [44].

ESTACIONES DE SERVICIO REGIONAL	
NOMBRE DE LA ESTACIÓN	ZONAS GEOGRÁFICAS QUE CUBRE
TELEVISORA NACIONAL	X, N, H, E, T, P, K, J, C.
CORPORACIÓN ECUATORIANA DE TV	L1, O, A, G, F, B, R2, M2, M1
TELERAMA	L1, O, A, Ñ, F, H, R2, C, L2, G, T, P,
CAPITAL TV	L2, O, A, Ñ, G, F, H, M2, Y.
TROPICAL TV	L2, O, A, Ñ, F, H, R1, R2, M2, T, K, J, C, E, Y
AMERICAVISIÓN	O, A, G, F, H, R2, M2, T, P.
UV TELEVISIÓN	Z, L1, L2.
TELEVISORA DEL SUR	L1, L2, O.
CARAVANA TELEVISIÓN	O, G.
TELECUEENCA	A, Ñ.
TV AUSTRAL	
UNSIÓN TV	
TV+ (TEVEMAS)	G, P.
RED TV ECUADOR	
TELEVISIÓN SATELITAL	G, F, P.
ASOMAVISIÓN	G, T, P.
TELESANGAY	S1, S2.
SONOVISIÓN	S1, X, N.
U.T.V.LA TELEVISIÓN UNIVERSITARIA	J, C.
ENLACE, CADENA CRISTIANA DE TELEVISIÓN	J, Y.

De acuerdo a lo presentado en la Tabla 3.2, Tabla 3.3 y Tabla 3.4, se puede resumir que existen 9 canales de televisión nacional, 20 regional y 50 local, situación para la que se pueden tener las siguientes opciones con el fin realizar la nueva canalización:

Tabla. 3.4. Estaciones de Servicio Local y su cobertura por zonas [44].

ESTACIONES DE SERVICIO LOCAL	
NOMBRE DE LA ESTACIÓN	ZONAS GEOGRÁFICAS QUE CUBRE
TV CATÓLICA LOS ENCUENTROS	Z.
TV. EDUCATIVA CALASANCIA	L2.
ECOTEL	
OK TV-TEVECORP	O.
CAÑAR TV	Ñ.
CANAL 22	G.
CANELA TV	
ABC TV	
COSTANERA (RTU)	
ESPOL TV	F.
BRISA TV	
DIGITAL TV	S1.
ALLY TV	N.
TV CISNE	D.
ECOVISIÓN	
CANAL CULTURAL MUNICIPAL	B.
TVS	H.
ECUAVISIÓN	
TV AGRO	R1.
R.O.Q. TELEVISIÓN	R2.
TELEVISIÓN QUEVEDEÑA	
LA MANÁ TV	
MANAVISIÓN CANAL 9	M2
TV. MANABITA CANAL 30	
TELEDOS	E
T.E.C.E.M.	
TELEMAR	
MANGLAR TV	
LAS PALMAS TV	
PROMOTORES TV-AMBATO	T
UNIMAX	
COLOR TV	
ELITE TV	
TV MICC 18	P
HOY TV – CANAL 21	
CANAL 23 UHF TELEANDINA	
TELESUCESOS	
CANAL 42-UHF	
CANELA TV	
46 UHF ABC (RTU)	K
ZARACAY TV	
TELE-RED	
MAJESTAD TV	
TOACHI TELEVISIÓN	J
TV NORTE	
TV NORTE	C
NORTVISIÓN	
TELEVISIÓN MUNICIPAL CHATHAM	Y
TELEGALAPAGOS	
TELEINSULAR	

- **Asignación de un canal de 6MHz a cada una de las estaciones que están funcionando actualmente con transmisiones analógicas.**

Con los datos de ocupación del espectro obtenidos en el capítulo 2 tenemos los siguientes resultados presentados en la Tabla 3.5.

Tabla. 3.5. Disponibilidad de canales UHF asignando 6MHz a cada uno de los concesionarios actuales.

ZONA	VHF	UHF (14 CANALES)		TOTAL		DIFERENCIA
	OCUPADOS	DISPONIBLES	OCUPADOS	OCUPADOS	DISPONIBLES	
Z	8	10	4	12	24	12
L1	5	14	0	5	28	23
L2	7	5	9	14	19	5
O	6	3	11	17	17	0
A	7	4	10	17	18	1
Ñ	7	5	9	16	19	3
G	9	0	15	24	13	-11
F	7	4	10	17	18	1
S1	6	9	5	11	23	12
S2	4	13	1	5	27	22
X	6	10	4	10	24	14
N	7	8	6	13	22	9
D	4	11	3	7	25	18
B	6	11	3	9	25	16
H	7	5	10	17	18	1
R1	1	10	4	5	24	19
R2	7	3	11	18	17	-1
M2	7	4	10	17	18	1
M1	4	13	2	6	26	20
T	7	2	12	19	16	-3
P	10	0	16	26	12	-14
K	6	5	9	15	19	4
J	6	6	8	14	20	6
C	6	5	9	15	19	4
E	7	5	12	19	16	-3
Y	7	7	7	14	21	7

Al escoger esta opción el concesionario puede brindar una variedad de formatos, para sus transmisiones, ya que puede ser televisión en definición estándar, en alta definición o baja definición para dispositivos móviles (*one segment*), también podría incluir servicios de datos, ya que tiene 6MHz para distribuirlos como mejor beneficie a su empresa, como se muestra en la Figura 3.20, proporcionando nuevos modelos de negocios.

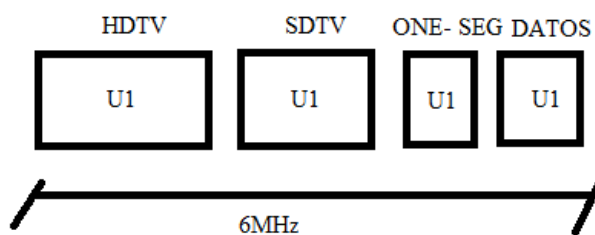


Figura. 3.20. Asignación de 6MHz por concesionario, para usar los formatos deseados.

Por otro lado, como se puede apreciar, no existe disponibilidad de espectro radioeléctrico suficiente en las principales zonas del país, y además no se optimiza el mismo al realizar la asignación de 6MHz a cada uno de los concesionarios actuales, es por esto que se concluye que no es válida dicha opción, en especial en las zonas geográficas en donde se encuentra saturado el espectro, es decir en la zona G correspondiente a la provincia de Guayas y en la zona P la que abarca a la provincia de Pichincha, ya que tienen disponibilidad negativa, como se muestra en la Tabla 3.5.

- **Compartir la banda de 6MHz, ya sea estación de servicio nacional, regional o local.**

Se podría considerar la opción de asignar el ancho de banda necesario a varios concesionarios, según el formato a transmitir, en el mismo ancho de banda de 6 MHz, para que estos puedan brindar los servicios requeridos, ya sean en alta definición, en definición estándar, como servicios *one segment* ó servicios de datos, como se muestra en la Figura 3.21. Con esta asignación, el concesionario, logrará obtener lo requerido acorde a su capacidad financiera, o a su nivel de cobertura, pudiendo transmitir únicamente los formatos que le fueron autorizados.

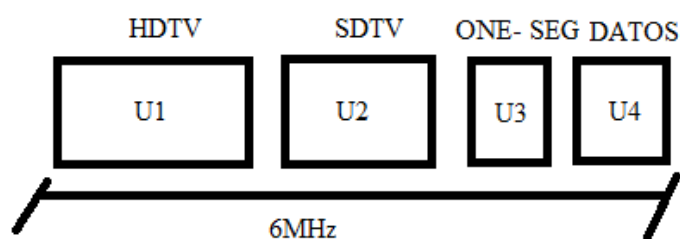


Figura. 3.21. Asignación de ancho de banda de acuerdo al servicio requerido

Esta opción sería la más recomendable desde el punto de vista de las estaciones con respecto a la asignación del espectro radioeléctrico, pero al referirse a los recursos, no todas las estaciones están dispuestas a realizar esta inversión tan alta en comparación con las grandes estaciones. Es por esto que considerando su penetración a nivel nacional, se debe dar preferencia a las estaciones que estén interesadas en llegar a todos los rincones del país, beneficiando así a la gran mayoría de habitantes a nivel nacional. Este antecedente se deriva en la última opción, a continuación descrita.

- **Asignación de un canal de 6MHz a las estaciones de servicio nacional, y para las estaciones de servicio regional o local compartir 6MHz para varias estaciones.**

En esta opción se establece que si el canal nacional requiere 6MHz, para su operación, deberá tener obligatoriamente un canal en alta definición (HD) 1080i, uno en definición estándar (SD), además *One Segment* y el espacio de datos para el canal de retorno que necesita la interactividad como se presenta en la Figura 3.22.

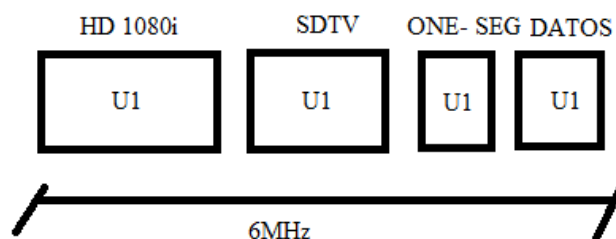


Figura. 3.22. Asignación del ancho de banda de 6MHz para un concesionario de cobertura nacional.

En caso que sean estaciones de servicio regional o local deberán compartir los 6MHz llevando un canal en alta definición (HD) 720p y tres canales en definición estándar, otra opción podría ser, tener cuatro canales en definición estándar, ó dos canales en alta definición como mínimo, con *One Segment* y el espacio que proporciona interactividad con el usuario como se ilustra en la Figura 3.23.

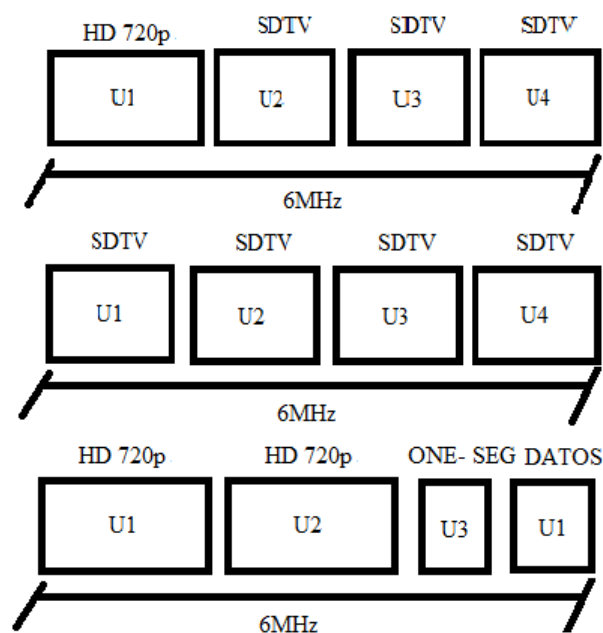


Figura. 3.23. Asignación del ancho de banda para estaciones de servicio regional o local.

Tabla. 3.6. Disponibilidad de canales UHF asignando 6MHz a los concesionarios nacionales, y compartiendo 4 concesionarios locales ó regionales en 6MHz.

ZONA	TOTAL OCUPADOS	UHF TOTAL DISPONIBLES	NACIONALES OCUPADOS	REGIONALES Y LOCALES	COMPARTIDOS	DIFERENCIA
Z	12	24	8	4	1	15
L1	5	28	2	3	1	25
L2	14	19	9	5	2	8
O	17	17	9	8	2	6
A	17	18	9	8	2	7
Ñ	16	19	8	8	2	9
G	24	13	7	17	5	1
F	17	18	9	8	2	7
S1	11	23	7	6	2	14
S2	5	27	5	0	0	22
X	10	24	8	2	1	15
N	13	22	8	5	2	12
D	7	25	5	2	1	19
B	9	25	7	2	1	17
H	17	18	9	8	2	7
R1	5	24	3	2	1	20
R2	18	17	9	9	3	5
M2	17	18	9	8	2	7
M1	6	26	5	1	1	20
T	19	16	8	11	3	5
P	26	12	6	20	5	1
K	15	19	9	6	2	8
J	14	20	9	5	2	9
C	15	19	9	6	2	8
E	19	16	9	10	3	4
Y	14	21	6	8	2	13

Con esta opción se optimiza de mejor manera el espectro radioeléctrico tal como se muestra en la Tabla 3.6, beneficiando a los concesionarios, ya que en el caso de estaciones de servicio local o regional, puede resultar muy elevada la inversión de infraestructura y equipos, mientras que en el caso de las estaciones de servicio nacional, esto puede ser muy beneficioso ya que le genera nuevos modelos de negocio, y cubren gran cantidad del territorio ecuatoriano.

En cuanto a la distribución de espectro radioeléctrico para el servicio de televisión digital terrestre, se realizará como se lo ha venido haciendo actualmente; es decir, conforme la disponibilidad inmediata del mismo, autorizándose el funcionamiento del canal solicitado.

Cabe recalcar que se debe considerar la distribución de espectro radioeléctrico como un nuevo concepto que se manejará en los sistemas de transmisión de televisión digital terrestre, denominado redes de frecuencia única ó SFN por sus siglas en inglés, de la cual se da una breve definición a continuación.

Redes de Frecuencia Única (SFN).

Debido a que la televisión analógica es sensible a interferencias causadas por otras señales, y a que requiere de una alta relación de protección co-canal, pero mediante a las redes de frecuencia múltiple (MFN), se permite la transmisión del mismo contenido en zonas adyacentes.

La reutilización de frecuencias necesita de distancias grandes entre áreas de cobertura, limitando la disponibilidad del total de canales que permitan que la televisión crezca en el país, siendo mayor el problema de interferencias cuando existen zonas congestionadas, generalmente en ciudades grandes.

Siempre existe la necesidad de atender con calidad grandes áreas de cobertura, en nuestro caso, la ciudad de Quito, pero no siempre se puede lograr esto aumentando la

potencia de un solo transmisor, ya que pueden saturarse los receptores cercanos a la antena de transmisión, pero también es difícil mantener la señal dentro del área del contorno protegido, lo que quiere decir, sin invadir el espacio de otros concesionarios.

La Red de Frecuencia Única consiste en varios transmisores que transmiten al mismo tiempo la misma programación, con el fin de evitar interferencia entre portadoras, aumentar la eficiencia espectral y brindar mayor calidad en la cobertura, reduciendo áreas de sombra. Siendo vital el sincronismo entre transmisores, y transmitiendo la misma secuencia de datos en un símbolo OFDM dado. En caso que exista atrasos en la propagación en los enlaces entre el estudio y los transmisores, estos deberán ser compensados en todos los moduladores de la red. Para garantizar el sincronismo, los transmisores deberán implementar una fuente de reloj común para todos, pudiendo ser una opción la utilización de GPS.

En cuanto a la transmisión en redes de frecuencia única, gracias a las características del intervalo de guarda, el estándar ISDB-Tb permite recibir dos o más señales, interpretando la última versión de la señal deseada, sin causar efectos fantasmas que se producen en sistemas analógicos. Dicho tiempo de guarda determina la distancia máxima entre dos transmisores, y además si el intervalo de guarda incrementa, reducirá la eficiencia en potencia y la tasa útil, pero será más tolerante a la recepción de señales desfasadas. Debido a la presencia de múltiples puntos de transmisión es posible que el receptor obtenga una ganancia aditiva por la suma de varias señales y una ganancia estadística para una cobertura mucho más uniforme.

Ganancia aditiva: Es el incremento de la intensidad de campo causada por la incidencia de dos o más señales en la antena del receptor.

Ganancia estadística: Es el incremento de la posibilidad de recibir la señal transmitida, en donde el factor principal para determinar la intensidad de campo es el cambio de ubicación.

Algunas ventajas adicionales que poseen este tipo de redes, son:

- Alta probabilidad de localización.
- Se puede rellenar con facilidad las zonas vacías mediante la reutilización de frecuencias.
- Utiliza menor potencia en el transmisor debido a la ganancia interna.

Igual que todo sistema, también posee desventajas, como:

- Dicha red no puede dividirse.
- Necesitan de sincronización como se mencionó anteriormente.

Una vez analizado el concepto de las redes de frecuencia única, se puede decir, que es permitida la operación del mismo canal en todas las ciudades en las que se ha autorizado el funcionamiento de cualquier emisora. Dicha ventaja no podrá ser aplicada inmediatamente ya que primero debe realizarse la reasignación de canales en algunas zonas [51].

Frecuencias Auxiliares.

En cuanto a las frecuencias auxiliares que se explicaron en el capítulo anterior, también se debe realizar un análisis, ya que al cambiar a transmisiones digital, también se podrá optimizar el espectro en dichas frecuencias, pues se ocupará menor ancho de banda.

Debido a las características topográficas de Ecuador, ha sido difícil poder acceder a ciertos lugares para realizar los enlaces auxiliares, y los pocos lugares existentes hasta ahora están saturados por sistemas de radiocomunicaciones, ya que todos se concentran en dichos lugares para ubicar sus sitios de repetición, además que resulta costoso realizar el estudio para lograr obtener nuevos sitios para explotar, con la desventaja, que un operador realiza la inversión, y después los demás operadores utilizan el nuevo punto. Debido a dicha saturación, las posibilidades de asignación de espectro son escasas, congestionándose las bandas disponibles.

Por lo mencionado anteriormente, se pretende optimizar el ancho de banda en el uso de dichos enlaces, ya que actualmente estos funcionan con un ancho de banda de 24 MHz por enlace analógico, para lo cual se piensa explotar los beneficios de la tecnología digital para realizar enlaces auxiliares, lo cual reducirá el ancho de banda utilizado actualmente de 24MHz, logrando de tal manera una mayor capacidad de canales disponibles en dichos rangos de frecuencias. Para obtener el ancho de banda de operación en modo digital se realizará el siguiente análisis.

Considerando toda la capacidad de información medida en Mbps, que se genera en los estudios debido a la programación del canal televisivo, dependiendo del formato, que puede ser en alta definición ó en definición estándar y la información de control, como la información que se vaya creando con las nuevas aplicaciones de televisión móvil, se determina que:

Dicha capacidad de información no es constante, ya que la entropía varía en las señales de video, según la codificación, algunas imágenes tendrán mayor entropía que otras, por lo que se necesitarán más datos para poder representar y mantener la calidad de la codificación constante, utilizando el esquema de codificación MPEG2, de tasa variable. En la Tabla 3.7 se muestra dichas tasas de transmisión.

Tabla. 3.7. Tasa de transmisión de los formatos de TDT utilizando MPEG-2

Formato Codificación	SDTV	HDTV		
		1280x720p (4:3)	1280x720p (16:9)	1920x1080p (16:9)
MPEG-2	4.2 Mbps	9 Mbps	13.6 Mbps	16.2 Mbps

A continuación procedemos a calcular el ancho de banda ocupado por los enlaces auxiliares de televisión digital, de la siguiente forma:

$$AB = Vtx \left(\frac{1 + \alpha}{n} \right)$$

Para dicho cálculo se debe considerar la respectiva corrección de errores.

$$AB = Vtx \left(\frac{1 + \alpha}{n} \right) \left(\frac{1}{FEC} \right) (Reed - Solomon)^{-1} [52].$$

En donde:

V_{tx} : es la velocidad de transmisión del codificador MPEG-2.

α : es el rango del filtro de Roll off para televisión es de 0.35.

n : es el número de bits por símbolo, dependiente de la modulación que se tenga.

FEC: es el factor de corrección de errores.

Reed-Solomon: es el factor de corrección de errores Reed-Solomon.

La modulación que se va a utilizar será QPSK, que es la más robusta para transmisiones a largas distancias, con el fin de llevar la información desde el estudio al transmisor, o entre repetidoras, siendo entonces 2 el valor de n .

El ancho de banda del enlace también dependerá de la tasa de código y de la tasa de transmisión que genera la calidad de la programación a transmitir.

Realizaremos cálculos utilizando los valores mostrados en la Tabla 3.8

Tabla.3.8. Parámetros utilizados para calcular el ancho de banda.

Parámetro	Valor
n (QPSK)	2
FEC	$1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8$
Reed-Solomon	(188,204)

Con el fin de lograr una tasa de error o BER de 2×10^{-4} se utilizan los valores de 188/204 como tasa de codificación Reed-Solomon, por lo especificado en las características técnicas del codificador.

Un ejemplo de cálculo con los siguientes datos se muestra a continuación:

V_{tx} : 8Mbps

α : 0.35

n : 2

FEC: 3/4

Reed-Solomon: 188/204

$$AB = 8 \left(\frac{1 + 0.35}{2} \right) \left(\frac{1}{\frac{3}{4}} \right) \left(\frac{204}{188} \right) = 7.81 \text{ MHz}$$

Tabla. 3.9. Ancho de banda para distintas velocidades de transmisión con tasa de código variable.

V_{tx} FEC	6 Mbps	7 Mbps	8 Mbps	9 Mbps	10 Mbps	11 Mbps	12 Mbps	13 Mbps	14 Mbps	15 Mbps	16 Mbps
1/2	8.79 MHz	10.25 MHz	11.72 MHz	13.18 MHz	14.65 MHz	16.11 MHz	17.58 MHz	19.04 MHz	20.51 MHz	21.97 MHz	23.44 MHz
2/3	6.59 MHz	7.69 MHz	8.79 MHz	9.89 MHz	10.99 MHz	12.09 MHz	13.18 MHz	14.28 MHz	15.38 MHz	16.48 MHz	17.58 MHz
3/4	5.85 MHz	6.83 MHz	7.81 MHz	8.79 MHz	9.77 MHz	10.74 MHz	11.72 MHz	12.70 MHz	13.67 MHz	14.65 MHz	15.63 MHz
5/6	5.27 MHz	6.15 MHz	7.03 MHz	7.91 MHz	8.79 MHz	9.67 MHz	10.55 MHz	11.43 MHz	12.31 MHz	13.18 MHz	14.06 MHz
7/8	5.02 MHz	5.86 MHz	6.70 MHz	7.53 MHz	8.37 MHz	9.21 MHz	10.04 MHz	10.88 MHz	11.72 MHz	12.56 MHz	13.39 MHz

De la Tabla 3.9 se puede concluir que el ancho de banda mínimo para que pueda transmitirse un programa en SDTV será de 9 a 10 MHz, ya que puede variar conforme el equipo la tasa de código, mientras que para programas HDTV se necesitarán entre 17 y 18 MHz para realizar dicha transmisión.

Las conclusiones anteriores se realizaron en base a la compresión MPEG-2, debido a que son más utilizados los equipos con este tipo de compresión, por su bajo costo y alto rendimiento, no se consideró MPEG-4, ya que estos equipos son demasiados costosos, representando una inversión innecesaria para los concesionarios. No se descarta la opción de utilizar MPEG-4, ya que si llega a perfeccionarse dicha compresión, además de reducir costos de sus equipos, se podrá optimizar aún más el espectro en la banda de frecuencias asignadas para enlaces auxiliares.

Otra razón más por la que actualmente el espectro está saturado en las bandas asignadas para enlaces auxiliares, es la falta de organización en la asignación de las mismas, ya que anteriormente, el usuario colocaba equipos a trabajar en un canal de frecuencia sin realizar un análisis de optimización de espectro, por lo que se asignaron enlaces entrantes y salientes aleatoriamente, pero el problema se genera cuando existían

enlaces de entrada o de salida casi a canal seguido para un mismo usuario, siendo necesario una banda de guarda entre dichos canales. Lo recomendable es que en un extremo de la banda se asignen únicamente enlaces entrantes de varios usuarios a canal seguido, separados por una banda de guarda de los enlaces salientes de los mismos usuarios, de igual manera a canal seguido, que deberían estar al otro extremo de la banda asignada para dicho servicio. La banda de guarda deberá ser de mínimo dos canales, para evitar interferencias, como se muestra en la Figura 3.24.



Figura. 3.24. Nueva asignación de frecuencias auxiliares para enlaces de entrada y de salida.

3.3. DIVIDENDO DIGITAL

En la actualidad una de las discusiones principales es el cómo repartir los beneficios de mayor eficiencia al utilizar el espectro radioeléctrico, esto es conocido como dividendo digital, lo cual también hace referencia a como se utilizarán los canales UHF luego del apagón analógico, ya sea para nuevos servicios en TV digital o reasignar dichas bandas para servicios de telefonía móvil, banda ancha inalámbrica o a redes de nueva generación.

El resto de dividendo digital dependerá de ciertos factores, como lo son: el número de canales analógicos que existan en cada zona, región o país, las características geográficas y demográficas, de las características técnicas adoptadas, tanto en la norma técnica o de acuerdo a la configuración de las redes. Algo que cabe resaltar son las características de propagación de las señales en la banda UHF.

El Dividendo Digital desde el punto de vista internacional.

- ESTADOS UNIDOS. Mediante la transición liberó la banda de 700MHz, es decir del canal 52 al 69, un total de 108MHz, para el uso de nuevos

servicios, y 24MHz reservó en servicios de emergencia y seguridad pública, el resto se subasta por etapas para usos comerciales.

- REINO UNIDO. Tiene un dividendo digital a nivel nacional de 112MHz, cercano en la banda baja de UHF (256 – 368MHz), debido a que el organismo de regulación y el plan de transición así lo estableció luego del apagón analógico, el que se subastará públicamente sin especificar servicios ni tecnologías a utilizarse.
- JAPÓN. Espera liberar las sub-bandas de 90 a 108MHz, 170 a 218MHz y 722 a 770MHz, dando un total de 112MHz de dividendo digital, dispuesto a subastarse para aplicaciones inalámbricas.
- COREA DEL SUR. Desea liberar 54MHz los que no se han definido el destino tecnológico.
- RESTO DE EUROPA. Mayoría de países piensan desarrollar mejores contenidos de TV abierta con su dividendo digital, para lograr fortalecer la educación y el pluralismo cultural.
- AMÉRICA LATINA. Utiliza las frecuencias que ocupan los 400MHz ya sea en bandas VHF ó UHF, pero también tiene variedad de casos, en los que la banda UHF puede estar despejada en su mayoría, o saturada por completo, tanto para servicios de TV codificada, servicios de radiodifusión o comunicaciones inalámbricas. Más el debate en cuanto a la gestión de espectro radioeléctrico está en la escases de penetración de sistemas de televisión por pago, comparados con países desarrollados.

Existen pocos planes de transición ya en adopción, lo que dificulta más aún definir el destino que tendrá cada dividendo digital en la región, el cual estará en la banda de 700MHz, que será la banda liberada luego del apagón analógico. Por

ejemplo Chile planea seguir los pasos de Estados Unidos, para la subasta de la banda de 700MHz, promoviendo servicios de banda ancha Inalámbrica (*Wi-Max*) y de televisión móvil10.

Para Brasil se torna más interesante la decisión, debido a que se pretende impulsar dentro de la transición a televisión digital, el despliegue de la nueva plataforma de acceso de bajo costo para servicios interactivos, mediante el desarrollo del *middleware*, que será utilizado por los set-top boxes, para lograr televisión interactiva [53].

DIVIDENDO DIGITAL EN EL ECUADOR.

Acorde al Plan Nacional de Frecuencias, están definidas las bandas VHF y UHF para brindar servicios de radiodifusión de televisión abierta.

Con el fin de lograr la transición a televisión digital, se tiene que resolver los problemas de uso de frecuencia tanto para radio como para televisión, ya que algunos segmentos de banda de espectro radioeléctrico designados para televisión se han otorgado para otro tipo de servicios, es el caso de los canales del 14 al 20, que se han asignado bajo título primario a servicios fijo y móvil, y similarmente la banda que ocupa de 806 a 890MHz se ocupó por sistemas troncalizados y otros servicios.

Como se indicó en el capítulo anterior, según la Norma Técnica de Televisión, se reservaron los canales 19 y 20 para facilitar el proceso de migración a televisión digital. Sin embargo se necesita utilizar el espectro disponible, de tal manera que los sistemas analógicos de televisión que están en funcionamiento actualmente sigan realizando sus emisiones durante el período de *simulcast*, sin verse interferidas por las nuevas transmisiones digitales.

La asignación del dividendo digital dependerá de cada país, siempre siguiendo los parámetros de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT).

Entre las aplicaciones que se podrían asignar para el dividendo digital en nuestro país se mencionan:

- Servicios de banda ancha inalámbrica, servicios móviles de tercera generación ó servicios de atención de emergencia y desastres.
- Redes de seguridad nacional.
- Comunicaciones inalámbricas (telefonía móvil, banda ancha inalámbrica), y nuevos servicios en lugares apartados o áreas rurales [54].

CAPÍTULO 4

ESTIMACIÓN DE LAS ETAPAS DE *SIMULCAST*

4.1. ASPECTOS IMPORTANTES.

Debido a que las transmisiones analógicas que actualmente operan en Ecuador no son flexibles a la migración de la nueva transmisión digital, no podrán ser recibidas en los televisores actuales, por lo que se deberá adquirir un nuevo receptor. Para que el cambio no sea tan drástico, será necesario realizar transmisiones digitales simultáneamente con las analógicas, proceso denominado *Simulcast*. Dicho período se mide en años, ya que es imposible realizar un cambio abrupto en las comunidades donde los servicios analógicos están altamente difundidos.

Para lograr desarrollar el proceso de *simulcast*, la autoridad regulatoria, deberá asignar a los radiodifusores existentes espacio radioeléctrico de manera provisional para poder transmitir los nuevos canales digitales, estableciendo períodos para que los radiodifusores lleven a cabo las inversiones correspondientes para el cambio de equipamiento. Este período durará hasta que la mayoría de televidentes adquieran los nuevos receptores digitales.

La transición de televisión analógica a televisión digital terrestre, garantiza una mejor comunicación, así como, mayor inclusión social, ya que esta tendrá más alcance, proporcionando el acceso a la mayor cantidad de la población, debido a que, se considera un servicio de acceso universal, libre y gratuito.

El aspecto que se mencionó en capítulos anteriores fue el de optimizar el uso del espectro radioeléctrico, además de poder alcanzar la convergencia tecnológica, con el uso de servicios adicionales que se asignarán a las bandas del dividendo digital.

También se pretende reducir la brecha digital existente, además de impulsar el desarrollo de contenidos en temas educativos, médicos, culturales y algunos otros que ayuden a prestar un servicio de calidad y crecimiento para la población, dicha generación de contenidos, también trae consigo la creación de lugares de trabajo, además de capacitación y mejoramiento del servicio.

El proceso de transición a desarrollarse en el país, conlleva impactos de gran consideración en las áreas económicas, sociales y tecnológicos, ya que estas involucran algunos sectores del Estado, sectores industriales, comerciales y empresariales, afectando directamente a la población, ya que la televisión mantiene informado y entretenido al espectador, por lo cual se requiere de un Plan Maestro de Televisión Digital Terrestre, con el cual se pueda referenciar y guiar de manera ordenada dicho cambio, logrando el menor impacto perjudicial a la ciudadanía.

Basándonos en las leyes que rigen al Ecuador, se determina que toda la población tiene derecho a la comunicación libre y pluricultural, acceso universal a las tecnologías de información y comunicación, mediante la creación de medios de comunicación social, al que toda la población pueda acceder. También puede hacer uso del espectro radioeléctrico para administrar dicho medio audiovisual, en las bandas que están determinadas para dicho servicio, mediante métodos de selección en igualdad de condiciones entre las personas que deseen adquirir dicha asignación. Existirán medios de comunicación públicos, privados y comunitarios, sin permitirse oligopolio o monopolio en la propiedad de los mismos y del uso de frecuencias.

En cuanto al sector de contenidos y programación, se establece que debe existir respeto a la libertad de información, de expresión, de pensamiento, como derecho de propiedad en producción, transmisión, manteniendo la regulación y control en todo el territorio nacional, con un nivel de calidad cultural y moral de actos y programas difundidos. Además los concesionarios tienen ciertas obligaciones que cumplir acorde a la reglamentación existente para no sufrir sanciones

Actualmente existen algunos canales de televisión pública, los cuales tienen una programación distinta, que pretenden llegar al televidente con temas culturales, educativos, e informativos, este tipo de estaciones no tienen fines de lucro. A través de la estación ECUADOR TV, en la ciudad de Quito ya se tiene transmisiones digitales utilizando el estándar escogido por Ecuador.

Debido a que el televisor es el medio de mayor aceptación y penetración en la población ecuatoriana, dicha transición a la televisión digital terrestre afectará tanto de manera económica como de manera social al país.

La adquisición y el mantenimiento de todos los equipos, y de la infraestructura de la estación de televisión es una inversión obligatoria para los concesionarios, debido a la migración, la cual le traerá ganancias luego de un tiempo considerable, ya que aún no se tiene economía de escala, ni un mercado publicitario amplio para esta nueva tecnología. Pero con el tiempo, gracias a la publicidad, la estación tendrá mayores ingresos que los obtenidos con la tecnología analógica.

Con la migración a televisión digital, las estaciones de televisión deberán realizar un cambio considerando que la programación llegaría a todas las personas, pudiendo dicha programación llegar a las comunidades indígenas, a personas discapacitadas, con contenidos que identifiquen al pueblo ecuatoriano y que aumenten el interés en la situación nacional, dejando de lado la programación poco educativa, como lo son las novelas, o cualquier tipo de reality show, que están en boga actualmente.

En cuanto a la difusión actual de televisión en el Ecuador, en el capítulo dos se indicó la disponibilidad existente, la cual refleja la falta de cobertura en zonas de la región oriental y en las zonas fronterizas, lo que no ocurre en región costa o sierra, además de la saturación de espectro en las ciudades importantes del país

Toda la población tiene derecho a la comunicación libre, en su propia lengua, además de un acceso universal a las tecnologías de la información y comunicación, también tiene derecho al acceso al espectro radioeléctrico en igualdad de condiciones.

Con la televisión digital existirá mayor diversidad de servicios, ampliando el mercado, gracias a los nuevos modelos de negocios, ya que el televidente participará de manera directa con el sistema. En cuanto al televidente, será beneficiado, ya que recibirá mayor cantidad de servicios gracias a que puede implementarse tele educación, tele medicina y algunos servicios más. Debido a que se optimizará el espectro radioeléctrico, se tendrá mayor oferta de canales en el mismo ancho de banda utilizado actualmente.

Como era de esperarse, los sistemas de televisión nacionales, disponen de equipamientos para producir televisión analógica y digital, ya sea en estándar o alta definición, mientras que los sistemas de televisión locales y regionales solamente tienen equipos de producción de televisión analógica, teniendo que cambiar dichos equipos por los de producción digital en las etapas siguientes de *simulcast*. La manera de realizar el cambio de equipos, se estima que se efectuará en un inicio adquiriendo equipos para producción en definición estándar, y con el tiempo invertir más en los equipos de producción en alta definición.

Actualmente los sistemas de televisión emiten señales analógicas en formato NTSC-M, y en caso que trabajen con tecnología digital se utilizan enlaces satelitales y microondas, pero principalmente se necesitarán equipos con tecnología que soporte el estándar adoptado en el país, siendo los transmisores lo que representa la mayor inversión. En cuanto a los equipos receptores, recibirán las señales de televisión abierta en dispositivos fijos, móviles ó portátiles.

Para brindar interactividad al usuario, se necesita implementar equipo adicional al que actualmente se utiliza y al ser un nuevo servicio, ningún concesionario posee el equipamiento para proporcionarlo, dicho equipamiento tendrá ciertas características dependiendo de las aplicaciones que quieran implementarse, pero no se ha considerado prioritario por parte de las estaciones televisivas, ya que no es necesario para implementar

la televisión digital, además que se deben definir claramente los nuevos modelos de negocios de la estación, dependiendo como se encuentre o evolucione el mercado en determinado momento. Dicha interactividad será sincronizada y local. El canal de retorno se piensa implementar mediante las líneas telefónicas fijas o mediante el acceso a internet, los cuales aun no tienen una penetración total en la población, proyectándose en poco tiempo que dicha penetración incremente. Otro aspecto importante que hay que considerar en la interactividad es la falta de desarrollo que existe en el país, razón por la cual debería tomarse experiencias de otros países que trabajen con el mismo estándar, y además debería capacitarse de este tema en las universidades, para que exista gente que realice el desarrollo de dichas aplicaciones, ya que actualmente se ha realizado muy poco en este ámbito. La interactividad será con contenidos educativos y enfocados a la cultura y salud.

Se pretende dar formación a los factores involucrados en la transición, en áreas como desarrollo de herramientas, producción de contenidos para los formatos de televisión en alta y estándar definición además de servicios *one segment*, también desarrollo de servicios y aplicaciones para dispositivos fijos, móviles y portátiles.

Debe considerarse también si se va a utilizar las redes de frecuencia múltiple, o las redes de frecuencia simple, los métodos de propagación, las antenas a utilizar, como se realizará el proceso de compresión, codificación, modulación, el multiplexaje de las señales, que servicios convergerán. También se debe formar y capacitar en el procesamiento digital del audio y video, las aplicaciones en línea, y como se mencionó anteriormente la generación de contenidos en SD, HD, y *one segment*, y como se podría controlar dicho contenido.

Para lograr una transición rápida, debe informarse a la población, indicando los beneficios que traerá consigo la televisión digital terrestre, también cómo se realizará el proceso de implementación, en cuantas etapas, y quienes serán los afectados en cada una de ellas, señalar los nuevos servicios para explotar la tecnología, mediante promoción, anuncios, publicidades, y difundiendo a las personas de la tecnología a adoptarse.

A través de la transición, los operadores de televisión abierta, deberán revisar el tipo de contenidos que ofrecen en su programación, además podrán fijar nuevos modelos de negocios, se debe impulsar a las personas para que se encarguen de desarrollar contenidos y aplicaciones. Otros involucrados serán los fabricantes, los productores y principalmente los televidentes, quienes cambiarán su manera de ver televisión, se debe considerar la interactividad local, mediante servicios permanentes, accediendo a la guía electrónica de programación EPG, además servicios informativos, tele educación, tele medicina, compras, encuestas, concursos, juegos, etc.

Para lograr todo esto es necesario otorgar incentivos para el desarrollo tecnológico y para la investigación, ya que deben fijarse ciertas normas tecnológicas que nos faciliten el desarrollo de contenidos y de servicios interactivos.

Actualmente el marco legal que regula a la transmisión de Televisión es muy limitado, por lo que hay que realizar modificaciones para lograr aprovechar todos los beneficios que la televisión digital ofrece, además habrá que elaborar una nueva normativa.

La regulación actual se basa en la Ley de Radiodifusión y Televisión [1], en la cual se debe modificar lo relacionado con las concesiones y como se otorgan estas. También el reglamento General a la Ley de Radiodifusión y Televisión [3] que rige actualmente en nuestro país debe modificarse.

Debe elaborarse un Reglamento y una Norma Técnica, solamente para regular las transmisiones de TDT, ya que como es una nueva tecnología, no deben existir limitantes, y deben quedar bien definidos todos los parámetros que puedan afectar, ya que luego de realizar el apagón analógico, las normas vigentes actualmente para el servicio de Televisión analógica serán obsoletas.

Además deberá considerarse también una normativa que regule aspectos de fabricación e importación de equipos, tomando en cuenta la regulación local como de municipios, el impacto ambiental y las características del estándar.

Con la liberación de espectro, será necesario definir nuevas políticas para la asignación del mismo, acorde a la nueva canalización, optimizándolo según el formato de programación a utilizar, también se aprovechará el dividendo digital, definiendo plazos para realizarlo de una manera óptima y con compromiso. Todo esto considerando cuales serán los sistemas nacionales, regionales y locales, y cuáles de estos requieran utilizar las redes de frecuencia única. La asignación debe realizarse por zonas, de manera que se optimice el espectro.

En caso que falte espectro radioeléctrico para los concesionarios por zona geográfica, se deben determinar cuáles serán las bandas que se disponen para reasignar frecuencias en dichas bandas, opciones que se detallaron en el capítulo anterior.

Para lograr todo lo que se ha mencionado es indispensable fijar un cronograma en el que se determine en que zonas se realizará el apagón analógico, hasta que finalmente todo el país trabaje con transmisiones digitales, alcanzando el apagón analógico.

Para empezar el proceso de transición se debe definir la fecha de inicio de las transmisiones digitales y analógicas, en las principales ciudades del país, actualmente en Quito el canal público ECUADOR TV, ya tiene transmisiones digitales, pero lo difícil será que las estaciones privadas comiencen a realizar dichas transmisiones; en un inicio será en definición estándar, luego en alta definición, servicios de *one segment* y por último se implementarán los servicios de interactividad.

El Estado como principal promotor de la nueva tecnología debe apoyar a los involucrados en este cambio, ya sea con financiamiento, reducción de precios para equipos necesarios tanto para la transmisión como para la recepción, incentivar a los operadores para que realicen la migración rápidamente, además motivar a la gente para fomentar la elaboración de equipos, contenidos, aplicaciones y servicios en el país. Inicialmente podría ofrecer a la población los equipos receptores subsidiados, para que sean más accesibles para la población, y todos puedan recibir las señales digitales en sus hogares. La inclusión de contenidos técnicos en planes académicos de tercer y cuarto nivel, lograrán una rápida y

eficiente migración ya que existirá gente capacitada, así como debe instruirse a la población de los beneficios y bondades de la nueva tecnología.

Los organismos encargados para la elaboración de las políticas y regulaciones serían SENATEL, SUPERTEL y MINTEL, mientras que CONATEL, será el ente que apruebe cada uno de los aspectos considerados, como la canalización para TDT, distribución del espectro, manejo del dividendo digital, el procedimiento para realizar las concesiones a los operadores existentes y a los nuevos, las bandas que se liberarán con dicha transición, la planificación del apagón analógico, definición de las etapas del período de *simulcast*. Además otras instituciones del sector público deben facilitar financiamientos, reducción de precios de equipos para transmisión como para recepción.

Ecuador debe tener una participación activa dentro del Foro ISDB-T, con el fin de obtener colaboración de países que hayan adoptado el mismo estándar.

4.2. ETAPAS DE SIMULCAST

Para definir las etapas de *simulcast* debemos determinar las zonas prioritarias del país, las cuales son, en las que existe mayor número de habitantes, y mayor saturación de espectro radioeléctrico.

El régimen de transición de la televisión analógica a la televisión digital terrestre, se estima que debe tener la duración no más allá de 10 años, debido a que ese es el período que dura una concesión en televisión abierta, por lo que en este período coexistirán las señales analógicas y las digitales, hasta llegar al apagón analógico.

Como se mencionó en el capítulo anterior, la televisión digital se implementará en los canales adyacentes disponibles por zona geográfica en la banda UHF, los cuales son limitados dependiendo la zona. Es por esto que no se podría saber aún cuáles serán las estaciones de televisión analógica afectadas, ya que dependerá de los emplazamientos reales donde se ubiquen las estaciones, además de sus características técnicas.

Se puede definir que al Estado le compete la regulación y el control del espectro radioeléctrico, pero se hace necesario implementar normativas acorde a nuestra realidad nacional, con el fin de optimizar este recurso limitado, evitando interferencias perjudiciales, definiendo políticas de concesión y los debidos procedimientos, facilitando la convergencia con nuevos servicios complementarios, siempre promoviendo la industria de contenidos e interactividad con el televidente mediante el canal de retorno, además de brindar recepción de señales en terminales móviles y portátiles, mejorando la calidad de servicio. Todo lo mencionado debe ser facilitado a los concesionarios, mediante préstamos económicos o cualquier otro tipo de ayuda económica, además se tiene que considerar que la población deberá adquirir los equipos receptores digitales.

No cabe duda que con la televisión digital se expanden los horizontes en la industria de la televisión, debido a que nacen nuevos modelos de negocios y fuentes de financiamiento, pero dichos efectos no se presentan inmediatamente, manteniéndose iguales los ingresos publicitarios en un inicio, para que luego estos sean más favorables a los involucrados.

Con la tecnología digital se amplía la diversidad de programación de televisión abierta de libre recepción, beneficiando al desarrollo de medios regionales, locales y comunitarios, posibilitando a los canales expandir su oferta televisiva mediante señales adicionales. Todo esto debido a la diversidad, pluralismo informativo y cultural, generando identidad con las problemáticas locales, regionales, nacionales y comunitarias.

Como se observó en el capítulo 2, la asignación actual de canales de televisión, en la zona P, que abarca la provincia de Pichincha y la zona G, que cubre la provincia del Guayas, existe mayor saturación de espectro, debido a que son las ciudades principales del país, es por esto que a estas dos zonas además de la zona A que es de la provincia del Azuay, se las considerará para la primera fase en el proceso de transición, ya que son zonas en donde existe mayor interés de llegar con programación hacia la población.

Para realizar la estimación de las etapas de *simulcast* en Ecuador, además de considerar la saturación de espectro radioeléctrico, hay que tener en cuenta una serie de factores adicionales, los cuales se mencionan a continuación.

Realizar modificaciones en el Marco Regulatorio actual, es decir a los documentos en los que se basa actualmente la regulación del espectro radioeléctrico para la transmisión de televisión en el Ecuador, como lo son: la Ley de Radiodifusión y Televisión, la Norma Técnica, el Reglamento General a la Ley de Radiodifusión y Televisión, con el fin de evitar problemas el momento de realizar la transición.

Las principales modificaciones deberán ser: la definición de televisión, ya que dejará de ser un sistema unidireccional y se convertirá en un sistema bidireccional, debido a que tendrá que utilizar canal de retorno. Otra modificación en el proceso de *simulcast* que se va a presentar, es en la que el concesionario solamente tendrá un sistema de televisión funcionando en todo el país, lo cual no permitiría realizar la transición, debido a que en algún momento deben operar los dos sistemas, tanto el analógico como el digital, transmitiendo el mismo contenido en ambos tipos de transmisiones. También deberá permitirse la asociación entre operadoras, y el compartimiento de la infraestructura, para amortiguar los costos elevados que tiene la nueva tecnología.

La transición a televisión digital también generará un impacto en la sociedad, debido a que el pueblo desconoce completamente de este tema, problema que debe solventarse mediante la difusión de información acerca del proceso y las ventajas que este traerá, facilitando de esta manera socializar el proceso de transición a la TDT en el Ecuador, dicha difusión debe realizarse de forma permanente, hasta que se realice el apagón analógico en el país, con el fin de informar a la ciudadanía que es una necesidad que tiene el país.

Los ejes en los que afectará la transición a televisión digital terrestre son:

Espectro Radioeléctrico, el cual ya fue tratado en capítulos anteriores.

Los equipos a utilizarse, los que se incluyen en el ANEXO 2.

La formación y capacitación, que deberá brindarse en universidades, como instrucción formal, para luego estar en capacidad de generar contenidos, además de capacitar a la gente para que puedan darle buen uso a la televisión digital terrestre. También se puede realizar instrucción mediante foros e institutos.

Las aplicaciones y la generación de contenidos, deberán desarrollarse mediante proyectos, relacionados con la educación, el turismo, la salud, la cultura y cualquier tipo de información que sea productiva y útil para la sociedad televidente, conservando la ética y moral en todas las programaciones, apoyando a la producción nacional. Todos los contenidos tienen que interactuar con aplicaciones desarrolladas para los mismos, con el fin de brindar la interactividad entre el usuario y la estación.

Para realizar todo esto se necesitará mucha investigación, con el fin de lograr el desarrollo e innovación de los nuevos contenidos.

Para efectuar la implementación de televisión digital terrestre en Ecuador, se establecen las siguientes etapas en las que se definen fecha de inicio de transmisiones digitales y fecha de fin de transmisiones analógicas, como se muestran en la Tabla 4.1.

Tabla. 4.1. Estimación de las etapas de *Simulcast*.

ETAPA	COBERTURA	FECHA DE INICIO DE TRANSMISIONES DIGITALES	FECHA DE FIN DE TRANSMISIONES ANALÓGICAS.
1	Quito, Guayaquil y Cuenca.	Inicios de 2012	Inicios de 2016
2	Capitales de ciudades más pobladas	Inicios de 2015	Finales de 2018
3	Capitales de ciudades menos pobladas, y ciudades aledañas.	Inicios de 2017	Finales de 2019
4	Zonas alejadas del país.	Inicios de 2018	Finales de 2020

La primera etapa del período de transición se centra en las 3 ciudades más importantes del país, que son Quito, Guayaquil y Cuenca, en donde se concentra la mayor cantidad de usuarios, con mayor posibilidad de acceso a los dispositivos receptores y en donde se utilizan televisores más modernos que en otras provincias del país. Es por esto que se estima que en cuatro años, las televisoras, ya migren todos sus sistemas a tecnologías digitales, y debido a que Tanto en Pichincha como en Guayaquil existen solamente 4 y 5 estaciones locales respectivamente, no debería haber mayor problema, además la mayoría de sistemas nacionales cubren a las tres ciudades importantes, y en Cuenca no existen operadores locales. Pero si surge algún nuevo concesionario deberá empezar con transmisiones digitales en la frecuencia que se le asigne, ya que no se puede estar desperdiciando el espectro, facilitándole tener los dos sistemas, analógico y digital.

La segunda etapa radica principalmente en llegar con transmisiones digitales a la mayoría de capitales de provincias, especialmente las más pobladas, ya que como se pudo observar en el capítulo dos, la mayoría de estaciones cubrían a la capital de la zona geográfica en el canal asignado, únicamente en zonas de sombra se utilizaba otro canal para cubrir sectores que no se lograban cubrir con el canal principal. Por esto se establece un período de tres años para lograr migrar de tecnología.

En la tercera etapa se pretende brindar servicio de televisión digital a las capitales de provincias a las que no se las incluyeron en la etapa anterior, esperando sean pocas, estableciéndose dos años de duración para realizar el apagón analógico en dichas poblaciones, en donde inicialmente no existirá mayor inversión ni incremento de concesionarios, siendo los de sistemas grandes y solventes los que deban realizar su inversión para llegar a dichas poblaciones.

Finalmente la cuarta etapa abarca las regiones más alejadas del país en donde aún no exista el servicio, con tal de lograr la inclusión social y tener más acceso a la comunidad, por esto se da dos años más para que los concesionarios puedan llegar con transmisiones digitales a dichos lugares.

Las fechas definidas en el Plan Maestro de Televisión Digital, deberán acatarse por todos los operadores, ya que si no lo hacen, podrán perder la oportunidad de participar en el proceso digital, además deberán transmitir contenidos que impulsen el crecimiento personal del individuo.

En el caso de los concesionarios, durante el período de *simulcast*, se deberá presentar con anticipación el plan de migración de cada una de las estaciones, señalando fechas de inicio y de finalización del período de *simulcast*, para que sea aprobado por CONATEL. Además los concesionarios deben conservar las mismas obligaciones que las actuales, y las que más adelante se implementen en las nuevas normativas del sector. Cada concesionario está obligado a realizar las transmisiones en los siguientes formatos, alta definición, definición estándar, para dispositivos móviles, y brindar interactividad, adaptándose a las mejoras tecnológicas que se desarrollen a futuro, cumpliendo los plazos definidos. Además deberán conservar su misma área de cobertura e igual calidad durante todo el período.

Como se mencionó anteriormente, los concesionarios que están operando actualmente, deberán tener una concesión adicional de sistema de televisión en el territorio ecuatoriano para poder realizar la transición, ya que deberán mantener tanto las emisiones analógicas como las digitales funcionando a la vez en las zonas geográficas que trabaje el concesionario. Para cuando se aproxime el apagón analógico en cada zona geográfica, sería conveniente que la estación anuncie con antelación que se dejará de transmitir señales analógicas, para que los usuarios estén prestos a adquirir los dispositivos especiales de recepción.

Los formatos de transmisión que deberán utilizar los concesionarios, serán de acuerdo al tipo de concesión que posean, y estas serán:

Concesiones exclusivas de los 6MHz, dirigidos a los operadores con sistemas nacionales, los cuales están obligados a transmitir mínimo una programación en alta definición, una en definición estándar, un canal de recepción móvil en *one seg*. Y un canal de interactividad.

Concesionarios compartidos, en donde las estaciones compartirán los 6 MHz, destinados para los operadores de servicio regional y local, en donde están obligados a transmitir mínimo tres canales digitales de definición estándar, el canal de recepción móvil y el canal de interactividad.

La definición en que trabaje cada dispositivo será, para dispositivos fijos, en alta y estándar, y para dispositivos móviles y portátiles será en estándar.

Algo que debería considerarse es no permitir la multiprogramación en los diferentes formatos, sino procurar que en todos los formatos se transmita la misma programación para no permitir la competencia desleal, lo que se podría impulsar sería, que en los espacios publicitarios se pueda presentar uno distinto en cada formato, de acuerdo al público al cual va dirigido.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- El sistema ISDB-Tb se propaga a través del aire, al igual que la televisión actual, sin costo alguno, las mayores ventajas son la robustez, flexibilidad para aplicaciones, alta inmunidad al ruido impulsivo, además de la alta confiabilidad para la recepción fija y móvil. Esto mejorará la calidad de cobertura de estaciones de televisión; su resultado impactará en la reducción de la brecha digital en el país.
- El estándar japonés - brasileño beneficiará mucho a nuestro país, ya que pasó de ser un estándar no muy difundido en el mundo, a ser el más utilizado en América del Sur, lo cual favorece económicamente a las naciones, debido a que se puede generar economía de escala, se pueden pactar convenios internacionales entre países pertenecientes a la misma región, además se pueden realizar convenios de apoyo en cuanto a tecnología y capacitación, así como se puede analizar la implementación de dicho estándar acogiendo experiencias ya vividas por otros países vecinos.
- En nuestro país es necesario realizar un uso más eficiente del espectro radioeléctrico, considerando que el espectro para las frecuencias de televisión actualmente están saturadas. Pero con las técnicas de compresión que nos proporciona el nuevo sistema de televisión digital, tendremos la posibilidad de transmitir varios formatos de televisión en un canal de 6MHz, ya sea televisión en definición estándar, en alta definición o para dispositivos móviles, con posibilidad de tener televisión interactiva y transmisión de datos.

-
- Debido a que el espectro radioeléctrico es un recurso natural de carácter limitado, además constituye un bien de dominio público, se necesita de una regulación prospectiva que permita afrontar de la mejor manera los cambios rápidos de tecnología y de los servicios que se ofrecen actualmente.
 - Dentro del marco regulatorio y legal, deben haber ciertas modificaciones, que no contradigan al concepto de televisión digital y que faciliten la etapa de *simulcast*, si es posible contar con una normativa exclusiva para televisión digital terrestre y también con un Plan Maestro de Televisión Digital Terrestre, que obligue a todos los involucrados a cumplir con la meta que es el apagón digital.
 - Se debe permitir el funcionamiento de más de un sistema de televisión en el territorio ecuatoriano a los concesionarios interesados en migrar sus transmisiones a digitales, ya que durante el período de *simulcast*, deberían mantenerse al aire con las transmisiones analógicas hasta implementar el sistema completo de transmisiones digitales.
 - Debe apoyarse la idea de trabajar con multiplex, para los sistemas de televisión regional y local, ya que deberán compartir infraestructura, para transmitir sus señales digitales en el formato conveniente al concesionario.
 - La televisión pasa de ser un medio unilateral a ser un medio de comunicación bidireccional ya que necesita de un canal de retorno para implementar la interactividad.
 - Esta tecnología digital resulta beneficiosa para ciudades grandes como Quito, Guayaquil, Cuenca y algunas otras, además para las ubicaciones estratégicas en los cerros donde se encuentran los repetidores, ya que existen gran número de frecuencias de enlace, lo que trae congestión e interferencias, lo que no ocurrirá con la televisión digital terrestre que trabaja a canal adyacente, sin producir interferencias a las señales analógicas ni a las digitales.

-
- La televisión digital permite que los bordes de las áreas de cobertura sean delimitadas de una mejor manera, ya que la calidad del servicio no se degrada, sino que se mantiene, siempre y cuando conserve el nivel mínimo de campo eléctrico requerido en el receptor.
 - Se utilizarán los canales adyacentes a los asignados por zonas para realizar la migración a televisión digital terrestre, ya que no causan conflictos con las transmisiones analógicas.
 - La banda del canal 50 al 69, se liberará en los sectores que haga falta mayor cantidad de espectro radioeléctrico
 - La banda del canal 14 al 20, no se va a despejar completamente, ya que como esta asignada a título primario para el servicio Fijo – Móvil, no se puede desocupar inmediatamente, siendo los canales 14 y 15 los considerados para brindar servicios de televisión digital.
 - En las bandas utilizadas para frecuencias auxiliares también se optimizará el espectro radioeléctrico debido a que dichos enlaces ya no utilizarán 24 MHz, sino que utilizarán menos ancho de banda, aproximadamente 18 MHz.
 - Debido a que un buen porcentaje del espectro será liberado, y pasará a formar parte del Dividendo Digital en todas las regiones, lo más probable es que la industria móvil busque la asignación de dicho espectro, lo que beneficiaría a toda la población ya que el concepto de banda ancha móvil en todas partes puede transformarse en realidad.
 - La digitalización de la televisión nos permitirá aprovechar de mejor manera el espectro radioeléctrico y nos brindará la posibilidad de acceder a más canales de televisión con mayor calidad de sonido e imagen. Estas ventajas han generado muchas expectativas respecto a la televisión digital, sobre todo en las zonas donde

las transmisiones analógicas eran muy deficientes (dobles imágenes, fantasmas, salto de cuadro, malla, interferencias, etc.), otro beneficio será la recepción en dispositivos móviles.

- A través de la televisión digital terrestre, es posible asignar una sola frecuencia a un operador con la cual puede cubrir todo el territorio de su concesión a nivel nacional. Lo que permite asignar frecuencias libres a otros operadores. Además de esta manera se pueden cubrir zonas de sombra con el mismo canal.

- La compresión de las señales traerá como consecuencia la liberación del ancho de banda; es decir en donde antes cabía una única señal, podrán caber en el futuro dos o tres. Esta situación plantea escenarios hipotéticos que van desde permitir que la estación de televisión siga siendo titular del total del ancho de la banda, aún cuando sólo necesite una fracción, hasta reservar el ancho de la banda que quede libre, para diversificar la oferta televisiva del Estado y permitir el acceso de la ciudadanía a tan importante medio de comunicación.

- Se determina además que en nuestro país no existe la suficiente capacitación y formación académica para poder generar nuevos contenidos, además para generar aplicaciones y nuevos servicios, por lo tanto, se hace muy necesario la implementación de temas relacionados con televisión digital a los centros educativos de tercer y cuarto nivel, para que de esta manera exista personal profesional capaz de solventar estas deficiencias actuales.

5.2. RECOMENDACIONES.

- El CONATEL y los organismos competentes deberán permitir a los concesionarios de televisión digital terrestre extender sus planes de negocios con otras operadoras que brinden servicios de telecomunicaciones con el fin de llegar a la convergencia tecnológica de diferentes servicios, beneficiando al usuario y disminuyendo la brecha digital, impulsando los nuevos modelos de negocios.
- Los entes reguladores tendrán la responsabilidad de velar que la transición sea en forma equitativa y transparente, además deberían garantizar que la televisión abierta sea gratuita y continúe brindando su servicio de forma masiva y popular, para lo cual deben establecer un cronograma basado en la realidad del país para lograr el apagón analógico.
- En caso de ser posible crear un organismo especial que se encargue de todos los procesos y que vele por el estricto cumplimiento por parte de todos los involucrados de cada una de las líneas determinadas por los entes reguladores del sector de la televisión.
- Como ya se tiene definido el estándar de televisión digital en nuestro país es recomendable establecer un acuerdo con los fabricantes de los equipos, en este caso Japón y Brasil, para que provean un amplio stock de televisores y de *set top box*, con el fin de que existan equipos económicos para las personas que no puedan tener acceso a las marcas costosas, además se debería motivar a la industria ecuatoriana al desarrollo de dispositivos fomentando y promoviendo la economía de escala.
- El Estado debería apoyar a los concesionarios de los canales privados, que no posean los suficientes recursos económicos, para lograr una rápida migración hacia la televisión digital, debido a que las inversiones son fuertes. Este apoyo puede darse mediante acuerdos con instituciones financieras o a través de convenios internacionales con los fabricantes de los equipos necesarios.

-
- Debe aprobarse lo más pronto posible el Plan Maestro de Televisión Digital Terrestre, para que todos los elementos involucrados en el cambio empiecen a tomar acciones al respecto, con el fin de cumplir con cada plazo determinado en dicho plan.

 - Participar activamente en el Foro ISDB-TB, para poder adoptar experiencias aprendidas por otros países, con el fin de mejorar y optimizar el proceso de transición en nuestro país.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Adopción del estándar para TDT, <http://www.supertel.gob.ec/tdt-ecuador/>
- [2] La Televisión, <http://www.si-educa.net/basico/ficha288.html>
- [3] PEREZ, Constantino, Introducción a la Televisión,
<http://personales.unican.es/perezvr/pdf/Introduccion%20a%20los%20sistemas%20de%20TV.pdf>, 2006.
- [4] Barrido progresivo frente al barrido entrelazado,
http://www.axis.com/es/products/video/camera/progressive_scan.htm
- [5] Sistemas de transmisión televisivos NTSC, PAL y SECAM,
<http://www.multimediagratis.com/multimedia/imagen/ntsc-pal-secam.htm>
- [6] Historia de la televisión,
http://www.avizora.com/publicaciones/television/textos/historia_television_0001.htm
- [7] HISTORIA DE LA TELEVISIÓN,
<http://estructuraecuador.wordpress.com/category/historia-de-la-television/>
- [8] SANDOVAL, Francisco, Características principales del sistema NTSC,
<http://fralbe.wordpress.com/2008/07/18/caracteristicas-principales-del-sistema-ntsc/>,
Julio 18, 2008.
- [9] GRAVES, Robert, GUIDOBONO, Juan, ATSC: La Norma de TV Digital para todos los televidentes de la TV abierta libre y gratuita,
http://www.slideshare.net/Indotel/normas-de-atsc?src=related_normal&rel=69195
- [10] MARIANOV, Vladimir, OBERLI, Christian, RÍOS, Miguel, Análisis de los Estándares de Transmisión de Televisión Digital Terrestre y su Aplicabilidad al Medio Nacional,

http://www.subtel.gob.cl/prontus_tvd/site/artic/20070315/asocfile/20070315173311/estudio_uc.pdf, 10 de Octubre de 2006.

[11] CALERO, Antonio, VILLACRES, Carlos, ANALISIS Y ESTUDIO DE INGENIERÍA PARA LA SELECCIÓN DEL ESTÁNDAR DE TELEVISIÓN DIGITAL MÁS APROPIADO PARA ECUADOR BAJO LA SUPERVISIÓN DE LA “SUPERTEL”, <http://dspace.espe.edu.ec/bitstream/123456789/179/1/38T00167.pdf>, 2009.

[12] MENDEZ, Luciano, “TV Digital – Fundamentos e o Padrão ISDB-T_B”, *Televisión Digital Terrestre encuentro Ecuador – Brasil*, Quito, 24 & 25 de Marzo de 2011.

[13] Televisión Digital Terrestre en Europa,
<http://www.canalaudiovisual.com/ezine/books/jirttdt/51tdt%20en%20europa.htm>

[14] Situación de la TDT en Europa: Reino Unido,
http://www.mundoplus.tv/zonatdt/tdt_extranjero_uk.php

[15] CRUSAFON, Carmina, INFORME DE SITUACIÓN: TELEVISIÓN DIGITAL EN EUROPA ALEMANIA, FRANCIA, GRAN BRETAÑA E ITALIA,
http://banners.noticiasdot.com/termometro/boletines/docs/tv/mediapark/2002/mediapark_TVdigital-Europa.pdf.

[16] La TDT en España,
<http://www.televisiondigital.es/Terrestre/TDTEspana/Paginas/TDTEspana.aspx>

[17] Situación de la TDT en Europa,
http://www.mundoplus.tv/zonatdt/tdt_extranjero_europa.php

[18] WEBB, P. J, DIGITAL TERRESTRIAL TELEVISION IN AUSTRALIA,
<http://www.broadcastpapers.com/whitepapers/BCA03DBADTTinAustralia.pdf?CFID=19643420&CFTOKEN=f73af064929b6cfb-C719DFD0-0F88-47B8-C46DEB7DD44A9B22>

[19] Módulo II EXPERIENCIAS INTERNACIONALES EN MATERIA DE TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE, Información otorgada en SENATEL.

[20] DVB Taiwan, http://www.dvb.org/about_dvb/dvb_worldwide/taiwan/index.xml

[21] ASAMI, Hiroshi, DIGITAL BROADCASTING IN JAPAN, <http://www.broadcastpapers.com/whitepapers/BAsia04MPHPTJapanHDTV.pdf?CFID=19654763&CFTOKEN=9f90fe7f5dae36e9-C9F1BE10-B330-CEA4-0E39ECE604C529B7>

[22] Hong Kong Televisión Digital Terrestre Introducción, <http://translate.google.com.ec/translate?hl=es&langpair=en|es&u=http://www.legendasilicon.com/%3Ft%3D1%26m%3D3%26v%3D,30>

[23] La TDT en Estados Unidos, http://www.televisiondigital.tv/tdt_usa.htm

[24] CEPEDA, Dulce, Introducción de la TDT en México. Resultados preliminares de la 1era. Etapa de transición, <http://www.eumed.net/libros/2010a/664/Introduccion%20de%20la%20TDT%20en%20Mexico.htm>

[25] GUZMAN, José, Apagón analógico será en 2015 en República Dominicana, <http://www.todotdt.es/2009/09/apagon-analogico-sera-en-2015-en-republica-dominicana/>, Septiembre 20, 2009.

[26] <http://www.centralamericadata.com/es/search?q=televisi%C3%B3n+digital>

[27] CÁCERES, Crisologo, EL IMPACTO DE LA TELEVISION DIGITAL TERRESTRE (TDT) EN LA SOCIEDAD PERUANA, <http://www.teleley.com/revistaperuana/caceres-67.pdf>

[28] Televisión Digital Abierta, http://pmcg.minplan.gov.ar/html/publicaciones/audiovisual/tda/dossier_tda.pdf

[29] CASTRO, Cosette, “El Modelo Híbrido Japonés - Brasileño de TV Digital – Interactividad, interoperabilidad y robustez para inclusión social”, *DIALOGOS de la comunicación*, N° 77, <http://www.dialogosfelafacs.net/77/articulos/pdf/77CosetteCastro2.pdf>, JULIO-DICIEMBRE, 2008.

- [30] MENDOZA, Luz, Bolivia alista el salto a la Tv digital, que reemplazará desde 2012 a la analógica, <http://eju.tv/2009/07/bolivia-alista-el-salto-a-la-tv-digital-que-reemplazar-desde-2012-a-la-analgica/>, 25/08/2011
- [31] Apagón analógico se producirá recién en 2017, http://www.cooperativa.cl/apagon-analogico-se-producira-recien-en-2017/prontus_notas/2009-09-14/113715.html, 14/09/2009
- [32] MARIN, Txema, Uruguay también adopta el ISDB-Tb japonés para su Televisión Digital, <http://es.engadget.com/tag/TelevisionDigital/>, 28/12/2010.
- [33] Televisión digital paraguaya tendrá un canal al aire en mayo próximo, <http://www.tdt-latinoamerica.tv/foro/en-mayo-paraguay-iniciara-transmisiones-de-tv-digital-t1950.html>, Viernes 21 de enero de 2011.
- [34] 'Apagón analógico' llega a Ecuador en siete años, <http://www.hoy.com.ec/noticias-ecuador/apagon-analogico-llega-a-ecuador-en-siete-anos-398992.html>, 24 de marzo de 2010.
- [35] LEY DE RADIODIFUSION Y TELEVISIÓN, Decreto Supremo No. 256-A Registro Oficial No. 785 del 18 de abril de 1975, GENERAL GUILLERMO RODRIGUEZ LARA, Presidente de la República, http://www.lexadin.nl/wlg/legis/nofr/oeur/arch/ecu/ley_radiodifusion.pdf
- [36] Norma Técnica para el Servicio de Televisión Analógica y Plan de Distribución de Canales (Resolución No.1779-CONARTEL-01), <http://www.docstoc.com/docs/19625186/NORMA-T%C3%89CNICA-PARA-EL-SERVICIO-DE-TELEVISI%C3%93N-ANAL%C3%93GICA-Y>
- [37] REGLAMENTO GENERAL A LA LEY DE RADIODIFUSIÓN Y TELEVISIÓN (Decreto No. 3398), Sixto A. Durán-Ballén C. PRESIDENTE CONSTITUCIONAL DE LA REPÚBLICA, <http://www.movimientos.org/imagen/Ecuador%20Reglamento%20general%20radio%20y%20tv%20modificado.pdf>
- [38] Decreto 8, RAFAEL CORREA DELGADO, PRESIDENTE CONSTITUCIONAL

DE LA REPÚBLICA,

http://www.mintel.gob.ec/images/stories/docs/PDF_DECRETO_8.pdf

- [39] SECRETARIA NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES, Plan Nacional de Frecuencias, http://www.imaginar.org/tvd/info/Plan_nacional_frecuencias_2008.pdf, Marzo 2008
- [40] Results of WRC-07, <http://www.itu.int/en/ITU-R/space/Presentations/resultsWRC07.pdf>, abril 2008.
- [41] CONATEL, RESOLUCIÓN-472-16-CONATEL-2010
- [42] JIMENEZ, Maria, ¿dB o no dB? Todo lo que siempre quiso saber sobre los decibelios pero nunca se atrevió a preguntar, [http://www.rohde-schwarz.com/www/downcent.nsf/file/Todo_sobre_los_dBs.pdf/\\$file/Todo_sobre_los_dBs.pdf](http://www.rohde-schwarz.com/www/downcent.nsf/file/Todo_sobre_los_dBs.pdf/$file/Todo_sobre_los_dBs.pdf), 05/2006.
- [43] CONATEL, RESOLUCIÓN RTV-106-03-CONATEL-2011, http://www.supertel.gob.ec/pdf/resoluciones_radio_y_tv/rtv106_03_2011_frec_auxiliares_otras_tecnologias.pdf, 2011.
- [44] Estaciones R&TV Mar-2011, documento facilitado por SENATEL.
- [45] SUPERTEL, INFORME PARA LA DEFINICIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE LA TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE EN EL ECUADOR, http://www.supertel.gob.ec/pdf/publicaciones/informe_tdt_mar26_2010.pdf
- [46] NORMA TÉCNICA PARA EL SISTEMA CODIFICADO TERRESTRE ANALÓGICO DE AUDIO Y VIDEO POR SUSCRIPCIÓN EN LA BANDA 2500 – 2686 MHz (MMDS) (Resolución No. 3711-CONARTEL-07)
- [47] Desarrollo de las IMT-Avanzadas: El enfoque EMeRT, <http://www.itu.int/itu-news/manager/display.asp?lang=es&year=2008&issue=10&ipage=39&ext=html>
- [48] Rec. UIT-R P.370-7, RECOMENDACIÓN UIT-R P.370-7*, CURVAS DE PROPAGACIÓN EN ONDAS MÉTRICAS Y DECIMÉTRICAS PARA LA GAMA DE FRECUENCIAS COMPRENDIDAS ENTRE 30 Y 1 000 MHz,

<http://webs.uvigo.es/servicios/biblioteca/uit/rec/P/R-REC-P.370-7-199510-W!!PDF-S.pdf>,
(1951-1953-1956-1959-1963-1966-1974-1978-1982-1986-1994-1995)

[49] Rec. UIT-R P.1546-3, RECOMENDACIÓN UIT-R P.1546-3, Métodos de predicción de punto a zona para servicios terrenales en la gama de frecuencias de 30 a 3000 MHz, <http://webs.uvigo.es/servicios/biblioteca/uit/rec/P/R-REC-P.1546-3-200711-I!!PDF-S.pdf>, (2001-2003-2005-2007)

[50] Rec. UIT-R P.526-10, RECOMENDACIÓN UIT-R P.526-10*, Propagación por difracción (Cuestión UIT-R 202/3), <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/6989/35/UIT%20R-%20P.526-10.pdf>, (1978-1982-1992-1994-1995-1997-1999-2001-2003-2005-2007)

[51] OPENHEIMER, Luiz, “REDES ISO-FRECUENCIA”, *Televisión Digital Terrestre Encuentro Ecuador – Brasil, Quito, 24 & 25 marzo 2011*.

[52] GONZALEZ, Ricardo, Propuesta para el cálculo de un enlace en un sistema de comunicación satelital (SCPC – FDMA) utilizando el estándar ATSC para aplicaciones en Telemedicina, [http://www.biblio-sepi.esimez.ipn.mx/telecomunicaciones/2009/Propuesta%20para%20el%20calcul%20de%20un%20enlace%20en%20un%20sistema%20de%20comunicacion%20satelital%20\(SCPC-FDMA\).pdf](http://www.biblio-sepi.esimez.ipn.mx/telecomunicaciones/2009/Propuesta%20para%20el%20calcul%20de%20un%20enlace%20en%20un%20sistema%20de%20comunicacion%20satelital%20(SCPC-FDMA).pdf), enero 2009.

[53] CABELLO, Sebastian, Situación del dividendo digital en el mundo, <http://www.gsmamobilebroadband.com/upload/resources/files/GSMA%20SMC%20-%20Espectro%20CITEL%20PCCII%20Bogota%2029Nov10.pdf>, 29 de Noviembre de 2010.

[54] ZAIDAN, María, Análisis del dividendo digital resultante de la migración de la televisión analógica a la digital en el Ecuador, <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2463/1/CD-3168.pdf>, octubre 2010.