

Migración a TDT de un canal de TV local: alternativas de uso de espectro y financiamiento.

Lisette Rebeca Calle Oliveros⁽¹⁾, David Oswaldo Guzmán Espinosa⁽²⁾, Msc. Cesar Yépez Flores⁽³⁾.

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación (FIEC).

Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL).

Campus Gustavo Galindo, Km. 30.5 vía Perimetral.

Apartado 09-01-5863. Guayaquil – Ecuador.

lcalle171290@gmail.com⁽¹⁾, d_guzman7@yahoo.com⁽²⁾, cyeppez@espol.edu.ec⁽³⁾

Resumen

Este trabajo surge como consecuencia del apagón analógico a producirse en el Ecuador, que será efectuado el 31 de diciembre del 2016 hasta el 31 de diciembre del 2018, por lo cual los canales de televisión locales, en orden de seguir con su funcionamiento estas empresas deben migrar de tecnología analógica a TDT. Como los canales de televisión locales en su mayoría no predisponen de largas sumas de dinero para realizar la inversión necesaria para migrar a TDT, se propone una manera de disminuir notablemente dicha inversión que consiste en la compartición de espectro y mostramos una manera de cómo efectuar dicha migración. La compartición de espectro es un método de transmisión que consiste en “unir” distintos tipos de programación producido por diferentes canales de televisión. Esta técnica requiere la compartición de dispositivos entre empresas de televisión, de tal manera que se reduce el costo de la inversión

Palabras Claves: TDT, Televisión Digital Terrestre, espectro, migración, ISDB-Tb, financiamiento.

Abstract

This work is a consequence of the analogue switch to occur in Ecuador which will be held from December 31, 2016 until December 31, 2018, whereby the local TV channels, in order to continue their operation must migrate from analogue to DTT. As the local television channels mostly do not account for large amount of money to make the investment needed to migrate to DTT, a proposal is made to significantly reduce the investment by the sharing of spectrum and also show a way to make such migration. Spectrum sharing is a transmission method which shares bandwidth allocated to allow simultaneous transmission of programming from different TV stations. This technique requires sharing of devices and resources among TV companies so that the cost of the investment is reduced.

Keywords: DTT, Digital Terrestrial Television, spectrum, migration, ISDB-Tb, funding.

1. Introducción

El agigantado avance tecnológico en los últimos años de la televisión, ha provocado que el Ecuador busque modernizarse en esta área. Por este motivo el Ministerio de Telecomunicaciones, MINTEL mediante el reglamento técnico del Registro Oficial No. 149, establece que todos los canales de televisión locales transmitan su programación a través de la tecnología TDT, la cual va sujeta al estándar brasileño ISDB-TB La Televisión Digital Terrestre por sus siglas TDT..

Al haber el Ecuador adaptado la norma ISDB-Tb para efectuar la transmisión de TDT, se debe adquirir dispositivos de acuerdo con los parámetros para la transmisión de la TDT utilizados por este

estándar, haciendo que el costo de inversión para efectuar la migración a TDT sea complicada de obtener para los canales de televisión locales.

Por lo que en este proyecto proponemos métodos para resolver los problemas de financiamiento que este tipo de televisoras puedan obtener. Una de estas formas es adquirir equipamiento económico, pero teniendo en cuenta la escalabilidad, tecnología y calidad de estos. También se propone la compartición de espectro de 6MHz entre varias televisoras, aprovechando las características del proceso de digitalización del estándar ISDB-Tb.

2. Sistemas de televisión analógica

La Figura 1 muestra la estructura tecnológica de un canal de televisión que emplea la transmisión analógica.



Figura 1 Estructura tecnológica de la televisión analógica

La captura y generación de las señales de audio y video se realizan por medio de dispositivos como las cámaras, micrófonos, videograbadoras y enlaces externos.

Las señales generadas son monitoreadas por medio de dispositivos como el CCU (Unidad de Control de Cámaras), waveform monitor, vectorscopio y ecualizadoras de audio. Para el control se necesita de equipos como los switches de audio y video.

En el proceso de transmisión, las señales de a/v son multiplexadas de tal forma que viajen en un ancho de banda de 6MHz para luego ser modulada empleando modulación tipo AM y FM para el video y audio respectivamente; luego se amplifica esta señal y finalmente son transmitidas a los televidentes por medio de antenas.

3. Sistemas de televisión digital

En el Ecuador se adoptó el estándar ISDB-Tb para la transmisión de la TDT. Esta norma tiene los parámetros mostrados en la Tabla 1 que deben ser tomados en cuenta al momento de la adquisición del equipamiento para la migración a televisión digital.

Tabla 1 Parámetros del estándar ISDB-Tb

Parámetro	Especificación
Número de segmentos	13
Ancho de segment	428.57KHz
Número de Portadoras	1405(modos 1), 2809(modos 2) y 5617(modos 3)
Ancho de Banda	6,7, 8 MHz
Esquema de Modulación	DQPSK-OFDM, 64QAM-OFDM, 16QAM-OFDM QPSK- OFDM
Duración de Intervalo de Guarda	63, 31.5, 15.75, 7.875us (modo 1); 63, 31.5, 15.75, 126us (modo 2, modo 3)
Código de codificación de errors	Reed-Solomon (204-188), Codificador convolucional (innercoder) K: 1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8

La adquisición del nuevo equipamiento conlleva al cambio de la red tecnológica del canal de televisión local, la cual se aprecia en la Figura 2.

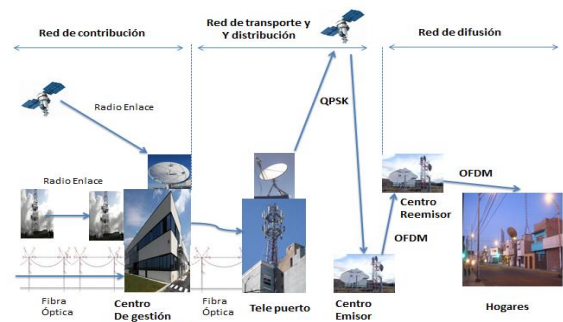


Figura 2 Arquitectura de la red TDT.

La arquitectura de una red TDT consta de tres subredes para la transmisión de la señal de televisión. Estas subredes son:

3.1 Red de contribución

La programación transmitida por los canales de televisión puede ser generada dentro del estudio o fuera del estudio. La red de contribución es empleada en el caso de las señales de a/v sean capturadas en escenarios distintos al centro de producción. En la Figura 3 mostramos la arquitectura tecnológica de esta red.

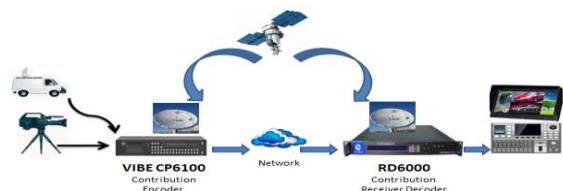


Figura 3 Arquitectura de la red de contribución.

El problema con la transmisión de las señales de a/v con resoluciones de 1080p o 1080i es la tasa de datos que estas señales necesitan para su transmisión, las cuáles son 3Gbps y 1.5Gbps respectivamente.

Por este motivo estas señales deben de ser comprimidas cuidando la calidad de transmisión. Por lo que se emplea la norma de compresión MPEG-2 a 4:2:0 y 8 bits para SD y MPEG-4 4:2:2 a 10 bits en el caso de HD.

Luego de la compresión procedemos a la transmisión de estas señales empleando la transmisión por medio satelital como enlace principal y fibra óptica como backup como se observa en la Figura 3.

3.2 Red de distribución

Al llegar las señales de a/v al estudio, estas son descomprimidas para agregar efectos de televisión, logos, etc. Luego se procede a la compresión donde se emplean las mismas normas de compresión que la red de contribución.

Este flujo comprimido es transportado al centro de cabecera donde se multiplexan empleando el estándar MPEG-2 y se re-multiplexan formando paquetes de datos de 204 bytes donde 16 de estos son información agregada. Luego se procede a la codificación de canal donde se insertan bytes de corrección y detección de errores.

Este flujo de datos producido por los procesos mencionados, son transmitidos al centro de difusión por medio del enlace principal microonda y un enlace de fibra óptica como backup.

3.3 Red de Difusión

En esta red la señal recibida por el receptor es demodulada para luego ser transmitida por medio del transmisor, el cual modula la señal de TV empleando OFDM, filtra, amplifica y envía estas señales a las antenas donde se va a propagar.

Multiplexación por División de Frecuencias Ortogonales, más conocido como OFDM es un método de multiplexación que consiste en transmitir un grupo de señales portadoras desfasadas 90°, cada una de estas portadoras transportan información, que se encuentra modulada en QAM o PSK (dependiendo de la capa jerárquica). La Figura 4 nos muestra las portadoras vistas en el dominio del tiempo.

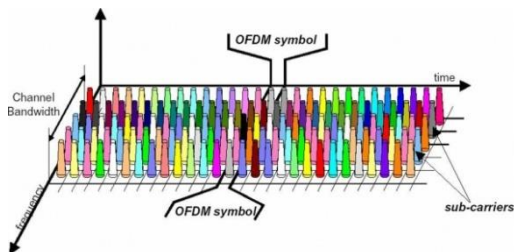


Figura 4 Señales portadoras para la modulación OFDM

3.4 Red informática

Para tener una comunicación eficaz entre los dispositivos y que la información de interactividad ingrese por el canal de retorno se requiere que todos los equipos tengan una conexión directa mediante un switch central.

Los dispositivos que requieren una gran velocidad deben estar conectados de manera directa o emplear un enlace de fibra óptica. Este switch debe poder identificar varias VLANs para poder administrar los requerimientos de cada área, debe contener puertos Ethernet y GigaE. El cable por el cual se va a transmitir los datos debe ser de categoría 6 o fibra óptica

Diseño de la red

Para una correcta conexión entre los dispositivos, que permitan el correcto flujo de información y flexibilicen los procesos de automatización de forma escalonada se toma la topología SPYDER empleada por VSN. En la Figura 5 se muestra el diseño de la Red Informática.

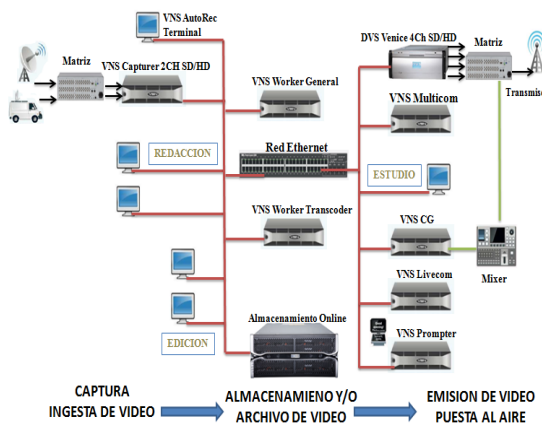


Figura 5 Diseño de la Red Informática

3.5 Migración a TDT

El proceso de transición a TDT se divide en varias fases, de esta manera la transmisión de televisión analógica no se ve afectada. En la Figura 6 se muestra la arquitectura tecnológica de los canales de televisión analógicos a partir de la cual se va a realizar el proceso de cambio.

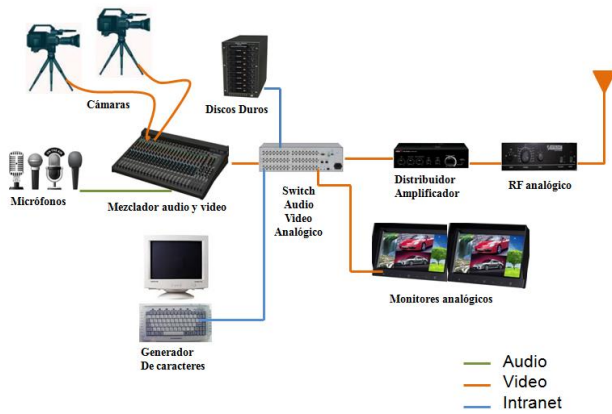


Figura 6 Estructura tecnológica de los canales de TV analógicos.

Primer Periodo

En el primer periodo se debe realizar el cambio de las cámaras a unas de mayor resolución (SD y HD), un conmutador y consola ISDB-Tb, iluminación adecuada para los escenarios, lentes para cámaras HD, teleprompter que se ajuste a las cámaras y la adquisición de los servidores para la red informática. En la Figura 7 se puede apreciar el cambio en la estructura tecnológica a realizar en la primera fase.

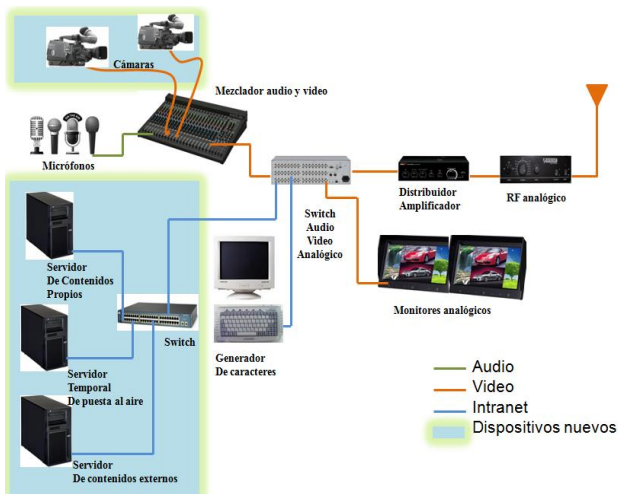


Figura 7 Estructura en la primera fase.

Segundo Periodo

En este período se debe adquirir nuevos mezcladores, switches de audio y video (mínimo 8 entradas), monitores, multipantalla (mínimo 8 entradas), codificador MPEG-4 (audio y video), multiplexor MPEG-2, convertidor de digital a analógico para la transmisión, consola de audio que reemplaza a la consola analógica de audio. Este cambio de equipamiento se puede apreciar en la Figura 8.

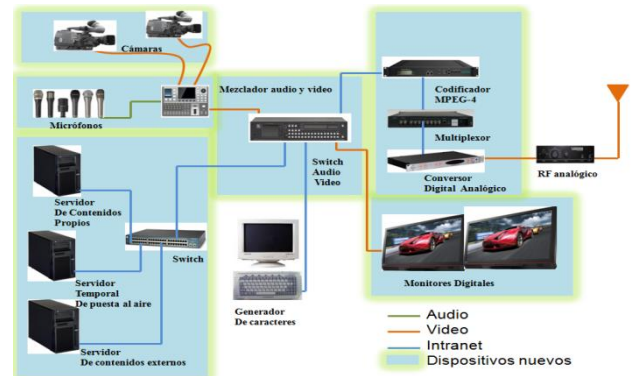


Figura 8 Estructura en la segunda fase.

Tercer Periodo

En este periodo se procede a instalar los equipos digitales para la transmisión por radiofrecuencia como los cables, antenas, transmisores y microondas; al mismo tiempo que se conservan los analógicos. La Figura 9 nos muestra el cambio tecnológico a realizar en este periodo.

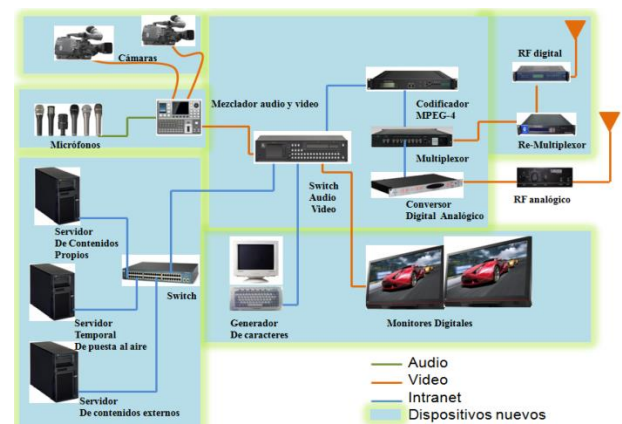


Figura 9 Estructura en el tercer periodo

Transmisión de televisión digital.

Al momento de empezar a transmitir televisión digital, hay que eliminar todos los equipos de transmisión analógica. La estructura tecnológica de la televisora terminada la transición a TDT se puede apreciar en la Figura 10.

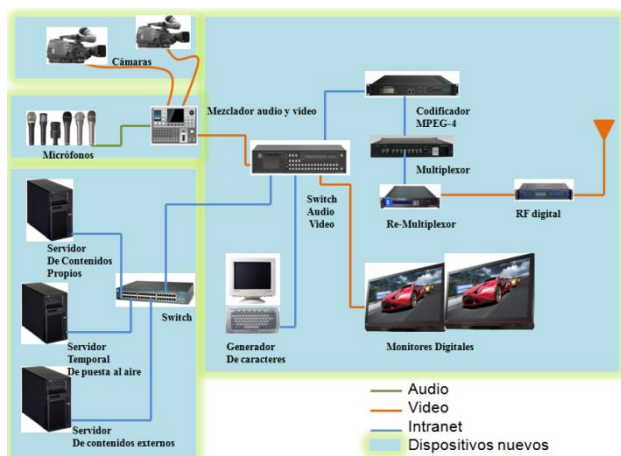


Figura 10 Estructura tecnológica de la TDT

4. Valoración de la metodología de transición

El cálculo del costo de inversión a realizar para migrar a TDT se realiza por departamento, se seleccionó entre uno y dos dispositivos de diferentes marcas para escoger un rango de precios. A los precios investigados se les aumentó el 25% del precio original debido a impuestos y aranceles en el caso de ser necesario.

4.1 Estudio

En el estudio encontramos los siguientes dispositivos: cámaras, micrófonos, pantallas e iluminaria. Como en el Ecuador, los canales que cuentan con mayor presupuesta ya transmiten de forma digital, hemos realizado el análisis económico para una televisora de tamaño pequeño. De tal manera que se propone la compra de cinco cámaras, una pantalla, 4 luminarias. En la Tabla 2 observamos el cálculo de la inversión a realizar en este departamento.

Tabla 2 Inversión en estudio

Equipo	Cantidad	Valor unit. Min	Valor Unit. Máx	Total Min	Total Máx
Cámaras	4	\$25.875.00	\$30.325.00	\$103,500.00	\$121,300.00
Iluminaria	4	\$248.75	\$524.95	\$995.00	\$2,099.80
Pantalla	1	\$11,879.88	\$12,823.70	\$11,879.88	\$12,823.70
Total				\$116,374.88	\$136,223.50

4.2 Área Master

Este departamento cuenta con los elementos que muestran lo que el televidente va a observar por el televisor. Se necesita de la consola de audio, video, dos pantallas (una para observar lo que sale al aire y otra en la que se va a apreciar todas las señales de video), convertidores y el Multiview. La Tabla

3 muestra la inversión a realizar en este departamento.

Tabla 3 Inversión en el área master

Equipo	Cantidad	Valor Unit. Min	Valor Unit. Máx	Total Min	Total Máx
Consola de video	1	\$7,493.75	\$9,368.75	\$7,493.75	\$27,000.00
Consola de audio	1	\$7,493.75	\$9,368.75	\$7,493.75	\$9,368.75
Multiview	1	\$1,868.25	\$1,868.25	\$1,868.25	\$1,868.25
Pantalla	2	\$11879.88	\$12823.70	\$23,759.76	\$25,647.40
Total				\$40,616.51	\$63,884.40

4.3 Área de edición/redacción

La sala de edición/redacción es el encargado de editar los programas, por lo que los servidores de puesta al aire y almacenamiento son primordiales en esta área. En la Tabla 4 se muestra la inversión que se debe realizar en este departamento.

Tabla 4 Inversión en edición/ redacción

Equipo	Cantidad	Valor Unit. Min.	Valor Unit. Máx.	Total Min.	Valor Unit. Máx.
Grabadora	1	\$19,000.00	\$19,000.00	\$19,000.00	\$19,000.00
VNS WORKER GENERAL	1	\$11,500.00	\$11,500.00	\$11,500.00	\$11,500.00
VNS WORKER GENERAL	1	\$12,500.00	\$12,500.00	\$12,500.00	\$12,500.00
VNS STORAGE	1	\$30,000.00	\$30,000.00	\$30,000.00	\$30,000.00
VNS VENICE	1	\$30,000.00	\$30,000.00	\$30,000.00	\$30,000.00
VNS MULTICOM + VNS LIVECOM	1	\$35,000.00	\$35,000.00	\$35,000.00	\$35,000.00
VNS PROMPTER	1	\$12,000.00	\$12,000.00	\$12,000.00	\$12,000.00
VNS CG	1	\$20,000.00	\$20,000.00	\$20,000.00	\$20,000.00
PCs	5	\$6,900.00	\$6,900.00	\$34,500.00	\$34,500.00
PANTALLA	1	\$11,879.88	\$12,823.70	\$11,879.88	\$12,823.70
Licencias	1	\$7,300.00	\$7,300.00	\$7,300.00	\$7,300.00
Total				\$223,679.88	\$224,623.70

4.4 Técnico

El departamento técnico, se encarga de la distribución, la compresión y multiplexación de las señales de audio y video. En esta área encontramos equipos como los compresores, multiplexor, switch de capa 3, distribuidores de señales de audio y video, pantallas para la visualización de la programación en vivo y todas las señales producidas. El equipamiento empleado se aprecia en la Tabla 5.

Tabla 5 Inversión en el departamento técnico

Equipo	Cantidad	Valor Unit. Min.	Valor Unit. Máx.	Total Min.	Valor Unit. Máx.
Encoder	3	\$16,000.00	\$16,000.00	\$48,000.00	\$48,000.00
Multiplexor	1	\$22,500.00	\$22,500.00	\$22,500.00	\$22,500.00
Antena microondas	1	\$478.00	\$478.00	\$478.00	\$478.00
Waveform Monitor	1	\$8,625.00	\$8,625.00	\$8,625.00	\$8,625.00
CCU	4	\$6,243.75	\$9,562.00	\$24,975.00	\$38,248.00
Transmisor microonda	1	\$13,439.50	\$13,439.50	\$13,439.50	\$13,439.50
Switch	1	\$7,000.00	\$7,000.00	\$7,000.00	\$7,000.00
Pantalla	2	\$11,879.88	\$12,823.70	\$23,759.76	\$25,647.40
Torre antena	1	\$32,250.00	\$32,250.00	\$32,250.00	\$32,250.00
Multiview	1	\$1,868.25	\$1,868.25	\$1,868.25	\$1,868.25
Total				\$182,895.51	\$198,056.15

4.5 Transmisión

Este departamento se desarrolla en los puntos de transmisión que especificados por la SUPERTEL. Para la posición de los dispositivos se emplea una caseta que puede ser rentada, comprada o previamente adquirida. En este lugar se va a poner equipos como el transmisor, antenas, líneas de transmisión, una pantalla, un decodificador para la verificar la recepción. Para posicionar las antenas, se necesita una torre, la cual debe ser construida bajo el estudio realizado previamente por cada televisora. En la Tabla 6 mostramos el capital necesario para implementar esta area.

Tabla 6 Inversión en departamento de transmisiones

Equipo	Cantidad	Valor unit. Min.	Total Min.
Transmisor	1	\$180,230.00	\$180,230.00
Antenas + Líneas de transmisión+ Distribuidor de potencia + Cimentación	1	\$73,000.00	\$73,000.00
Torre (42m) + Base de hormigón + Diseño de cimentación y cálculo estructural	1	\$32,250.00	\$32,250.00
Pantalla	1	\$11,879.88	\$11,879.88
Receptor microonda	1	\$13,439.50	\$13,439.50
Antena microondas	1	\$478.00	\$478.00
Decoder	1	\$175.63	\$175.63
Caseta	1	\$6,000.00	\$6,000.00
Total			\$317,453.01

5. Compartición de espectro

La compartición de espectro consiste en dividir el los 13 segmentos otorgados del sistema ISDB-Tb. Se propone este método de transmisión debido a que el costo de inversión a

realizar para la migración a TDT es poco accesible para canales de televisión local.

Funcionamiento

Se puede compartir espectro entre tres o cuatro canales de TV, en este caso decidimos dividirlo entre tres empresas para que la resolución mejore a 720p.

Para desarrollar este método de transmisión, se necesita cambiar la arquitectura de la red TDT moviendo el multiplexor al área de transmisión ya que este elemento es aquel que “une” todos los flujos de datos en un solo canal de 6MHz.

Al compartir espectro, las televisoras dividen los gastos a realizar en los siguientes dispositivos: multiplexor, transmisor, antenas, líneas de transmisión, torres para las antenas, etc.

Departamento técnico

En el departamento técnico disminuye las cantidades de encoders ya que solo se transmite a una resolución y el multiplexor es sacado de este departamento. En la Tabla 7 se puede observar el capital necesario a invertir en el departamento técnico.

Tabla 7 Inversión en departamento técnico

Equipo	Cantidad	Valor Unit. Min.	Valor Unit. Máx.	Total Min.	Valor Unit. Máx.
Encoder	1	\$16,000.00	\$16,000.00	\$16,000.00	\$16,000.00
Antena microondas	1	\$478.00	\$478.00	\$478.00	\$478.00
Monitor Waveform	1	\$8,625.00	\$8,625.00	\$8,625.00	\$8,625.00
CCU	4	\$6,243.75	\$9,562.00	\$24,975.00	\$38,248.00
Transmisor microonda	1	\$13,439.50	\$13,439.50	\$13,439.50	\$13,439.50
Switch	1	\$7,000.00	\$7,000.00	\$7,000.00	\$7,000.00
Torre para antena	1	\$32,250.00	\$32,350.00	\$32,250.00	\$32,250.00
Pantalla	2	\$11,879.88	\$12,823.70	\$23,759.76	\$25,647.40
Multiview	1	\$1,868.25	\$1,868.25	\$1,868.25	\$1,868.25
Total				\$128,395.51	\$143,555.90

Se puede observar que la inversión disminuye de \$182,894.51 - \$191,056.15 a \$128,395.51 - \$143,555.90 lo que significa que el capital necesario se reduce de entre 25.25% a 29.8% del total.

Departamento de transmisiones

En el área de transmisión, el capital necesario disminuye aún más ya que las empresas compartirán equipos como la antena de transmisión, torre de la antena, transmisor, multiplexor, caseta, línea de transmisión. En la tabla 8 mostramos la inversión en el

departamento de transmisión al compartir espectro.

Tabla 8 Inversión en departamento de transmisiones

Equipo	Cantidad	Valor Unit. Máx	Total Min
Transmisor	1	\$60,076.67	\$60,076.67
Antenas + Líneas de transmisión+ Distribuidor de potencia + Cimentación	1	\$24,333.33	\$24,333.33
Torre + Base de hormigón + Diseño de cimentación y cálculo estructural	1	\$12,040.00	\$12,040.00
Pantalla	1	\$12,823.70	\$11,879.88
Receptor microonda	1	\$13,439.50	\$13,439.50
Antena microondas	1	\$478.00	\$478.00
Decoder	1	\$175.63	\$175.63
Multiplexor	1	\$7,500.00	\$7,500.00
Caseta	1	\$2,000.00	\$2,000.00
		Total	\$131,923.01

Al compartir el espectro de 6MHz la inversión en el departamento de transmisión disminuye de \$131,923.01. Habiendo un 58.44% de reducción del capital necesario.

Financiamiento

La compartición de espectro permite que el capital necesario disminuya de \$881,108.79 - \$940,240.76 a \$640,988.79-\$700,210.51, pero este valor sigue siendo alto para las empresas con una ganancia mensual de entre \$10,000.00 y \$15,000.00.

La CFN, es una institución financiera pública cuya misión es la de otorgar productos financieros y no financieros que se encuentran alineados al Plan Nacional del Buen Vivir, con el objetivo de servir a los sectores productivos del estado.

Esta banca otorga préstamos a empresas, de acuerdo al segmento empresarial. La Tabla 9 nos muestra las tasas de interés asignados al sector empresarial:

Tabla 9 Tasas de interés asignado al sector empresarial.

Plazo (hasta)	0-1	0-2	3-5	6	7-10
Tasa de reajuste	5.32%	5.32%	5.32%	5.32%	5.32%
Nominal anual	9.00%	9.25%	9.45%	9.50%	10.00%
Nominal semestral	8.8061%	9.0454%	9.2367%	9.2845%	9.7618%
Nominal Trimestral	8.7113%	8.9454%	9.1325%	9.1792%	9.6455%
Nominal mensual	8.6488%	8.8796%	9.0638%	9.1098%	9.5690%

Al elegir un plazo de pago de 10 años, tenemos una tasa anual de 10.0000%, de tal manera que se genera una deuda máxima de \$9,087.10 la cual es factible para la empresa.

6. Conclusiones

- La digitalización de la televisión aprovecha la compresión y video mejorando la calidad de las señales y reduciendo la tasa de bits que se emplearán.
- La Inversión mínima es de \$881.108 y máxima de \$940,240 aproximadamente para efectuar la migración de televisión analógica a digital para canales locales de TV.
- Al ser empresas con limitados ingresos, se necesita realizar un préstamo bancario. Considerando la rentabilidad del canal.
- La compartición de espectro permite que la inversión a realizar sea de entre \$640,988 y \$700,210 aproximadamente, logrando una disminución entre el 25.52% y el 27.25% respectivamente.
- Al compartir el espectro se pierde la ventaja de la tecnología TDT en transmitir en HD.

7. Recomendaciones

- Se recomienda que los canales de TV locales compartan el espectro para ahorrar inversiones.
- Para los canales TV locales se recomienda implementar el método en este trabajo. Estableciendo periodos de cambio de un año.
- Para ejecutar la gestión de compartir un solo sistema de transmisión entre 3 canales que son legalmente entidades distintas, se recomienda la creación de un fideicomiso en el que participen todos ellos.
- Es primordial la capacitación a todo el personal

Referencias

[1] Reglamento Técnico Ecuatoriano, RTE INEN 083, "TELEVISORES CON SINTONIZADOR DEL ESTÁNDAR DE TELEVISIÓN DIGITAL ISDB-T INTERNACIONAL" (norma), 2013.

[2] CONATEL, Resolución No. 084-05-CONATEL Art.2 "Adoptar el estándar ISDB-T INTERNACIONAL (Integrated Services Digital Broadcasting Terrestrial)

para el Ecuador con las innovaciones tecnológicas desarrolladas por Brasil y las que hubieran en el momento de su implementación, para la transmisión y recepción de señales de televisión digital terrestre”, 2010.

[3] Constantino Pérez, Sainz José, “FUNDAMENTOS DE TELEVISIÓN ANALÓGICA Y DIGITAL”, Universidad de Cantabria 2003.

[4] Mick Hurbis-Cherrier, “Voice & Vision”, Focal Press Primera Ed., 2007.

[5] Suárez Kléber, Arcos Freddy, “Proceso de cambio de equipamiento analógico digital en las estaciones de TV abierta”, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2012.

[6] Pisciotta Nestor Oscar, “Sistema ISDB-TB Vol.1”, 2010.

[7] Vérges Roig Joan, “Planificación de nuevas redes de radiofusión de TDT y estudio del dividendo digital”, Universidad Politécnica de Cataluña, 2010.

[8] Diputación de Jaén. “Estudio e Implementación red difusión y modelo técnico TDT en Prov. de Jaén”.

[9] Paladino Victor, 2002, “Introducción a la compresión de video bajo el estándar MPEG-2”. Instituto de Ingeniería Eléctrica de la Facultad de Ingeniería, 2002.

[10] IndigoVision, “Understanding H.264 Video”, 2008.

[11] Moreno Carolina, Martín Andrea, Sierra Javier, Gil Felipe, “Diseño y análisis de red de Televisión Digital Terrestre (TDT) para Medellín-Antioquia”, Revista en telecomunicaciones e informática, Vol. 1. No. 1, 2011.

[12] Emanuele Colucci, H.264 output quality and bitrate, <http://emanuelecolucci.com/2011/12/h-264-output-quality-and-bitrate/>, fecha de consulta diciembre 2014.

[13] Thomson Video Networks. Contribution&Distribution. The solution for Premium video service delivery.

[14] Pisciotta Nestor Oscar, “Remultiplexer ISDB-Tb”, 2014.

[15] Castillo Mena José, “Metodología para la migración a televisión digital en el canal UTV”, Universidad Técnica del Norte, 2012.

[16] Hiroyuki Furuta, “Tecnologías de transmisión del ISDB-T sus ventajas y aplicaciones”, Dibeg, 2009.

[17] Pisciotta Nestor Oscar, “Sistema ISDB-TB Vol.1”. Segunda Parte, 2010.

[18] Casio, ¿Cuál es la capacidad de almacenamiento de la cámara en cuanto a número de imágenes y tiempo de grabación de vídeo? <http://www.support.casio-europe.com/es/faqs/dc/exzr15/1/3014/>, fecha de consulta diciembre 2014.

[19] Martín Martín Luis Manuel, “Apuntes de Iluminación”, I.E.S. EMERIA AVGVSTA., fecha de consulta diciembre 2014.

[20] B&H Photo-Video-ProAudio, B&H Photo-Video-ProAudio, <http://www.bhphotovideo.com>, fecha de consulta diciembre 2014.

[21] Behringer, Behringer Digital Mixer X32 <http://www.behringer.com/EN/Products/X32.aspx>, fecha de consulta enero 2015.

[22] Yamaha, DM1000VCM-Mesas Mezcladoras, <http://es.yamaha.com/es/products/proaudio/mixers/digital-mixers/dm1000vcm/?mode=series>, fecha de consulta enero 2015.

[23] BlackMagicDesign, BlackMagic Design: Multiview, <https://www.blackmagicdesign.com/products/multiview>, fecha de consulta diciembre 2014.

[24] VSN, VSN, <https://www.vsn-tv.com/es/>, fecha de consulta enero 2015

[25] CISCO, Cisco Network Convergence System 4000 Series, <http://www.cisco.com/c/en/us/products/optical-networking/network-convergence-system-4000-series/index.html>, fecha de consulta enero 2015

[26] ScreenService, “XBT 529”, 2013.

[27] ScreenService, “Broadcasting Products ISDB.T”, 2013

[28] CFN Corporación Financiera Nacional, “Matriz de tasas de interés del 01 al 28 febrero 2015”, 2015.

[29] Díaz Mata Alfredo, Aguilera Gómez Víctor, “Matemáticas Financieras”, Mc Graw Hill Cuarta Edición, 2008.