

ANÁLISIS DE LA INFRAESTRUCTURA IMPLEMENTADA PARA LA TDT EN
COLOMBIA

JOSÉ ARMANDO TORRES TORRES
JOSÉ EDUAR BETANCOURT ORTIZ
GILBER BECERRA ACOSTA

UNIVERSIDAD ECCI
DIRECCIÓN DE POSGRADOS
ESPECIALIZACIÓN EN TELECOMUNICACIONES INALÁMBRICAS
BOGOTÁ D.C
2016

ANÁLISIS DE LA INFRAESTRUCTURA IMPLEMENTADA PARA LA TDT EN
COLOMBIA

JOSÉ ARMANDO TORRES TORRES

JOSÉ EDUAR BETANCOURT ORTIZ

GILBER BECERRA

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE:
ESPECIALIZACIÓN EN TELECOMUNICACIONES INALÁMBRICAS

DIRECTOR:

ING. FERNEY ALBERTO BELTRÁN MOLINA

UNIVERSIDAD ECCI

DIRECCIÓN DE POSGRADOS

ESPECIALIZACIÓN EN TELECOMUNICACIONES INALÁMBRICAS

BOGOTÁ, COLOMBIA

2016

RESUMEN

El presente documentó analiza el proceso de implementación de la TDT en Colombia adoptado en el año 2008 a través de la CNTV bajo el estándar DVB-T Europeo y la evolución de la segunda generación DVB-T2 acogida en el año 2011 por el ministerio de las TIC's, se estudia la norma técnica desarrollada por el proyecto DVB, las características de modulación OFDM y codificación MPEG-2/4 con el fin de tomar la mejor decisión para su posterior implementación. Se presenta el estándar DVB-T2 como tecnología por su grado de rendimiento, flexibilidad, capacidad, eficiencia espectral, gran calidad de imagen, audio y compatibilidad con la primera versión DVB-T, como referencia del análisis se toman los estudios realizados por ACIEM, la CRC, la ANTV, la RTVC determinando factores técnicos y tecnológicos que se ajusten a la infraestructura presentada.

Se identifican aspectos económicos, sociales, tecnológicos, jurídicos por parte de los países que han adoptado el estándar DVB-T2 y la evolución que ha tenido alrededor del mundo. Para su desarrollo se realizaron comparaciones de Colombia con los demás países de Europa, Asia, África y Oceanía evaluando la trazabilidad que se ha dado durante los últimos años desde el desarrollo de la norma hasta la actualidad. La migración de la DVB-T2 en Colombia presenta inconvenientes de cobertura a nivel nacional en comparación con Europa y Oceanía, la mayor parte de estos países ejecutaron el apagón analógico logrando cubrir el 98.7% implementando el estándar DVB-S en regiones sin cobertura, para Colombia se logra identificar el porcentaje de penetración de la TDT y las emisiones de señales análogas que aún se presentan, se proyecta un plan estipulado por la UIT llamado “Apagón Analógico” llevado a cabo por todos los países involucrados, las fechas para todos los países ha cambiado con respecto al nivel de cobertura logrado hasta la actualidad.

En el documentó se hace un énfasis para Colombia con la proyección del apagón analógico en el año 2019 y para África, Asia en el 2020, algunos de los factores que han impedido lograr alcanzar la cobertura total han sido de carácter económico, geográfico y civil, la compra de STB (Set-Top-Box) y antenas han solucionado de manera paulatina la cobertura sobre algunos países de África y Oceanía. Para Colombia se propone llegar a las regiones sin

cobertura a través de Fibra óptica y soluciones satelitales que garanticen el porcentaje de penetración proyectado por el ministerio de las TIC's, en el análisis del documento se identificaron nuevas necesidades de televisión que crean oportunidades de negocio para desarrolladores y creadores de contenidos.

TABLA DE CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN	6
1.1 OBJETIVOS	7
1.2 JUSTIFICACIÓN	8
1.3 ANTECEDENTES	9
2 CONCEPTOS BÁSICOS DE LA TELEVISION DIGITAL TERRESTRE	11
2.1 Definición de televisión digital terrestre	11
2.1.1 Implementación de la TDT en Colombia	13
2.2 Estándar de Televisión digital dbv-t	14
2.2.1 Flujo de transporte MPEG-2 en DVB-T	15
2.2.2 Complejidad de compresión MPEG-2 y MPEG-4:	17
2.2.3 Transmisión de la DVB-T	18
2.2.4 Recepción DVB-T	19
2.3 Estándar de televisión digital DVB-T2	21
2.3.1 Multiplex digital (Conjunto de canales de TDT)	22
2.3.2 Instalación de estaciones	23
2.4 Normatividad jurídica de la TDT	26
3 RESULTADOS	30
3.1 Estado de arte de la DVB-T2 en el mundo	30
3.1.1 Estado de la DVB-T2 en África	30
3.1.3. Estado de la DVB-T2 en Oceanía	35
3.1.4 Estado de la DVB-T2 en Europa	36
3.2 Cobertura de la TDT en Colombia en el año 2016	38
3.3 Recomendaciones	46
4 CONCLUSIONES	49
5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFIA	51

1. INTRODUCCIÓN

La televisión digital terrestre es una tecnología nueva que tiene como fundamento el manejo digital de las imágenes y el sonido, esto produce una mejora en la calidad de video-audio y disminuye notablemente los fenómenos como el ruido blanco que se tenía en la televisión analógica convencional; esta nueva tecnología ha sido apalancada por las telecomunicaciones inalámbricas ya que su fundamento esta expreso en la cobertura nacional de forma gratuita.

En Colombia se ha adoptado el estándar mundial de televisión digital DBV-T2 de origen europeo, el cual ha sido una evolución de la primera generación DVB-T, este estándar (DVB-T2) basa su funcionamiento en modulación OFDM, digitalización, compresión de video avanzado, aumento en la tasa de bits enviados a través de medios inalámbricos y mejoras notables del manejo de ancho de banda. Para la implementación de esta nueva tecnología el ministerio de las tecnologías de información y las comunicaciones MINTIC ha realizado una campaña de adaptabilidad con el nuevo estándar buscando realizar un apagón analógico en los hogares Colombianos de tal manera que toda población del país pueda disfrutar de los beneficios de la nueva tecnología, sin embargo estos beneficios deben ir acompañados del sacrificio de muchos televidentes, ya que el cambio de tecnología implica un cambio en los dispositivos que se conecten al servicio, un ejemplo de ello; son los televisores de tubos de rayos catódicos que se tienen que reemplazar por tecnología led, plasma o lcd que manejen el estándar DBV-T2 o en su defecto adquirir un codificador digital acompañado de una antena especifica que reciba la frecuencia del nuevo servicio de televisión. Este nuevo estándar (DVB-T2) ha sido implantado por la ANTV cuyo propósito es generar cobertura en el 92% del territorio nacional, esta meta es programada para el año 2019, buscando realizar una reorganización en el uso de las frecuencias y desarrollar nuevos proyectos que converjan con el nuevo sistema de televisión.

1.1 OBJETIVOS

Esta investigación se centra en el siguiente objetivo general:

- Analizar la evolución de la TDT implementada por el ministerio de las TIC's en Colombia.

Para alcanzar el objetivo general ha sido necesario el planteamiento de los siguientes objetivos específicos:

- Analizar la infraestructura actual de la TDT adoptada por el Ministerio de las TIC's, realizando la trazabilidad y diferenciación ante los países que ya tienen implementado el estándar DVB-T2.
- Investigar acerca del programa "Apagón Analógico" del Ministerio de las TIC's, y su porcentaje de implementación en Colombia en el año 2016.
- Definir propuestas que permitan cumplir con las características geo-sociales y lograr la cobertura total en el territorio nacional.

1.2 JUSTIFICACIÓN

Nos proponemos estudiar acerca de las características de la nueva tecnología de televisión digital terrestre que circula en el territorio nacional, su normatividad de implementación, influencia en contenidos interactivos y adopción de la nueva tecnología en Colombia, este estudio busca entender la cobertura de implementación del nuevo estándar europeo y su legado hacia los hogares colombianos; efectuando la diferenciación de calidad en imagen de la tecnología analógica y digital. La comprensión profunda de estas tecnologías nos abrirá el camino para interacción hacia el internet de las cosas y la capacidad de los sistemas para ser autónomos y predecibles ante las necesidades humanas.

Durante muchos años la antigua comisión nacional de televisión (CNTV) de Colombia realizó estudios sobre la implementación de la nueva tecnología de televisión digital terrestre también llamada TDT. Esta nueva ola de innovación tuvo en el país una adopción muy técnica que busca el mejoramiento de la cobertura, aprovechamiento del espectro, mejora de calidad de imagen y asimilación de los estándares mundiales para ponerse a punta con los países desarrollados. Durante este análisis esperamos comprender las normas que regulan la TDT, analizándolas en el contexto colombiano.

Con este estudio buscamos tener la capacidad de opinar acerca del tema de la televisión digital terrestre, aportar nuevas ideas que mejoren las falencias identificadas durante el proceso de implementación y dar a conocer las diferentes implementaciones para la televisión digital terrestre que se han realizado en los países que adoptaron el estándar DVB-T2, tomando ideas de los programas gubernamentales que nos permitan dar una opinión de las ideas innovadoras para la adopción del nuevo estándar. Buscamos también dar a conocer las ventajas que se tienen adoptando este nuevo sistema para la TDT y como se realizara el proceso por parte del gobierno nacional para ofrecer la mejor cobertura en el territorio nacional.

1.3 ANTECEDENTES

La televisión aparece en Colombia en el año 1954 durante el gobierno del presidente Gustavo Rojas Pinilla , es un invento que se trajo al país finalizando la segunda guerra mundial gracias a los apoyos técnicos de países que tenían un surgimiento en tecnología bastante avanzado, tal caso fue el de Alemania e Inglaterra quienes fueron pioneros en implementación de estándar televisivo, en este caso el primer estándar adoptado fue el sistema analógico , el cual permitía ofrecer una cobertura amplia sobre los municipios que estaban en proceso de surgimiento. Inicialmente la televisión era un lujo y tenía poca incidencia en estratos bajos de las ciudades, Bogotá fue uno de los campos más asequibles de la implementación del estándar analógico buscando implantar necesidad ante una audiencia que usualmente estaba acostumbrada a la radio. Desde este momento la televisión análoga se convirtió en una nueva forma de entretenimiento capaz de llegar a cualquier parte del país,

En el año 2008 Colombia toma la decisión de migrar a la nueva tecnología de la digitalización, esto lo realiza a través de la CNTV con el fin de entrar en la vanguardia de los países modernos, para este proceso la asociación Colombiana de Ingenieros (ACIEM) realizo los estudios con el fin de evaluar el mejor estándar para adoptar. Durante los estudios se analizaron varios aspectos relevantes como fueron el estándar DBV de primera generación el cual estaba en proceso de actualización en Europa, este estándar se empezó a implementar en las principales ciudades de Colombia, sin embargo, luego de estudios específicos se decide cambiar a la segunda generación de DBV, la cual ofrecía mayores capacidades y ayuda de forma activa a los nuevos contenidos que se podrían emitir por este medio.

En la figura 1, se representa la condición de evolución en infraestructura y resoluciones dadas por organismos del estado en la implementación de la TDT en Colombia.

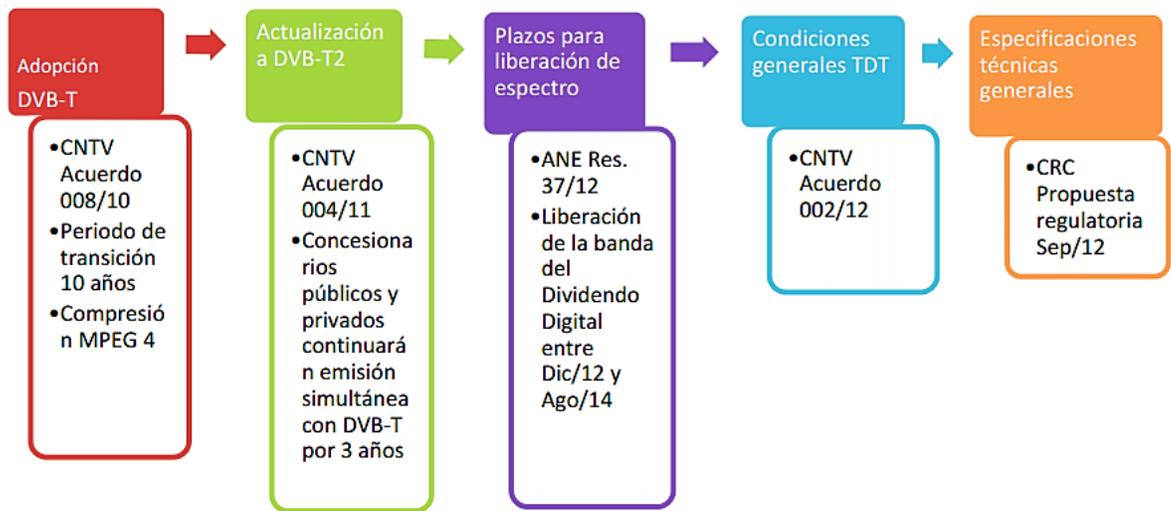


Figura 1. Línea de Tiempo para televisión digital Terrestre TDT, Tomado de (CRC, 2016).

2 CONCEPTOS BÁSICOS DE LA TELEVISION DIGITAL TERRESTRE

2.1 Definición de televisión digital terrestre

Según el Gobierno de España la TDT de manera textual es

La Televisión Digital Terrestre (TDT) es el resultado de la aplicación de la tecnología digital a la señal de televisión, para luego transmitirla por medio de ondas hercianas terrestres, es decir, aquellas que se transmiten por la atmósfera sin necesidad de cable o satélite y se reciben por medio de antenas UHF convencionales. (Gobierno de España, 2016).

Para ampliar un poco más la definición podemos decir que la TDT nos ofrece una calidad de audio y video en alta definición y nos permite ver mayor número de canales y contenidos interactivos que la televisión análoga no posee. Las ventajas y beneficios que trae esta tecnología frente a las necesidades de los televidentes debe ser analizada y determinar la capacidad de la industria audiovisual para promover diversos servicios inexistentes hasta el momento. Con este nuevo modelo adoptado por el ministerio de las TIC se busca aprovechar el uso eficiente del espectro electromagnético, proponiendo a los diferentes operadores de televisión aumentar el número de canales emitidos hasta el momento, utilizando los diferentes modelos de estándar (SD, HD) y compresión de imágenes y sonido para brindar una nueva expectativa a los televidentes.

El desarrollo de la TDT en países que adoptaron los estándares que hoy conocemos como; ATSC (Advance televisión System Commite) para estado Unidos, DVB-T/T2 (Digital Video Broadcasting terrestre) en Europa, ISDB-Tb (Integrated Service Digital Broadcasting - Terrestrial Brasileiro) Japón y Brasil, DTMB (Digital Terrestrial Multimedia Broadcasting)- China el restante de países utilizan alguno de estos estándares. En la figura 2, se muestra que estándar fue adoptado por los países de todo el mundo.

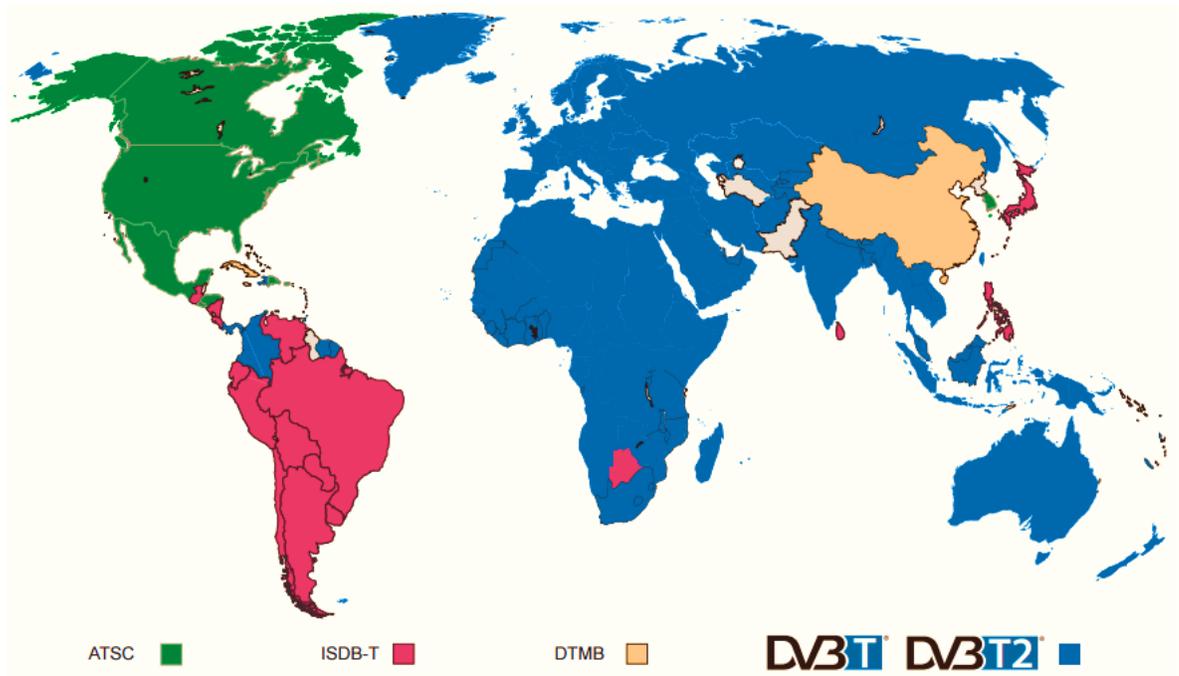


Figura 2. Adopción de la TDT en el mundo. Tomado de (DVB Project, 2016) .

La adopción de la TDT en el mundo continuo de manera paralela a las transmisiones análogas, a diferencia del nivel cultural de los continentes, el progreso tecnológico se ha dado de forma progresiva en el desarrollo de cada estándar y por completo en algunos países su implementación, los cambios y aspectos tecnológicos se dan de acuerdo a las necesidades de cada país. Las características de los cinco estándares desarrollados para la implementación de la TDT se pueden observar en la tabla 1.

Tabla 1. Cuadro comparativo estándares para la TDT

Estándar	Frecuencia	Ancho Banda	Modulación	Compresión
ATSC	UHF/VHF	6 MHz	8-VSB	MPEG-2
DVB-T	UHF/VHF	6, 7 a 8 MHz	QPSK, 16QAM, 64QAM	MPEG-2
DVB-T2	UHF/VHF	6,7 a 8 MHz	QPSK, 16QAM, 64QAM, 256QAM	MPEG-2/TS
ISDB-T	UHF/VHF	6,7 a 8 MHz	OFDM	MPEG-2
DTMB	UHF/VHF	6,7 a 8 MHz	OFDM	MPEG-2/4

2.1.1 Implementación de la TDT en Colombia

En Colombia se evidencio la necesidad de saltar hacia la nueva plataforma de TDT cuando se vino la era digital y la interactividad de los programas de televisión; esta nueva tecnología bajo el estándar DVB-T2 cumple con características superiores a los sistemas de televisión analógicos NTSC. Los canales en las redes NTSC ocupan un ancho de banda total de 6MHz, en la banda VHF se tiene asignado frecuencias entre 55.25MHz y 215.75MHz para los canales del 2 al 13 y en la banda UHF se tienen asignadas las frecuencias entre 471.25MHz y 889.75MHz para los canales del 14 al 83. Gracias a la entrada de la TDT, no se volvió asignar frecuencias para la transmisión de televisión en la tecnología análoga (NTSC) a partir del 1ro de enero del 2015.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente sobre las redes NTSC y teniendo en cuenta que con el tiempo los televidentes exigirán una mayor cantidad y calidad de los contenidos, al momento de definir el estándar para COLOMBIA se revisó el estándar que tuviera más eficiencia del espectro utilizado por un canal y fuera el más robusto frente al ruido e interferencias producidas por la misma red y otras redes (Cobertura y ahorro de energía).

Durante el año 2008 se decidió adoptar la TDT con el estándar DVB-T y en el año 2010 se publicó el acuerdo CNTV 008, adoptado por Colombia como el estándar de televisión digital terrestre (TDT) DVT-T (CNTV, 2010), estándar por el cual se efectuará el “apagón analógico” el 31 de diciembre de 2019. Después de haberse iniciado la implementación de la TDT con el estándar DVB-T la CNTV expidió el acuerdo 004 de 2011 (CNTV, 2011) para actualizar la transmisión de la TDT al estándar DVB-T2, (Rec. ITU-R BT.1368-12). (UNION INTERNATIONAL OF COMMUNICATIONS, 2015).

Realizando un análisis de la primera versión adoptada se encontró que este sistema de televisión terrestre digital mide los códigos interiores y exteriores antes de la decodificación Reed Solomon, para un BER $< 1 \times 10^{-11}$ a la entrada de una demultiplexación MPEG-2. La relación de protección de -30dB para las señales DVB-T son mejoradas a -39dB para DVB-T2, esto se debe tener en cuenta ya que en Colombia las redes DVB-T2 deben convivir con las redes NTSC hasta el 2019 que se realizara el apagón analógico, como la señal digital

(DVB-T2) es mucho más robusta que la analógica (NTSC), la interferencia es más probable que se presente sobre las redes analógicas. Para evitar lo mencionado anteriormente, la señal digital DVB-T2 debe tener una potencia como máximo igual o mayor hasta 2dB a la potencia analógica. Junto a la elección del estándar DVB-T/T2 (Digital Video Broadcasting terrestre) por la CNTV, se eligió también la norma internacional que se dispuso por la UIT-T H.264, la cual pertenece a la norma ISO/IEC 14496 según (Richardson, 2003) denominada también H.264 /MPEG-4 AVC. Esta norma permite manipular imágenes de video como simples datos digitales, almacenados en diversos tipos de medios de almacenamiento, transmitirlos y recibirlas por redes existentes y futuras y distribuirlos por los canales de radiodifusión existentes y futuras, todo esto se logra gracias a una alta gama de precisión de muestras de imagen y formatos cromáticos de alta definición.

2.2 Estándar de Televisión digital dbv-t

DVB-T hace referencia al estándar que permite la codificación digital de audio y video aprovechando las ventajas de la compresión MPEG-2, forma parte de los estándares de la norma desarrollada por el proyecto DVB citadas por el comité diseñador de la DBV Project (DBV Project, 1990): “La tecnología DVB se ha convertido en una parte integral de la radiodifusión mundial, estableciendo el estándar de satélite, cable, terrestre y servicios basados en IP. DVB-S, DVB-H y DVB-C”, las especificaciones de la versión de 2009 por parte de ETSI definen el bloque de funcionalidad adoptado como base para la transmisión de las señales de TV. En la tabla 2 se muestra las interfaces del sistema utilizado para la adopción de la señal (TX y RX de TDT).

Tabla 2. Diseño del sistema

Ubicación	Interface	Tipo de Interface	Conexión
Estación Transmisora	Entrada	Flujo de Transporte Multiplexado MPEG-2	Desde el Multiplexor MPEG-2
	Salida	Señal RF	Hacia el aire
Estación Receptora	Entrada	Señal RF	Desde Aire
	Salida	Flujo de Transporte Multiplexado MPEG-2	Hacia el Demultiplexor MPEG-2

Fuente: ETSI - EN 300 744 v1.6.1 - 2009

Los sistemas modernos de televisión digital terrestre usan la modulación OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplex) con el fin de transmitir estas señales; algunas características técnicas se describen a en la Tabla 3.

Tabla 3. Características técnicas de DVB-T:

Características	DVB-T
FEC	Codificación Convulacional + Reed Solomon 1/2 , 2/3, 3/4, 5/6, 7/8
Modulación	QPSK, 16QAM, 64QAM
Intervalo	1/4, 1/8, 1/16, 1/32
Tamaño FFT	2k, 8k
Scattered Pilots	8%
Continual Pilots	2.00%
Ancho de banda	6, 7 a 8 MHz
Tasa de transferencia	24 Mbits/s
Tasa de transferencia máxima	31.7 Mbit/s
Rata C/N requerida	16.7 dB
Frequency	UHF/VHF

De la tabla 3 podemos mencionar que utiliza diversos parámetros para la transmisión de la señal, se aprovecha el ancho de banda para incluir más señales digitales y permite recuperar los datos perdidos a través de la codificación FEC, es importante mencionar que la modulación OFDM permite distribuir señales independientes con altas velocidades de transferencia garantizando la transmisión de la señal. Este sistema tiene la capacidad de utilizar los diferentes protocolos de audio MPEG-1, MPEG-2 y AC3.

2.2.1 Flujo de transporte MPEG-2 en DVB-T

El procesamiento digital de televisión implica la transmisión de señales de diferentes contenidos de video en HD (Definición alta) y SD (Definición estándar) multiplexados sobre un determinado ancho de banda. El flujo de transporte MPGE-2, conocido también como TS (flujo de transporte), permite en TDT combinar el contenido de video, servicios interactivos y audio que operan dentro del mismo sistema de transmisión de difusión, por esta razón deben ser multiplexados en un único TS (Ver Figura 3.).

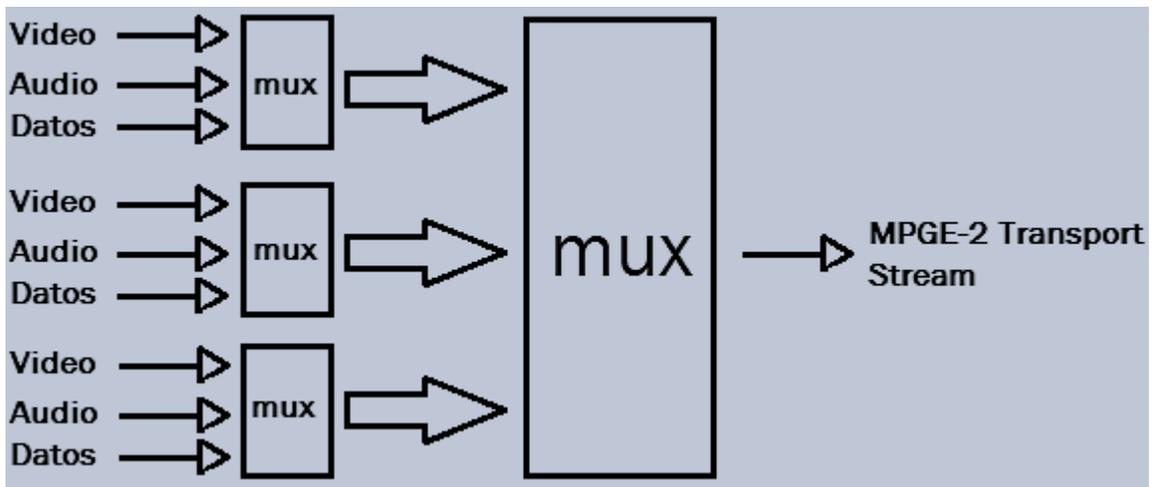


Figura 3. Flujo de transporte MPEG-2 (TS), Tomado de (CNTV, 2012).

Para comprender la multiplexación TS, según (Angel, 1998) en su Tesis de Codificación y Transmisión Robusta de Señales de Video MPEG-2, la define como:

“Los paquetes de transporte TS son de tamaño fijo de longitud de 188 bytes, esta longitud fue elegida considerando ATM y las capas de adaptación AAL-1 y AAL-5 como posibles métodos de transmisión ya que un paquete TS se distribuye exactamente en 4 células ATM con la AAL-1 o AAL-5”.

Describiendo el paquete TS de la figura 3 se menciona que contiene un tipo de información llamado cabecera de 4 bytes, otro campo opcional de adaptación de 188 bytes que contiene la carga útil de los paquetes sin garantizar si el paquete TS esté presente (Ver Figura 4).

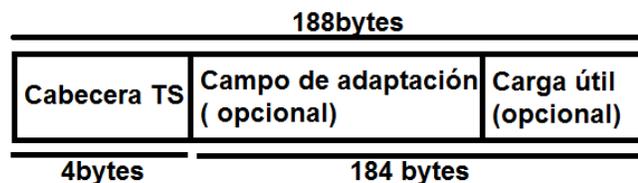


Figura 4. Estructura de un paquete TS, Tomado de (Cuenca, 1998, pág. 175)

En video al utilizar multiplexación aplicando codificación de video **VBR** (Tasa de bits Variable), se ahorra tasa de bits en las escenas lentas para aplicarlo después en escenas rápidas y conseguir así que esta última se vea lo mejor posible. En VBR se necesita un caudal

medio de bits menor que en CBR (Tasa de bits constante) para obtener una misma calidad mínima de video.

2.2.2 Complejidad de compresión MPEG-2 y MPEG-4:

Los estándares DVB-T y DVB-T2 se basan en MPEG-2 (Moving Picture Experts Group) y MPEG-4, estas dos versiones (MPEG-2 y MPEG-4) se agrupan como normas de codificación, por un lado, la norma MPEG-2 es una extensión de MPEG-1 ofreciendo las siguientes capacidades estudiadas por la Doctora María España (María-España, 2003) en la que menciona:

- Proporciona soporte para múltiples canales de audio
- Ofrece la disponibilidad de disponer audio multilingüe mediante el uso de 7 canales para comentarios
- Permite menos tasas de muestreo; 16, 22.05 y 24 KHz, que pueden emplearse para canales de comentarios.
- Pueden obtenerse regímenes binarios más bajos (hasta 8 kbits/s) ya que los niveles de compresión son diferentes

El grado de compatibilidad usa los codificadores y decodificadores para integrar a MPEG-1/2, la diferencia de cada una son los canales que se agregan, al analizar las limitaciones que se observan en MPEG-1/2 por los grandes avances de la tecnología es necesario incorporar la norma MPEG-AAC que supera las tasas de bits a la mitad; estas características de codificación son;

- Un máximo de 48 canales
- Frecuencias de muestreo entre 8-96 KHz
- Regímenes binarios entre 8-192 Kbits/s

Se puede identificar la capacidad que ofrece la norma MPEG-AAC en comparación con MPEG-1/2 para audio y video esto facilita de manera eficaz y precisa las imágenes transmitidas y la calidad de audio, no obstante, cabe mencionar la norma MPEG-4 como

posibilidad principal de incorporación a los estándares DVB-T y DVB-T2 respectivamente ya que su rango de características supera las normas MPEG-2 y MPEG-AAC, esta norma se basa en objetos y proporciona un grupo de herramientas de codificación entre tasas binarias reducidas de 200 bits/s por cada canal. La tabla 3 proporciona las características de cada modelo identificando la norma MPEG-4 con un grado alto de eficiencia requerido por el estándar DVB-T2 en calidad de audio y video en alta definición.

Tabla 4. Comparación formatos de compresión MPEG

Sistema	Compresión	Compresión	Complejidad	Eficiencia	Retardo
M-JPEG	Si	No	Media	Baja	Muy Pequeño
H.261	Si	Limitada	Elevada	Media	Pequeño
MPEG-1/2	Si	Extensa	Muy Elevada	Alta	Grande
H.263 MPEG-4	Si	Extensa	Altamente Elevada	Alta	Medio Grande

Los protocolos MPEG-1/2 tienen la capacidad de responder ante los requerimientos de los estándares DVB-T/2.

2.2.3 Transmisión de la DVB-T

La señal de video y audio debe ser transportada y para esto necesita ser comprimido todo el flujo de datos y por consiguiente multiplexada en una forma estructural conocida como “Codificación de canal”, para este proceso se requiere utilizar el sistema COFDM (Coded Orthogonal Frequency División Multiplexing), esta técnica descrita por (Fernández, 2010), dice:

“La modulación COFDM es una técnica de multiportadora (MCM), introducida en el año 60. La complejidad de implementarla se dio a finales de los 90. La primera aplicación comercial se dio con el T-DAB (Terrestrial/ Digital Audio Broadcasting). La modulación realiza una división en M bandas frecuencias, a las que se asigna una subportadora. La forma es dividir en m subcanales para bajar la velocidad a cada canal y asignar una subportadora definida QAM”.

La modulación COFDM permite combinar varias portadoras encadenadas para rectificar errores en la transmisión, de esta manera se evitan interferencias en las zonas urbanas aprovechando reutilizar las frecuencias de antenas cercanas.

La DVB-T aprovecha varias de estas características en la transmisión;

- Transmisión 2k (1705 portadoras) y 8k (6817 portadoras)
- Modulación: QPSK, 16QAM, 64QAM
- Rectificación de errores por codificación: 1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8
- Longitudes de intervalos: 1/4, 1/8, 1/6, 1/32
- Jerarquía y no jerarquía de modulación

Este sistema de transporte propone 2 flujos de transporte; el primero tiene baja velocidad, por lo tanto, la calidad de imagen es menor, también se conoce como “alta prioridad” y el segundo denominado de “baja prioridad” su diferencia es la combinación de múltiples portadoras para mejorar la relación de señal/ruido.

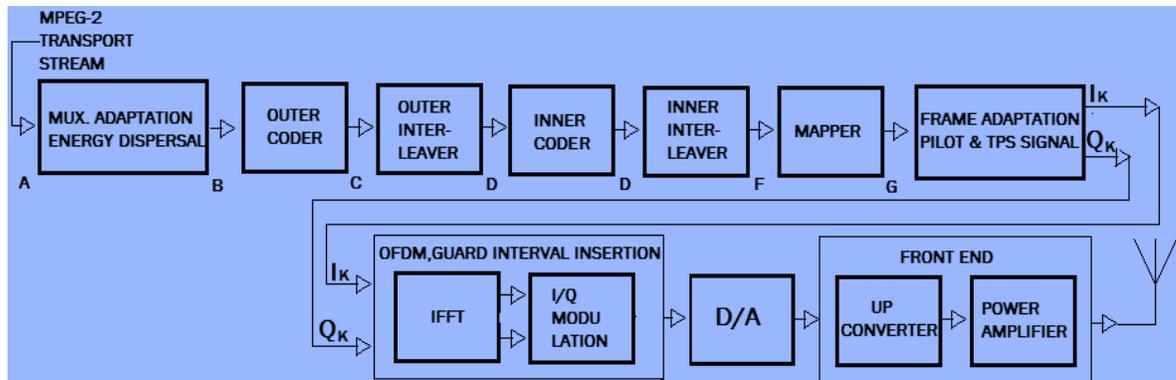


Figura 5. Diagrama de transmisión DVB-T, Tomado de (Delgado. A, 2016, pág. 32)

2.2.4 Recepción DVB-T

El proceso de recepción se realiza a través de antenas convencionales y un decodificador (Set-Top-Box), donde el usuario debe comprar el decodificador, o adquirir televisores de última generación que garanticen la recepción de la señal DVB-T, este dispositivo decodificador es usado para recibir la señal y sintonizar los canales emitidos. Durante la implementación de la TDT se originaron mercados para estos dispositivos (STB) y algunos

de ellos vienen incorporados en los TV actuales, la finalidad de los decodificadores es garantizar la funcionalidad de la señal y la recepción de la misma, algunos de estos decodificadores se clasifican en;

- Una sola vía: estos decodificadores también se conocen como “Zappers” y están diseñados para obtener una buena recepción de audio y video, proporciona opciones de multicanal, teletexto, subtítulos, y servicios de programación electrónica.
- Dos vías: también se conocen como “Set-Top-Box” y ofrecen interactividad con el televidente, gestión de aplicaciones, juegos, navegación web entre otros.
- Hard Disk: este último tiene la capacidad a través de un disco interno guardar toda la programación del usuario o la que se desee, se puede ver cuando quiera y a la hora que quiera sin interrupciones.

La figura 6 presenta un diagrama de bloques de transmisión y recepción de la señal digital.

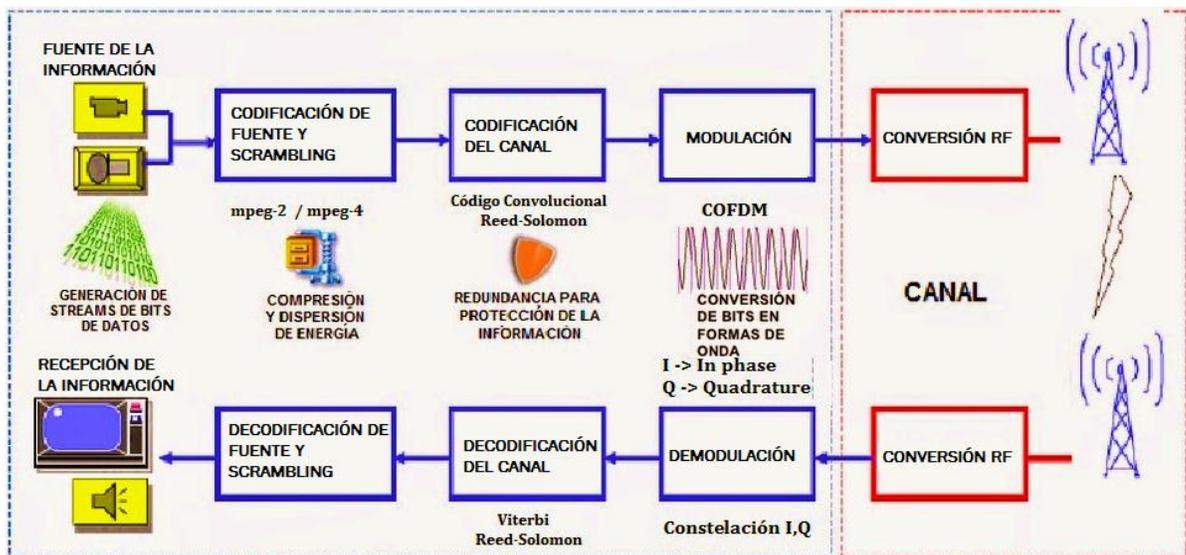


Figura 6. Diagrama de bloques transmisión y recepción. Tomado de (Mar. J, 2013)

La TDT utiliza los sitios actuales de transmisión analógica con la diferencia que disminuirá la parte técnica y económica de la red que existe actualmente. Se debe garantizar que la señal analógica antes del programa de “Apagón Analógico” mantenga sus emisiones en paralelo con la televisión digital, se debe tener en cuenta que las especificaciones técnicas de las antenas

cambian y los costos aumentan debido a las transmisiones de varios canales y contenidos emitidos por la TDT.

2.3 Estándar de televisión digital DVB-T2

El 20 de diciembre del 2011 la CNTV expidió el acuerdo 004 (CNTV, 2011) por el cual se modifican los artículos 1 y 7 del acuerdo 008 de 2010 y se actualiza el estándar para la televisión digital terrestre en Colombia de DVB-T a DVB-T2 (CNTV, 2011), este nuevo estándar soporta SD (720x480 pixeles), HD (1920x1080 pixeles) y 4K UHD (3840x2160 pixeles), televisión móvil, es más robusto y cerca de un 50% más eficiente que el estándar DVB-T. DVB-T2 es más eficiente porque con la misma cantidad de espectro que utiliza DVB-T (6MHz) puede transmitir más programas de TV o la misma cantidad de programas pero con una mayor calidad en audio/video o cobertura.

De acuerdo a la Tabla 5, con DVB-T2 es posible: transmitir más bits de información por símbolo gracias a la modulación 256QAM, alto desempeño a bajo consumo de potencia de los sistemas basados en OFDM gracias al tamaño FFT de 32K, evita posible pérdida de datos por interferencia entre canales al transmitir en redes SFN (Redes de frecuencia única) con intervalo de guarda $1/128$, $19/256$ y $19/128$ permitiendo alta transferencia de datos, mejor sincronización del receptor en fase y frecuencia implicando un overhead del 1% y según (Luz R. , 2015) se ha mejorado la corrección de errores en el receptor gracias a las portadoras piloto continuas que siempre están en la misma posición dentro de un símbolo OFDM (Luz R. , 2015) mejor generación del canal en amplitud y fase en el receptor implicando un overhead de 0.2% gracias a las portadoras piloto dispersas que varían su posición dentro de un símbolo OFDM, pero siguiendo un patrón determinado, un ejemplo de ello es la afirmación de (Luz R. , 2015) cada cuatro símbolos OFDM una mayor capacidad en cuanto a recuperación de errores gracias a la combinación del código LDPC (comprobación de paridad de baja densidad) y el código BCH.

Tabla 5. Diferencia entre DVB-T y DVB-T2

DVB-T vs DVB-T2		
	DVB-T	DVB-T2
Modulación	QPSK,16QAM,64QAM	QPSK,16QAM,64QAM, 256QAM
Ancho de banda	(6,5,7)MHz	(1,7,5,6,7,8,10)MHz
Tamaño FFT	2k,8k	1k,2k,4k,8k,16k,32k
Intervalo de guarda	1/4,1/8,1/16,1/32	1/4,1/8,1/16,1/32, 1/128,19/128,19/256
Portadoras pilotos dispersas	8% de total overhead	1%,2%,4%,8% del total overhead
Portadoras pilotos continuas	2% del total overhead	0.2%,0.8% del total overhead
FEC	Reed Solomon: 1/2,2/3,3/4,5/6,7/8	LDPC+BCH 1/2, 3/5 ,2/3,3/4, 4/5 ,5/6

Rec. ITU-R BT.1368-3: el índice de protección de RF es el valor mínimo de la relación de la señal deseada y la no deseada, según la (UNION INTERNACIONAL DE RADIOCOMUNICACIONES, 2016) generalmente expresado en decibelios a la entrada del receptor, en un sistema de televisión terrestre digital que utilice el estándar DVB-T2, las relaciones de protección se miden entre los códigos interiores y exteriores antes de la decodificación Reed Solomon que localiza y corrige errores, para un BER $< 1 \times 10^{-11}$ (un error por cada 100 billones de bits transmitidos) a la entrada de una demultiplicación MPEG-2. La relación de protección de -30dB para las señales DVB-T son mejoradas a -39dB para DVB-T2, esto se debe tener en cuenta ya que en Colombia las redes DVB-T2 deben convivir con las redes NTSC hasta el 2019 que se realizara el apagón analógico, como la señal digital (DVB-T2) es mucho más robusta que la análoga (NTSC) la interferencia es más probable que se presente sobre las redes análogas. Para evitar lo mencionado anteriormente la señal digital DVB-T2 debe tener una potencia como máximo igual o mayor hasta 2dB a la potencia análoga.

2.3.1 Multiplex digital (Conjunto de canales de TDT)

De acuerdo a los multiplex digitales para operadores locales sin ánimo de lucro, se debe tener en cuenta lo que se ha dicho en la (COMISIÓN NACIONAL DE TELEVISIÓN, 2012), que se formaran grupos de máximo cinco licenciatarios por cada multiplexor. A diferencia los

operadores locales con ánimo de lucro y los operadores públicos y privados, nacionales o regionales dispondrán de multiplex digitales para ser configurados como ellos lo consideren necesario.

En Colombia una multiplex digital permite mezclar varios canales (audio, video y datos) en un ancho de banda de 6MHz, después de que estos canales pasan por el MUX, se pueden generar caminos lógicos gracias al elemento llamado PLP (tubería de capa física), este PLP permite que los operadores sin ánimo de lucro compartan el multiplex y las tramas de cada canal SD de transporte MPEG-2 o canal HD de transporte MPEG-4 viajen con diferentes parámetros de transmisión. En la figura 7 se evidencia como se pueden agrupar señales digitales de televisión con el multiplex digital que se utiliza en la TDT.

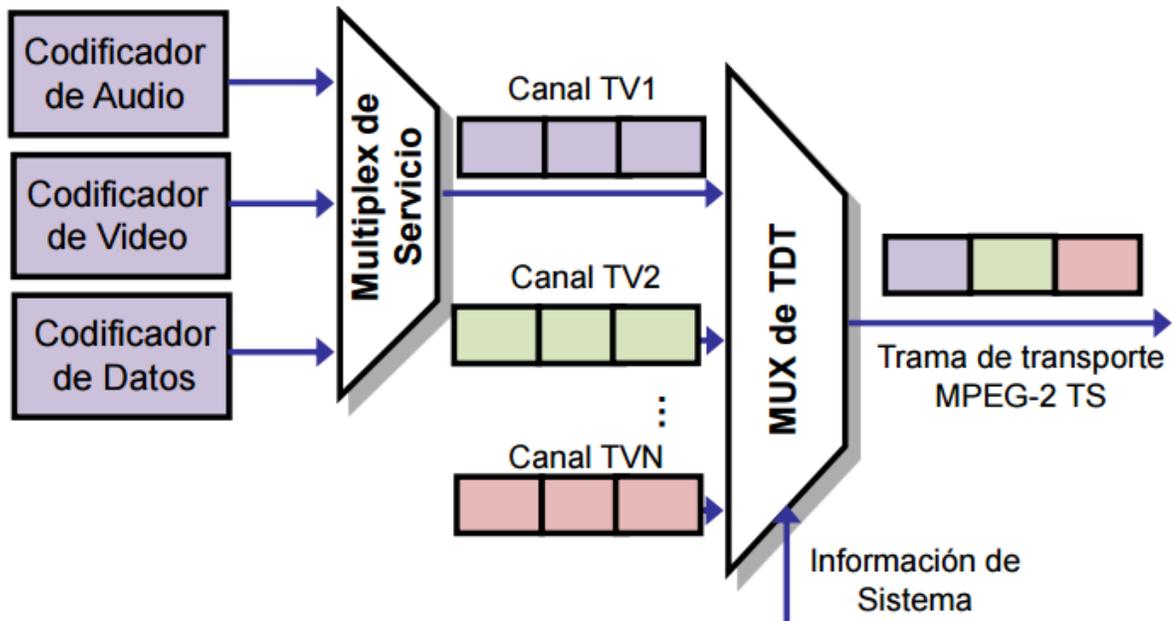


Figura 7. Multiplex digital de TDT. Tomado de (CRC, 2014, pág. 16)

2.3.2 Instalación de estaciones

Para la instalación de estaciones de TV se debe cumplir con los límites de exposición determinados por la ICNRIRP (Comisión internacional para la protección a la radiación no ionizante), esto con el fin de evitar efectos en la salud humana cuando se está expuesto mucho tiempo a las radiaciones no ionizantes (0Hz - 10¹⁶Hz), aplica sobre todo para zonas urbanas.

De acuerdo a estudios realizados por la (COMISIÓN INTERNACIONAL PARA LA PROTECCIÓN A LA RADIACIÓN NO IONIZANTE, s.f.), en frecuencias de 10MHz-300MHz, la calefacción es el efecto principal de absorción de energía electromagnética y las subidas de temperatura mayores de 1-2 °C, que pueden tener efectos de salud adversos tales como agotamiento por calor y ataque de calor. Adicionalmente la ICNRIRP informa que se han realizado más de una docena de estudios sobre posibles riesgos de cáncer para personas que estén expuestas a frecuencias no ionizantes y los resultados referentes a leucemia son los más cercanos. Lo anterior se informa teniendo en cuenta que la transmisión de la TDT en Colombia se realizara en la banda VHF y UHF (30MHz-3GHz). Las estaciones de TDT deben contar con una puesta a tierra que tenga una resistencia menor a cinco ohmios, en cuanto a la potencia, las antenas se clasifican de acuerdo a la tabla 5:

Tabla 5. Clasificación de las estaciones de televisión por potencia del transmisor

TRANSMISOR	RANGO DE POTENCIA
De muy baja potencia	< 50W
De baja potencia	≥ 50W, < 1KW
De media potencia	≥ 1KW, < 5KW
De alta potencia	≥ 5KW

Fuente: CNTV, acuerdo 3 de 2019.

Para estaciones de alta potencia se debe tener una distancia de 88Km para emisiones en UHF.

2.3.3 Aprovechamiento del espectro con DVB-T2

Para lograr un mejor aprovechamiento del espectro, la utilización de frecuencia en Colombia tiende a estarse modificando a medida que se instalen los sistemas de transmisión, a la fecha solo la banda de frecuencias de 470MHz a 698MHz que correspondía a los canales del 14 al 51 (NTSC) se han utilizado para ofrecer servicio TDT de los canales públicos y privados, con frecuencias asignadas de acuerdo a la tabla 6. Durante la entrada del estándar DVB-T2 la CNTV fijó como meta liberar las frecuencias de la banda 698MHz a 806MHz para ofrecer

otros servicios de telecomunicaciones por esta banda, como por ejemplo comunicaciones móviles de cuarta generación (4G).

Tabla 6. Frecuencias utilizadas en Colombia para TDT

Frecuencia (MHz)	Canal (NTSC)	Subcanal (DVB-T2)	Nombre	Cobertura
473	14	1	Caracol HD	Nacional
		2	Caracol HD2	
		3	Blu Radio	
		4	Caracol	
		5	Servicio en prueba	
479	15	1	RCN	Nacional
		2	RCN HD	
		3	RCH HD2	
		4	NTN24	
		5	RCN RADIO	
		6	LA FM	
		7	RADIO UNO	
485	16	1	Señal Colombia HD	Nacional
		2	Canal institucional HD	
		3	Canal uno HD	
		4	Radiónica	
		5	Radio nacional de Colombia	
491	17	Varía entre 1 y 2 según cada ciudad	Telecaribe HD	Región Caribe
			Teleantioquia HD	
			Telepasifico HD	
			Telecafe HD	
			TRO HD	
			Tr3ce HD	
			Tr3ce 2	
			Teleislas HD	
551	27	1	Citytv	Bogotá DC
		2	El Tiempo	Bogotá DC
557	28	1	Canal Capital HD	Bogotá DC

La CNTV recomienda a los operadores de TV de Colombia utilizar la misma frecuencia en la mayor cantidad de regiones y municipios con baja población y utilizar SFN (redes de frecuencia única) en las ciudades y municipios con amplia población, y exige que el canal principal de los sub-canales ofrecidos en el ancho de banda de 6MHz, debe ofrecer su programación de forma libre y gratuita. Adicionalmente la CNTV se reservará 15 minutos diarios en todos los canales para la transmisión de mensajes institucionales.

Las emisiones analógicas en Colombia deben ser sustituidas por completo el 31 de diciembre del 2019, para conseguirlo el operador público nacional debe cubrir la población con TDT de acuerdo al plan propuesto por la CNTV (ver tabla 7).

Tabla 7. Cubrimiento de la población de Colombia.

Año	% Cubrimiento Poblacional
2012	49,88%
2013	13,72%
2014	10,15%
2015	12,51%
2016	3%
2017	2%
2018	1%
TOTAL	92,26%

Fuente: CNTV, acuerdo 002 de 2012.

2.4 Normatividad jurídica de la TDT

En Colombia existen muchas leyes que regular el servicio de televisión, estas leyes ayudan a que el servicio sea llevado de manera eficaz a cada uno de los hogares colombianos cumpliendo así con los objetivos del gobierno nacional. Desde 1991 se creó la ley 14 la cual dice (Congreso de la Republica, 1991) “La televisión es un servicio Público cuya prestación está a cargo del estado a través del Instituto Nacional de Radio y Televisión, Inravisión, y de las organizaciones regionales de televisión. Su explotación se podrá contratar en forma temporal con personas naturales o jurídicas, dentro de los principios y objetivos de la presente

ley”, esta ley faculta al estado a realizar contrataciones en el servicio y afirma de manera explícita que el servicio de televisión es un servicio para todos, de esta manera se debe contemplar la cobertura para que sea accesible en todo el país. El servicio de televisión siempre ha tenido uno o varios entes de control los cuales ayudan a manejar eficientemente los recursos del estado, un ejemplo de ello es Iravision que fue un ente gubernamental desarrollado para el control de televisión y la radio, este organismo dictaba las resoluciones para la prestación del servicio. Durante mucho tiempo Iravision se encargó del estudio y ejecución de los estándares televisivos sin embargo en el 2009 se crea la disposición normativa de la Comisión de Regulación de Comunicaciones (CRC), según (Congreso de la Republica de Colombia, 2009) expresa en materia de la comisión de regulación lo siguiente:

“Ley 1341 de 2009. Artículo 19 Creación, naturaleza y objeto de la Comisión de Regulación de Comunicaciones. La Comisión de Regulación de Telecomunicaciones (CRT), de que trata la Ley 142 de 1994 se denominará Comisión de Regulación de Comunicaciones (CRC), Unidad Administrativa Especial, con independencia administrativa, técnica y patrimonial, sin personería jurídica adscrita al Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.

La Comisión de Regulación de Comunicaciones es el órgano encargado de promover la competencia, evitar el abuso de posición dominante y regular los mercados de las redes y los servicios de comunicaciones; con el fin que la prestación de los servicios sea económicamente eficiente, y refleje altos niveles de calidad. Para estos efectos la Comisión de Regulación de Comunicaciones adoptará una regulación que incentive la construcción de un mercado competitivo que desarrolle los principios orientadores de la presente ley”.

Este ente gubernamental es el encargado de vigilar técnicamente los procesos que se lleven a nivel de telecomunicaciones y ayuda de manera eficiente a los conceptos que se estén viendo internacionalmente. De esta manera la comisión y la asociación Colombiana de Ingenieros ACIEM se encargaron de los estudios técnicos de la TDT y viabilidad del tiempo estipulado para realizar la implementación, bajo este estudio también se trabajó en conjunto

con la CNTV quien es el encargado de realizar la resolución correspondiente para temas específicos de televisión, para ello el (Congreso de la Republica de Colombia, s.f.) lo faculta en el artículo 12 de la ley 182 de 1995, realizado para revisión del nuevo estándar adoptado y el respectivo proceso de actualización tecnológica a nivel nacional. La televisión digital terrestre está reglamentada bajo el acuerdo número 008 de 2010 de la (CNTV, 2010) el cual dice:

“Que la Junta Directiva en Acta número 1443 correspondiente a la reunión ordinaria del jueves 28 de agosto de 2008, entre otras decisiones determinó con fundamento en los estándares y análisis ya citados que se adoptaría para Colombia, el estándar de televisión Digital Terrestre DVB-T, desarrollado por Europa”.

Dicho estándar es altamente calificado por organismos internacionales como la UIT, además de los estudios y visitas técnicas que realizo la CNTV a países como: España, Finlandia, Alemania y Francia; dando a conocer como es el proceso en el cambio de tecnología y las razones explicitas de algunos inconvenientes que se han tenido al momento de implementación, esto facilito la decisión de la CNTV para escoger el nuevo estándar europeo. Luego de este estudio en el 2011 se realiza la primera modificación del estándar ofrecido inicialmente, ejecutado mediante el acuerdo 004 de 2011 (CNTV, 2011) el cual dice:

“Artículo 1: Actualizar para Colombia el estándar de Televisión Digital Terrestre DVB-T al DVB-T2, con un plazo de transición del sistema análogo a al digital hasta el 31 de diciembre de 2019, sin perjuicio de que la CNTV con base en los análisis, desarrollos e implementaciones realizados opte por adelantar dicho plazo”.

Durante el desarrollo de la normativa se ha tenido en cuenta el llamado de la UIT para realizar la reorganización del espectro, esta reorganización es necesaria ya que busca tener el control de las frecuencias que se implantaran para el sistema de televisión digital, además de esto busca reutilizar de manera eficiente los recursos liberados de la televisión análoga, dando nuevas de formas de servicio y nuevas formas de emprendimiento hacia un espectro que es bastante provechoso.

El gobierno nacional, tras la aceptación del nuevo estándar tiene como consecuencia aplicar políticas y campañas informativas que eduquen de manera adecuada el cambio aparente de tecnología ante todos los televidentes, es un trabajo difícil ya que muchas personas no comprenden los cambios tecnológicos y las características de los dispositivos que suelen ser diferentes a los que comúnmente se tienen, para ello se adopta la campaña europea “Apagón Analógico” creado por países desarrollados con el fin de determinar un plazo para el cambio de los dispositivos en todo el territorio nacional; usualmente la recomendación de la UIT es tener un 95% de la cobertura total del país para que produzca un apagón total de la tecnología analógica, sin embargo este proceso debe ser paulatino ya que se busca aceptación de todos los televidentes, por ello se ha mantenido la transmisión simultánea de los productos televisivos : tanto análogas como digitales. Esto ayuda de gran manera a realizar el cambio de percepción ante los televidentes.

Desde el año 2012 el ministerio de las tecnologías de la información y las comunicaciones decide cambiar el organismo que regularía la televisión y el nuevo estándar adoptado produciendo la ley 1507 de 2012 (Congreso de la Republica de Colombia, 2012) , en la cual se crea la Autoridad Nacional de Televisión ANTV y se eliminaría la CNTV, la ANTV se encargaría de vigilar y capacitar a los colombianos en el estándar DBV-T2, por ello el programa del apagón analógico quedara comandado por este ente. Desde el año 2014 el programa apagón analógico tubo un aumento en la producción de capacitación a los Colombianos, se ha realizado campañas televisivas de gran impacto durante horas pico de televidentes, de esta manera se asegura que gran cantidad de Colombianos conozca los beneficios de la nueva tecnología, estos comerciales son transmitidos de manera simultánea ante los canales privados y públicos de televisión, además de esto la campaña busca concientizar a la población en la gratuidad del servicio, avanzando en el camino de la aceptación de los Colombianos, muchos programas de televisión y comerciales se han enfocado en demostrarle al televidente las herramientas necesarias para tener el servicio de televisión digital terrestre, en las cuales se identifican los dispositivos y que parámetros se deben tener en cuenta para que el servicio sea el adecuado. Este programa continúa produciéndose en la televisión actual.

3 RESULTADOS

3.1 Estado de arte de la DVB-T2 en el mundo

La segunda generación del estándar de televisión digital terrestre ha crecido de forma exponencial como uno de los estándares que proporciona servicios de calidad en alta definición, actualmente más de 100 países han adoptado la segunda generación del estándar DVB-T por su flexibilidad y robustez en comparación con los demás estándares de la TDT. También es compatible con los demás servicios de alta calidad (SD, HD, UHD, TV Móvil, Radio), tiene esta capacidad a través de las técnicas de modulación y codificación mencionadas anteriormente. La implementación permite reducir costos de instalación, ahorro de energía, múltiples tubos de capa física (PLP), servicios interactivos y plataformas electrónicas.

3.1.1 Estado de la DVB-T2 en África

Desde el año 2013 África tomó la decisión de adoptar la segunda generación del estándar DVB-T2, sin embargo, las primeras emisiones se dieron durante el año 2014 para garantizar la cobertura sobre toda la población, el departamento de comunicaciones (DOC) nombro el comité (SABS) como ente encargado de la realización de los laboratorios e implementación del servicio TDT. Según (Eurofinds, 2015) añade en su investigación que: “para asegurar que los receptores de TDT entren al mercado deben cumplir con la especificación del receptor de Sudáfrica, (Noticias Telco, 2016) SANS86230. El departamento de comercio y SABS aseguraron el éxito de las pruebas y la planificación de la implementación en todo África, las condiciones de los receptores se aplican para todos los países que hayan adoptado la DVB-T2 ya que el proyecto DVB asegura la recepción de la transmisión digital terrestre, el departamento de comunicaciones de África asegura que para aquellos televisores que aún no cumplen con la recepción de la señal TDT (poblaciones más vulnerables), se suministrara el decodificador para recibir la señal, esto con el fin de cumplir con el apagón analógico programado para el 28 de octubre de 2016. El ministro de

comunicaciones (Munzhelele) dijo en una entrevista con noticias Telco que: Es una experiencia de humildad cuando se observa cómo la gente está alegre cuando reciben una excelente calidad de imágenes digitales en sus pantallas de televisión. El hecho de dejar con éxito las señales analógicas en la zona SKA es una clara indicación de que, trabajando en conjunto con el sector privado, podemos hacer que el proyecto de televisión digital terrestre en una realidad en nuestro país. Más de 3700 hogares recibirán la señal y se realizarán las emisiones análogas en paralelo ya que existen aún al aire canales de TV que no han logrado el despliegue total de la TDT en algunas partes de África.

Desde la digitalización de la televisión en África aumentó el número de canales de 40 a 63 en solo 2 años, el aumento de la TV de paga decreció en un 10% frente a la TDT, esto se logró porque el gobierno local subsidia los STB (Set-Top-Boxes) para las poblaciones de menos recursos, con el desarrollo del proyecto GoTV que aprovecha el estándar DVB-T2 se ofreció a los africanos mejor calidad de programación y contenido pero con la desventaja que debe ser pagada, esto impide a los habitantes tener el acceso al nuevo sistema de entretenimiento televisivo.

En el año 2015 la televisión digital terrestre en África fue fundamental, algunos países que tenían la programación de apagón analógico debieron continuar con la migración hacia la TV digital frente a los países que ya realizaron el apagón, para África la UIT prolongó el año del apagón hasta el 2021 ya que los estudios realizados para el año 2016 no se cumplieron. Algunos factores como el clima, la posición del terreno y acceso al mismo han sido impedimento para cubrir el 100% de cubrimiento, así como cambiar el consumo de televisión sobre los africanos y culturalizar el nuevo estándar adoptado. En la figura 9, se muestra como se tiene planeado el cubrimiento de la TDT en África.

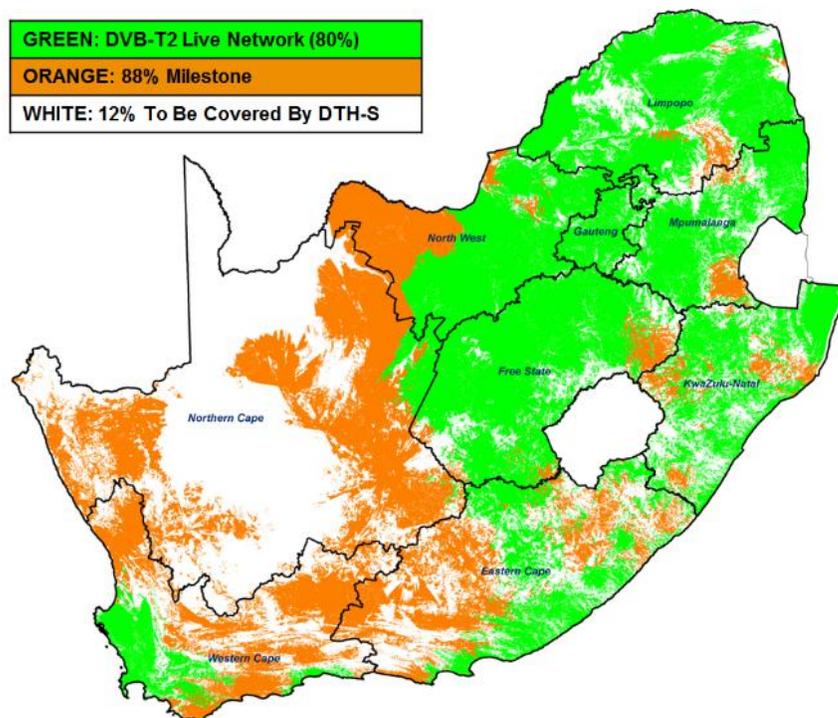


Figura 9. Cubrimiento de la DVB-T2 en África. Tomado de (SENTECH, 2016)

En África los dispositivos de televisión tienen una baja penetración en el mercado en las zonas urbanas, para Uganda se calcula que el 60% de los televisores son de la ciudad capital, Kampala ha completado el cubrimiento de la televisión digital y algunos de los entes gubernamentales de las ciudades principales de África se encuentran completando el despliegue de la TDT para cumplir con el apagón analógico. El Zambia se completó el despliegue de la TDT y las ciudades de provincia aseguraron la totalidad de cubrimiento.

3.1.2 Estado de la DVB-T2 en Asia y el Pacífico:

En el año 2012 la autoridad de desarrollo de medios (MDA) toma la decisión de adoptar el estándar de televisión digital DVB-T2, el propósito de la autoridad de desarrollo es migrar hacia la tecnología digital capaz de ofrecer múltiples beneficios para cada país, al transmitir todos los canales actuales se liberan los canales de la señal analógica y se cumple con el proyecto DVB orientado a desarrollo de la digitalización, en conformidad con la Unión de Asia-Pacífico Broadcasting Unión (ABU), se ejecutaron las pruebas necesarias con la

expectativa de obtener los resultados que dieran al aval para consolidar la DVB-T2 como estándar para la población de Asia y el Pacífico. Los parámetros de la DVB-T2 cumplieron con los requerimientos exigidos por el comité (Asia-Pacific Broadcasting Unión) y se aprobó la implementación a partir del 2012 y se estipuló como fecha de finalización el 2020 para el apagón analógico establecido por la UIT. La figura 10, Muestra el mapa de despliegue al año 2014 evidenciando comportamiento progresivo de cobertura de emisión de televisión digital y el avance con respecto al año 2016.

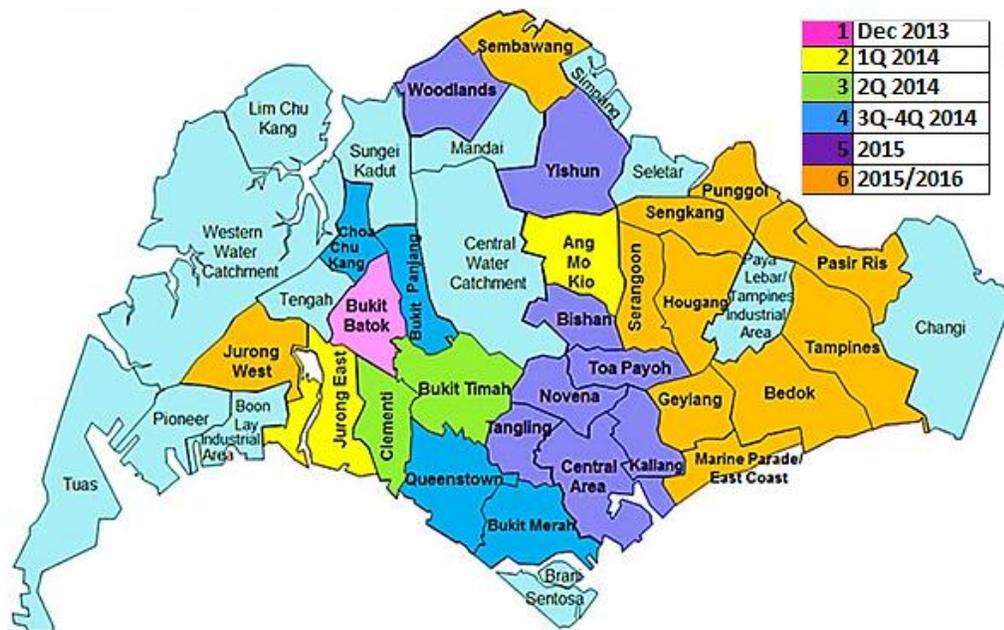


Figura 10. Cobertura de Asia por año, Tomado de (Hardwarezone, 2016)

La firma de investigación digital (Simon, 2014) realizó estudios ante el comportamiento de penetración de la TDT desde la implementación de la DVB-T2 hasta el año 2016 y menciona:

“La TV digital irá en aumento; el año pasado se situó en el 51.7 % para pasar a finales de éste en los 61.2 %, con predicciones de llegar al 97.5 % en 2020. El informe Digital TV Asia Pacific Forecasts realizado por el analista Simon Murray, encontró que 501 millones de hogares digitales se añadirán entre 2013-2020; a pesar de que 160 millones de hogares en la zona Asia-Pacífico seguirán sin un equipo de TV. Del total de hogares digitales, 172 millones provendrán de la TDT, 200 millones del cable digital, 47 millones serán del DTH,

14 millones vía satélite por aire, y finalmente 69 millones de suscriptores más vendrán por la IPTV”.

Lo anterior indica que aún se encuentra en progreso la penetración en los países de Asia y el pacífico, se debe tener presente que los gobiernos locales deben proporcionar a las poblaciones de escasos recursos los decodificadores que garanticen la recepción de la señal TDT, la TV de paga se consolida en los primeros lugares ya que los países como indonesia, Tailandia, India, Pakistán, Vietnam, entre otros superan el consumo a través de la TV de paga sin reflejarse la TV gratuita ofrecida por estos gobiernos. En la Figura 11, se muestra el comportamiento de la TDT en Asia Pacific, entre el 2015 y el 2021 el número de hogares con televisión análoga disminuirá en 158 millones.

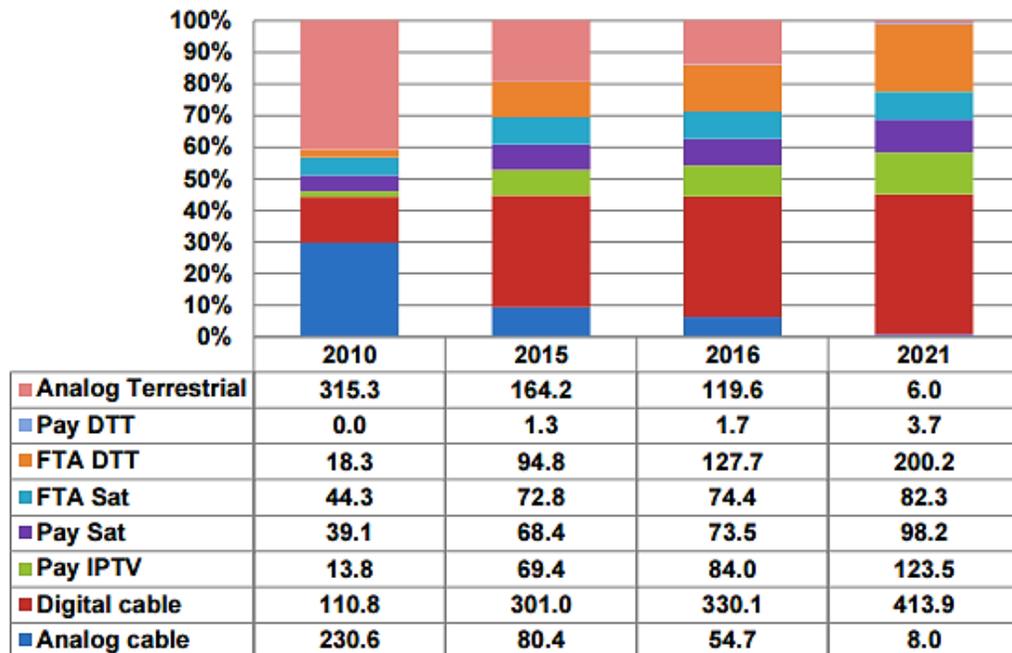


Figura 11. Comportamiento de la TDT en África. Tomado de (Forecasts, 2016, pág. 1)

Entre los años 2015-2021 se propone el 100% del cubrimiento sobre la región de Asia-Pacific, la proyección para el 2021 del cable digital será de 113 millones de hogares y la transmisión análoga desaparecerá en un 99.8% quedando el espectro análogo para servicios adicionales propuestos por la UIT.

3.1.3. Estado de la DVB-T2 en Oceanía

La televisión digital terrestre (TDT) comenzó sus estudios de implementación en el año 1998, para el año 2001 se realizaron las primeras transmisiones digitales en Australia, formando parte de la adopción del estándar DVB-T, a diferencia de los demás continentes la implementación no dio los resultados esperados y en el año 2013 se realizó el apagón analógico por parte de Australia. Como ya hemos analizado en el documento, la mayor parte de los países adoptaron la segunda generación por las características ofrecidas superiores a los demás estándares a nivel de codificación y modulación, Australia mantuvo el estándar DVB-T con las desventajas sobre los demás estándares, a pesar que fue el primer país en transmitir la televisión digital de alta definición se quedó atrás por los demás, sin continuar con la segunda generación DVB-T2.

A pesar que es uno de los países más avanzados tecnológicamente el atraso sobre la TDT quedó en proyectos y no se desarrollaron alternativas de evolución hacia la segunda generación, Suecia y Finlandia proyectaron para finales de 2016 la migración a DVB-T2 instalando en los mismos sitios de TX de la DVB-T, multiplexores DVB-T2 con el fin de quedar a la vanguardia del mundo. El gobierno de Australia garantizó la TDT y la producción de televisores de alta definición para difundir el formato SDTV a los espectadores con el fin de llegar a todos los hogares con un mayor número de canales y contenidos de programas para todas las edades. Se estima que solo el 40% de la población utilizan la señal TDT en sus hogares y el 60% utiliza los servicios de paga por los 3 operadores Austar, Foxtel Digital y HD + ofreciendo gran cantidad de contenidos a diferencia de la TDT que brinda menos de 20 canales con poco contenido.

La figura 12, muestra el contenido ofrecido en la televisión australiana, desde el apagón analógico en el año 2013, ha crecido el número de contenidos y las aplicaciones sobre los programas evolucionados de manera pasiva y con poca expectativa por la teleaudiencia, el marco legal regulatorio obligó a canales y operadores virtuales a transmitir la señal digital 20 horas semanales con el fin de garantizar el cubrimiento sobre la población y dar alcance a todos los servicios brindados.



Figura 12. Guía de programas. Tomado de (Wikipedia, s.f.)

En el año 2014 se calculó la cobertura de la TDT en Nueva Zelanda en un 67.8% desde la adopción del estándar DVB-T en el 2007, durante el año 2013 se realizó el apagón analógico y se certificó la entrega de decodificadores (STB) a los hogares con televisores que recibían aun la señal análoga. El proveedor FreeView, anuncio la transmisión del servicio DVB-S para cubrir el restante de la población que no llegaba la señal TDT, los servicios brindados ofrecen una gran oferta de canales, programas, servicios virtuales de alta definición entre otros. Para Australia el apagón analógico se dio en el año 2013 proporcionando cobertura a toda la población ofreciendo servicios limitados, canales y programas poco desarrollados que no cubren con las expectativas de los televidentes liderando así la TV de paga.

3.1.4 Estado de la DVB-T2 en Europa

Tomando como referencia (DVB Project, 2014) países como Irlanda, Italia, Alemania, Austria y Reino unido que actualmente se encuentran utilizando el sistema de distribución digital terrestre DVB-T2 en combinación con el nuevo estándar de comprensión HEVC/H.265/MPEG-5 (High Efficiency Video Coding) para UHD, este nuevo estándar (MPEG-5) es sucesor del H.264/MPEG-4 AVC implementado en Colombia para la comprensión digital de audio y video. Según (Qiang. T, 2016) “H.265/MPEG-5 (HECV), se afirma que se puede reducir la velocidad de bits en un 50% (doble comprensión de datos) en comparación con H.264-MPEG-4 AVC, con la misma calidad de video”, la desventaja es

que HECV es mucho más complejo en términos de sobrecarga de cálculo, esto quiere decir que requiere una gran cantidad de circuitos integrados que van a tener un mayor consumo de energía.

En España mediante sistemas de satélite, se realizó la cobertura complementaria de los canales de televisión digital de ámbito estatal, respecto las zonas en las que viven ciudadanos que no iban a tener cobertura de dichos canales de televisión una vez cumplidos los compromisos de alcanzar el 96% de la población por los operadores privados del servicio de Televisión Digital Terrestre de ámbito estatal y del 98% de la población por la Corporación de Radio y Televisión Española. Esto debido a que existen zonas dispersas y aisladas donde está ubicado aproximadamente el 2% (aprox: 1'000.000 habitantes) de población del país, y para llegar a estas zonas a través de emisores terrestres tendría un alto costo en infraestructura.

Gracias a la entrada del estándar DVB-T2 en Colombia y al aprovechamiento del espectro que este ofrece, la agencia nacional de espectro estableció como plazo máximo el 30 de agosto del 2015 para que quedara liberada la banda de 700MHz en todo el país (Resolución 37 del 2012), esta banda es utilizada por canales análogos (NTSC), esto se hizo con el objetivo de poder dar apertura al proceso de la subasta del espectro de esta banda que permitirá promover la innovación en el país, dando le capacidad a los operadores móviles de ampliar la cobertura y los servicios. A diferencia de Colombia la legislación europea proporciono originalmente que desde el 2012 la banda de frecuencia de 700MHz utilizada actualmente para ofrecer servicio de TDT sería destinada para la telefonía móvil. En Europa decidieron liberar primero la banda comprendida entre las frecuencias 790MHz y 862MHz (1 de enero del 2015) que era utilizada por TDT, para permitir aprovechar los beneficios de la tecnología 4G de telefonía móvil, logrando mejor propagación y penetración de obstáculos que las frecuencias de bandas mayores a 800MHz que son utilizadas para la tecnología 3G y 4G. Lo mencionado anteriormente fue llamado la liberación del dividendo digital que permitió la reordenación de frecuencias para que la banda de 800MHz quedara libre, en la figura 13, se puede evidenciar la evolución del espectro en la banda de TV de España antes y después de la migración de TDT.

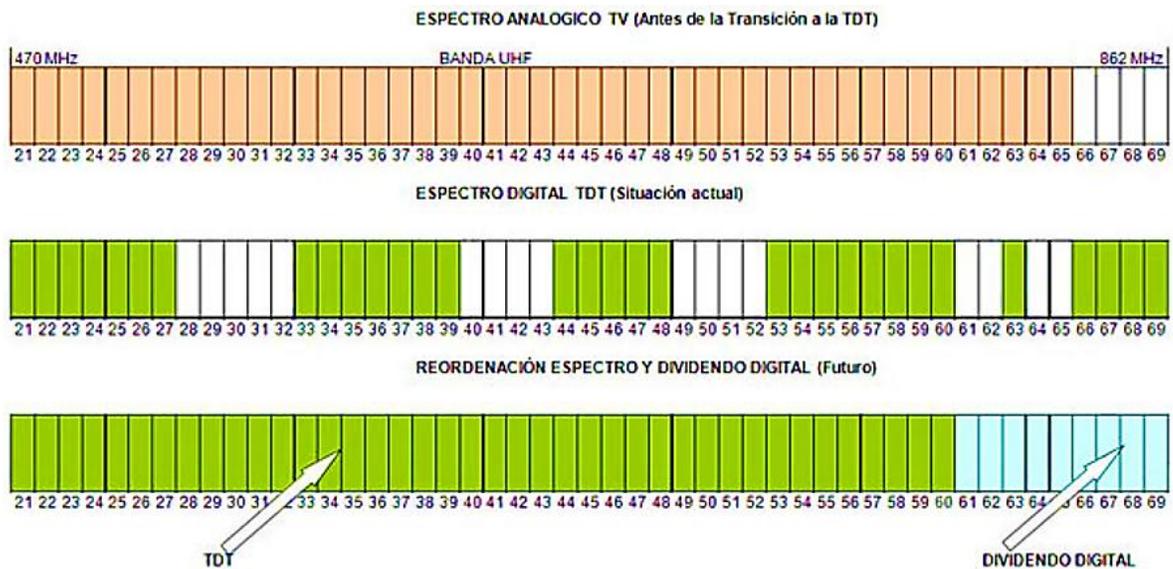


Figura 13. Evolución del espectro en la banda tradicional para la emisión de TV 470MHz-862MHz. Tomado de (Gobierno de España, 2016)

En España a diferencia de otros países como Colombia, el gobierno para lograr la liberación del dividendo digital tuvo que realizar adaptaciones en las antenas colectivas, de aproximadamente un millón de edificios, con un costo aproximado de 290 millones de euros.

3.2 Cobertura de la TDT en Colombia en el año 2016

A través de esta investigación los resultados del gobierno nacional en la implementación y aumento de la cobertura del nuevo sistema de televisión se evidencian a continuación.

Tomando como base fundamental la página web de la (ANTV, 2016), la cual dice:

“En Colombia actualmente la señal de Televisión Digital Terrestre TDT tiene cobertura en 23 ciudades principales: Bogotá, Medellín, Cali, Armenia, Pereira, Manizales, Barranquilla, Cartagena, Santa Marta, Valledupar, Montería, Sincelejo, Riohacha, Bucaramanga, Cúcuta, Ibagué, Neiva, Florencia, Tunja, Pasto, Villavicencio, Leticia y San Andrés. En estas capitales y sus áreas aledañas se concentra 50 por ciento de la población colombiana.

A partir del 1 de julio de 2015, los canales públicos, Señal Colombia, Señal Institucional, Canal Uno y los Canales Regionales Teleantioquía, TRO, Telecaribe, Teleislas, Telecafé y Canal Capital iniciaron emisión en alta definición”.

Se ha hecho una gran labor por parte del estado para alcanzar la cobertura en las ciudades principales, sin embargo cabe la posibilidad que muchos corregimientos de departamentos como el Amazonas, Putumayo, Vaupés, Guania , Choco no tienen aún la infraestructura necesaria para la emisión de televisión en alta definición, además de esto las gobernaciones y alcaldías carecen del apoyo del gobierno para producir un cambio en la mentalidad de los usuarios, aun en municipios alejados del casco urbano se ven equipos , televisores, antenas y receptores que obedecen al estándar analógico, y no se ha tenido una igualdad para el nuevo estándar a implementar frente a lo realizado en las ciudades principales

En la figura 14, se representa la cobertura de la TDT en Colombia bajo el estándar DBV-T2, de igual manera la ANTV y el ministerio de las TIC´s tienen en sus labores tener mínimo el 92% del territorio nacional cubierto para el año 2019.



Figura 14. Cobertura Nacional de DBV-T2 Colombia. Tomado de (ACCOLOMBIA, 2016)

Con esta imagen se demuestra que hay un déficit en la cobertura, que es el primer paso para que el pueblo Colombiano realice la transición de tecnología, se han enfocado en el 50% de la población total de Colombia pero se ha dejado a un lado las poblaciones vulnerables y con falta de representación estatal, algo que es ciertamente difícil de aceptar es que poblaciones del departamento del Choco aun no tengan cobertura , siendo que se puede realizar la convergencia con fibra óptica , este proceso se está llevando a cabo en la actualidad para conectar municipios distantes . Una empresa que lleva el proceso de implementación de la fibra óptica a nivel Nacional es (aztecomunicaciones, s.f.), la cual dice en su página Web:

“El Proyecto Nacional de Fibra Óptica a cargo de Azteca Comunicaciones Colombia ha desarrollado la red de fibra óptica más avanzada de Latinoamérica en 784 municipios y 2.000 instituciones públicas, convirtiendo a Colombia en el país más avanzado en la materia en el ámbito de América Latina”.

El gobierno nacional debe aprovechar la magnitud de la infraestructura implementada en estas poblaciones para realizar la convergencia y ayudar a nuevas formas de conectividad, se conoce que a través de internet se puede realizar conectividad de todo tipo de servicios, y la TDT es uno de ellos, por lo que se recomienda utilizar estos recursos para llevar a todos una televisión incluyente y gratuita. Por otra parte, la ANTV tiene dentro de sus planes realizar la tercera fase de implementación en la cual se invertirán \$34.147 Millones de Pesos para ejecutar labores de ampliación de cobertura de televisión digital. Según (Orozco, 2015) representante de las gobernaciones, afirma “La meta es ampliar la cobertura actual de 70,3% de la población en la televisión digital terrestre a 86,9%”. (2015, Revista Semana), como bien se tiene una meta definida al 2018, sin embargo, la cantidad de estaciones que se ha instalado en el 2016 podría llegar a disminuir notablemente este porcentaje.

En la tabla 8, se presenta una comparación del estándar DVB-T2 en Colombia y su situación actual con los demás países.

Tabla 8. Cuadro comparativo Colombia con lo demás países

Características Estándar DVB-T2	Colombia	África	Asia and Pacific	Oceanía	Europa
Adopción	A partir del año 2009 se adopta el estándar DVB-T2 bajo las especificaciones de la ETSI, los estudios realizados determinaron las capacidades y requerimientos exigidos por el gobierno nacional	Se adoptó en el año 2011 bajo las recomendaciones de SABC (Organismos de radiodifusión) aprovechando las características ofrecidas por el proyecto DVB y la experiencia de los demás países	Se adoptó en el año 2012 por la MDA, se consiguió obtener los resultados necesarios que cumplieran con las condiciones técnicas solicitadas	Se ejecutaron estudios durante el año 1998 y para el año 2001 se realizaron las primeras transmisiones de señales digitales quedando como estándar implementado la primera generación DVB-T	Reino unido fue el primer país en iniciar las pruebas del estándar DVB-T (1996) logrando adoptar el estándar en el año 2007, el lanzamiento del estándar DVB-T2 lo realizó en el 2010 permitiendo el apagón analógico el 31 de diciembre del 2012.
implementación	A finales de año 2011 se realiza la implementación del estándar DVB-T2 en Bogotá, Medellín, Cali, Barraquilla	Tunes realiza las primeras emisiones de señal TDT en el año 2011. Nigeria, Sudáfrica, Costa de marfil, y demás países continúan hasta el año 2015	Cambodia, primer país en Asia que realiza transmisiones de TDT, Indonesia, Laos, Malasya, Singapore, Thailand y Viet Nan despliegan el estándar DVB-T2 por su calidad y rendimiento en comparación con estándar ISDB-T	Australia y New Zelanda transmiten las primeras señales de televisión digital en el año 2001, durante los laboratorios experimentales en Australia se decide dejar el estándar DVB-T sin continuar con la transición de la segunda generación a causa	Ya se realizó la transición completa de las señales análogas a las digitales. Actualmente los siguientes países tienen ya adoptado el estándar DVB-T2: Suecia, Rumania, Republica Checa, Reino unido, Italia, Finlandia, Eslovaquia, Dinamarca, Croacia, y Austria.

				de factores económicos	Los demás países aún continúan con DVB-T.
Cobertura	En el año 2015 se instalan 14 estaciones para lograr una cobertura del 86.9% en comparación con el 70.3 % logrado hasta el 2014	Desde el año 2011-2015 se logra una cobertura 84% en los países de África, la UIT prorroga el apagón analógico de acuerdo al incumplimiento pactado hasta el 2015, esta prórroga tiene vigencia hasta el 2020	En los países de Asia y el Pacífico se ha llegado al 61.2% de cobertura. Se proyecta para el 2020 (año del apagón analógico) llegar al 97.5% de los hogares	Durante el 2002-2007 se logró el 67.8% de cobertura en Australia y New Zealand. Para el 2013 se ejecutó al apagón analógico logrando una penetración total a través de la tecnología satelital DVB-S en regiones apartadas y con problemas de acceso	Se tiene una completa cobertura con el servicio de canales estatales, esto se logró utilizando sistemas de satélite que permiten llegar con la TDT (canales SD) a zonas rurales despobladas y de difícil acceso.
Alcances	La ANTV, CRC, RTVC, ANE y ACIEM elaboraron un plan estratégico para el cese de transmisiones análogas proyectada para el 2019, se establecen acciones y estrategias de desarrollo en sitios sin penetración	Junio de 2015 se culminó el plazo para el apagón analógico, solo el 76,8% de la población se llegó a la cobertura de la TDT. En 2016 solo se logró el 79,8% de cobertura prolongándose el apagón para el año 2020	Para el año 2015 la cobertura fue del 51.7% y en 2016 paso al 61.2%. para cubrir hasta el año 2020 el 97.9% por vía satélite y estaciones terrestres al restante de la población	Se ejecutó el apagón analógico en el año 2013. Desde el 2007-2013 FreeView proporciono cobertura completa con el estándar DVB-S sin migrar a la segunda generación DVB-T2 como el resto de países. Para 2016 Australia y New Zealand estudian la migración al DVB-T2 para ofrecer a los	La comisión europea estableció el año 2012 como fecha límite para que todos los países realizaran el apagón analógico.

				hogares una mayor calidad	
Situación socio-económica	Se han invertido US\$ 27 millones para lograr el 70.3% al 2016, para la 3 fase se invirtió 34 millones con el fin de llegar al 86.9% a 2018. El incremento de televisores compatibles y decodificadores para la TDT ha incrementado en 43% con respecto a años anteriores. Para las poblaciones de bajo recurso el gobierno beneficiara la compra.	Durante 2011-2015 se invirtieron US\$ 19,9 millones para alcanzar el 79.8% de cobertura. La inversión en STB gratis para países de bajos recursos es de US\$ 5,2 millones. Para 2016 aumento un 10.6% de penetración en hogares de difícil acceso a través de tecnología satelital por medio de la SABC TV	Se invirtió desde 2012-2015 US\$ 47 millones para lograr el 61.2% de penetración y el restante de los países a los que no se ha llegado se invirtieron 30 US\$ en servicios satelitales en las Islas para lograr el 97,9% de cobertura. En 2016 se financiaron aquellos hogares con STB por más de US\$ 4,1 millones logrando llegar al 71.3% de cobertura	Entre 2001-2013 se invirtieron más de US\$ 100 para realizar el apagón analógico, para el año 2014 se logró el 98% de cubrimiento ayudando al restante de la población con STB en los hogares de forma gratuita y antenas receptoras facilitando la transición a la televisión digital. La penetración en New Zealand se realizó a través del estándar DVB-S invirtiendo cerca de US\$ 60 millones y ayuda gratuita para los STB	En todos los países inicialmente se prestó el servicio de TDT bajo el estándar DVB-T, Los países que han adoptado el estándar DVB-T2 han tenido que realizar una gran inversión para adaptar la infraestructura al nuevo estándar. Por ejemplo el gobierno de España está invirtiendo actualmente 290 millones euros para realizar el lanzamiento de la versión dos del estándar DVB-T.
Estado Actual	Se encuentra en marcha la III Fase de la hoja de ruta señalada por la UIT, más de 14 estaciones se pondrán en marcha desde 2016-	Los gobiernos africanos enfrentan problemas de licenciamiento con el uso de los STB que entran al mercado. Los accesos a varios	Asia y el pacifico aumentaron el acceso a través de la televisión satelital, cubriendo a más de 22 países y llegando a 314	Australia y New Zealand han realizado estudios para la migración a la DVB-T2, la inversión a la segunda generación	Diez países ya adoptaron el estándar DVB-T2. Siete países se encuentran realizando pruebas para adaptar el estándar DVB-T2:

	2018 para lograr el 86.9% proyectado y se subsidiarán a las poblaciones pobres el STB con unos US\$ 2.1 millones para garantizar el acceso libre	países (Tanzania, Ghana, Zamba Sudáfrica, entre otros) han perjudicado la instalación de antenas y el estado con grupos subversivos impide la cobertura faltante	millones de hogares con la TDT. Se dispondrán US\$ 30 millones para cubrir el restante de la población a través de tecnología satelital en los siguientes años. La penetración ha sido lenta y solo ha aumentado en un 8.6%	podrá superar los US\$ 100 millones lo que hace más difícil la transición. Estudios realizados por la “Digital TV Research” demostró que solo el 19,6% utiliza la TDT en sus hogares y el restante el TV de pago la cual contiene mayor calidad de imagen.	Polonia, Francia, Estonia, España, Chipre, Bélgica y Alemania. Los demás países (11) están prestando el servicio de TDT bajo el estándar DVB-T.
Proyecciones	Se proyecta el 86.9% al año 2018 con inversión de US\$ 5 millones para los sitios que no se ha alcanzado	En el 2016 se dispondrán más de US\$ 10 millones para instalación de antenas y la adopción del estándar DVB-S, se garantizará a los países beneficiados el STB gratuito y se ampliará a 70 canales el servicio de televisión	Con los US\$ 30 millones la región de Asia y el pacifico adoptaran el estándar DVB-S con el fin de completar el 97,9% proyectado. Se dispondrá de los STB gratuitos para los hogares que un mantienen lo TV con sistema análogo	Migración hacia la DVB-T2, se proyectan más de US\$ 100 millones lo que impide continuar el proceso.	Se encuentran realizando pruebas con el estándar DVB-HS para permitir que los teléfonos móviles reciban la señal terrestre y satelital con una mayor tasa de transferencia.
Oportunidades	Con la adopción de la TDT se abren nuevos modelos de negocio para empresas	Se crearon empresas del gobierno y privadas en la venta de STB y antenas para	Los mercados asiáticos lograron escalas de	Con la migración de la segunda generación DVB-T2 se logrará obtener	Apertura de nuevos mercados de cine y televisión.

	<p>públicas y privadas, el desarrollo de aplicaciones y contenidos proporciona un nuevo esquema que impulsa a cubrir las necesidades de los televidentes. Mercados de Hardware y software proponen nuevos retos</p>	<p>hogares, se amplió el número de canales y se crearon contenidos orientados a la educación y el entretenimiento. El espectro de 800 MHz se liberó y dio paso a nuevos servicios móviles</p>	<p>económica en la venta de STB. Se logró cambiar el consumo televisivo dando lugar a nuevas maneras de interacción. Se abren proyectos de contenidos y desarrollo de aplicaciones</p>	<p>mejor calidad de audio y video en HD. Con la DVB-T se logró: FeeView cambio el consumo de televisión ampliando nuevas formas de interacción. Aplicaciones móviles y servicios híbridos de FeeViewPlus para la TDT. Guías de TV Reportes de Clima Captura de televisión</p>	<p>Ampliación de contenidos y desarrollo de aplicaciones. Nuevos servicios privados y gubernamentales. Conectividad Móvil Convergencia con otras tecnologías. Liberación de la banda VHF para redes 5G. Nuevos mercados de Hardware y Software.</p>
--	---	---	--	--	--

El estándar DVB-T2 ha impactado de varias maneras a los países que adoptaron el estándar de segunda generación, como consecuencia de ello los gobiernos han brindado soluciones importantes para lograr la cobertura total estipulada por la UIT ante el apagón analógico programado en diferentes fechas por los países involucrados con la estandarización, los análisis mencionados en el documento y la tabla 8, buscan comprender todos los aspectos más relevantes del proceso de implementación y su estado actual.

El 11 de diciembre de 2015 la ANTV, realizó un plan piloto en la cual se pretendía realizar un apagón analógico en la isla de San Andrés, este plan se realizó dando unos resultados bastante favorables, según (Orozco, 2015) “además de los 180 decodificadores que se instalaron para lanzar el plan de tv digital se espera instalar 4.000 más en los próximos meses. Eso representa el 25 por ciento de toda la población de la isla, pero al mismo tiempo es casi el 80 por ciento de la población de muy bajos recursos. Es un resultado que se llega luego de esfuerzos en programas como vive digital, estos programas se deben extender hasta las ciudades más importantes y ejercer mejores oportunidades ante los menos favorecidos.

3.3 Recomendaciones

En Colombia se sugiere generar una respectiva regla para la compartición del multiplex digital entre varios canales de televisión, permitiendo optimizar la infraestructura y espectro para dar un mejor despliegue a las redes TDT, reduciendo el costo de operación y mantenimiento de las redes.

Es conveniente generar una regla en Colombia que exija en el mercado vender televisores que permitan recibir la señal bajo el estándar DVB-T2, con el objetivo de ayudar a que el consumidor adquiriera un televisor que le garantice que va a poder recibir la señal digital cuando se realice el apagón analógico y no va a tener que comprar un decodificador para recibir el servicio.

Se evidencia que la TDT después del apagón analógico en Colombia tardara para llegar a zonas rurales lejanas debido a los altos costo que exige la infraestructura de la TDT (transmisores, torres, antenas, etc.), para estos sitios se recomienda a los operadores de TV

completar la cobertura con gap filler (reemisor de TDT) o con red satelital de tipo DTH (Direct to home), a pesar de que estos dos sistemas radian una potencia muy baja, van a permitir que gente que vive en áreas despobladas puedan disfrutar de la TDT así sea en SD. Actualmente son 306 municipios que no cuentan con servicio de televisión análoga y no contarán con TDT. Para acceder a la televisión por satélite se va a requerir un kit complementario de TDT que comprende un equipo decodificar DTH, cables de conexión y una tarjeta inteligente. Al igual que en todos los países que se ha implementado esta solución, los colombianos podrán tener acceso a los canales de TV públicos nacionales y regionales: Canal Uno, Canal Trece, Canal Capital, Señal Colombia, Señal Institucional, Telecaribe, Teleislas, Telecafé, Telepacífico, Teleantioquia y Canal TRO. Para llevar la TDT a lugares donde no se tiene planeado el cubrimiento de la población de Colombia por la TDT, propuesto por la CNTV, el MinTIC informo el 17 marzo del 2015 que se cuenta con un recurso de \$70.413 millones proveniente del FONTV, administrado por la ANTV.

Para disfrutar la TDT en equipos móviles como los celulares, se deben mejorar las baterías con técnicas como por ejemplo Time slicing, que permite al receptor apagarse en los periodos en que no se reciben datos.

Se recomienda ampliar la publicidad en cuanto equipos técnicos que soporten el estándar DVB-T2 (Tv, decodificadores, antenas), lo anterior con el fin de cubrir el desconocimiento que tiene el consumidor en cuanto a la TDT y al momento de decidir sobre que televisor adquirir (DVB-T2)

El programa de “ Apagón analógico” ha tenido un aumento de percepción ante los usuarios de la televisión tradicional sin embargo su planeación y enseñanza solo se basan en comerciales del televisión, es importante que toda la comunidad sepa que en el 2019 su televisor no va a funcionar y que se debe adquirir la infraestructura necesaria para sintonizar la nueva señal, por ello se sugiere realizar campañas informativas en todos los Colegios Públicos y privados, Universidades, Centros de acopio de personas y Empresas del país en la cual se lleve a la comunidad ejemplos básicos y avanzados de las nuevas características de la televisión; esta campañas se deben realizar junto con los organismos educativos del país, para concientizar a la población. Además de estas estructuras de marketing y publicidad se

debe realizar la capacitación acerca del estándar adoptado, ya que inicialmente Colombia había adoptado el estándar DBV-T y se alcanzó a realizar implementaciones en las principales ciudades; de esta manera hay un porcentaje de 4% de la Población Colombiana que posee televisores y dispositivos comprados que obedecen al estándar anteriormente mencionado, esta percepción se debe atacar ya que el consumidor es el más perjudicado por los cambios de la ANTV Y la CRC organismos del Ministerio de las TIC's

4 CONCLUSIONES

La evolución de la TDT ha permitido que se desarrollen aplicaciones para ofrecer programación en directo y a la carta desde quipos como los iPad (TVM).

La acogida del estándar DVB-T2 para la TDT en Colombia permitió liberar la banda de frecuencia comprendida entre 698MHz a 806MHz, para ser utilizada en las telecomunicaciones móviles internacionales (IMT).

De acuerdo al plan de cubrimiento de la población de Colombia por la TDT, propuesto por la CNTV, se evidencia que en el apagón analógico (12/2019) el 7.74% de población (cerca de 3'787.000 personas) no tendrá acceso a la TDT.

Los PLPs (Physical Layer Pipes) permiten independizar los canales de televisión que cuentan con características diferentes, por ejemplo, un canal SD con uno HD. Un PLP Funciona parecido a una vrf (virtual routing and forwarding) en cisco, que permite tener en un solo Router varias tablas routing, cada tabla con características distintas.

Se evidencio que los cuatro estándares tienen la capacidad de operar en un canal con ancho de banda de 6MHz y transmitir contenidos en alta definición.

La modulación OFDM (8K) utilizada en el estándar DVB-T2 aumenta el número de sub-portadoras a comparación de la modulación OFDM (2K) utilizada en la primera versión del estándar.

Vemos que la estandarización de la televisión digital fue un proceso lento, debido a la convergencia de tecnologías asociadas a dicho fin, esto conlleva a un impacto social y económico que los países tienden a despreciar; sin embargo, esta tecnología ayuda y mejora de gran manera a la producción de imagen de alta resolución, llegando hasta el nuevo 4K, y ejecutando mejoras de interactividad con el usuario.

Gracias a esta tecnología se abre un abanico de posibilidades hacia nuevos contenidos temáticos en los cuales se tenga interacción con el usuario ayudando en gran manera a que la

televisión deje de ser puramente un medio de comunicación a convertirse en el centro de todas nuestras comunicaciones, esto conlleva un trato responsable con la información en la manera en la que utilicemos dichos datos.

Con el apagón analógico diversos sectores del país iniciaran nuevos modelos de consumo digital a través de la TDT, el proceso de migración hacia lo digital debe encaminarse a preparar a los colombianos al proceso de “alfabetización digital” ya que la TDT traerá consigo diferentes protocolos y otros modelos de consumo televisivo a la sociedad en general, referirse a contenidos televisivos es proponer tecnologías de nuevas expectativas que generan importantes aspectos económicos ,legales, éticos, religiosos entre otros que favorezcan o impidan el desarrollo de un sistema televisivo de alta calidad.

Como podemos ver en el contexto actual de la TDT es importante resaltar que hay una crisis de contenidos, los contenidos que se ofrecen corresponden a los emitidos por los canales de televisión conocidos (Caracol televisión, RCN, Señal Colombia) denominados canales en HD por su calidad audiovisual y que no contienen ningún tipo de interactividad con el televidente, esta problemática frente a las necesidades de cada sector televisivo abre una brecha importante para los canales privados y desarrolladores de contenidos. Frente a los demás países con la estandarización de la DVB-T2 la situación no posee gran diferencia, se pudo observar que gran parte de Europa, Oceanía, y Asia solo mantienen un promedio del 21% de consumo digital TDT, para los demás países estos porcentajes no cambian y la preocupación por el futuro de la TDT está en manos de las nuevas oportunidades para desarrolladores y productores de TV.

5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFIA

- COMISIÓN NACIONAL DE TELEVISIÓN. (2012). Acuerdo 002. 2012. *Acuerdo 002. 2012*. Bogota: CNTV.
- ACCOLOMBIA. (2016). *ACCOLOMBIA*. Obtenido de <https://acolombia.com/decodificador-dvb-t2-pro-hd-modelo-t-0321-tdt2-colombia/>
- Angel, C. (1998). *Codificación y Transmisión Robusta de señales de video MPEG-2*. Valencia España: servicio de publicaciones de la Universidad de castilla la Mancha.
- ANTV. (2016). *ANTV.GOV.CO*. Obtenido de <http://www.antv.gov.co/>
- aztecomunicaciones. (s.f.). Obtenido de <http://aztecomunicaciones.com/proyecto>
- CNTV. (2010). *Acuerdo_cntv_0008*. Recuperado el 12 de 10 de 2016, de http://www.cntv.org.co/cntv_bop/basedoc/acuerdo/cntv/2010/acuerdo_cntv_0008_2010.html
- CNTV. (2011). Acuerdo 004. *Acuerdo 004*.
- CNTV. (2011). Acuerdo 004. *Acuerdo 004*. Bogota.
- CNTV. (2012). Acuerdo 002. *Acuerdo002* (pág. 3). Bogota: CNTV.
- COMISIÓN INTERNACIONAL PARA LA PROTECCIÓN A LA RADIACIÓN NO IONIZANTE. (s.f.). *Recomendaciones para limitar la exposición a campos electrónicos, magnéticos y electromagnéticos hasta 300GHz*. Recuperado el 22 de 10 de 2016, de <http://www.icnirp.org/cms/upload/publications/ICNIRPemfgdlesp.pdf>
- Congreso de la Republica. (1991). Ley 14 1991, . *Articulo 1* (pág. 2). Bogota: Congreso de la republica.
- Congreso de la Republica de Colombia. (s.f.). Obtenido de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=6738>
- Congreso de la Republica de Colombia. (2009). Ley 1341 de 2009. En *Articulo 19*. Bogota: Congreso de la Republica de Colombia.
- Congreso de la Republica de Colombia. (2012). Ley 1507 de 2012. Bogota: Congreso de la Republica.
- CRC. (2014). *GESTIÓN Y OPERACIÓN DE MÚLTIPLEX*. Obtenido de <https://www.crcom.gov.co/uploads/images/files/Documento%20modificaci%C3%B3n%20MUX%20Publicar.pdf>

- Cuenca, P. (1998). *CODIFICACIÓN Y TRANSMISIÓN ROBUSTA DE SEÑALES DE VIDEO MPEG-2*. UNIVERSIDAD DE CASTILLA. Obtenido de <https://books.google.com.co/books?id=8CMEBAnjVGgC&pg=PA175&lpg=PA175&dq=otro+campo+opcional+de+adaptaci%C3%B3n+de+188+bytes+que+contiene&source=bl&ots=f4wg3mSMjB&sig=fnjf29B7x8x867ytlrR2arnStmU&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjQ26fcrpXQAhXK5CYKHV7SBggQ6AEIHjAB#>
- DBV Project. (1990). *DVB Standards*. Recuperado el 12 de 10 de 2016, de <https://www.dvb.org/standards>
- Delgado. A. (2016). *TRANSMISIÓN DE SEÑALES DE TV DIGITAL EN EL ESTÁNDAR TERRENO DVB-T*. Recuperado el 22 de 10 de 2016, de <http://www94.etc.upm.es/dvbt.pdf>
- DVB Project. (2014). *DVB-T2 in Germany*. Recuperado el 29 de 10 de 2016, de https://www.dvb.org/news/dvb_t2-in-germany/country/germany
- DVB Project. (9 de 2016). *Digital Video Broadcasting Project*. Recuperado el 8 de 10 de 2016, de https://www.dvb.org/resources/public/images/site/dvb-t2_map.pdf
- España., G. d. (s.f.). *Televisión Digital*. Recuperado el 17 de 10 de 2016, de TDT: <http://www.televisiandigital.gob.es/TDT/Paginas/que-es-TDT.aspx>
- Eurofinds. (2015). *DVB-T2 Laboratorio de Conformidad*. Obtenido de <http://www.eurofinds-digitaltesting.com/our-company/case-studies/south-africa-dvb-t2-conformance-lab>
- Fernández, G. (2010). TELEVISION DIGITAL 2. En *El estándar DVB-T. España* (pág. 72). La Salle; Cataluña: Ingeniería y Arquitectura.
- Forecasts, D. T. (2016). Obtenido de https://www.digitaltvresearch.com/ugc/Digital%20TV%20Asia%20Pacific%202016%20sample_sample_135.pdf
- Giovanni. D. (s.f.). *nextquotidiano*. Recuperado el 29 de 10 de 2016, de Il digitale terrestre di Seconda generazione: <http://www.nextquotidiano.it/le-conseguenze-del-digitale-terrestre-di-seconda-generazione-dvb-t2/>
- Gobierno de España. (2016). Obtenido de <http://www.televisiandigital.gob.es/DividendoDigital/Paginas/que-es-dividendo-digital.aspx>
- Gutierrez, S. A. (2016). *GUIA PARA EL DESARROLLO DE APLICACIONES INTERACTIVAS EN TDT PARA COLOMBIA*. Bogota.
- Hardwarezone. (2016). *hardwarezone*. Recuperado el 1 de 11 de 2016, de <http://www.hardwarezone.com.sg/feature-what-dvb-t2-why-should-i-care>.
- Luz, R. (2015). Sistema de radiocomunicaciones. En R. Luz. Madrid España: C/Velázquez.
- Luz, R. (2015). Sistema de radiocomunicaciones. Madrid, España: C/Velázquez.

- Mar. J. (2013). *Medir la señal DVB-T*. Recuperado el 20 de 10 de 2016, de <http://tdtdvb-t.blogspot.com.co/2013/02/medir-la-senal-dvb-t.html>
- María-España. (2003). *Servicios Avanzados de Telecomunicación: Codificación Avanzada de Video*. Madrid España: Ediciones Díaz de Santos de Madrid.
- Ministerio de industria, energía y turismo. (s.f.). *Cobertura por satélite.2016*. Recuperado el 29 de 10 de 2016, de <http://www.televisiondigital.gob.es/TDT/Paginas/sattdt.aspx>
- Munzhelele. (s.f.).
- Noticias Telco. (2016). Sudáfrica se apaga la señal analógica en SKA el 28 de octubre. *telcotvnews*.
- Orozco, E. (11 de 12 de 2015). San Andrés, primero en hacer apagón analógico en Colombia. *El heraldo*.
- Qiang, T, J. K. (2016). High efficient HEVC (H.265) codec design for mobile applications. Chicago: IEEE.
- Richardson, I. E. (2003). *Video Coding for Next-generation Multimedia*. Chichester: John Wiley & Sons Ltd.
- SENTECH. (2016). Obtenido de <http://www.sentech.co.za/content/dtt>
- Simon, M. (2014). Estudio: 501 millones de hogares con TV digital en Asia para 2020. *The Daily Televisión*.
- UNION INTERNACIONAL DE RADIOCOMUNICACIONES. (12 de 10 de 2016). Obtenido de Planning criteria, including protection ratios, for digital terrestrial television services in the VHF/UHF bands: https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/bt/R-REC-BT.1368-12-201502-I!!PDF-E.pdf
- UNION INTERNATIONAL OF COMMUNICATIONS. (2015). *Planning criteria, including protection ratios, for digital terrestrial television services in the VHF/UHF bands*. Ginebra: ITU.
- Wikipedia. (s.f.). *DBV-T2*. Obtenido de https://en.wikipedia.org/wiki/Digital_terrestrial_television_in_Australia
- wikipedia. (s.f.). *Wikipedia*. Obtenido de DBV-T: <https://es.wikipedia.org/wiki/DVB-T>