



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA**  
SEDE BOGOTÁ

**Estudio de las ventajas y desventajas a nivel ambiental de la TDT (Televisión Digital Terrestre) y la Televisión Análoga tomando como referencia la población bogotana (Colombia) en la actualidad (Años: 2011-2013) basándonos en la Norma de Evaluación de Ciclo de Vida ISO 14040 - LCA (Life Cycle Assessment), Fase III – Fase de uso, con el fin de demostrar también que el Apagón Análogo en Colombia va a tardar más tiempo de lo previsto (31 Diciembre/2019)**

**Ing. Jimena Chilito Amaya**

**Universidad Nacional de Colombia  
Departamento de Ingeniería de Sistemas e Industrial  
Bogotá D.C., Colombia  
2014**



**Estudio de las ventajas y desventajas a nivel ambiental de la TDT (Televisión Digital Terrestre) y la Televisión Análoga tomando como referencia la población bogotana (Colombia) en la actualidad (Años: 2011-2013) basándonos en la Norma de Evaluación de Ciclo de Vida ISO 14040 - LCA (Life Cycle Assessment), Fase III – Fase de uso, con el fin de demostrar también que el Apagón Análogo en Colombia va a tardar más tiempo de lo previsto (31 Diciembre/2019)**

**Ing. Jimena Chilito Amaya**

Tesis presentada como requisito para optar al título de:  
**Magister en Ingeniería de Telecomunicaciones**

Directora:  
Ph.D. Ing. Ingrid Patricia Páez

Línea de Investigación:  
Redes y Servicio de Telecomunicaciones

Universidad Nacional de Colombia  
Departamento de Ingeniería de Sistemas e Industrial  
Bogotá D.C., Colombia  
2014



## ***Dedicatoria***

*Primero quiero darle gracias a Dios por darme la vida y por regalarme una familia maravillosa.*

*A mis padres César Augusto y Blanca Lilia, mis hermanitos Lore, Naty y Fer, mis hijos Isabella – José Manuel y mi esposo José Andrés, gracias a ellos por el amor, amistad y el gran apoyo incondicional, por aconsejarme y darme esa voz de aliento y el estar ahí siempre que lo he necesitado.*

*A mi tía Roslen que con su gran conocimiento y valiosa colaboración me guiaron y orientaron en el desarrollo de la investigación.*



## *Agradecimientos*

A la Universidad Nacional de Colombia por brindarme esta maravillosa oportunidad de realizar el sueño de especializarme en esta área, de volver a ser egresada de esta prestigiosa Institución.

A todas las personas que de alguna u otra forma contribuyeron en el desarrollo de la presente investigación.





## Resumen

La transición de la televisión análoga a la Televisión Digital Terrestre (TDT) trae consigo una serie de cambios tanto a nivel tecnológico como ambiental. Continuar implementando la tecnología digital en Colombia lleva necesariamente a evolucionar tecnológicamente y para ello, se debe disponer de políticas y recursos necesarios para afrontar la transición y los impactos ambientales potenciales que se puedan presentar a través del ciclo de vida aplicado al proceso de transición hacia la TDT. Es por esto, que en la presente investigación se establecieron procedimientos para mitigar el impacto ambiental de la transición de la televisión análoga hacia la TDT, se analizó la necesidad de esta transición en la ciudad de Bogotá teniendo en cuenta la temporada de crisis “invierno” entre los años 2011-2013. Igualmente, se generaron algunas recomendaciones para mitigar el impacto ambiental como: el tratamiento de desechos, el uso adecuado de los materiales reciclables de los televisores, el monitoreo de las condiciones ambientales relacionadas con el cambio climático, el calentamiento global y el efecto invernadero. En seguida, se analizaron las ventajas y desventajas del proceso de transición hacia la TDT tomando como referencia la calidad de imagen y sonido, la multiplicidad de canales, servicios adicionales, costos e impacto ambiental. Finalmente, se consideró la posibilidad de que el apagón analógico fijado para el 31 de diciembre del 2019 va a tardar más tiempo de lo previsto y que éste no debe dejar a los bogotanos sin el servicio de televisión radiodifundida y el derecho a la información. Todo lo anterior se analizó con base en la Norma de Evaluación de Ciclo de Vida ISO 14040 – LCA ((Life Cycle Assessment), Fase III - Fase de uso).

**Palabras clave:** Televisión análoga, Televisión Digital Terrestre (TDT), Análisis Ciclo de Vida (ACV), cambio climático, desechos electrónicos, medidas de mitigación.

## **Abstract**

The transition from the analog television to the Digital Terrestrial Television (DTT) brings with it a number of changes both technological and environmental levels. Continue to implement digital technology in Colombia leads necessarily to evolve technologically and must therefore be policies and resources to deal with the transition and the potential environmental impacts that may occur through the life cycle applied to the process of transition to DTT. This is why, in the present investigation procedures were established to mitigate the environmental impact of the transition from analog television to DTT, analyzing the need for this transition in the city of Bogotá taking into account the crisis "winter" between the years 2011-2013 season. Also, some recommendations were generated to mitigate the environmental impact such as: waste treatment, the appropriate use of recyclable materials of televisions, the monitoring of environmental conditions related to climate change, global warming and the greenhouse effect. Then, analyzed the advantages and disadvantages of the process of transition to DTT by reference to the quality of image and sound, the multiplicity of channels, additional services, costs and environmental impact. Finally, it considered that the analogue switch off on December 31, 2019 will take longer than expected and that this should not leave people from Bogota without broadcast television service and the right to information. The foregoing was analyzed based on the cycle of life ISO 14040, LCA ((Life Cycle Assessment), Phase III - usage phase).

**Keywords:** Analog TV, Digital Terrestrial Television (DTT), Life Cycle Analysis (LCA), climate change, e-waste, mitigation measures.

## Contenido

<b>Resumen</b> .....	IX
<b>Abstract</b> .....	X
<b>Lista de Figuras</b> .....	XIII
<b>Lista de Tablas</b> .....	XIV
<b>Lista de Abreviaturas</b> .....	XV
Introducción .....	1
1 Procedimientos para mitigar el impacto ambiental de la transición de la televisión análoga hacia la televisión digital terrestre (TDT) tomando como escenario la ciudad de Bogotá D.C. - Colombia, con base en la norma de la Evaluación del Ciclo de Vida Fase III - LCA (Fase de Uso) .....	4
1.1 Televisión Análoga .....	4
1.2 Televisión digital.....	6
1.2.1 Televisión digital por satélite.....	6
1.2.2 Televisión por cable.....	7
1.2.3 Televisión Digital Terrestre .....	7
1.2.4 Estándares para la emisión de la televisión digital terrestre .....	8
1.3 Procedimientos para mitigar el impacto ambiental de la transición de la televisión análoga hacia la televisión digital terrestre en Bogotá D.C. ....	10
1.3.1 Análisis del Ciclo de Vida - ACV.....	11
1.3.2 Evaluación del Impacto del Ciclo de Vida - EICV.....	14
2 Analizar si es necesario el cambio de la Televisión Análoga a la Digital y más en esta temporada de crisis (invierno que está viviendo el país en general) con base en el Análisis del Ciclo de Vida (ACV) para la ciudad de Bogotá D. C. - Colombia.....	21
2.1 Colombia, en el cambio de la televisión análoga a la televisión digital.....	21
2.2 Temporada de crisis - Impacto ambiental .....	22

2.3	Análisis de Ciclo de Vida (ACV) – Impacto ambiental para la ciudad de Bogotá D.C. – Colombia.....	24
2.4	Análisis de Ciclo de Vida (ACV) - Impacto económico.....	27
2.5	Análisis de Ciclo de Vida (ACV) – Impacto social .....	30
3	Realizar unas recomendaciones que ayuden a mitigar el impacto ambiental de acuerdo a la transición de la televisión Análoga a la TDT en Bogotá - Colombia durante el año 2011-2013 .....	32
3.1	Medidas de mitigación .....	32
3.1.1	Medidas de ingeniería.....	33
3.1.2	Medidas de manejo .....	33
3.1.3	Revisión de políticas.....	34
3.2	Recomendaciones que ayudan a mitigar el impacto ambiental de la transición de la televisión análoga a la televisión digital.....	35
4	Realizar un análisis de las ventajas y desventajas del proceso de transición de la Televisión Análoga a la TDT en Bogotá – Colombia actualmente (Año 2011-2013) con base al Análisis de Ciclo de Vida (ACV) ISO 14040 – LCA – Fase III (Uso), con el fin de demostrar que el Apagón Análogo va a tardar más tiempo de lo previsto .....	46
4.1	Análisis de las ventajas y desventajas con base en el Análisis de Ciclo de Vida .....	46
4.1.1	Ventajas de la televisión digital terrestre.....	46
4.1.2	Desventajas de la televisión digital terrestre.....	50
4.2	Análisis del proceso de transición de la Televisión Análoga a la TDT en Colombia – Apagón analógico.....	53
5	Conclusiones.....	62
6	Bibliografía.....	66

## Lista de Figuras

<b>Figura 1-1:</b> Equipo de recepción de Tubo de Rayo Catódico [5].	5
<b>Figura 1-2:</b> Televisión digital por satélite [8].	6
<b>Figura 1-3:</b> Recepción de la TDT en un hogar [9].	7
<b>Figura 1-4:</b> Sistemas de Televisión Digital Terrestre, Octubre 2013. El color azul indica los países que han adoptado o implementado DVB-T y DVB-T2 [11].	8
<b>Figura 1-5:</b> Análisis del Ciclo de Vida (ACV) [17].	11
<b>Figura 2-1:</b> Marketing del televisor [47].	28

## Lista de Tablas

<b>Tabla 1-1:</b> Evaluación de impactos del ciclo de vida del televisor verde [21]. .....	14
<b>Tabla 1-2:</b> Categorías de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) [18]. .....	15
<b>Tabla 1-3:</b> Procedimientos para mitigar el impacto ambiental de los aparatos eléctricos y electrónicos. Fuente: Adaptada [18]. .....	16
<b>Tabla 1-4:</b> Evaluación del impacto del ciclo de vida. Fuente: Adaptada [18, 21, 25, 26, 27]. .....	19
<b>Tabla 2-1:</b> Daños potenciales para la salud humana y el medio ambiente de algunos componentes de aparatos eléctricos y electrónicos [39, 40, 41]. .....	26
<b>Tabla 3-1:</b> Componentes de los televisores Led, Plasma y LCD que contaminan [78]. ....	42
<b>Tabla 4-1:</b> Cubrimiento poblacional del servicio de TDT [97]. .....	57
<b>Tabla 4-2:</b> Propuesta de Plan de Cobertura poblacional del servicio TDT [98]. .....	58

## Lista de Abreviaturas

<b>Abreviatura</b>	<b>Término</b>
ACV	Análisis del ciclo de vida
ANE	Agencia Nacional del Espectro
ANTV	Autoridad Nacional de Televisión
ATSC	Advanced Television Systems Committee
CNTV	Comisión Nacional de Televisión
CRC	Comisión de Regulación de Comunicaciones
DTMB	Digital Terrestrial Multimedia Broadcast
DVB-T	Digital Video Broadcasting – Terrestrial
EICV	Evaluación del Impacto del Ciclo de Vida
HD	High Definition
ICV	Inventario del Ciclo de Vida
ISDB – T	Integrated Services Digital Broadcasting
NTC	Norma Técnica Colombiana
RAEE	Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos
RTVC	Radio Televisión Nacional de Colombia
SD	Standard Definition
TDT	Televisión digital terrestre
TIC	Tecnología de la información y las comunicaciones
UHF	Ultra High Frequency
VHF	Very High Frequency





## **Introducción**

En el presente trabajo se hace un análisis de la transición de la televisión análoga a la Televisión Digital Terrestre (TDT) en la ciudad de Bogotá entre los años 2011-2013. El análisis condujo a sugerir recomendaciones que ayudaran a mitigar el impacto ambiental de dicha tecnología y como consecuencia plantear ventajas y desventajas del proceso de transición hacia la TDT, con base en el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) de la Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 14040 sobre *Gestión Ambiental, Análisis de Ciclo de Vida, Principios y Marco de Referencia* de 2007, en la Fase III-Fase de uso, tomando como referencia la ciudad de Bogotá entre los años 2011-2013.

Según la norma técnica colombiana NTC-ISO 14040 (ICONTEC, 2007), el ACV se define como la “recopilación y evaluación de las entradas, las salidas y los impactos ambientales potenciales de un sistema del producto a través de su ciclo de vida”, aplicable en la transición de la televisión análoga a la TDT. Las entradas corresponden a las materias primas y la energía para el proceso de producción, transporte, uso, reciclaje y eliminación de los residuos; y las salidas están representadas en los gases desprendidos durante el proceso como en el caso de las emisiones al aire, las radiaciones, el ruido industrial y vehicular, los vertidos al agua y suelo hasta su disposición final, que para el presente estudio se trata del reciclaje de los televisores análogos.

Este estudio se enmarca en la fase III del ACV relacionada con la Evaluación del Impacto del Ciclo de Vida (EICV), con el objetivo de establecer los procedimientos que permitan mitigar el impacto ambiental que se genera con la transición de la televisión análoga a la televisión digital terrestre. Estos procedimientos se sustentan en políticas y normas diseñadas para el manejo de materiales en las diferentes etapas del proceso, en la capacitación y actualización del personal en el manejo de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, en disponer recursos necesarios para la seguridad industrial, en la recolección y selección de materiales en forma correcta, en establecer sistemas de control para prevenir la contaminación ambiental y las enfermedades teniendo en cuenta las políticas de los Ministerios de Ambiente y de Salud.

Proteger el medio ambiente de los efectos que generan los desechos tecnológicos, requiere de gran inversión social especialmente en educación ambiental, puesto que esta es la clave para generar condiciones de vida más favorables especialmente en las comunidades más vulnerables donde generalmente se acumulan los desechos con muchos componentes contaminantes. En este sentido, son las empresas productoras de aparatos eléctricos y electrónicos las que depositan gran cantidad de “basura electrónica” en sitios no aptos para ello, razón por la cual son ellas principalmente las llamadas a invertir en acciones tendientes a proteger el medio ambiente. También es necesario y obligatorio que los entes gubernamentales como aplicación de las leyes sobre protección del medio ambiente y de la salud de los ciudadanos, ordenen a quienes les corresponda organizar campañas de educación ciudadana para reciclar los aparatos eléctricos y electrónicos y preservar el medio ambiente siguiendo las tres erres del ecologismo: reducir, reutilizar y reciclar, por ejemplo, la campaña “Ecolecta” orientada por la Secretaria Distrital de Ambiente que ha sido un gran acierto.

Asimismo, se abordó la necesidad del cambio de la tecnología análoga a la digital como una realidad que se tiene que afrontar. Al considerar este cambio en la temporada de crisis que vivió Bogotá debido a las lluvias entre los años 2011-2012 y habiendo considerado diversas circunstancias que influyeron en la toma de decisiones frente a la adopción de dicha tecnología, se evaluaron con base en el ACV los impactos ambientales, económicos y sociales; y los potenciales daños para la salud humana y para el medio ambiente por cuenta de algunos componentes tóxicos de aparatos eléctricos y electrónicos.

El análisis sobre el proceso de transición de la televisión análoga a la TDT permitió elaborar algunas recomendaciones que ayudan a mitigar el impacto ambiental, entendida la mitigación como la implementación de políticas, estrategias y acciones tendientes a minimizar los impactos adversos que pueden presentarse durante las etapas de ejecución de un proyecto y mejorar la calidad ambiental aprovechando las oportunidades existentes. Entre las medidas de mitigación y teniendo en cuenta el ACV, se pueden mencionar: el tratamiento de desechos, el uso adecuado de los materiales reciclables de los televisores, el monitoreo de las condiciones ambientales relacionadas con el cambio climático, el

calentamiento global y el efecto invernadero con el fin de mejorar los recursos existentes en la implementación de la transición.

Finalmente se aborda el análisis del proceso de transición de la televisión análoga a la TDT en Bogotá con base al ACV, en la Fase III de Uso, que conduce a considerar la posibilidad de que el apagón análogo va a tardar más tiempo de lo previsto. Se observó durante el análisis del proceso, fortalezas y limitaciones que desde la perspectiva del ACV se pueden analizar y evaluar como ventajas y desventajas de dicha transición, tomando como puntos de referencia: calidad de imagen y sonido, multiplicidad de canales, servicios adicionales, costos e impactos ambientales. Adicionalmente, se concluyó que el apagón analógico no debe dejar a los bogotanos sin el servicio de televisión radiodifundida y el derecho a la información, ya que se puede aprovechar entre otras cosas, la infraestructura de la televisión análoga para proporcionar múltiples canales de televisión a través de la misma antena de recepción ya existente.

# **1 Procedimientos para mitigar el impacto ambiental de la transición de la televisión análoga hacia la televisión digital terrestre (TDT) tomando como escenario la ciudad de Bogotá D.C. - Colombia, con base en la norma de la Evaluación del Ciclo de Vida Fase III - LCA (Fase de Uso)**

*En este capítulo se hace una breve descripción de lo que es la televisión análoga, la televisión digital que comprende: la televisión digital por satélite, la televisión por cable y la televisión digital terrestre, y de los procedimientos sugeridos para mitigar el impacto ambiental que se produce cuando se realice la transición de la televisión analógica a la televisión digital terrestre a partir del análisis del ciclo de vida y la evaluación del impacto del ciclo de vida, con base en la Norma ISO 14040.*

## **1.1 Televisión Análoga**

“La televisión es un sistema para la transmisión y recepción de imágenes en movimiento y sonido a distancia que emplea un mecanismo de difusión. Esta transmisión puede ser efectuada mediante ondas de radio, redes de televisión por cable, televisión por satélite o IPTV (Internet Protocol Television). El receptor de las señales es el televisor” [1]. Hay varios tipos de televisores, algunos de ellos son [2]:

- “Blanco y negro: la pantalla sólo muestra imágenes en blanco y negro.
- Color: la pantalla es apta para mostrar imágenes en color (CRT, LCD, plasma o LED).
- Pantalla LCD: plano, con pantalla de cristal líquido o LCD.
- Pantalla de plasma: plano, usualmente se usa esta tecnología para formatos de mayor tamaño.
- LED: plano, con una pantalla constituida por led’s.
- Holográficos: proyecta las imágenes en movimiento sobre una pantalla transparente”.

“La televisión hasta principios del siglo XXI, fue análoga y su modo de llegar a los televidentes era mediante el aire con ondas de radio en las bandas de VHF (*Very High Frequency*) y UHF (*Ultra High Frequency*)” [3].

“El televisor análogo consta de un tubo catódico que emite una serie de rayos de electrones que barren la pantalla de arriba hacia abajo y de izquierda a derecha, estos rayos de electrones van formando una serie de líneas en el televisor (horizontales y verticales) escaneando toda la pantalla, a un determinado número de frecuencias por segundo, todo el trazado de líneas es lo que forman distintos sistemas de transmisión televisivos y depende del número de líneas trazadas e imágenes por segundo para transmitir un sistema u otro” [4]. La Figura 1-1 ilustra un televisor de Tubo de Rayo Catódico (CRT).

**Figura 1-1:** Equipo de recepción de Tubo de Rayo Catódico [5].



Colombia se encuentra en un momento en que la televisión está cambiando. Con el inicio de las primeras pruebas televisivas en 1954 durante la presidencia del General Gustavo Rojas Pinilla, se empieza un proceso de desarrollo de la televisión que paso a paso se vaya adaptando a las nuevas tecnologías del momento - imágenes en blanco y negro, imágenes a color, tecnología 3D, televisores con diseños ultra delgados - hasta llegar 59 años después a la televisión digital ofreciendo múltiples posibilidades y una renovación total en el campo audiovisual.

En Colombia, actualmente la “radiodifusión de televisión analógica terrestre es uno de los medios de comunicación más conocidos e importantes, con una cobertura poblacional que supera el 90% de la población”. Con la aplicación del Plan para la implementación del servicio de televisión digital terrestre en Colombia, se espera que durante la próxima década “los sistemas nacionales de radiodifusión de televisión actualicen la tecnología de la transmisión análoga a la digital. La televisión digital terrestre permitirá a cada operador difundir imágenes más fieles y audio de gran

calidad, soportando una mayor cantidad de información y diversidad de programas, además de un nuevo portafolio de servicios de información, incluyendo algunas capacidades interactivas” [6].

## 1.2 Televisión digital

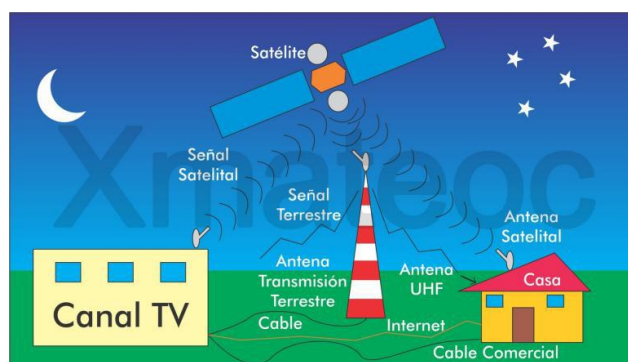
Existen diferentes tipos de difusión de la televisión digital, dependiendo del medio y el modo de transmisión, estos son: “satélite, cable y televisión digital terrestre. En muchos casos cada sistema puede ser de naturaleza complementaria dependiendo de la cobertura del servicio o de la zona a cubrir, como sucede en las zonas de difícil acceso” [7].

“Los contenidos de la televisión digital terrestre se transmiten exactamente de la misma forma en que lo hace la televisión analógica convencional, es decir, mediante ondas electromagnéticas terrestres, y es recibida a través de las antenas convencionales UHF, a diferencia de la televisión digital vía satélite o por cable, que utilizan antenas parabólicas o cables” [7].

### 1.2.1 Televisión digital por satélite

En la televisión digital por satélite, como se ilustra en la Figura 1-2, es necesario el replazó de los decodificadores actuales por decodificadores que entreguen al monitor de televisión una señal en el estándar digital adoptado por el país [8].

**Figura 1-2:** Televisión digital por satélite [8].



### 1.2.2 Televisión por cable

“La televisión por cable proporciona una programación que puede combinar la nacional con la local, aunque su cobertura se adapta mejor a núcleos densos de población” [7].

### 1.2.3 Televisión Digital Terrestre

“La televisión digital terrestre (TDT) es una técnica de difusión de las señales televisivas gracias a la cual la imagen, el sonido y los contenidos interactivos se transforman en información digital, es decir, que en lugar de ser enviados en forma de complejas ondas, lo hacen en forma binaria como ceros y unos. La recepción de la TDT se realiza a través de la antena de televisión convencional instalada en los edificios. La TDT puede resultar complementaria y puede proporcionar programación nacional, local o regional, con una cobertura universal” [7]. La Figura 1-3 ilustra la recepción de la televisión digital terrestre en un hogar.

**Figura 1-3:** Recepción de la TDT en un hogar [9].



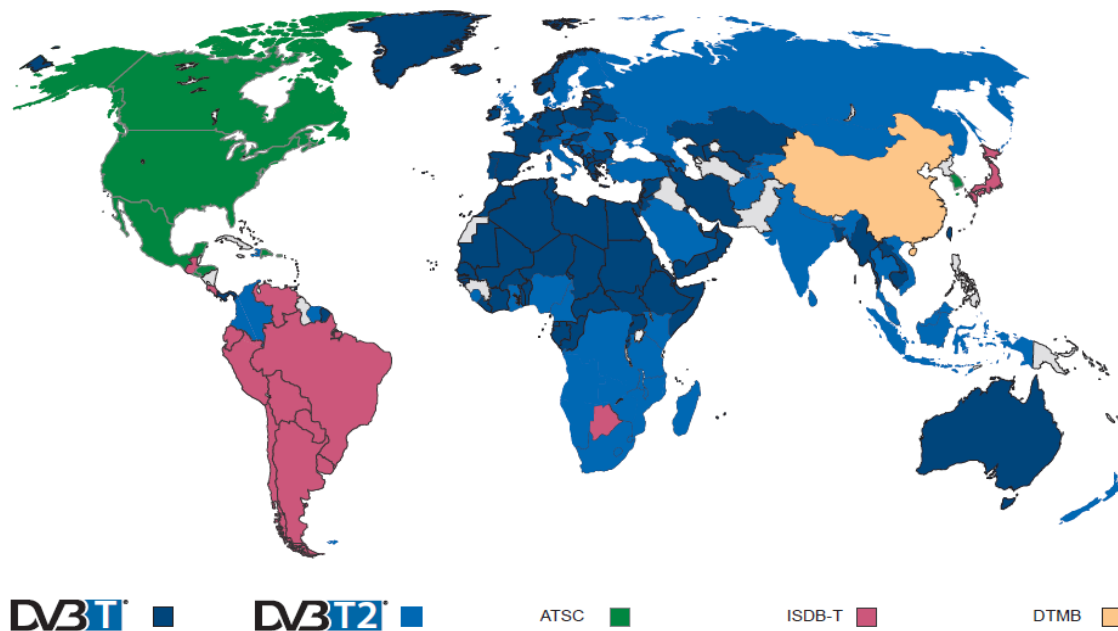
Con la transmisión digital, la calidad de imagen y audio mejora dada la optimización de variables de codificación y compresión de la señal de TV, que eliminan los problemas de calidad e interferencia de los estándares en entornos análogos. Los radiodifusores podrán proporcionar uno, dos o más programas y/o servicios de televisión de alta definición, entregando imágenes de gran superioridad en calidad y nitidez asociadas a una mayor manipulación de información digitalizada que las actuales radiodifusiones análogas. También, “los radiodifusores podrán ofrecer de cuatro a seis o incluso más programas

simultáneos de televisión con definición estándar (SDTV) en un sólo canal de 6 MHz. Adicionalmente, se puede proporcionar audio de alta calidad con la tecnología avanzada de sonido multicanal" [6].

#### 1.2.4 Estándares para la emisión de la televisión digital terrestre

En el mundo, actualmente hay 4 sistemas diferentes o estándares para la emisión terrestre de programas digitales, los cuales son: el ATSC (Advanced Television Standards Committee), DTMB (Digital Terrestrial Multimedia Broadcast), DVB-T/DVB-T2 (Digital Video Broadcasting - Terrestrial) y ISDB-T (Integrated Services Digital Broadcasting - Terrestrial) [10]. La Figura 1-4 ilustra los diferentes estándares adoptados en el mundo.

**Figura 1-4:** Sistemas de Televisión Digital Terrestre, Octubre 2013. El color azul indica los países que han adoptado o implementado DVB-T y DVB-T2 [11].



“En EE.UU, se ha implementado un sistema estandarizado por el ATSC que utiliza una modulación 8-VSB (8 Level Vestigial Side Band) para la transmisión terrestre; en China (con Hong Kong y Macao) eligió el DMB-T/H (Digital Multimedia Broadcasting Terrestrial/Handheld) como estándar DTV, ahora conocido como DTMB; en Europa, la EBU (European Broadcasting Union), el ETSI (European Telecommunications Standards Institute) y el CENELEC (European committee for Electrotechnical Standardization) han



implantado el proyecto DVB para la transmisión terrestre se tiene el estándar DVB-T; y en Japón, la ARIB (Association of Radio Industries and Businesses) ha estandarizado el sistema ISDB-T” [12].

En Colombia, la Comisión Nacional de Televisión (CNTV) realizó pruebas técnicas durante los años 2006 a 2008 con tres estándares ATSC, ISDB-T y DVB-T. Además estableció que las pruebas fueran realizadas teniendo en cuenta la recomendación de la Unión Internacional de Telecomunicaciones UIT-R BT.2035-11, para decidir en cuales ciudades del país se realizarían las pruebas. Se analizaron aspectos como topografía, climatología, ubicación de la estación, accesibilidad a la estación, disponibilidad del espacio de la estación, disponibilidad de espacio en la torre y seguridad. De lo anterior, las ciudades que reunieron el mayor número de características que representaban al país fueron Bogotá, Pereira y Cartagena [13].

Los resultados de las pruebas con los estándares ATSC, ISDB-T y DVB-T fueron los siguientes: los tres estándares demostraron, su capacidad de operación en un ancho de banda de 6 MHz, su capacidad para transmitir contenidos en alta definición, mejor cobertura frente al sistema análogo y no registraron variaciones considerables producto de los cambios climáticos como la lluvia o sequía. En cuanto a movilidad, el desempeño fue positivo para los estándares DVB-T y ISDB-T [11].

En este sentido, la CNTV mediante Acuerdo 008 de 2010 “adopta para Colombia el estándar de Televisión Digital Terrestre DVB-T y se establecen las condiciones generales para su implementación”. Sin embargo, el 20 de diciembre de 2011 mediante Acuerdo 04, la CNTV modifica el Acuerdo 08 de 2010 para actualizar el estándar de TDT para Colombia de DVB-T a DVB-T2, con un plazo de transición hasta el 31 de diciembre de 2019. Además, dispone que “los concesionarios de Televisión Privada Nacional y el operador público Nacional RTVC deberán continuar con la prestación del servicio en sistema DVB-T, garantizando la cobertura poblacional por un período de 3 años en las ciudades a las cuales actualmente se les suministra el servicio en dicho sistema” [14].

Para el primer trimestre de 2012, la CNTV sometió un borrador de proyecto del Acuerdo que contemplaba las condiciones técnicas para la prestación del servicio de la TDT en Colombia. Sin embargo, a partir del 10 de abril de 2012, la CNTV entra oficialmente en liquidación razón por la cual debió suspender inmediatamente todas sus funciones regulatorias y el proyecto de acuerdo mencionado nunca fue discutido ni aprobado por la CNTV. La CNTV fue reemplazada por la Comisión de Regulación de Comunicaciones (CRC), la cual el 28 de diciembre de 2012, mediante Resolución N° 4047, establece las especificaciones técnicas para la prestación del servicio de TDT en Colombia con el nuevo estándar DVB-T2 [15].

Entre las ventajas del estándar DVB-T2 adoptado por Colombia según el “Estudio del Impacto de la Actualización al Estándar de Televisión Digital Terrestre DVB-T al DVB-T2”, se encuentran las siguientes [14]:

- Proporciona un aumento de capacidad.
- Mayor robustez.
- Mayor eficiencia en los amplificadores de potencia.
- Menor interferencia en canal adyacente.
- Posibilita nuevos modelos de negocio al permitir una utilización mucho más eficiente del espectro.

En este contexto, cualquier estándar que se adopte para la transición de la televisión análoga hacia la televisión digital terrestre, requiere que se tenga en cuenta el impacto ambiental que este hecho produce desde el momento de la concepción del producto pasando por la producción, el uso y la terminación del mismo o su reciclaje.

### **1.3 Procedimientos para mitigar el impacto ambiental de la transición de la televisión análoga hacia la televisión digital terrestre en Bogotá D.C.**

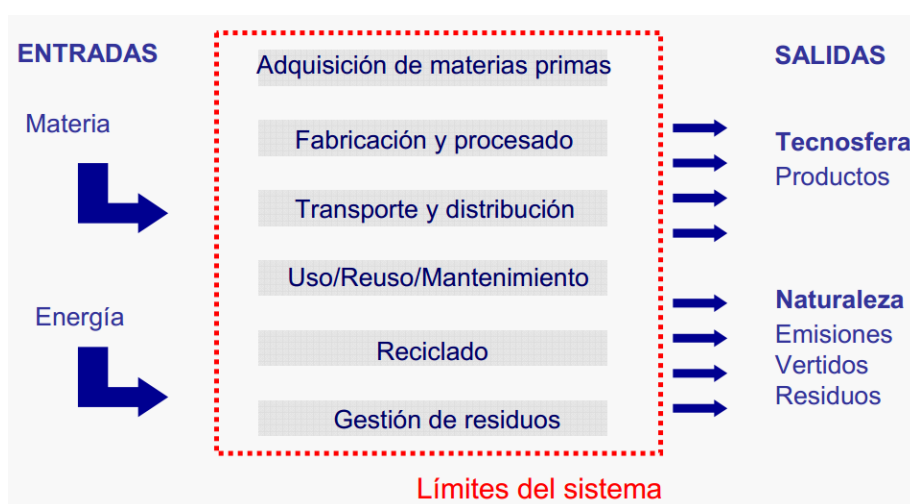
En este ítem, se desarrolla la técnica del análisis del ciclo de vida (ACV) para estudiar el impacto ambiental que genera la transición de la televisión análoga a la TDT - fase III de

la evaluación del impacto del ciclo de vida (EICV) según la norma técnica colombiana NTC-ISO 14040 (ICONTEC, 2007) [16].

### 1.3.1 Análisis del Ciclo de Vida - ACV

El Análisis del Ciclo de Vida (ACV), en inglés *Life Cycle Analysis* (LCA), se define como la “recopilación y evaluación de las entradas, las salidas y los impactos ambientales potenciales de un sistema del producto a través de su ciclo de vida” [16], como se ilustra en la Figura 1-5.

**Figura 1-5:** Análisis del Ciclo de Vida (ACV) [17].



El ciclo de vida de un producto (televisor) o una actividad, se realiza con la finalidad de responder determinadas preguntas y con base en éstas, conformar el diseño del estudio. Se podría preguntar por ejemplo *¿Qué impacto medioambiental se generaría cuando se realice la transición de la televisión análoga a la televisión digital terrestre en Colombia?*

Para responder esta pregunta es necesario tener en cuenta:

- Que el rápido cambio tecnológico y la oferta de nuevas tecnologías en el mercado de los televisores han generado una renovación masiva de estos aparatos y por

consiguiente, el retiro de los antiguos televisores que en muchos casos pasan a ser desechos eléctricos y/o electrónicos generando focos de contaminación cuando no son tratados debidamente, debido a que estos aparatos traen aparejada la problemática del tratamiento de los residuos provenientes de la industria de los televisores, cuya envergadura es progresiva y su porcentaje de crecimiento mayor, en comparación a otro tipo de residuos.

- “Que la producción y liberación de emisiones peligrosas durante el reciclaje de aparatos eléctricos y electrónicos depende del manejo que se le dé a éstos. Ciertos procesos de recuperación usados principalmente en países en desarrollo, algunas veces someten los residuos a altas temperaturas sin ningún tipo de control o uso de tecnologías diseñadas para tal fin causando daños a la salud humana y contaminando el medio ambiente” [18]. Cabe resaltar por tanto, que algunas “sustancias peligrosas que contienen algunos residuos de aparatos eléctricos y electrónicos no representan automáticamente riesgos para la salud humana y el medio ambiente” [19], debido a que estas sustancias por lo general están en forma sólida no se dispersa.
- “Que la gestión inadecuada de los residuos electrónicos, tanto la incineración sin control de emisiones como el depósito en rellenos sanitarios junto con los residuos urbanos, hace que algunos de estos contaminantes puedan llegar al suelo, al aire y/o a las aguas subterráneas. Por lo tanto, estos materiales deben ser extraídos de los equipos electrónicos una vez se han desechado, y deben ser tratados de manera diferente a los demás tipos de desechos” [18].
- Que el ACV es una técnica que ayuda a identificar “oportunidades para mejorar el desempeño ambiental de productos en las distintas etapas de su ciclo de vida”, aportar información en la toma de decisiones gubernamentales y no gubernamentales, seleccionar indicadores de desempeño ambiental pertinentes incluyendo técnicas de medición y marketing. De acuerdo con la norma técnica colombiana NTC-ISO 14040 (ICONTEC, 2007) [16], el ACV comprende cuatro fases:

La fase I: de definición del objetivo y el alcance,

La fase II: de análisis del inventario,

La fase III: de evaluación del impacto ambiental, y

La fase IV: de interpretación.

En la Fase I, “el alcance de un ACV incluyendo los límites del sistema y el nivel de detalle, depende del tema y del uso previsto del estudio. La profundidad y amplitud del ACV puede diferir dependiendo del objetivo de un ACV en particular” [16].

La fase II de análisis del inventario del ciclo de vida (ICV), “se refiere al inventario de los datos de entrada/salida en relación con el sistema bajo estudio. Implica la recopilación de los datos necesarios para cumplir los objetivos del estudio definido” [16].

La fase III de evaluación del impacto del ciclo de vida (EICV), “tiene como objetivo proporcionar información adicional para ayudar a evaluar los resultados del inventario del ciclo de vida (ICV) de un sistema del producto, a fin de comprender mejor su importancia ambiental” [16].

La fase IV de la interpretación del ciclo de vida, es la “fase final del procedimiento de ACV, en la cual se resumen y discuten los resultados del ICV o de la EICV o de ambos como base para las conclusiones, recomendaciones y toma de decisiones de acuerdo con el objetivo y alcance definidos” [16].

En este contexto, la presente investigación se centra en la fase III relacionada con la EICV para establecer los procedimientos que permitan mitigar el impacto ambiental que se genera con la transición de la televisión análoga a la televisión digital terrestre.

### 1.3.2 Evaluación del Impacto del Ciclo de Vida - EICV

La norma técnica colombiana NTC-ISO 14040 (ICONTEC, 2007) [16], define la evaluación del impacto del ciclo de vida como la fase del análisis del ciclo de vida para conocer y evaluar la magnitud de los impactos ambientales potenciales a través del ciclo de vida de un producto.

“La evaluación del ciclo de vida de un producto típico tiene en cuenta el suministro de las materias primas (*entradas*) necesarias para fabricarlo, procesos intermedios y por último el producto, incluyendo empaque y transporte de materias primas, intermedios y producto, la utilización del producto y los residuos generados por su uso” [20].

El propósito de evaluar un producto es saber cuán significativos son estos impactos ambientales, como en el caso del televisor verde de la empresa Sony, que basados en la preocupación social de los materiales peligrosos usados en la construcción de los televisores, evaluaron los impactos ambientales mediante categorías e indicadores, los cuales permitieron analizar el ciclo de vida del televisor antes y después, concluyendo que “el televisor ahorra un 14% del material y facilita el reciclado debido a que la mayoría de los plásticos están formados por el mismo polímero, entre otras ventajas” [21]. La Tabla 1-1 presenta la evaluación de impactos del televisor verde.

**Tabla 1-1:** Evaluación de impactos del ciclo de vida del televisor verde [21].

	<b>Categorías de impacto</b>	<b>Indicador ambiental</b>	<b>Factor de valoración</b>
Materias primas (plástico)	Consumo de recursos	Gramos	Según la importancia del impacto respecto a la referencia.
Energía gastada en el ciclo	Calentamiento global	Gramos de CO <sub>2</sub>	Según la importancia del impacto respecto a la referencia.
Generación de residuos	Contaminación del suelo	Según la SETAC	Según la importancia del impacto respecto a la referencia.
Nivel ruido	Contaminación acústica	Decibeles	Según la importancia del impacto respecto a la referencia.
Radiación	Contaminación radiactiva	Siever	Según la importancia del impacto respecto a la referencia.

En el caso de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) se tienen 10 categorías [19], ver Tabla 1-2.

**Tabla 1-2:** Categorías de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) [18].

N°	Categoría	Ejemplos
1	Grandes electrodomésticos	Neveras, congeladores, lavadoras, etc.
2	Pequeños electrodomésticos	Aspiradoras, planchas, secadoras de pelo, etc.
3	Equipos de informática y telecomunicaciones	Procesadores de datos centralizados (minicomputadoras, impresoras) y elementos de computación personal (computadores personales, portátiles, fotocopadoras, teléfonos etc.
4	<b>Aparatos electrónicos de consumo</b>	<b>Radios, televisores, cámaras de video etc.</b>
5	Aparatos de alumbrado	Luminarias, tubos fluorescentes, lámparas de descarga de alta intensidad, etc.
6	Herramientas eléctricas y electrónicas	Taladros, sierras y máquinas de coser.
7	Juguetes, equipos deportivos y de tiempo libre	Trenes y carros eléctricos, consolas y juegos de video
8	Aparatos médicos	Aparatos de radioterapia, cardiología, diálisis, etc.
9	Instrumentos de medida y control	Termostatos, detectores de humo o reguladores de calor.
10	Máquinas expendedoras	Máquinas expendedoras de bebidas calientes, botellas, latas o productos sólidos.

Otra clasificación usada para los aparatos eléctricos y electrónicos es mediante colores [18]:

- **“Línea blanca:** comprende todo tipo de electrodomésticos grandes y pequeños, como: neveras, lavadoras, lavavajillas, hornos y cocinas.
- **Línea marrón: comprende todos los electrodomésticos de consumo como televisores, equipos de sonido y de video.**
- **Línea gris:** comprende los equipos informáticos (computadores, teclados, ratones, etc.) y de telecomunicaciones (teléfonos móviles, terminales de mano o portátiles, etc.)”.

La presente investigación se enmarca a la vez en la categoría 4 y en la línea marrón (televisor).

Los tipos de clasificación mencionados anteriormente, tienen un enfoque eminentemente comercial. Sin embargo, desde el punto de vista de los procedimientos para mitigar el impacto ambiental de los aparatos eléctricos y electrónicos se propone aplicar la clasificación contenida en la Tabla 1-3.

**Tabla 1-3:** Procedimientos para mitigar el impacto ambiental de los aparatos eléctricos y electrónicos. Fuente: Adaptada [18].

N°	Categorías	Ejemplos	Procedimientos para mitigar el impacto ambiental
1	Aparatos destinados a la refrigeración	Neveras, congeladores, otros refrigerantes	Transporte seguro (sin roturas) y el consecuente tratamiento individual.
2	Electrodomésticos grandes y medianos (menos equipos de la categoría 1)	Todos los demás electrodomésticos grandes y pequeños.	Contienen en gran parte diferentes metales y plásticos que pueden ser manejados según los estándares actuales.
3	Aparatos de iluminación	Tubos fluorescentes, bombillos	Requieren procesos especiales de reciclaje, valorización o disposición final.
4	<b>Aparatos con monitores y pantallas.</b>	<b>Televisores, monitores TRC, monitores LCD</b>	<b>Los tubos de rayos catódicos requieren un transporte seguro (sin roturas) y el consecuente tratamiento individual.</b>
5	Otros aparatos eléctricos y electrónicos	Equipos de informática, oficina, electrónicos de consumo, electrodomésticos de la línea marrón (excepto los mencionados en categorías anteriores).	Están compuestos en principio de los mismos materiales y componentes y por consiguiente requieren de un tratamiento de reciclaje o valorización muy semejante.

En este sentido y para cumplimiento del objetivo de la presente investigación, se evaluó el impacto de la transición de la televisión analógica a la televisión digital terrestre a través del siguiente análisis del inventario: las *Entradas*, representadas en las materias primas y la energía para el proceso de producción, transporte, uso, reciclaje y eliminación de los residuos; y, las *Salidas*: representadas en los gases desprendidos durante el proceso (emisiones al aire), las radiaciones, el ruido industrial y vehicular, los vertidos al agua y suelo y/o la eliminación final del televisor.



Después de realizado el análisis del inventario de la Tabla 1-4 y basados en la norma técnica colombiana NTC-ISO 14040 (ICONTEC, 2007) [16], se evalúa cuán significativos son estos impactos ambientales asociados hacia la transición de la televisión digital y por ende los procedimientos para mitigar estos impactos.

Los impactos ambientales de la Tabla 1-4 están asociados a los procesos del inventario, que junto con las categorías de impacto y los indicadores ambientales de esas categorías representan el asunto ambiental de interés y procedimientos para mitigar dicho impacto ambiental. El uso de indicadores ambientales tiene especial importancia para la identificación temprana de alertas ambientales y la predicción de situaciones futuras.

En general, “cada medida de mitigación propuesta debe ser considerada como una actividad, de la misma forma como se consideran las demás actividades que llevará a cabo el proyecto propuesto, es decir, las medidas de mitigación propuestas deben ser evaluadas para todos los impactos potenciales en los diferentes factores/componentes y atributos ambientales” [22].

Tomando como escenario la ciudad de Bogotá (Colombia), uno de los procedimientos adoptados desde marzo de 2011 por la Secretaria de Ambiente para mitigar el impacto ambiental de los residuos eléctricos y electrónicos ha sido la de realizar jornadas de recolección de estos elementos los fines de semana (sábado y domingo) de cada mes. El balance de la campaña en marzo y abril arrojó como resultado la entrega de 551 computadores, incluidos sus partes, 344 celulares y 55 televisores. El material recogido fue llevado a las plantas de las empresas Lito S.A. y Gaia Vitare, compañías especializadas en el reciclaje de residuos electrónicos [23].

Un punto de acopio fue el almacén Carrefour de la carrera 30 con calle 19, que luego de recibidos los elementos pasaron a un proceso en el cual se les quitaron los materiales funcionales como plástico, metal y cobre. Según la Secretaria de Ambiente “las partes sobrantes y que no se pueden tratar en el país son enviadas a Canadá y Finlandia, donde se les saca el oro y la plata” [24].

Las jornadas de recolección fueron denominadas 'Ecolecta' que tuvieron como finalidad mejorar las condiciones ambientales en la ciudad y la de generar responsabilidad con aquellos residuos de aparatos eléctricos y electrónicos que ya no se usan. La campaña solamente recibió residuos de monitores, televisores y celulares, y se realizó en forma gratuita. La intención de la Secretaria de Ambiente es la de continuar con estas jornadas involucrando al sector público y el privado [23].

El hecho de organizar jornadas de recolección de residuos eléctricos y electrónicos demuestra que los gobernantes están siendo conscientes de lo importante que es proteger el medio ambiente mediante diferentes procedimientos para prevenir los impactos que genera la exposición a esos materiales cuando no son bien manejados. Materiales como el cobre, el plomo, la radiación etc., causan daños a la salud afectando directamente a los seres vivos y al ecosistema en general.

**Tabla 1-4:** Evaluación del impacto del ciclo de vida. Fuente: Adaptada [18, 21, 25, 26, 27].

Descripción		Categorías de impacto (Televisión analógica y digital)	Indicador ambiental	Procedimientos para mitigar el impacto ambiental
<b>Entradas</b>	Materia prima	“Cámara de plástico (carcasa), sistema de audio y de bocinas, tubo para imágenes y piezas electrónicas, tarjetas de circuitos, bocinas y módulos de control (para control remoto y entradas)”[26], vidrio, aluminio, plomo, mercurio, cadmio, poliestireno, ABS, metales ferrosos, cobre, estaño, material magnético, papel, material fluorescente, otros. Pantalla de vidrio sensible y anti rayones.	Gramos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tener en cuenta normas para el manejo de materiales (manuales), en las diferentes etapas del proceso.</li> <li>- Capacitación y actualización del personal.</li> </ul>
	Energía	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Televisor de tubo rayo catódico</b> (Cathode Ray Tube, CRT): Construcción del tubo para la imagen con vidrio recubierto de un componente químico especial.</li> <li>- <b>Televisor de pantalla plana:</b> corte de varias piezas de vidrio para ser colocados junto a “dos paneles, entre ambos paneles se añade un gas especial que reacciona con la electricidad. En seguida, el vidrio y los gases se colocan juntos, y se envían a una máquina que añade químicos al vidrio. Estos químicos se usan para proteger la integridad del vidrio” [26].</li> <li>- <b>Televisor digital:</b> el codificador se incorpora internamente al televisor.</li> <li>- <b>En general:</b> - Construcción de la carcasa. - Las bocinas, los módulos de control y la carcasa se juntan completando la televisión. - Conexión de los componentes electrónicos: tarjeta de circuitos, chips y cableado. - Ensamble dentro de la carcasa y pruebas de calidad.</li> </ul>	Unidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tener en cuenta normas para el manejo de materiales (manuales), en las diferentes etapas del proceso.</li> <li>- Disponer de los recursos necesarios para la seguridad industrial: elementos de protección personal, medidas de seguridad, mapas de riesgos, etc.</li> </ul>
	Transporte y uso	El Empaque y transporte hacia las tiendas y los clientes.	Unidad	Disponer de medidas de seguridad, mapas de riesgos, etc.

		Reciclaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Transformación de los componentes (tubo, vidrio, etc.) en materiales para la construcción.</li> <li>- Proceso de reciclaje: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Desensamblado: cables, antenas y carcasas.</li> <li>- Separado de componentes: tarjetas de circuitos y condensadores.</li> <li>- Tratamiento: limpieza de la superficie de los tubos con cepillo eléctrico de púas.</li> <li>- Recuperación de materiales tras el tratamiento.</li> </ul> </li> </ul>	Toneladas y kg/hab.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Separar los materiales de de forma correcta.</li> <li>- Recoger y seleccionar los materiales en el punto de origen.</li> <li>- Capacitación a recicladores formales e informales.</li> <li>- Manejo de los aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE).</li> <li>- Centros de acopio.</li> </ul>
<b>Salidas</b>		Gases desprendidos durante el proceso (Emisiones al aire: CO <sub>2</sub> )	Calentamiento global, lluvia ácida, daño a la capa de ozono, smog,	Gramos de CO <sub>2</sub>	Establecer sistemas de control para evitar y prevenir el calentamiento y la contaminación atmosférica teniendo en cuenta los lineamientos y políticas establecidas por el Ministerio de Ambiente.
		Radiaciones	Contaminación radiactiva	Sievert o rem por persona	Establecer medidas de prevención y control para evitar enfermedades.
		Ruido industrial	Contaminación acústica	Decibeles	Disponer de los recursos necesarios para la seguridad industrial (durante proceso).
		Vertidos al agua y suelo	Contaminación del agua (mares, ríos, nacimientos etc.) y/o los suelos, deterioro abiótico.	Parámetros químicos y biológicos	Medición de algunos parámetros en el agua de lluvia para saber qué tan contaminada está la atmósfera.
		Eliminación final del televisor	Contaminación del agua (mares, ríos, nacimientos etc.) y/o los suelos.	Parámetros químicos y biológicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Medición de algunos parámetros en el agua de lluvia para saber qué tan contaminada está la atmósfera.</li> <li>- “Reducir el impacto ambiental de la recogida, tratamiento y valorización de los RAEE hasta los niveles que supongan el máximo beneficio neto para la sociedad” [18].</li> </ul>

## **2 Analizar si es necesario el cambio de la Televisión Análoga a la Digital y más en esta temporada de crisis (invierno que está viviendo el país en general) con base en el Análisis del Ciclo de Vida (ACV) para la ciudad de Bogotá D. C. - Colombia**

*Se hace una breve descripción del cambio de la televisión análoga a la televisión digital en Colombia, se analizan circunstancias que influyen a la hora de tomar decisiones frente a la adopción de la tecnología digital, considerando la crisis que vivió Bogotá como consecuencia de las lluvias y con base en el análisis del ciclo de vida se evalúan los impactos ambientales, económicos y sociales.*

### **2.1 Colombia, en el cambio de la televisión análoga a la televisión digital**

Colombia se encuentra en un periodo de transición de la televisión análoga a la digital. La llegada de la televisión digital es un fenómeno que se ha venido dando con el transcurrir de los años por la creciente oferta, la globalización de los productos, las programaciones, etc. En estos procesos de transformación tecnológica amerita describir de un lado, algunos cambios que en materia de televisión se han producido a través del tiempo y del otro, algunas circunstancias que permiten analizar si el cambio de la televisión análoga a la televisión digital es necesario en el “contexto Bogotá”, en temporada de crisis.

Uno de los cambios más notables es la evolución de la calidad de la imagen, donde la señal en los años 50 llegaba en blanco y negro, luego a color, año 1979, hasta llegar a nuestros días a imágenes en alta definición, con uno o dos millones de píxeles por imagen haciendo que la resolución de la imagen sea cinco veces mejor que la tradicional [28].

Otro cambio significativo se relaciona con el diseño y tamaño de los televisores. En 1960, uno de los televisores que causó sensación tenía solamente 5 pulgadas, cincuenta años después los diseños son más grandes y los más apetecidos con tamaños que están entre 32 y 65 pulgadas con tecnologías como plasma, LCD o LED [28].

El valor del televisor se puede citar como otro cambio. “Los primeros televisores eran muy costosos, el precio superaba los \$350, mientras que el salario mínimo estaba en 120 pesos, por lo que fue necesario diseñar una estrategia para que las familias pudieran adquirir por medio de un sistema de pagos uno de los novedosos aparatos. Para las personas que les fue imposible adquirir el televisor, el gobierno nacional instaló los nuevos aparatos en las vitrinas de locales de Bogotá y Medellín, para que desde allí pudieran conocer esta nueva tecnología” [29].

Con la evolución de la tecnología también se dispone de nuevas referencias y con ello se ha incrementado el precio de los televisores: La línea Bravia de Sony por ejemplo, tiene disponibles 4 referencias LCD que van desde \$1,1 millones de pesos (32”) hasta \$1,7 millones de pesos (40”), en LED hay 18 referencias que van desde \$1,5 millones de pesos hasta \$1,9 millones de pesos en las mismas pulgadas mencionadas. Por otro lado, la marca LG, ofrece 15 referencias con precios entre \$2,5 y \$15 millones de pesos [30].

Con la llegada de la televisión digital se introduce “el concepto de interactividad en un medio pasivo como es la televisión y a la interactividad se llega desarrollando tecnologías que conviertan al receptor en un sujeto activo. Esto es, enganchar al espectador a las nuevas tecnologías mediante la interactividad. Sin embargo, con los avances logrados hasta el momento, la televisión digital se encuentra en proceso de desarrollo por lo que todavía muchas de sus posibilidades son una incógnita. Surgen entonces, continuos debates como la convergencia, entre la televisión, el computador y el papel que puede representar el usuario” [7].

## **2.2 Temporada de crisis - Impacto ambiental**

Además de los cambios en la televisión o procesos de transformación, se encuentran otras situaciones denominadas “críticas” que si bien pueden considerarse como circunstanciales influyen a la hora de tomar decisiones frente a la adopción de nuevas tecnologías. Es así como uno de los problemas más críticos que enfrenta la sociedad en todas las ciudades del mundo y desde luego Bogotá, es el problema del deterioro ambiental, considerado éste como una amenaza determinante en el cambio climático, “no sólo por la intensidad de los

impactos pronosticados en los diferentes estudios científicos disponibles”, sino por el avance de este fenómeno y su influencia en el modo de vida de las personas y la producción. Esto, como consecuencia de “un largo proceso de crecimiento económico basado en un modelo” productivo que genera desequilibrio ambiental incontrolable por la emisión de sustancias tóxicas y residuos artificiales de larga permanencia en el ambiente [31].

Quizá el aspecto que más se asocia con el cambio climático es el fenómeno conocido como calentamiento global, que consiste en un aumento de la temperatura de la atmósfera terrestre y de los mares como consecuencia de un largo proceso acumulativo de emisiones de gases que afectan directamente los sistemas naturales, sociales y económicos. El impacto más importante que causa el calentamiento global es el “efecto invernadero, fenómeno que se refiere a la absorción de algunos gases atmosféricos como H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub> y O<sub>3</sub> por parte de la energía del suelo calentado por la radiación del sol” [32].

“El efecto invernadero es necesario como efecto natural para regular la temperatura de la tierra y los océanos pero en proporciones adecuadas. El aumento de esa proporción aumentaría la temperatura debido al calor que se acumula en la baja atmósfera produciendo el calentamiento” [32].

En este sentido, se han propuesto diferentes medidas encaminadas a mitigar el impacto ambiental, entre las que se cuenta el Protocolo de Kyoto adoptado en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático el cual tiene como objetivo la estabilización de la concentración de gases de efecto invernadero, además promueve la reducción de gases contaminantes, principalmente CO<sub>2</sub> [32].

Algunos países desarrollados y otros en vía de desarrollo se han propuesto impulsar el uso de tecnologías más limpias, menos contaminantes que unidas a la implantación de políticas suavicen el impacto ecológico y ayuden a reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>, permitiendo definir áreas de intervención, implementar el uso de energías renovables y hacer un uso más eficiente y razonable de la energía [32].

Según el director del IDEAM, Omar Franco, actualmente ya se vive las consecuencias del cambio climático con pérdidas de entre 3% y 5% de la cobertura glaciar por año, aumento de la temperatura del aire, principalmente en zonas de alta montaña, aumento de eventos extremos de precipitación y aumento en los niveles del mar [33]. Los expertos coinciden en afirmar que el calentamiento global está generando modificaciones en el clima, y como consecuencia de ello se producen intensas lluvias las cuales van a perjudicar de distinta manera a las poblaciones.

### **2.3 Análisis de Ciclo de Vida (ACV) – Impacto ambiental para la ciudad de Bogotá D.C. – Colombia**

Analizar si es necesario el cambio de la televisión analógica a la digital implica tener en cuenta que la tecnología disponible está en constante cambio razón por la cual se sugiere renovar equipos y procesos tecnológicos que a su vez aporten protección al medio ambiente. Sin embargo, el rápido y permanente cambio tecnológico trae aparejado impactos ambientales no solo en el contexto del cambio climático sino de otros impactos ambientales como las temporadas de invierno en la ciudad de Bogotá.

Debido a la ubicación de Bogotá en la zona de confluencia intertropical, “la ciudad ha enfrentado en los últimos 30 años graves inundaciones que afectaron la vida cotidiana de los habitantes y produjeron importantes pérdidas económicas” [34]. Entre los años 2011 - 2012, la capital del país vivió un invierno más intenso de lo regular, en medio de fuertes lluvias y granizo trayendo consigo crecientes súbitas de aguas en las vías, deslizamientos, inundaciones, avalanchas, desbordamiento de las quebradas y desplomes de viviendas por movimiento de tierra, por lo que muchos barrios terminaron inundados, especialmente los marginados, pues al entrar el agua a sus casas ocasionaron daños en los electrodomésticos y enseres, dejando una estela de lodo y fétidos olores afectando directamente la salud de las personas [35].

Con el cese de las lluvias, “comenzará la temporada seca en los últimos días del año y así como los fuertes torrenciales dejaron efectos negativos, una posible sequía también perjudicó a los habitantes de la capital, sobre todo al sector agrario. Para el 2013, se espera



que el invierno disminuya hacia mediados de diciembre, dando paso a la temporada seca de final de año y comienzos de 2014” [36].

A lo anterior se le suma la inadecuada intervención del hombre en su afán por construir en zonas no aptas para ello, sin tener en cuenta el cumplimiento mínimo de los requisitos técnicos, las características geográficas, hidrometeorológicas, geológicas y geotécnicas. Según la Norma Sismo Resistente del 2010, NSR-10, “Bogotá se encuentra en una zona de amenaza sísmica intermedia con zonas de potencial dilatación de suelos y donde algunas construcciones son muy vulnerables a los efectos de los sismos - fallas geológicas. En principio, estos fenómenos se consideran amenazas socio-naturales, ya que muchas de las laderas que conforman los cerros de Bogotá tienen una predisposición natural a deslizamientos” [34].

Generalmente las casas de las comunidades marginales están construidas en zonas cuya ubicación geográfica es altamente vulnerable a los distintos impactos ambientales, son comunidades con alto crecimiento demográfico, en situación de abandono, en gran parte por la corrupción de los gobernantes, pobreza, “mala administración de los recursos, falta de control y presencia de autoridades como la policía y el ejército, carencia de servicios públicos vitales como el agua en algunos barrios, pésima recolección de desperdicios por parte de las empresas de servicios públicos”, entre otros. Por lo general, todos estos factores hacen a las comunidades marginales altamente vulnerables en lo económico, en lo social y especialmente en su salud [37].

En lo económico porque no disponen de recursos que les permita ubicarse en sitios más seguros, en lo social por la indolencia de los gobernantes, de las autoridades en general y de gran parte de la sociedad frente a los menos favorecidos, y en la salud porque además de tener que afrontar las crisis provocadas por fenómenos naturales, se suma el hecho de estar expuestas a contraer diferentes enfermedades por los altos niveles de contaminación que tienen que soportar como consecuencia de los gases que emiten las fábricas, las industrias, el comercio en general y por la acumulación de basuras con diversos materiales, entre los que se cuentan los orgánicos, eléctricos y electrónicos, especialmente las

sustancias tóxicas, elementos y/o productos descartables de los televisores y otros electrodomésticos, basura electrónica [34, 37].

La Tabla 2-1, presenta una breve descripción de “las sustancias tóxicas que libera la basura electrónica y que pueden producir daños tanto a la salud humana como al medio ambiente” [38]. Esto, enmarcado dentro de los principios fundamentales del ACV, concretamente el principio de la integridad, el cual considera en un solo estudio y con una perspectiva transversal todos los atributos y aspectos del medio ambiente y de la salud humana.

**Tabla 2-1:** Daños potenciales para la salud humana y el medio ambiente de algunos componentes de aparatos eléctricos y electrónicos [39, 40, 41].

<b>Descripción</b>	<b>Daños potenciales para la salud humana</b>	<b>Daños potenciales para el medio ambiente</b>
Materiales ignífugos bromados “(retardantes de flama), utilizados en tarjetas de circuito y cubiertas de plástico” [39].	“Cancerígenos y neurotóxicos. También pueden inferir así mismo en la función reproductora” [40].	“En los vertederos son solubles, en cierta medida volátiles, bioacumulativos y persistentes. Al incinerarlos se genera dioxinas y furanos” [40].
“Cadmio (Ca), se encuentra en las baterías recargables, contactos y conexiones de monitores de tubo de rayo catódico” [41].	“Posibles efectos irreversibles en los riñones y en los huesos” [40].	“Bioacumulativos, persistentes y tóxico para el medioambiente” [40].
“Cromo (VI) que forma parte de las cubiertas de metal” [41].	“Provoca reacciones alérgicas; bronquitis asmáticas y alteraciones en el ADN” [40].	“Las células lo absorben muy fácilmente, efectos tóxicos” [40].
“Plomo (Pb), está en los monitores de tubo de rayo catódico y en las soldaduras” [41].	“Posibles daños en el sistema nervioso, los riñones, endocrino y cardiovascular” [40].	“Acumulación en el ecosistema; efectos tóxicos en la flora, la fauna y los microorganismos” [40].
“Mercurio (Hg), se usa en el sistema de iluminación de los monitores de pantalla plana” [41].	“Posibles daños al cerebro y tiene impactos acumulativos” [40].	“Disuelto en agua se va acumulando en los organismos vivos” [40].

La recolección y tratamiento de las basuras en general y en especial los residuos eléctricos y electrónicos impactan de manera sensible a la ciudad de Bogotá. Al igual que en “muchas partes del mundo, la inadecuada disposición de los residuos y desechos sólidos

encabezan la lista de problemas ambientales” [42]. “Se estima que entre Bogotá, Cali, Medellín y Barranquilla, se producen semanalmente unas 88.100 toneladas de basura, de las cuales sólo recogen el 70%. El resto de residuos sólidos permanece en el medio, esto es, en las calles, caños, alcantarillas y potreros” [43].

“La ciudad con mayor deficiencia del servicio es Bogotá con un 54% (Ministerio de Desarrollo, 1996)” [44]. Como parte de las soluciones, “se han propuesto y ejecutado diversos planes y programas, que abarcan localidades, regiones o un país entero; esto indica que no se trata de un tema desasistido y que por el contrario hay preocupación en lo que respecta al problema de la basura” teniendo en cuenta que este problema se intensifica especialmente en temporada de lluvias [45].

En este contexto, es conveniente afrontar el cambio de la televisión análoga a la televisión digital con base en el análisis del ciclo de vida evaluando no solo los aspectos e impactos ambientales sino los aspectos e impactos económicos y sociales, que generalmente están fuera del alcance del ACV [12] y que se pueden combinar con otras herramientas del ACV para análisis más profundos en la toma de decisiones conducentes a mejorar el desempeño ambiental y a analizar si es necesario este cambio.

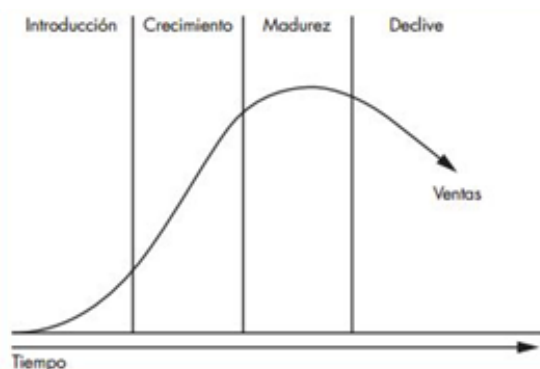
#### **2.4 Análisis de Ciclo de Vida (ACV) - Impacto económico**

El impacto económico de un proyecto se orienta al uso de los recursos financieros del proyecto. Una aplicación directa del ACV en la implementación del servicio de TDT, es el desarrollo de políticas planteadas para el financiamiento/subsidio del equipo receptor y las condiciones de entrega del subsidio al usuario. Conviene entonces, “llevar a cabo el análisis de costo ya sea por organismos de radiodifusión, los propietarios u otras entidades interesadas”. Además de realizar el análisis financiero de los equipos disponibles para la nueva infraestructura en la implementación del cambio de la tecnología [46].

Otra aplicación directa del ACV en el cambio de la televisión análoga a la televisión digital es el marketing [16] del televisor analizada en cuatro etapas: la introducción, el

crecimiento, la madurez y el declive de las ventas [47], como se ilustra en la gráfico de la Figura 2-1.

**Figura 2-1:** Marketing del televisor [47].



La etapa de la *introducción*, tiene un grado de “incertidumbre y riesgo, ya que el producto es aún poco conocido. Su duración depende del grado de novedad y de su adaptación a las necesidades del consumidor” [48].

En la etapa de *crecimiento*, “el producto ya ha sido aceptado por el mercado, la inversión es cuantiosa para financiar la expansión tanto del sistema productivo como de la comercialización y aumentan las empresas competidoras atraídas por el incremento rápido de las ventas. En esta etapa la demanda empieza a acelerarse y el tamaño del mercado total crece rápidamente” [48].

En la etapa de *madurez*, “se reducen los costos de fabricación, se ofrece una gama más amplia del producto para hacer frente a segmentos diferenciados, los beneficios por unidad empiezan a disminuir, aunque pueden estarse alcanzando los mayores beneficios totales. En esta etapa hay saturación del mercado, la demanda apenas crece y si lo hace es en su mayor parte debido a las tasas de reposición del producto y de la formación de nuevas unidades de consumo hasta alcanzar un nivel estable” [48].

En la etapa de *declive*, “el producto empieza a perder atractivo para los consumidores que ya empiezan a ser atraídos por nuevos productos que satisfacen la misma necesidad de

forma más completa y como consecuencia las ventas descienden. La oferta superará a la demanda, se reduce el número de empresas que producen el producto así como su gama, la competencia intensa reduce los precios y la rentabilidad. Se plantea la eliminación del producto como ejemplo la de los televisores antiguos de tubo de rayo catódico y su sustitución por la nueva tecnología” [48].

En términos generales, se ha señalado que en Latino América y el Caribe, “el rápido incremento en las ventas de equipos de tecnologías de la información está llevando cada vez mayores cantidades de residuos electrónicos. A escala global, se estima que se produce entre 20 y 40 millones de toneladas de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos por año, lo que equivale aproximadamente al 5% del total de los residuos sólidos del planeta” [18]. Esto ha suscitado gran preocupación en los gobernantes que los ha llevado a establecer normas que regulen el manejo de los diferentes residuos que se generan durante los procesos de ACV de los aparatos. A nivel internacional se cuenta con la Ley 253 de 1996, Convenio de Basilea, “que regula el movimiento transfronterizo de desechos peligrosos y asigna obligaciones para el manejo ambientalmente racional de los mismos” [19].

En Colombia, la Constitución Política en el “Artículo 81 de 1991, prohíbe la fabricación, importación, posesión y uso de armas químicas, biológicas y nucleares, así como la introducción al territorio nacional de residuos nucleares y desechos tóxicos” [49]. Según el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia “no existe una ley general sobre residuos, sin embargo se tienen dos marcos legislativos para el tema de residuos. La Ley 142 de 1994 por la cual se establece el Régimen de Servicios Públicos domiciliarios para los residuos sólidos; y las Ley 430 de 1998 y la ley 1252 de 2008 sobre responsabilidades en el manejo integral de residuos peligrosos y sobre normas prohibitivas referentes a los residuos y desechos peligrosos respectivamente y se dictan otras disposiciones” [50].

Finalmente, la Ley 1672 del 19 de julio de 2013, “Por la cual establecen los lineamientos para la adopción de una política pública de gestión integral de Residuos de Aparatos

Eléctricos y Electrónicos (RAEE) generados en el territorio nacional. Los RAEE son residuos de manejo diferenciado que deben gestionarse de acuerdo con las directrices que para el efecto establezca el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Las disposiciones de la presente ley se aplican en todo el territorio nacional y por consiguiente a la ciudad de Bogotá, a las personas naturales o jurídicas que importen produzcan, comercialicen, consumen aparatos eléctricos y electrónicos y gestionen sus respectivos residuos” [51].

## **2.5 Análisis de Ciclo de Vida (ACV) – Impacto social**

En el Análisis de Ciclo de Vida en el cambio de la televisión análoga a la televisión digital, se evalúan los impactos socio-ambientales y socio-económicos a lo largo de todo su ciclo de vida, es decir, desde la adquisición de la materia prima, pasando por la producción, utilización, tratamiento final, reciclado, hasta su disposición final como residuo.

Los impactos socio-ambientales se analizan en un entorno natural comprendido por recursos naturales renovables entre los que se encuentra el agua, aire, suelo, fauna y flora, y por los recursos no renovables comprendidos principalmente por los recursos del subsuelo. Con la aparición del hombre en ese medio, se tiene la posibilidad de perturbarlo considerablemente, ya sea por las diversas formas de ocupación del mismo, como el hecho de interactuar entre sí con los diferentes grupos de personas, implicando a su vez numerosas formas de apropiación y uso de los recursos del ambiente natural o transformado, de la distintas maneras para satisfacer sus necesidades o estilo de vida; de los valores, modos y comportamientos que actúan respecto a la cultura ambiental [52].

Los cambios sufridos por el medio ambiente como consecuencia de la interrelación entre las variables sociales y ambientales tienden a afectar en diversos grados las distintas condiciones de vida de la población bogotana [52]. En esta interrelación que se da en forma natural entre las diferentes comunidades y a la vez, entre éstas y el medio ambiente, se produce por una parte un intercambio de información que hoy en día se da en forma digital, y por otra, aplicar y evaluar políticas encaminadas al fortalecimiento y redefinición del papel del gobierno en los procesos ambientales y sociales como aplicación directa del

ACV en el manejo de los RAEE. Igualmente el impacto social del cambio de la televisión análoga a la digital terrestre se puede medir en términos de inclusión y generación de oportunidades productivas para la población recicladora de oficio [53].

Para los impactos socio-económicos es necesario incluir los costos del proyecto como es el presupuesto para la transición de la televisión digital terrestre, la utilización de las redes y equipos analógicos existentes, los costos del nuevo televisor o en su defecto el decodificador, entre otros. La presencia del ser humano en la transición de la televisión análoga a la TDT involucra beneficios para el usuario derivados de la denominada convergencia (televisor, computador, celular, etc.), de las políticas gubernamentales para la entrada a la televisión digital terrestre y la cobertura del servicio a corto, mediano y largo plazo para la población bogotana [54].

Independientemente del impacto ambiental, económico y social que experimentaron los habitantes de Bogotá, debido a las crisis explicadas en ítems anteriores ya sea por causa de los fenómenos naturales, por la inadecuada intervención del hombre en el medio ambiente, por los recursos financieros del proyecto y por la interrelación que se da en forma natural entre las diferentes comunidades y a la vez, entre éstas y el medio ambiente, la transición de la televisión análoga hacia la televisión digital en la ciudad de Bogotá, tomando en cuenta las posiciones a favor o en contra de adoptar la TDT, es necesaria.

Por lo anterior, se debe explicar ampliamente a los usuarios que la TDT no solo se compone de progreso tecnológico sino también de una variada gama de ofertas de contenidos, imágenes, sonido y canales. Sin embargo las condiciones económicas de los usuarios serán determinantes a la hora de la toma de decisiones para dar el paso de la televisión análoga a la televisión digital. Igualmente depende de los planes que ofrezca el gobierno a los consumidores, con preferencia a los hogares de menos recursos económicos.

### **3 Realizar unas recomendaciones que ayuden a mitigar el impacto ambiental de acuerdo a la transición de la televisión Análoga a la TDT en Bogotá - Colombia durante el año 2011-2013**

*En este capítulo se presentan algunas recomendaciones a tener en cuenta para ayudar a mitigar el impacto ambiental generado en la transición de la televisión análoga a la televisión digital. Para ello, se definen las medidas de mitigación como la disminución de la severidad de los impactos adversos y la maximización de los impactos benéficos.*

#### **3.1 Medidas de mitigación**

Weitzenfeld define “medidas de mitigación como la implementación o aplicación de cualquier política, estrategia, obra y/o acción tendiente a eliminar o minimizar los impactos adversos que pueden presentarse durante las etapas de ejecución de un proyecto (construcción, operación y terminación) y mejorar la calidad ambiental aprovechando las oportunidades existentes” [55].

Inicialmente las medidas de mitigación de impactos eran limitadas ya que estaban enfocadas a disminuir la severidad de los impactos adversos los cuales incluían varias acciones como [22]:

- “Evitar el impacto total al no desarrollar todo o parte de un proyecto.
- Minimizar los impactos a través de la limitación de la magnitud del proyecto.
- Rectificar el impacto a través de la reparación, rehabilitación o restauración del ambiente afectado.
- Reducir o eliminar el impacto a través del tiempo, por la implementación de operaciones de preservación y mantenimiento durante la vida útil del proyecto.
- Compensar el impacto producido por el reemplazo o sustitución de los recursos afectados” [56].



Actualmente, la tendencia “es no solo disminuir los impactos adversos sino incluir la maximización de los impactos benéficos” [57]. Estos impactos benéficos incrementan los recursos existentes con relación a sus funciones ambientales como [22]:

- “*Mejorar*, requiere de una amplia gama de acciones técnicas para el diseño y la administración para aumentar una función ambiental de un producto según el proyecto.
- *Aumentar*, incrementar el área o tamaño de un recurso ambiental existente.
- *Desarrollar*, crear recursos ambientales específicos en un área donde actualmente están ausentes”.

Dentro de las medidas de mitigación también se incluyen [22]:

- “Medidas de ingeniería o estructurales”.
- “Medidas de manejo o no estructurales”.
- “Revisión de políticas”.

### **3.1.1 Medidas de ingeniería**

Por lo general, las *medidas de ingeniería* “han sido la solución más común para la mitigación de los impactos adversos de un proyecto, entre las cuales incluyen: tratamiento de desechos o el uso de equipo y/o material alternativos con objeto de mejorar el efluente que se descarga al ambiente. Esta solución se considera como una parte del diseño de ingeniería del proyecto. Los técnicos que estudian los impactos ambientales de un proyecto pueden proporcionar información valiosa para la selección de estas medidas, pero es el diseñador el responsable de incluir dichas medidas en el proyecto” [56].

### **3.1.2 Medidas de manejo**

“Involucran el conocimiento de las condiciones de operación del proceso con el fin de ajustarlas a las necesidades ambientales. Se basan en el reconocimiento de que existen niveles tolerables de impactos sobre el ambiente, los cuales pueden variar con el tiempo. Por lo tanto, los objetivos de estas medidas son el monitorear las condiciones ambientales y el mantener un nivel de impacto dentro de los rangos aceptables y/o tolerables” [56].

### 3.1.3 Revisión de políticas

“La revisión de políticas involucra una comparación entre la necesidad de instituir el proyecto y el deseo de cumplir con las normas y/o criterios ambientales existentes y complementa las medidas de mitigación de ingeniería y de manejo” [56].

La imparcialidad y la franqueza son dos principios que se deben respetar cuando se adopta la revisión de políticas, normas y criterios ambientales. El objetivo de la imparcialidad debe ser el evaluar más que el justificar. Algunos proyectos tienen un beneficio neto marginal, lo cual no justifica el no cumplir con las normas o criterios existentes, otros proyectos son de gran beneficio, por lo que se puede justificar el revisar el criterio o norma. Sin embargo, sólo la evaluación imparcial puede determinar cuál es el caso.

La franqueza, es necesaria para informar al público y para evitar controversias. Muchas de las objeciones a las exenciones específicas de criterios o normas, en menor grado se relacionan con el proyecto mismo que con la forma en que fueron establecidas. Con base en lo anterior, resulta necesario que el público tenga acceso a: las normas o criterios que han sido revisadas y el grado de justificación técnico-científica; los efectos adversos que puedan resultar; los beneficios que se anticipan; las medidas de ingeniería y de manejo disponibles para reducir, aunque no eliminar, la violación a los criterios o normas vigentes

La revisión de políticas puede ayudar a mejorar y actualizar las normas y criterios establecidos, por ejemplo, el Acuerdo 004 de la Comisión Nacional de Televisión (CNTV) del 20 de diciembre de 2011 “por el cual modifica los artículos 1 y 7 del Acuerdo 008 de la CNTV del 2010 y actualiza el estándar para la televisión digital terrestre en Colombia” [14]. Otro ejemplo aplicaría para los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos RAEE, mediante la Ley 1672 de julio 19 de 2013 “por la cual se establecen los lineamientos para la adopción de una política pública de gestión integral de los RAEE” [51]. “La revisión, imparcial y franca, de las normas y políticas deben ajustarse a los objetivos de la administración ambiental” [56].

### **3.2 Recomendaciones que ayudan a mitigar el impacto ambiental de la transición de la televisión analógica a la televisión digital**

El proceso de transición de la televisión analógica a la digital ha generado un impulso acelerado hacia la innovación tecnológica lo que ha incrementado las ventas de los nuevos televisores y una permanente disposición de los usuarios a cambiar los aparatos viejos por los nuevos que en Colombia se ofrecen a bajos costos. Los bajos precios que ofrece el comercio sumado a la calidad de los materiales con que se construyen los aparatos, hace que la vida útil de los mismos sea más corto cada día y los productos se tornen obsoletos muy pronto [58], es por ello que surge la siguiente pregunta: ¿Qué hacer con los televisores analógicos?; y para resolver esta inquietud se deben tener en cuenta lo siguiente:

Los televisores análogos se pueden seguir utilizando adaptándoles un decodificador que convierta la señal analógica en señal digital; se pueden reciclar la mayoría de sus partes; se pueden desechar como basura; en este caso, se les debe dar un tratamiento adecuado seleccionándolos y depositándolos adecuadamente en sitios destinados a tal fin. Si estos desechos se tratan como basura normal, pueden convertirse en basura electrónica con consecuencias altamente peligrosas para el suelo, el agua, el aire y los seres vivos, pues contienen materiales tóxicos que pueden contaminar el medio ambiente en general y por consiguiente la salud de las personas [59].

Recordemos que el televisor analógico está hecho con tecnología de “tubo de rayos catódicos, tecnología que permite visualizar imágenes mediante un haz de rayos catódicos constante dirigido contra una pantalla de vidrio recubierta de fósforo y plomo” [60]. Los televisores más antiguos comenzaron utilizando metales pesados como cadmio, plomo, cromo, níquel y los ignífugos, además de mercurio y plásticos bromados. Estos metales “al ser desechados, reaccionan al contacto con el agua y la materia orgánica, liberando tóxicos al suelo y a las fuentes de aguas subterráneas. Debido a su carácter no biodegradable, estos desechos atentan contra el ambiente y la salud de los seres vivos” [61]. Cuando los desechos son dispuestos inadecuadamente en la calle, en espacios a cielo abierto, en

cauces de ríos, terrenos baldíos, rellenos sanitarios los componentes altamente tóxicos son liberados y se pueden convertir en potencial fuente de contaminación.

Los desechos eléctricos y electrónicos que se originan cuando finaliza la vida útil de los equipos o aparatos constituyen los RAEEES. Estos, además de las sustancias químicas tóxicas y los metales pesados, contiene al mismo tiempo, materiales valiosos como oro, plata, platino o cobre, generando incremento de residuos cuyo destino final en nuestro país serán los rellenos sanitarios, los ríos o los basureros callejeros convirtiéndose en sitios de alta contaminación ambiental. Y Aunque la fabricación de los nuevos aparatos ha ido cambiando, esos muchos de esos elementos todavía se usan para su construcción [62].

A continuación se describen brevemente los componentes tóxicos altamente peligrosos y contaminantes que contienen los RAEEES los cuales afectan el medio ambiente y la salud humana.

- El plomo comúnmente usado en diferentes aplicaciones en la industria eléctrica y electrónica “es un metal pesado que puede tener efectos muy serios en la salud de los humanos, pues, cuando entra en el cuerpo, se acumula en los huesos”, Entre los daños que causa a los organismos se puede mencionar entre otros: Alteración del sistema circulatorio, de la presión sanguínea, de los riñones, abortos deterioro intelectual por afectar el cerebro, problemas de aprendizaje, agresión e hipersensibilidad en los niños [63].
- El Arsénico es un elemento metálico tóxico, la exposición a este componente puede provocar enfermedades en la piel, afecta el sistema nervioso, “puede causar cáncer de pulmón. Es un elemento químico esencial para la vida aunque tanto el arsénico como sus compuestos son extremadamente venenosos” [64].
- El cadmio por su larga vida fácilmente se puede acumular en cantidades que provocan síntomas de intoxicación. “Una exposición a largo plazo puede producir cáncer de

pulmón, daño en los riñones y enfermedades óseas (osteomalacia y osteoporosis), fallas en la reproducción e incluso posibilidad de infertilidad” [64].

- El cromo y sus óxidos “se utilizan ampliamente por su alta conductividad y sus características anticorrosivas. Es fácilmente absorbido por el cuerpo humano y puede provocar varios efectos tóxicos en las células. La exposición crónica a los componentes del cromo puede causar daños en los ojos y el ADN” [64].
- El mercurio, “es uno de los metales más tóxicos que todavía se utiliza en los productos eléctricos y electrónicos” [64]. Además, “es el único metal que se presenta líquido a la temperatura ambiente, es sumamente volátil, con alta capacidad para formar compuestos orgánicos e inorgánicos. Al ponerse en contacto con un ambiente acuático, se transforma en metilmercurio, un potente neurotóxico que se acumula por medio de la cadena trófica, en los peces, en los humanos y en la fauna silvestre que de ellos se alimenta. Se cree que el metilmercurio es uno de los seis peores contaminantes del planeta. El mercurio nunca desaparece del ambiente” [65].

“La contaminación por mercurio es importante por sus efectos sobre la salud humana y por su repercusión sobre la contaminación del medio ambiente. Al igual que el plomo, es un metal pesado tóxico que se almacena en el organismo causando daños cerebrales y hepáticos” [66]. “Las principales fuentes de contaminación por mercurio son las naturales debido a los desprendimientos o el desgaste de la corteza terrestre, y la causada por el hombre en los procesos industriales, que es la más importante y la que causa el 75 por ciento de las contaminaciones” [65].

- Materiales ignífugos, “la palabra ignífugo es un término que se emplea para definir la cualidad de un objeto, artefacto o material para no encenderse en caso de incendio. Algunos elementos ignífugos incluso poseen la capacidad de retrasar las llamas durante un incendio. Estos materiales impiden que se expanda el fuego, al igual que las cenizas, el humo y los gases tóxicos, pues estos son los principales causantes de muerte durante

un incendio. Aspectos importantes como elegir el material ignífugo adecuado e instalarlo, es cosa que deben hacer los profesionales capacitados para tal fin” [67].

- El plástico PVC es también muy utilizado en las fábricas de aparatos electrónicos. Estas sustancias son peligrosas, generan contaminación, los trabajadores están expuestos a los efectos de la contaminación. La colocación de este tipo de residuos en los basureros ponen en riesgo la salud de las personas y contaminan el ambiente debido a que contienen componentes peligrosos.

Dentro de los materiales peligrosos de los RAEE también encontramos el CFC (clorofluorocarburos, empleados principalmente en la industria de la refrigeración, en los aislantes térmicos, etc.) [68]. Igualmente, encontramos otros consumos masivos de productos con características peligrosas como los plaguicidas, medicamentos vencidos, baterías de plomo ácido, pilas, baterías y bombillas [69].

Pero ¿Cuáles son los residuos más contaminantes? “todos los RAEE contaminan si no son recogidos selectivamente y tratados adecuadamente en instalaciones autorizadas para su descontaminación y valorización. Sin embargo, si el tratamiento es inadecuado se destaca un mayor impacto en los equipos de frío (frigoríficos, congeladores, aires acondicionados, etc.) seguido de los televisores y monitores y de las lámparas (fluorescentes, compactas, de bajo consumo, etc.)” [70].

Con base en lo expuesto se puede decir que ante esta situación existe gran preocupación en Colombia por la falta de planes definidos para el reciclaje de millones de televisores analógicos que serán desechados a medida que se vaya dando el apagón analógico, ya que sus componentes tóxicos podrían dañar al ecosistema al tardar años en degradarse.

A continuación se describen algunas recomendaciones que ayudan a mitigar el impacto ambiental en el proceso de transición de la televisión analógica a la televisión digital, con base en la norma técnica colombiana NTC-ISO 14040 (ICONTEC, 2007). Estas

recomendaciones incluyen normas, criterios, políticas, estrategias además de acciones/aspectos que ayuden en la mitigación.

- Es conveniente sugerir a los consumidores que cuando vayan a adquirir un televisor exijan que éste tenga la ecoetiqueta. “Las etiquetas ecológicas o ecoetiquetas, son símbolos que se otorgan a aquellos productos cuya producción y reciclado producen un menor impacto sobre el medio ambiente debido a que cumplen una serie de criterios ecológicos definidos previamente por el análisis de su ciclo de vida” [71].
- Se sugiere que para la recepción de la televisión digital terrestre, el usuario adquiera un nuevo televisor o en su defecto un decodificador con el estándar europeo DVB-T2 adoptado por Colombia [14]. Para el usuario que cuente con su televisor viejo pero compatible con el sistema de televisión digital, debe conectar una antena común a una de las entradas coaxiales, entrar al menú del televisor, buscar la configuración de señales digitales y elegir la opción de sintonización automática.
- En caso de adquirir un televisor digital nuevo, el usuario deberá verificar que el equipo reúna las siguientes características técnicas: codificación de audio y video MPEG-1 y MPEG-2; que el televisor sea compatible con el estándar NTSC-M de emisión de televisión analógica convencional en Colombia y por ende en Bogotá; el sistema de alimentación de los equipos también deberá ser compatible con los niveles de tensión y frecuencia (120V-60Hz); deberá soportar el sistema de Guía Electrónica de Programación (EGP), el sistema de búsqueda de canales automáticos entre otros [11].
- “Si los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos son de origen doméstico, el productor (fabricante, importador o exportador) debe hacerse cargo de los costes de la gestión, incluida la recogida desde las instalaciones de almacenamiento temporal establecidas por los entes locales o desde los distribuidores, de los residuos que se generan tras el uso de dichos aparatos desde que se pone en el mercado. En el caso de que el residuo provenga de origen profesional, existe la posibilidad de llegar a un

acuerdo con un Sistema Integrado de Gestión (entidades constituidas por los productores) o bien contratar el servicio a través de un gestor autorizado” [70].

- Se recomienda que los ciudadanos bogotanos se dirijan a sitios especializados para depositar los televisores, computadores, impresoras, parlantes, teclados, celulares, neveras, etc., así como los residuos o desechos peligrosos que estén fuera de uso para ser valorizados, reciclados o aprovechados por empresas que cumplan con la normatividad ambiental vigente. Estas empresas se pueden consultar en las páginas Web de las Autoridades Ambientales de Bogotá como: la Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá (SDA) y la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) [72].
- Controlar el manejo adecuado de la tecnología en desuso a través de “alternativas impulsadas por el gobierno, las cuales consisten en el intercambio de residuos y subproductos industriales, mediante transacciones de compraventa entre demandantes y ofertantes, permitiendo así que una buena parte de sus componentes sea reintroducidos en las cadenas productivas” [43].
- “Dentro de los requerimientos para un conveniente tratamiento de los desechos de los aparatos eléctricos y electrónicos se sugiere la colaboración ciudadana en una práctica tan sencilla como es el seleccionar el material que puede ser reutilizado” [73]. No hacerlo puede convertirse en residuos peligrosos para la salud y para el ambiente.
- Organizar campañas de educación ciudadana para reciclar los aparatos eléctricos y electrónicos, de esta forma preservar el medio ambiente siguiendo las tres erres del ecologismo: reducir, reutilizar y reciclar. Reducir se refiere a su uso, tener solo lo necesario. Reutilizar significa darles una vida más larga, es decir, si un televisor aún funciona se puede regalar, donar a una fundación, etc. Reciclar se refiere a someter materiales usados o desperdicios a un proceso de transformación para ser nuevamente utilizables. De esta manera, se ahorran recursos naturales y energía, se disminuye el volumen de los residuos sólidos y se alarga la vida útil de los rellenos sanitarios, se



reduce la contaminación, se ahorran materias primas para la fabricación de nuevos productos y se abren oportunidades de negocios que pueden generar ingresos a comunidades de escasos recursos [74].

- Realizar jornadas de recolección de aparatos eléctricos y electrónicos que se encuentren sin uso como: televisores, computadores, impresoras, parlantes, teclados, celulares, neveras, etc., con el fin de que estos aparatos electrónicos en desuso no sigan indebidamente en las viviendas o terminen en el relleno sanitario Doña Juana (Bogotá). “La Secretaria Distrital de Ambiente en el año 2010 lanzó la campaña “Ecolecta: piensa, luego recicla” en la ciudad de Bogotá. En la ciudad se generó cerca de 21.959 toneladas de residuos electrónicos, de los cuales el 39.8% (8.748 toneladas) corresponde a neveras y lavadoras, otro 38.7% (8.511 toneladas) a equipos de sonido, televisores, hornos, y reproductores de DVD y un 18.5% (4.068 toneladas) a computadores y celulares. Según el estudio, de esas toneladas solo fueron recicladas 1.400. Los sitios propuestos para la recolección de los aparatos son: almacenes Éxito de Las Américas, Suba y Bosa, y Jumbo (antiguo Carrefour) de la calle 170, Hayuelos y carrera 30” [75].
- Establecer políticas ambientales gubernamentales conducentes al diseño, aplicación y evaluación de modelos de reciclaje teniendo en cuenta la legislación y demás normas establecidas sobre la conservación del medioambiente, entre las cuales se mencionan ley 1672 de julio 19 de 2013 [51].
- Hacer seguimiento a la implementación y ejecución de políticas, leyes y decretos establecidos sobre preservación del medio ambiente tanto en el sector público como el privado. Por ejemplo, el Alcalde Mayor de Bogotá teniendo en cuenta la Constitución Política de Colombia y las disposiciones emitidas por las Naciones Unidas por Decreto 564 de 10 de diciembre 2012, indica en el Artículo 3° “A partir del dieciocho de diciembre del año en curso, todo usuario del servicio público domiciliario de aseo, deberá presentar los residuos para su recolección de manera separada; en bolsas negras, el material ordinario no reciclable y en bolsas blancas, el material reciclable” [76].

- Participar en los foros y charlas de sensibilización realizados por la Autoridad Nacional de Televisión (ANTV) implementados a partir de Septiembre de 2013 sobre la TDT. En estos foros conoceremos cuáles son las ventajas, desventajas y condiciones para acceder a la TDT, también podrá aclarar sus inquietudes sobre el cambio de los televisores y la migración de la televisión análoga a televisión digital, entre otros [77].
- Se recomienda que entre los 3 tipos de televisores que cubren el mercado en la actualidad (Led, Plasma y LCD) se elija el más ecológico o el que menos contamina de acuerdo con las diferencias que se presentan en la Tabal 3-1.

**Tabla 3-1:** Componentes de los televisores Led, Plasma y LCD que contaminan [78].

TV Led	TV Plasma	TV LCD
Televisores con tecnología de retro iluminación, es decir, que cada bombillita o LED, consume energía independiente pero la comparte con el siguiente ahorrando así más cantidad de recursos. Su bajo consumo de energía, hace de esta tecnología la más costosa en el mercado. Además, son completamente biodegradables (ciclo de vida útil más corto) comparado con los TV Plasma y TV LCD.	Funcionan con Xenon, Argon y Neón, gases que aunque no reactivos (o peligrosos al medio ambiente) sí consumen más energía que los TV Led y LCD. Si usted pone la mano a unos 3cm o 5cm de la pantalla, se dará cuenta que emana calor.	Cuentan con lámparas de mercurio, un material tan contaminante que los fabricantes de televisores piensan en discontinuar su producción a partir de 2014, según ejecutivos de la marca de televisores Samsung.

Por lo tanto, se puede recomendar el televisor LED, por ser el más ecológico y amigable con el medio ambiente.

- En el caso de las antenas exteriores e interiores se puede considerar:
  - “Las emisiones que producen estas antenas están dentro de las llamadas “radiación no ionizante”, que es la energía en forma de ondas que se propagan a través del espacio” [79].

- “Las ondas de radio generadas por algunas antenas de televisión en VHF, son más absorbidas por los humanos que las generadas por otras fuentes como la base de televisión, pero una vez que la energía ha sido absorbida los efectos son los mismos” [79].
- “Las antenas de televisión son de 100 a 5000 veces más potentes que las antenas de estaciones base, pero se instalan en torres mucho más altas generalmente de 250 m a 350 m” [79].
- “A más frecuencia menos capacidad de alterar los mecanismos fisiológicos de un organismo vivo” [79].

Sin embargo, hay mayor protección para las radiaciones de las antenas exteriores que las interiores, por ejemplo:

*Pintura de Blindaje:* La mejor solución para apantallar los interiores contra la contaminación radioeléctrica es usar una “pintura conductiva diseñada específicamente para blindar espacios contra la radiación microonda que proviene de las antenas de telefonía móvil” [80].

*Telas de blindaje para confeccionar visillos:* la gran parte de la radiación de antenas entra por las ventanas y por eso es muy importante apantallar estos puntos sensibles. Para blindar las ventanas contra la radiación, se suele usar una tela de tejido especial

*Folios conductivos para ventanas:* Si sus ventanas tienen el marco de aluminio, como una alternativa a las cortinas de tela conductiva, se puede instalar un folio conductivo en el cristal de la ventana. Los folios son semi-transparentes y permiten la entrada de luz, contienen varias capas metálicas delgadas para proporcionar una conductividad superficial y por eso, poseen características de apantallamiento contra la radiación microonda. Por favor tenga en cuenta que no es aconsejable instalar folios en las ventanas de marcos de PVC, dado que la radiación entra por los marcos con mayor facilidad que por el cristal de las ventanas.

*Malla de blindaje para exteriores y construcción:* En nuevas construcciones o renovaciones se puede incorporar una malla conductiva a la obra para apantallar la radiación electromagnética. Esta malla se puede fijar a estructuras y barreras de balcones o terrazas para apantallar espacios exteriores.

*Mallas y fieltros de blindaje de muy alta eficacia:* En diversas aplicaciones, como el aislamiento contra la interferencia electromagnética, en la seguridad de emisiones, y otras aplicaciones exigentes, se necesita instalar materiales de muy alta eficacia. Los materiales más adecuados son las mallas compactas HNG100 y HNG80. La HNG100 es una malla compacta de poliéster metalizado y debido a su alto contenido metálico, su eficacia alta (100 dB) incluso en altas frecuencias de varios GHz. Es un material idóneo para construir jaulas de Faraday. Se fija directamente a la superficie a blindar mediante una cola de dispersión u otra forma de fijación según las necesidades de la obra.

En conclusión, se recomienda usar más las antenas exteriores ya que son menos perjudiciales pues se cuenta con métodos de protección específicos para prevenir posibles daños a futuro para el medio ambiente y la salud humana.

Para el decodificador se plantea el siguiente interrogante: ¿Es tan contaminante como el televisor analógico?

En la transición de la TV analógica a la TV digital, el decodificador es un dispositivo adicional (el convertidor/decodificador) que lo utilizan tanto los antiguos televisores analógicos, como los nuevos con diferentes sintonizadores. Tiene como función “convertir la señal digital, en señal analógica para que pueda ser vista con los antiguos televisores o en aquellos con otro formato. La adaptación es muy sencilla pues la excelente identificación de las conexiones o terminales en la mayoría de los equipos, y el pequeño tamaño de los mismos permiten realizar conexiones fácilmente” [81].

“Actualmente, en el mercado existe una extensa variedad de decodificadores, algunos con más funciones que otros” [81], pero todos con la misma función: convertir la señal digital

en señal analógica. Los decodificadores como artefactos electrónicos cuando terminan su vida útil al igual que los televisores analógicos pasan a hacer parte de los desechos electrónicos susceptibles de producir contaminación especialmente el cable, sky y dish. Los dos primeros se pueden reciclar.

Posiblemente el televisor analógico por ser más grande y utilizar mayor cantidad de componentes en su construcción en cuanto número de elementos y tamaño, cuando termina su vida útil y se convierte en chatarra electrónica genere mayor contaminación que el decodificador; además si se obtiene el decodificador no sería necesario reemplazar el televisor convencional que se tiene mientras que la opción de adquirir el televisor digital abre el paso al reemplazo del televisor convencional que se tiene, y por ende la primera opción que tiene es el desecho del viejo aparato, pero con la poca o casi nula información que tiene la población acerca de donde depositar estos electrodomésticos la primera reacción de los usuarios es sacarlos a la calle, estando éstos a la intemperie y con la lluvia genera oxidación y sulfatación en los circuitos generando contaminación no solo a los suelos y agua sino en el aire también, por tanto se puede concluir que la opción de adquirir un nuevo televisor siendo este digital genera mayor contaminación que el decodificador.

#### **4 Realizar un análisis de las ventajas y desventajas del proceso de transición de la Televisión Análoga a la TDT en Bogotá – Colombia actualmente (Año 2011-2013) con base al Análisis de Ciclo de Vida (ACV) ISO 14040 – LCA – Fase III (Uso), con el fin de demostrar que el Apagón Análogo va a tardar más tiempo de lo previsto**

*En este capítulo se presentan las ventajas y desventajas de la transición de la televisión análoga a la televisión digital desde la perspectiva de ciertas características como: calidad de la imagen y sonido, multiplicidad de canales, servicios adicionales, costos y los impactos ambientales analizados con base en el ACV. Además, se analiza el proceso de la transición de la televisión análoga a la TDT y el apagón analógico.*

##### **4.1 Análisis de las ventajas y desventajas con base en el Análisis de Ciclo de Vida**

Cada día se toma más conciencia de la importancia de proteger el medio ambiente y los posibles impactos asociados en las distintas etapas del ciclo de vida de los televisores análogos, aumentando el interés del gobierno y las partes interesadas en el desarrollo de políticas que contemplen planes y procedimientos que ayuden a comprender y solucionar el impacto ambiental generado por las emisiones y vertidos acumulados como consecuencia de la transición de la televisión analógica a la digital.

En este proceso de transición de la televisión análoga a la televisión digital se observan fortalezas y limitaciones que desde la perspectiva del ACV se pueden analizar, identificar, calificar, verificar y evaluar las ventajas y desventajas de dicha transición.

##### **4.1.1 Ventajas de la televisión digital terrestre**

En este ítem se analizan las ventajas en diferentes aspectos.

##### **4.1.1.1 Mejor calidad de imagen y de sonido**

- “La calidad de la imagen es muy parecida a la tecnología DVD, formato panorámico (16/9) o convencional (4/3), alta definición y ausencia de

interferencias” [82]. “Al tratarse de una señal digital, no existen dobles imágenes, sombras o interferencias de canales locales como sucedía en las señales análoga por lo que la calidad de la imagen en TDT, no se ve mermada” [83].

- Ofrece “imágenes con mayor resolución pues las emisiones de una señal digital tienen una resolución de 750 píxeles y si la emisión se realiza en formato de alta definición se llegará a los 1080 píxeles de resolución, 575 líneas frente a los 750 píxeles de una señal digital. Cuanto mayor es la resolución, mayor es el número de detalles con lo que la imagen se ve con más nitidez” [83].
- La televisión digital abre la puerta a la posibilidad de que los programas de televisión se reciban en estéreo, sonido digital “multicanal de calidad similar al CD, selección de idioma y de subtítulos y conexión al sistema Home Cinema consiguiendo un sonido envolvente de alta calidad” [82].
- “La imagen, sonido y datos asociados a una emisión de Televisión Digital Terrestre se codifican digitalmente en un formato prácticamente idéntico al MPEG-2. Este formato es el que se utiliza en los DVD” [82].
- “Mejor utilización del espectro radioeléctrico, es decir, se relaciona con la modulación, la compresión, la calidad de la señal y el consumo de ancho de banda en el espectro, indistintamente del modo de recepción (televisión abierta o cerrada), o del medio de distribución” [83].

#### **4.1.1.2 En relación con los canales**

- Por sus características técnicas, la TDT permite la apertura y desarrollo de mayor número de canales de televisión, aprovechando de mejor manera el espacio radioeléctrico disponible para este tipo de transmisiones. Por lo tanto, permite acceder a mayor número de programas en el mismo canal pudiendo ser en calidad estándar (SD) o en alta definición (HD). “De este modo, por la misma frecuencia por donde hoy se emite un solo canal, se podrán emitir hasta cuatro en definición estándar o 2 estándar y uno en alta definición, según como lo decida cada operador (RCN, Caracol, Señal Colombia)” [84].
- “Hoy en día quienes tienen acceso a televisión análoga, pueden disfrutar de más o menos 15 canales nacionales, con la televisión digital, los consumidores podrán

tener acceso a más de 30” [84], frente a la televisión análoga que dispone de un solo canal con la transmisión de un programa.

- “Mejor aprovechamiento del ancho de banda, o sea, la capacidad de un canal de comunicación para transmitir datos. El ancho de banda de un satélite se reparte entre todas las informaciones que se desea transmitir y facilita transmitir el equivalente de 4 programas por frecuencia o canal múltiple” [82].

#### **4.1.1.3 Posibilidad de servicios adicionales**

- “Permitirá la recepción del servicio en dispositivos móviles o celulares, televisores portátiles y otros, en óptimas condiciones” [85].
- “Con la digitalización se accede a numerosos servicios que hasta el momento los proveedores de contenidos en televisión análoga no podían ofrecer: canales de radio, teletexto digital con un entorno mucho más visual y amigable” [85].
- “Los servicios interactivos permiten al usuario obtener información sobre: noticias, tiempo, entretenimiento, votaciones, encuestas, juegos, tráfico, aeropuertos, pago por visión, telebanca, telecompra, tele-educación, tele-entradas, correo electrónico, guía electrónica de programas o *Electronic Program Guide* (EPG), multicámara (de interés para acontecimientos deportivos), publicidad interactiva, acceso a Internet, grabación de programas” [82].
- Mediante el servicio de EPG, se da “información sobre el programa que se está viendo, qué viene después, cuánto dura, una pequeña sinopsis del mismo, etc., poco a poco se está implantando en todas las cadenas” [83].
- Otro servicio interactivo es el *Multimedia Home Platform* (MHP) que es “un canal de retorno, como el canal telefónico que permite transmitir la información entre el usuario y el prestador del servicio (podrán servir para consultar información meteorológica)” [82].

#### **4.1.1.4 Posibilidad de bajar costos**

- La TDT ofrece la posibilidad de “recibir de manera gratuita todos los servicios de los canales nacionales, regionales y locales, disponibles en la zona donde se encuentren los usuarios, ya que con un televisor que incluya el sintonizador digital o con un decodificador más una antena accede a los servicios” [84].



- El aumento de programas proporciona más y mejor oferta de contenidos permitiendo mayor competencia entre los canales. “De este modo, la TDT será una competencia para la televisión paga, lo que llevará a esta industria a ofrecer mejores servicios y a reducir sus tarifas” [84].

#### **4.1.1.5 Posibilidad de disminuir el impacto ambiental**

- Desde el punto de vista de las competencias tecnológicas y de las investigaciones la transición de la televisión análoga a TDT es muy positiva ya que abre paso a nuevos proyectos tendientes a encontrar soluciones para prevenir el deterioro ambiental y producir un mejor bienestar a las futuras generaciones.
- Una aplicación directa del ACV en la transición de la televisión análoga a TDT, es el de mejorar el “producto desde la adquisición de la materia prima pasando por la producción, utilización, tratamiento final, reciclado, hasta la disposición final, es decir, el diseño y rediseño de productos o procesos” [16] con el fin de usar nuevamente los componentes o elementos de un televisor viejo para hacer nuevas creaciones sin deteriorar el medio ambiente.
- El ACV facilita a las empresas de televisores con base en la toma de decisiones, realizar evaluaciones sistemáticas de los impactos ambientales, económicos y sociales, asociados a un producto para atender las responsabilidades legales, sociales y políticas que ello implica.
- Igualmente, el ACV ayuda a analizar los impactos de imagen empresarial, “para que la dirección de cualquier organización pueda desarrollar técnicas adecuadas sobre el lanzamiento de un nuevo producto (*marketing*) o la modificación de productos existentes, para hacerlos más eficientes en cuanto a su desempeño ambiental” [86], por ejemplo, implementar un esquema de etiquetado ambiental del producto.
- El ACV ayuda a las empresas a realizar estudios sobre la cuantificación de “las emisiones ambientales al aire, agua y tierra en relación con cada etapa y/o proceso del ciclo de vida, evalúa los efectos ecológicos y humanos del consumo de material y las emisiones ambientales a la comunidad local, regional y mundial” [87].

- Compara entre productos los posibles impactos ambientales asociados entre el medio ambiente y la salud, y cuantifica “las emisiones y vertidos a lo largo de todo su ciclo de vida para la selección de los indicadores de desempeño ambiental pertinentes, incluyendo técnicas de medición y el marketing” [16].

#### **4.1.2 Desventajas de la televisión digital terrestre**

En este ítem se analizan las desventajas en diferentes aspectos.

##### **4.1.2.1 Calidad de imagen y de sonido**

- Tener que actualizar, ampliar o reorientar “las antenas y aparatos de televisión antes de poder sintonizar los canales de televisión digital, pues se pueden presentar problemas de largo alcance debido a que la sintonización de señal de televisión a distancia es más difícil. Las señales digitales de televisión desaparecen por completo debajo de cierto nivel, mientras que las señales de televisión análoga se degradan” [88].
- Tener que “comprar un decodificador o un televisor nuevo para ver la TDT” debido a que los televisores análogos antiguos no pueden recibir la nueva tecnología” [88].
- “A pesar de que en muchas circunstancias la señal digital es más inmune a ciertos efectos con respecto a una señal análoga, no deja de ser una señal que se propaga por el aire y por ello cualquier interferencia que afecte su propagación puede hacer que la señal no llegue de forma correcta al receptor. Si la interferencia ocurre con la señal análoga se verían imperfecciones, dobles imágenes, grano etc., pero con la señal digital, se tendrían cortes de sonido e imagen esporádicos o sencillamente, no se podría ver el canal deseado, algo que es más molesto que los fallos en una señal análoga” [89].
- “Además de la propagación por el aire hay que tener en cuenta la propagación de la señal a través del cableado de las instalaciones que en muchos casos, acentúan los problemas que puedan existir en la recepción de la señal, cables en mal estado, distribución incorrecta, conectores mal puestos, etc., pueden hacer que la señal no llegue de forma correcta a los televisores y por consiguiente que no funcione” [89].

#### **4.1.2.2 En relación con los canales**

- El servicio de “electricidad será un poco más alto si se necesita comprar un decodificador digital superior, así como un aparato de televisión” [88].
- “El cambio de canales de televisión es más lento que con la televisión análoga, debido a que se necesita un poco de tiempo para que el receptor decodifique la señal digital” [88].
- “La sintonización de emisoras de televisión a distancia es más difícil. Las señales digitales de televisión desaparecen por completo debajo de cierto nivel, mientras que las señales de televisión análoga se degradan poco a poco” [88].
- “El cambio de canales de televisión es más lento que con la televisión análoga debido a que se necesita un poco de tiempo para que el receptor decodifique la señal digital” [88].

#### **4.1.2.3 Posibilidad de aumentar los costos**

- La convergencia tecnológica dada por la transición de la televisión análoga a la televisión digital interactiva que ofrece la posibilidad de “unir el teléfono, la televisión, el internet y facilitar un canal de retorno, afectará directamente el aspecto económico y la producción, pues la interactividad llevará a una demanda mayor de esos servicios y por ende un aumento en los costos” [7].
- Para acceder a la televisión digital será necesario comprar un decodificador digital o un aparato de televisión, lo cual implica un gasto por parte del televidente.
- Posiblemente para algunos grupos poblacionales con limitaciones económicas les será difícil adquirir el equipo necesario para recibir la señal digital, por lo que este paso tecnológico contribuirá a acrecentar la llamada “brecha digital.
- Cada día el nivel de consumo de los usuarios es más alto y exigente y muchas veces adquieren televisores sin tener en cuenta el impacto que ejerce sobre la economía familiar, los recursos naturales y el medio ambiente en general, puesto que a medida que va pasando el tiempo la vida útil de los televisores es menor.
- El cambio que se requiere a nivel empresarial plantea un dilema desde el punto de vista económico ya que los canales locales y regionales podrían no estar preparadas para adoptar la nueva tecnología y por consiguiente desaparecer.

#### 4.1.2.4 Posibilidad de aumentar el impacto ambiental

- En caso de no aplicar el ACV en la transición de la televisión análoga a la digital, aumentará los impactos ambientales y por consiguiente las emisiones y vertidos a lo largo del ciclo de vida, observándose aumento en la generación de residuos sólidos, cambio climático, calentamiento global, efecto invernadero, “incremento de los niveles de ruido, cambios en el uso del suelo, el impacto visual y el daño al patrimonio cultural” [90].
- “Con la proliferación de antenas podría tenerse la sensación de que las ondas que irradian estas antenas podrían ser dañinas para la salud. Incluso hay quienes, sin fuertes evidencias, especulan que las frecuencias emitidas por los celulares provocarían cáncer. Ante ello surge una inquietud” [91] y se especula mucho acerca de la repercusión de las tecnologías de las telecomunicaciones en la salud de los ciudadanos. Sin embargo, como por el momento no está completamente descartado este asunto, la Organización Mundial de la Salud “(OMS) sugiere potencias máximas de exposición simplemente como una medida preventiva” [91].
- La basura eléctrica y electrónica compuesta por equipos de telecomunicaciones y en general todo tipo de dispositivos eléctricos y electrónicos averiados o en desuso y el constante cambio en la tecnología hace que muchos de estos equipos aun en funcionamiento se vuelvan obsoletos, incrementando aun más el problema de la basura electrónica.
- El desconocimiento por parte de la población sobre el impacto ambiental que generan los residuos eléctricos y electrónicos que al ser descartados se depositan indistintamente en cualquier lugar, o se mezclan con basura doméstica y terminen en vertederos o rellenos sanitarios no aptos para este tipo de residuos.

Habiendo abordado el análisis de las ventajas y desventajas del proceso de transición de la Televisión Análoga a la TDT en Bogotá (Colombia), actualmente entre los años 2011-2013 con base en el ACV de la norma técnica colombiana NTC-ISO 14040 (ICONTEC, 2007), en la Fase III (Uso), resulta necesario aclarar que la tecnología está en continua actualización incorporando los avances en la transmisión de datos y sin dejar de lado la posibilidad de reutilizar los elementos existentes como las antenas y las líneas de

transmisión, entre otros. Por consiguiente, es posible que a partir de las ventajas actuales de la TDT se pueda seguir avanzando en el conocimiento y aplicación de nuevas tecnologías, y que las desventajas de hoy puedan ser oportunidades para nuevos desarrollos tecnológicos mañana.

Seguir implementando la tecnología digital en Colombia lleva necesariamente a evolucionar tecnológicamente pero también invita a tomar conciencia de qué tan importante e indispensable es y si contribuye de alguna manera a la solución de los problemas socio-económicos del país. Sin embargo, cabe destacar que más temprano que tarde los colombianos y desde luego los habitantes de Bogotá disfrutarán de los beneficios que ofrece la televisión digital pues con los equipos y la tecnología que ofrece es posible tener acceso múltiple a todas las formas de enlaces posibles para la recepción de las señales.

#### **4.2 Análisis del proceso de transición de la Televisión Análoga a la TDT en Colombia – Apagón analógico**

Analizar la transición de la televisión análoga a la televisión digital terrestre en Colombia requiere conocer el momento en que se inicia este proceso, las bases legales sobre las que se sustenta, la toma de decisiones frente a la adopción de la tecnología digital, considerando la crisis que vivió Bogotá como consecuencia de las lluvias, los procedimientos sugeridos para mitigar el impacto ambiental y las medidas de mitigación en la evaluación de los impactos ambientales, económicos y sociales con base en el análisis del ciclo de vida, norma técnica colombiana NTC-ISO 14040 (ICONTEC, 2007) y de ello inferir las ventajas y desventajas que este cambio de tecnología implica para los usuarios, y cómo asumirán el apagón analógico que deberá concluir en el año 2019.

También implica implementar “acciones previas al apagón analógico con el objetivo de que la transición a la TDT resulte exitosa en función del interés público. Aunque existen muchos intereses particulares de por medio, el norte de la política de TDT debe ser en todo momento el bienestar del televidente” [92].

Le corresponde al gobierno desempeñar una función de liderazgo en el programa de la transición digital e implementar las acciones previas pertinentes mediante el desarrollo de políticas enmarcadas por el ACV para la consecución y la facilitación de la transición digital con el objetivo de poner en marcha dichas políticas. Entre las política se contempla desarrollar un plan para el apagón analógico con el objetivo de asegurar la existencia de un plan general suscrito por las partes interesadas, desarrollar una política de financiamiento con el objetivo de establecer condiciones necesarias en los presupuestos para el desarrollo del programa de transición digital y determinar los principios del programa de ayudas con el objetivo de garantizar que el programa de ayudas esté disponible y pueda aplicarse cuando sea necesario.

Otra política necesaria que debe asumir el gobierno es la relacionada con las consecuencias probables de la acumulación de los televisores analógicos de los que se tendrá que prescindir cuando se realice la transición de la televisión análoga a la televisión digital. Una de las medidas a tomar es la aplicación del ACV para minimizar los efectos de la acumulación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. Otra medida puede ser la creación de un grupo de trabajo que agrupe al gobierno y otras entidades afectadas como, por ejemplo, empresas responsables de la eliminación de los residuos.

“El nombre con el que se conoce el cese de las emisiones analógicas de los operadores de televisión” alrededor del mundo, es el apagón analógico [93]. El hecho de cambiar de la televisión análoga a la televisión digital implica no solo el cambio del aparato, sino también asumir responsabilidades tanto sociales, legales, políticas y económicas, como en la toma de decisiones para mejorar el desempeño ambiental de sus productos, basados en estándares enfocados a la Gestión Ambiental de acuerdo con la norma técnica colombiana NTC-ISO 14040 (ICONTEC, 2007).

El proceso de transición o apagón analógico varía de un país a otro. Los países pioneros en completar este proceso fueron Holanda “(Diciembre de 2006), Finlandia (Septiembre de 2007) y Suecia (Octubre de 2007)”, los cuales decidieron adelantar el “apagón analógico

con respecto a las fechas estipuladas por la Unión Europea para el cese de las emisiones análogas” [94].

Para el caso de Suecia, el apagón analógico se realizó de forma gradual, es decir, por fases. En la primera fase, la “Administración sueca propuso la creación de una Comisión de Televisión Digital, la cual dispuso iniciar la transición digital entre septiembre y diciembre de 2005 en tres áreas escogidas después de comprobar que sus características tecnológicas, geográficas y demográficas eran una representación del resto de áreas de transición del país. Seis meses después de los resultados obtenidos, la Comisión resolvió que el apagón se implementaría en el resto del territorio sueco antes del 1 de febrero de 2008 y en cuatro fases temporales más. Gracias al bajo porcentaje de población que veía la televisión análoga, este proceso se adelantó a las previsiones al concluirse en octubre de 2007 en las últimas áreas planificadas” [94].

En Finlandia, el proceso de la transición fue adoptada por el gobierno en mayo de 1996 con un periodo de transición de diez años. “En junio de 1999, se adjudicaron las primeras ocho licencias de la TDT. Sin embargo, los concesionarios iniciaron oficialmente el 21 de agosto de 2001. En 2006, un informe parcial publicado por el *TV 2007 Working Group* señalaba que se habían alcanzado las precondiciones para el apagado del sistema analógico. Ello incluía el despliegue de las redes de transmisión con una cobertura de la totalidad del territorio, la disponibilidad de receptores de transmisión digital y de una oferta variada de programas y servicios, por lo que todo estaba mayormente dispuesto para cumplir con los plazos previstos” [94].

En Holanda, la implementación de la TDT inició con la primera licencia otorgada a Digitenne el 31 de enero de 2002. Digitenne, fundada en el año 2001, “inició las emisiones de TDT el 23 de abril de 2003, en una zona que incluía las ciudades de Amsterdam, Haarlem, Alphen aan de Rijn, Hilversum y Almere, con un total aproximado de 1,3 millones de hogares. Todas ellas en el área geográfica que los holandeses llaman Randstand. Hasta el año 2006, Holanda no disponía de frecuencias para generalizar las emisiones de TDT. Cuando en ese año quedaron disponibles 5 múltiplex en la Banda IV y

V de frecuencias (470-862 MHz), el Gobierno holandés decidió dedicarlos a servicios de TDT y proceder de inmediato a organizar el apagón analógico” [94].

Una de las dificultades que parecieron surgir al realizar el proceso de implementación de la TDT de estos tres países, fue el tiempo estipulado para la finalización de las emisiones analógicas. En el “caso de Suecia que decidió comenzar en 1998 y terminó a finales de 2007. Finlandia elaboró un plan de transición antes de iniciar el proceso y la duración de éste fue menor, de 2001 a 2007. Holanda adoptó una visión más comercial que política, en el mismo año 2006 en el que se dispuso del espacio del espectro radioeléctrico para señales de TDT, se realizó el apagón analógico a los pocos meses y de modo simultáneo en todo el país” [94].

En cuanto a América Latina, países como Venezuela y Perú prevén el apagón analógico para el año 2020, México y Uruguay (2015), Bolivia (2016), Ecuador (2017), Brasil y Argentina (2018), Chile (2019) y Paraguay (2022), entre otros. En Colombia, la Comisión Nacional de Televisión (CNTV) por medio del Acuerdo 008 del 22 de diciembre de 2010 estableció que el periodo máximo de la transición del sistema de televisión analógico al digital fuera de 10 años, es decir, que el apagón analógico se dé a más tardar el 31 de diciembre de 2019 [11, 12].

Para el año 2009, los avances en torno a los estándares digitales en América Latina presentaban un alto nivel de retraso, solo hasta entonces Brasil y Perú habían seleccionado el estándar japonés ISDB; Colombia y Uruguay el estándar europeo DVB; y México el estándar estadounidense ATSC. Los restantes países latinoamericanos se encontraban en período de pruebas o estudios técnicos alrededor de los cuatro estándares disponibles [11, 12].

Para el 27 de diciembre de 2010, el gobierno de Uruguay decide cambiar el estándar europeo seleccionado inicialmente por el estándar japonés, luego de que Ecuador firmara el 26 de marzo de 2010 los convenios de cooperación técnica y de capacitación con los gobiernos de Japón y Brasil [1, 95].



En el caso particular de Colombia, la CNTV mediante Acuerdo 004 de 2011 [14] actualiza el estándar DVB-T seleccionado por el estándar DVB-T2, siendo así el único país en América Latina con el estándar europeo, implicando por consiguiente un aislamiento tecnológico con sus vecinos. Según dicho Acuerdo, se deberá continuar la emisión paralela de la señal en ambos sistemas por un período de 3 años, atendiendo a las ciudades a las que actualmente se les provee el servicio en dicho sistema, entre las que se encuentran Bogotá y Medellín [11].

Sin embargo, el proceso de implementación de la TDT ha sufrido vaivenes e incertidumbres. El 10 de enero de 2012, el Congreso de la República expidió la Ley 1507 de 2012 “a través de la cual crea la Autoridad Nacional de Televisión (ANTV), y establece la distribución de las competencias que venía ejerciendo la Comisión Nacional de Televisión (CNTV) entre las entidades del Estado: la ANTV, la Comisión de Regulación de Comunicaciones (CRC), la Agencia Nacional del Espectro (ANE) y la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC)” [96].

Para el 4 de abril de 2012, hacia el final de su existencia, la CNTV expide el Acuerdo 002 de 2012, que “reglamenta la prestación del servicio público de televisión abierta radiodifundida digital terrestre TDT, así como el cese de emisiones analógicas antes del 31 de diciembre de 2019. De igual manera, podrá adelantar dicho plazo con base en los análisis, desarrollos e implementaciones realizados. Asimismo, estableció que el operador público nacional deberá alcanzar un cubrimiento territorial en términos porcentuales" [97], como se ilustra en la Tabla 4-1.

**Tabla 4-1:** Cubrimiento poblacional del servicio de TDT [97].

<b>Año</b>	<b>% Cubrimiento Poblacional</b>	<b>% Acumulado</b>
2012	49,88%	49,88%
2013	13,72%	63,60%
2014	10,15%	73,75%
2015	12,51%	86,26%
2016	3,0%	89,26%
2017	2,0%	91,26%
2018	1,0%	92,26%
<b>Total</b>	<b>92,26%</b>	<b>92,26%</b>

Finalmente, “a partir del 10 de abril de 2012 se da inicio al proceso de liquidación de la CNTV al quedar conformada la Junta Nacional de Televisión de la ANTV” [98]. En conformidad con la “Ley 1507 de 2012, la ANTV es competente para revisar y, si es del caso, establecer el plazo de cobertura en tecnología digital por parte del operador público nacional, Radio Televisión Nacional de Colombia, RTVC” [96].

De esta manera, RTVC solicitó a la ANTV mediante oficio E-89-24 de 30 de abril de 2013, “modificar la obligación contenida en el Acuerdo CNTV 002 de 2012 relativa a que en su calidad de operador público nacional alcance una cobertura poblacional de servicio de televisión abierta radiodifundida digital del 49,88% al finalizar el año 2012” [98]. Según el operador, “en reiteradas ocasiones expuso a la CNTV las consideraciones y preocupaciones respecto a la imposibilidad de cumplir con el porcentaje de cubrimiento. También menciona que ante sus argumentos, la ANTV accedió a la modificación del plazo de ejecución del proyecto TDT dado que para el momento la CNTV no había aprobado el presupuesto adicional requerido para los sub-proyectos: “Adecuación de Cabeceras Satelitales Regionales 1” y “Fase I de Implementación”, a esto se suma que los recursos adicionales sólo se dispusieron hasta el 13 de julio de 2012 por parte de la ANTV” [99].

“Teniendo en cuenta el estado actual de dichos procesos de contratación, la ANTV mediante Resolución 1132 de 2013, estableció que el operador público deberá alcanzar en su ámbito territorial una cobertura poblacional total con los porcentajes establecidos en la Tabla 4-2 para su cumplimiento año tras año hasta el apagón analógico” [98].

**Tabla 4-2:** Propuesta de Plan de Cobertura poblacional del servicio TDT [98].

<b>Meta</b>	<b>% Cubrimiento Poblacional Total Acumulado</b>
31 de diciembre de 2014	49,48%
31 de mayo de 2015	63,60%
31 de diciembre de 2015	73,75%
31 de diciembre de 2016	86,26%
31 de diciembre de 2017	89,26%
31 de diciembre de 2018	92,26
<b>Total</b>	<b>92,26%</b>

Es de anotar que la Resolución ANTV 1132 de 2013 [98] “rige a partir del 03 de diciembre de 2013 bajo el estándar de Televisión Digital Terrestre DVB-T2”.

Con este nuevo cambio, el porcentaje de cubrimiento poblacional que era previsto para el 31 de diciembre de 2013 de 63,60% de acuerdo con la Tabla 4-1 se reprogramaría para el 31 de mayo de 2015 Tabla 4-2.

En México, por su parte, la determinación de “las fechas del apagón analógico se ha convertido en una obsesión, más que el resultado de consideraciones presupuestales, tecnológicas, de cobertura, legales y de condiciones socio-económicas, entre otras” [100]. Sin embargo, es conveniente atender ante las modificaciones del proceso cuatro puntos: penetración digital, licitación de nuevas cadenas, presupuesto y la generación de basura digital.

En términos de penetración, el Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT) de México, dio a conocer que el apagón analógico a realizarse el 29 de mayo de 2014 en Monterrey, Ciudad Juárez, Nuevo Laredo, Reynosa y Matamoros, será de nuevo retrasado para noviembre de 2014, debido a la baja penetración de televisores y decodificadores, esto es, del 30%, 43%, 22%, 27% y 23%, respectivamente. En lo referente a las nuevas cadenas, el problema en el reiterado retraso del proceso de la transición es que compromete la viabilidad en corto y mediano plazo [100].

Con el fin de dar solución a los problemas antes señalados, el IFT propuso que el apagón se concretara de acuerdo al alcance de las repetidoras y no a través de un listado de ciudades o municipios. Esta solución resulta positiva ya que evitará que la población no contemplada en la planeación del apagón se quede sin señal. Para esto, el gobierno federal regalará 13.8 millones de televisiones digitales, una por hogar para lograr que el apagón analógico se cumpla el 31 de diciembre de 2015. La primera entrega se realizaría en mayo 2014 en la frontera norte del país y terminaría en agosto de 2014, para el centro de México se iniciará en enero de 2015 y para el resto del país se iniciará en agosto de 2015. En este sentido, México sería pionero a nivel internacional en la entrega de televisores [100, 101].

Lo anterior llama la atención si se considera que no existe presupuesto suficiente para concretar la transición. En su momento, la Comisión Federal de Telecomunicaciones (Cofetel) estimó el requerimiento presupuestal de este proceso en 19,000 millones de pesos, mientras que el Presupuesto de Egresados de la Federación (PEF) 2014 solo aprobó 10,000 millones de pesos. Resultando de este modo, imprescindible la participación del poder legislativo respecto a la necesidad de apoyar financieramente el proceso de la transición de la TDT. Por otro lado, el gobierno federal en el 2013 pidió que el apagón fuera suspendido durante dos meses debido a que Baja California atravesaba una jornada electoral, congelando así los recursos para el proceso de transición. Es de anotar que el apagón analógico inicio en la ciudad fronteriza de Tijuana (Baja California) el 29 de mayo de 2013 [100, 101, 102].

En este contexto, no se debe desatender la dimensión ecológica que este proceso conlleva y el interrogante de si el gobierno mexicano se encuentra listo para manejar dicha basura tecnológica, pues el número de televisores analógicos ascenderá a 50 millones de aparatos. De lo anterior, resulta indispensable fortalecer la planeación de todo el proceso de la transición hacia la TDT, de ahí que la fecha sea un resultado de la planeación [100].

Observando las experiencias anotadas sobre el apagón analógico en los diferentes países y al relacionarlos con Colombia, también existe la posibilidad de que se pueda retrasar el apagón analógico previsto para el año 2019. El aplazamiento puede darse por el incumplimiento de los organismos gubernamentales encargados de: gerenciar la implementación de las políticas establecidas en la ley para que el cubrimiento poblacional total previsto en la Tabla 4-2 se ejecute en los tiempos estipulados; disponer de una acertada planeación estratégica que contemple entre otros aspectos un presupuesto adecuado para desplegar las puntos de transmisión con una cobertura de la totalidad del territorio y la disponibilidad de codificadores de transmisión digital; que contemple además, las distintas etapas del proceso de transición debidamente identificadas frente al cese de las emisiones analógicas y de un cronograma de actividades entre las cuales esté la información oportuna y acertada a la población sobre la oferta de diferentes programas y servicios. Igualmente, prever las dificultades que se pueden presentar y que inciden en la

demora como el debate que actualmente se adelanta sobre la financiación (gratuidad o no) de los servicios, y otros como el punto de vista geográfico pues Colombia es un país de regiones con una topografía compleja, con una población distribuida de forma diferente en las distintas zonas del país. Así, la región andina es más montañosa y poblada mientras que los llanos orientales están menos poblados especialmente en sitios muy distantes a donde posiblemente llegue muy tarde o no llegue la televisión digital.

La transición de la televisión análoga a la TDT es un proceso que no tiene reversa, sin embargo, mientras eso sucede, se debe aprovechar la infraestructura existente y formular planes educativos, disponer de medios de información para que los usuarios colombianos y desde luego los bogotanos se informen adecuada y oportunamente sobre la transición que tendrán que vivir cuando se presente el cese de las emisiones análogas, esto es, cuando se dé el apagón analógico.

En conclusión, el apagón analógico depende del gobierno y de la gestión de los organismos encargados de su implementación para que se adelante o se retarde más allá del tiempo previsto.

## 5 Conclusiones

*En este capítulo se presentan las conclusiones del estudio de la transición de la televisión análoga a la televisión digital, analizando los procedimientos para mitigar el impacto ambiental, el análisis sobre la necesidad del cambio de la tecnología digital en temporada de crisis, recomendaciones que ayuden a mitigar el impacto ambiental y el análisis de las ventajas y desventajas del proceso de transición de la Televisión Análoga a la TDT) con base al Análisis de Ciclo de Vida (ACV) ISO 14040 – LCA – Fase III (Uso), con el fin de demostrar que el Apagón Análogo va a tardar más tiempo de lo previsto tomando como escenario la ciudad de Bogotá D.C. – Colombia.*

*En este contexto las conclusiones se orientan a mirar los logros obtenidos y los aportes del presente trabajo de investigación teniendo en cuenta los objetivos del trabajo.*

A nivel personal se logró entender lo que significa realizar un proceso de investigación como metodología y como adquisición de conocimientos aprendidos a través de las diferentes asignaturas vistas en la maestría en Ingeniería de Telecomunicaciones.

El aprendizaje obtenido a través de la investigación permitió asimilar, ampliar, profundizar y reestructurar el conocimiento sobre las telecomunicaciones, específicamente lo relacionado con el proceso de transición de la televisión análoga a la televisión digital.

En la reestructuración del conocimiento se logró asimilar y tomar conciencia de la importancia social, económica y de la ciencia (conocimiento) que tiene para Colombia conectarse con el mundo a través de la tecnología digital –televisión- también ser conscientes de los impactos ambientales potenciales de la transición hacia la TDT, cómo preverlos y/o solucionarlos cuando se puedan presentar (a través del ciclo de vida de la televisión) mediante la aplicación de procedimientos de mitigación apropiados como el tratamiento de desechos, el uso adecuado de los materiales reciclables de los televisores, el monitoreo de las condiciones ambientales relacionadas con el cambio climático, el calentamiento global y el efecto invernadero entre otros.

Otros logros importantes en la adquisición, ampliación y profundización del conocimiento al realizar el presente trabajo fueron saber que:

- Colombia adoptó el estándar europeo DVB-T2 (2011), por que proporciona un aumento de capacidad, mayor robustez, mayor eficiencia en los amplificadores de potencia, menor interferencia en canal adyacente y posibilita nuevos modelos de negocio al permitir una utilización mucho más eficiente del espectro.
- El ACV en la transición hacia la TDT ayuda a identificar oportunidades para mejorar el desempeño ambiental de productos de la nueva tecnología, a tomar decisiones en las distintas organizaciones en cuanto a la planificación estratégica, diseño y rediseño de productos/procesos, selección de indicadores de desempeño ambiental, incluyendo técnicas de medición y marketing de los televisores. El uso de indicadores ambientales tiene especial importancia para la identificación temprana de alertas ambientales y la predicción de situaciones futuras.
- Es importante conocer las normas y políticas diseñadas por los Ministerios de Ambiente y Salud para regular el manejo de materiales y los procedimientos a seguir en la selección y recolección de desechos eléctricos y electrónicos que afectan los sistemas ambientales, sociales y económicos como consecuencia de la acumulación de emisiones y vertidos. También es necesario capacitar y actualizar el personal en seguridad industrial y establecer sistemas de control para prevenir la contaminación ambiental y las enfermedades.
- Se debe incluir dentro de los procesos de mitigación las medidas de ingeniería, de manejo y revisión de políticas enfocadas al tratamiento de desechos o el uso de equipos y/o materiales alternativos con el objetivo de mejorar el efluente o descarga de vertidos al ambiente. Igualmente el de informar a la población sobre las empresas especializadas que cumplen con los requisitos fundamentales para el manejo adecuado de todos los elementos contaminantes presentes en el RAEE, además de sugerir la colaboración ciudadana en la selección del material que puede

ser reutilizado para evitar que los residuos puedan convertirse en residuos peligrosos para el ambiente y la salud humana.

- Para el mundial Brasil 2014, probablemente la venta de televisores y decodificadores digitales aumentaría ya que para esa fecha los fabricantes bajarían los precios por la competencia y por la fiebre del mundial. Por tal razón es importante que se tenga en cuenta el ACV con el fin de afrontar los impactos ambientales que puedan generar antes, durante y después de este evento.
- El ACV como procedimiento sistemático permite identificar, calificar, verificar y evaluar las ventajas y desventajas de la transición a la TDT en diferentes aspectos como la calidad de imagen y sonido, la multiplicidad de canales, los servicios adicionales, costos e impacto ambiental.
- En la transición de la televisión análoga a la TDT es necesario conocer todo el proceso, las bases legales en que se sustenta la toma de decisiones, los procedimientos sugeridos y las medidas de mitigación en la evaluación de los impactos ambientales, económicos y sociales con base en el análisis del ciclo de vida (Norma ISO 14040).
- El apagón analógico no debe dejar a los colombianos sin el servicio de televisión radiodifundida porque tienen derecho a la información aprovechando la infraestructura de la misma antena de recepción ya existente.

*Como aportes del presente trabajo se pueden mencionar:*

- Se presenta un nuevo trabajo - que puede ser consultado - sobre la televisión análoga, la televisión digital (la televisión digital por satélite, la televisión por cable y la televisión digital terrestre), sobre algunos procedimientos sugeridos para mitigar el impacto ambiental que se produce cuando se realice la transición de la televisión analógica a la televisión digital.



- El trabajo aporta un análisis sobre las circunstancias adversas (crisis por lluvias) que pueden influir en la toma de decisiones frente a la adopción de la tecnología digital, específicamente en el caso de Bogotá.
- Un aporte importante de este trabajo se centra en algunas recomendaciones que se hacen para que se tengan en cuenta cuando se trate de ayudar a mitigar el impacto ambiental generado en el proceso de la transición de la televisión análoga a la televisión digital.
- Otro aporte importante es dar a conocer las ventajas y desventajas que se dan en la transición de la televisión análoga a la televisión digital en cuanto a calidad de imagen y sonido, multiplicidad de canales, servicios adicionales, costos etc.
- También se aporta un análisis sobre las posibilidades de que el apagón analógico en Colombia se extienda más allá del tiempo previsto.

## 6 Bibliografía

[1] Informática Escuela de Verano 2012. Televisión. Agosto 23, 2012. Disponible en: <http://informaticaescueladeverano.blogspot.com.es/>

[2] Los medios de comunicación. Tipos de televisores. Mayo 8, 2013. Disponible en: <http://lacomunicaciondeultimatecnologia.blogspot.com/>

[3] COBATAB No. 2 - 2011. Radio y Televisión. Disponible en: <http://antecedentesradioytelevision.blogspot.com/>

[4] La Transmisión de la señal televisiva. Junio 20, 2010. Disponible en: <http://tallertelevision.wordpress.com/>

[5] Cinescopio. Disponible en: <http://www.lacomunicazione.it/voce/cinescopio/>

[6] PALOMINO, C. A. DVB-T: Caminos y experiencias hacia la implementación de la TDT en Colombia. Revista Colombiana de Telecomunicaciones (Rct) ISSN: 0122-7416, ed.: CINTEL, v. 16, n. 52, p. 8-12, Junio-Agosto, 2009. Disponible en: [http://cintel.org.co/wp-content/uploads/2013/05/RCT\\_52.pdf](http://cintel.org.co/wp-content/uploads/2013/05/RCT_52.pdf)

[7] GARCÍA MUÑOZ, Joaquín A. Posibilidades y Retos de la Televisión Digital. Razón y Palabra, ISSN: 1605-4806, v. 10, n. 45, 12 p., Junio-Julio, 2005. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/1995/199520623011.pdf>

[8] Autoridad Nacional de Televisión - ANTV, Comisión Nacional de Televisión - CNTV. Plan para la Implementación de la Televisión Digital Terrestre. Bogotá, D.C., 2008 p. 15.

[9] La Televisión Digital Terrestre. Disponible en: <http://sociedadinformacion.fundacion.telefonica.com/url-direct/pdf-generator?tipoContenido=articulo&idContenido=2009100116310065>

[10] Televisión digital. DT3, il mondo interattivo. Disponible en: [http://www.dt3.it/serTelevision.php?idioma=es\\_&id=](http://www.dt3.it/serTelevision.php?idioma=es_&id=)

[11] Comisión de Regulación de Comunicaciones - CRC, República de Colombia. Definición de las especificaciones técnicas de la TDT en Colombia. Documento Amarillo, Regulación de Infraestructura. Septiembre, 2012, 58 p.

[12] ATSC, DTMB, DVB-T/DVB-T2 e ISDB-T. Disponible en: <http://es.dtvstatus.net/>

[13] Comisión Nacional de Televisión. Televisión Digital Terrestre - TDT. Estándar para Colombia. Agosto 28, 2008, 115 p.

[14] Comisión Nacional de Televisión. Acuerdo 004 “por el cual se modifican los artículos 1 y 7 del Acuerdo 8 de 2010 y se actualiza el estándar para televisión digital terrestre en Colombia”. Diciembre 20, 2011, 6 p. Disponible en: <http://www.antv.gov.co/nomatividad/acuerdo-004-de-2011>

[15] Comisión de Regulación de Comunicaciones - CRC, República de Colombia. Resolución No 4047 de 2012 “por el cual se establecen especificaciones técnicas aplicables a la red y a los receptores del servicio de Televisión Digital Terrestre -TDT- en Colombia”. Diciembre 28, 2012, 9 p.

[16] ICONTEC (2007). NORMA TÉCNICA COLOMBIANA, NTC-ISO 14040. “Gestión Ambiental; Análisis de Ciclo de Vida; Principios y Marco de Referencia”. Bogotá, D.C., Segunda actualización, Septiembre 26, 2007, 34 p. Disponible en: <http://www.fedebiocombustibles.com/files/NTC-ISO%2014040.pdf>

[17] El análisis de ciclo de vida, una aproximación necesaria. Construcción sostenible, nuevas perspectivas y normalización, Madrid, 2010. Disponible en: <https://www.ieca.es/Uploads/docs/Analisis%20de%20ciclo%20de%20vida%20BEATRIZ%20RIVELA.pdf>

[18] Lineamientos Técnicos para el Manejo de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Centro Nacional de Producción más Limpia, Bogotá, D.C. Colombia, 2009. 100 p. Disponible en: [http://www.residuoselectronicos.net/wp-content/uploads/2012/03/Guia\\_RAEE\\_MADS\\_2011-reducida.pdf](http://www.residuoselectronicos.net/wp-content/uploads/2012/03/Guia_RAEE_MADS_2011-reducida.pdf)

[19] FAJARDO SUAREZ, K. Estudio de Factibilidad para el Montaje de una Planta de Reciclaje de Residuos Eléctricos y Electrónicos en Cartagena. Trabajo de grado Maestría. Universidad EAFIT. Escuela de Administración, Medellín, 2013. Disponible en: [http://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/1467/FajardoSuarez\\_Kenny\\_2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/1467/FajardoSuarez_Kenny_2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

[20] Gestión Ambiental. ¿Qué es el LCA?, Abril 19, 2010. Disponible en: <http://gestionambiental-stephania.blogspot.com/2010/04/que-es-el-lca.html>

[21] MONTERO SAIZ, J. El ACV para el televisor verde de Sony. Disponible en: <http://jesusmaiz.wordpress.com/2011/05/04/el-acv-para-el-televisor-verde-de-sony/>

[22] Medidas de Mitigación. Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsaia/fulltext/basico/031171-13.pdf>.

[23] EL TIEMPO. Bogotanos aportan 950 partes electrónicas que contaminan. Bogotá, D.C., Mayo 29, 2011. Disponible en: [http://www.eltiempo.com/colombia/bogota/ARTICULO-WEB-NEW\\_NOTA\\_INTERIOR-9485954.html](http://www.eltiempo.com/colombia/bogota/ARTICULO-WEB-NEW_NOTA_INTERIOR-9485954.html)

[24] Ecolecta: Piensa, luego Recicla. Disponible en: <http://ecolecta.blogspot.com/>

[25] FERRER, Roig J. Tratamiento de residuos eléctricos y electrónicos, Proyecto Ecovitrum: una iniciativa novedosa en Europa. Enero 8, 2013. Disponible en: <http://www.interempresas.net/Reciclaje/Articulos/104121-Proyecto-Ecovitrum-una-iniciativa-novedosa-en-Europa.html>

[26] Proceso de fabricación de una televisión. Disponible en: [http://www.ehowenespanol.com/proceso-fabricacion-television-como\\_149217/](http://www.ehowenespanol.com/proceso-fabricacion-television-como_149217/)

[27] Tecnología. Pentouch TV: televisión interactiva e inteligente. Octubre 20, 2011. Disponible en: <http://www.vanguardia.com/actualidad/tecnologia/127699-pentouch-tv-television-interactiva-e-inteligente>

[28] Caracol Radio. La televisión colombiana cumple 57 años. Junio 13, 2011. Disponible en: <http://www.caracol.com.co/noticias/tecnologia/la-television-colombiana-cumple-57-anos/20110613/nota/1488574.aspx>

[29] Diario Caqueteño, El Lider.com.co. Hace 58 años llegó la televisión a Colombia. Junio 15, 2012. Disponible en: <http://www.ellider.com.co/2012/06/15/hace-58-anos-llego-la-television-a-colombia/>

[30] Revista Enter. Conéctese ya a la TV digital gratuita. Enero 19, 2011. Disponible en: <http://www.conexionista.com/2011/01/conectese-ya-la-tv-digital-gratuita.html>

[31] Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Disponible en: [http://www.euskadi.net/cgi-bin\\_k54/ver\\_c?CMD=VERDOC&BASE=B03A&DOCN=000089510&CONF=/config/k54/bopv\\_c.cnf](http://www.euskadi.net/cgi-bin_k54/ver_c?CMD=VERDOC&BASE=B03A&DOCN=000089510&CONF=/config/k54/bopv_c.cnf)

[32] Mis Trabajos del Medio Ambiente. La deforestación. Disponible en: <http://medioambiente-dagoparock.blogspot.com/>

[33] EL ESPECTADOR. Ya vemos las consecuencias del cambio climático en Colombia. Medio Ambiente, Septiembre 30, 2013. Disponible en: <http://www.elespectador.com/noticias/medio-ambiente/ya-vemos-consecuencias-del-cambio-climatico-colombia-articulo-449503>

[34] Prevención y reducción de riesgos a través de los instrumentos de planificación territorial en Bogotá. Primera edición, Lima, Perú, 36 p. Septiembre, 2009. Disponible en: <http://www.comunidadandina.org/predecan/doc/libros/SISTE22/CO/CO+BOGOTA.pdf>

[35] El TIEMPO. Emergencia en el norte por lluvias. Bogotá, D.C., Diciembre 4, 2001. Disponible en: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-705660>

[36] LA PATRIA. Crece alerta por lluvias en el Pacífico y la Zona Andina. Noviembre 30, 2013. Disponible en: <http://www.lapatria.com/nacional/crece-alerta-por-lluvias-en-el-pacifico-y-la-zona-andina-49678>

[37] Ciudad Bolívar (Bogotá). Disponible en: [http://es.wikipedia.org/wiki/Ciudad\\_Bol%C3%ADvar\\_\(Bogot%C3%A1\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Ciudad_Bol%C3%ADvar_(Bogot%C3%A1))

[38] Basura electrónica: Contaminante y dañina para la salud, enero 16, 2013. Disponible en: <http://unavidaverde.com/page/2/>

[39] TORIBIO ROMÁN, F. M. Tema 9: Ecología Octubre 29, 2009. Disponible en: <http://pt.slideshare.net/guest681dd1/tema-9-ecologa>

[40] Residuos Electrónicos La Nueva Basura del Siglo XXI. Una Amenaza, Una Oportunidad. Santiago de Chile, Octubre, 2007. 74 p. ISBN: 978-956-253-047-7. Disponible en: [http://raee.org.co/system/files/ResiduosElectronicos\\_Recycla\\_0.pdf](http://raee.org.co/system/files/ResiduosElectronicos_Recycla_0.pdf)

[41] ¿Hacia dónde va la basura tecnológica?. Disponible en: <http://www.taringa.net/posts/info/5249270/Hacia-donde-va-la-basura-tecnologica.html>

[42] La basura: ¿Un mal incurable?. Octubre 31, 2013. Disponible en: <http://www.periodicoeleco.com/?p=76>

[43] Contaminación diferente tipos. Marzo 4, 2012. Disponible en: <http://angelica-contaminacin.blogspot.com/>

[44] Plan de Educación Ambiental. Abril 01, 2009. Disponible en: <http://jhejuly.blogspot.com/>

[45] La basura: ¿Un mal incurable?. Septiembre 15, 2012. Disponible en: [http://finanzascarbono.org/noticias\\_externas/la-basura-un-mal-incurable/](http://finanzascarbono.org/noticias_externas/la-basura-un-mal-incurable/)

[46] De TV Analógica A Digital: La Guía Esencial Para La Planificación Del Systema De TV Digital y El Cierre De La TV Analógica. Abril, 2011. Disponible en: [http://www.dtreports.com/files/9813/6330/2986/From\\_Analog\\_to\\_Digital\\_TV\\_SPANISH.pdf](http://www.dtreports.com/files/9813/6330/2986/From_Analog_to_Digital_TV_SPANISH.pdf)

[47] FERNÁNDEZ, Jiménez D. Ciclo de vida de un producto: las TV. Abril 12, 2012. Disponible en: <http://mkta8.blogspot.com/2012/04/ciclo-de-vida-de-un-producto.html>

[48] Ciclo de Vida del Producto. Mayo 10, 2010. Disponible en: <http://davidpg86.wordpress.com/>

[49] Lineamientos Curriculares de las Ciencias Naturales. Septiembre 21, 2012. Disponible en: <http://javiermauricio06.wordpress.com/type/aside/>

[50] Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Reunión Internacional de Armonización Regional para la Gestión de los RAEE en América Latina. Medellín, Colombia. Marzo 8-10, 2011. Disponible en: <http://www.residuoselectronicos.net/wp-content/uploads/2011/04/3.COLOMBIA-RAEE-RELAC.pdf>

[51] LEY 1672 DE 2013 (Julio 19) “Por la cual se establecen los lineamientos para la adopción de una política pública de gestión integral de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE), y se dictan otras disposiciones”. Disponible en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=53825>

[52] CEPAL/PNUD COL/ 01/ 002. Diseño de un sistema de Indicadores socio ambientales para el Distrito Capital de Bogotá. Serie estudios y perspectivas. Julio, 2004. Disponible en: <http://www.eclac.org/publicaciones/xml/6/21306/lc12102e.pdf>

[53] Alcaldía Mayor de Bogotá. Programa basura cero. Septiembre 06, 2013. Disponible en: <http://oab.ambientebogota.gov.co/comunidad.shtml?apc=m1-1---&x=6973&s=m>

[54] REVISTA SEMANA. El Futuro de la radio y la televisión digital en Latinoamérica. Disponible en: <http://m.semana.com/opinion/articulo/el-futuro-radio-televison-digital-latinoamerica/58609-3>

[55] Desarrollo Sustentable. Disponible en: [http://www.ideal.com.mx/site/index.php?option=com\\_content&task=view&id=76&Itemid=237](http://www.ideal.com.mx/site/index.php?option=com_content&task=view&id=76&Itemid=237)

[56] ROJAS TORRES, M. Y. Manual de Evaluación de Impacto Ambiental. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. Escuela de Mecánica Industrial. Noviembre, 2003. Disponible en: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_1163\\_IN.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1163_IN.pdf)

[57] Medidas de Mitigación para el Aire de Industrias de Asfalto. Disponible en: <http://tareasuniversi.blogspot.com/2013/02/medidas-de-mitigacion-para-el-aire-de.html>

[58] Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos, RAEE. Disponible en: <https://www.sannicolas.gov.ar/index.php?b=rae>

[59] Ecolosfera. Tecnología cotidiana que contamina. Disponible en: <http://ecolosfera.com/tecnologia-cotidiana-contamina/>

[60] ECORAE. Informe de resultados del ACV del proceso. Diciembre 31, 2013. Disponible en: <http://www.life-ecorae.eu/es/files/B1InformeResultadosACVProcesoCompleto.pdf>



[61] Los chicos de Tigre Educa cerraron el año reciclando residuos electrónicos. Diciembre 17, 2013. Disponible en: <http://www.zonanortehoy.com/2013/12/17/los-chicos-de-tigre-educa-cerraron-el-ano-reciclando-residuos-electronicos/>

[62] Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. Dirección de Residuos Peligrosos, Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos, RAEEs. Disponible en: <http://www.ambiente.gov.ar/?idarticulo=700>

[63] ALCANÍZ, Lourdes. Plomo y mercurio: dos contaminantes que pueden encontrarse en productos y espacios que usan los latinos. BabyCenter en Español, Abril, 2012. Disponible en: <http://espanol.babycenter.com/a900685/plomo-y-mercurio-dos--contaminantes-que-pueden-encontrarse-en-productos-y-espacios-que-usan-los-latinos#ixzz34HPPwOkm>

[64] RAEE como contaminante. Disponible en: <http://raee.org.co/componentes-toxicos>

[65] Mercurio elemento contaminante al ambiente, Septiembre, 2012. Disponible en: <http://www.buenastareas.com/ensayos/Mercurio-Elemento-Contaminante-Al-Ambiente/5333939.html>

[66] El mercurio como elemento contaminante. Enero 01, 2000. Disponible en: <http://www.estrucplan.com.ar/articulos/verarticulo.asp?IDArticulo=366>

[67] Ignífugo. Disponible en: <http://www.aislamientos.ws/ignifugo/>

[68] FERNÁNDEZ MUERZA, A. Reciclar aparatos eléctricos y electrónicos, por qué y cómo hacerlo. Septiembre 10, 2012. Disponible en: [http://www.consumer.es/web/es/medio\\_ambiente/urbano/2012/09/10/212515.php](http://www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/urbano/2012/09/10/212515.php)

[69] El Tiempo. Comienza campaña de reciclaje electrónico. Disponible en: <http://m.eltiempo.com/colombia/bogota/campaa-de-reciclaje-electrnico/9070526>

[70] RECILEC. Reciclado de componentes electrónicos, S. A. Disponible en: <http://www.recilec.com/pdf/FAQ.pdf>

[71] FEDIT - Centros Tecnológicos de España. Desarrollo de la Metodología para la Realización de Análisis de Ciclo de Vida de Automóviles y Camiones. Enero 18, 2011. Disponible en: <http://www.exclama.es/exclama.es/anfac/pdf/FEDIT2.pdf>

[72] Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos - RAEE. Disponible en: <http://oab.ambientebogota.gov.co/index.shtml?s=l&id=621>

[73] Gestión en sistemas de Manejo Ambiental. Abril 4, 2009. Disponible en: <http://wwweducacionambientaldesdeguaduas.blogspot.com/>

[74] Compromiso Empresarial para el Reciclaje, CEMPRE. Reciclaje de elementos electrónicos. Disponible en: <http://www.cempre.org.co/documentos/reciclajedeelectronicos.pdf>

[75] Ecolecta: Piensa, luego Recicla. Enero 6, 2012. Disponible en: <http://ecolecta.blogspot.com/2012/01/ecolecta-piensa-luego-recicla.html>

[76] DECRETO 564 de 2012 (Diciembre 10) “Por medio del cual se adopta disposiciones para asegurar la prestación del servicio público de aseo en el Distrito Capital en acatamiento de las órdenes impartidas por la Honorable Corte Constitucional en la Sentencia T-724 de 2003 y en los Autos números 268 de 2010, 275 de 2011 y 084 de 2012”. Disponible en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=50832>

[77] ANTV comienza foros de TDT en 11 ciudades. Septiembre 3, 2013. Disponible en: <http://cableservicios.com/blog/blog/antv-comienza-foros-de-tdt-en-11-ciudades/>

[78] REVISTA SEMANA. ¿Cuál es el TV más amigable con el medio ambiente?. Disponible en: <http://m.semana.com/tecnologia/novedades/articulo/cual-tv-mas-amigable-medio-ambiente/372939-3>

[79] Antenas de Telefonía. Disponible en: [http://www.tuotromedico.com/temas/antenas\\_telefonia.htm](http://www.tuotromedico.com/temas/antenas_telefonia.htm)

[80] Sistemas Domiciliarios De Protección Contra Radiaciones Electromagnéticas. Marzo 30, 2013. Disponible en: <http://www.lacadenadelainnovacion.com/proyectos/282>

[81] Uso de convertidores para televisión digital. Disponible en: <http://www.telecom.go.cr/index.php/television-digital/86-television-digital/television-digital-2/95-uso-de-convertidores-para-television-digital>

[82] Valle del ese-entrecabos. Boletín electrónico No 23, Marzo, 2010. Disponible en: <http://www.ese-entrecabos.com/documents/download/40>.

[83] Televisión digital terrestre. Enero 23, 2011. Disponible en: <http://blog-tvd.blogspot.com/2011/01/isdioudisdisudisudsd.html>

[84] 10 datos que debe saber sobre la televisión digital, Septiembre 16, 2013. <http://juangonzaloangel.info/10-datos-que-debe-saber-sobre-la-television-digital/>

[85] Subsecretaría de Telecomunicaciones, SUBTEL. Guía de usuario. Disponible en: [http://tvd.subtel.gob.cl/index.php?option=com\\_content&view=article&id=56&Itemid=79](http://tvd.subtel.gob.cl/index.php?option=com_content&view=article&id=56&Itemid=79)

[86] Disponible en: <http://saludocupacionalpoli.blogspot.com/2012/03/programa-academico-tecnologia.html>

[87] Análisis de Ciclo de Vida. Proyecto Compras responsables.org. Cegesti. Disponible en: <http://www.comprasresponsables.org/adjuntos/Analisis-Ciclo-de-Vida.pdf>

[88] Desventajas de la televisión digital. Disponible en: [http://www.ehowenespanol.com/desventajas-television-digital-lista\\_93450/](http://www.ehowenespanol.com/desventajas-television-digital-lista_93450/)

[89] Conceptos básicos de la TDT. Disponible en: <http://www.adslzone.tv/conceptos-basicos-de-la-tdt/>

[90] Cuidadores del Medio Ambiente. Junio 18, 2012. Disponible en: <http://cuidadoresdelmedioambiente.blogspot.com/2012/06/modulo-7.html>

[91] Aprendiendo con las nuevas tecnologías. Enero 24,2012. Disponible en: <http://fjavierglzc.blogspot.com/2012/01/informe-sobre-raee-y-problemas.html>

[92] Digipolis. Los medios de comunicación, las telecomunicaciones y la sociedad digital en el siglo 21. Disponible en: <https://digipolis.wordpress.com/category/estudios/>

[93] Soluciones a falta de frecuencias de radio y televisión. Noviembre 27, 2010. Disponible en: <http://ingesociales.blogspot.com/2010/11/soluciones-falta-de-frecuencias-de.html>

[94] González, M. J.; Capurro R., M.; Sanmartín N., J. El apagón analógico en Holanda, Finlandia y Suecia: valoración de su experiencia pionera. Disponible en: <http://www.aeic2010malaga.org/upload/ok/118.pdf>

[95] La Televisión Digital como una oportunidad de negocios (primera parte). Disponible en: <http://www.gazdigital.com/ampliar.aspx?idNoticia=B6DEC01F52AE68D7>

[96] Ley 1507 de 2012 (Enero 10) “Por la cual se establece la distribución de competencias entre las entidades del Estado en materia de televisión y se dictan otras disposiciones”. Disponible en: <http://www.antv.gov.co/nomatividad/ley-1507-de-2012>

[97] Acuerdo 002 de 2012 “Por medio del cual se establece y reglamenta la prestación del servicio público de televisión abierta radiodifundida digital terrestre - TDT”. Disponible en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=46858>

[98] Resolución 1132 de 2013 “Por la cual se establece el plan de cobertura en tecnología digital para la televisión abierta radiodifundida del operador público nacional”. Disponible en: [http://antv.gov.co/sites/default/files/resolucion\\_antv\\_1132\\_de\\_2013\\_0.pdf](http://antv.gov.co/sites/default/files/resolucion_antv_1132_de_2013_0.pdf)

[99] Autoridad Nacional de Televisión República de Colombia, ANTV. Plan de Cobertura en Tecnología Digital por parte del Operador Público Nacional. Documento de Desarrollo, Coordinación de Normatividad, Protección y Promoción, Coordinación de Fomento. Mayo, 2013, 24 p. Disponible en: [http://www.antv.gov.co/sites/default/files/130509-docregulatorio\\_cobertura\\_tdt\\_por\\_rtv.pdf](http://www.antv.gov.co/sites/default/files/130509-docregulatorio_cobertura_tdt_por_rtv.pdf)

[100] El Economista. Más retrasos a la televisión digital, mayo 8, 2014. Disponible en: <http://eleconomista.com.mx/columnas/columna-especial-empresas/2014/05/08/mas-retrasos-televisión-digital>

[101] CNN México. México regalará 13.8 millones de “teles” para cumplir el apagón analógico, mayo 14, 2014. Disponible en: <http://mexico.cnn.com/nacional/2014/05/14/mexico-regalara-138-millones-de-teles-para-cumplir-el-apagon-analogico>

[102] El Economista. PEF debe considerar partida para apoyar apagón analógico, octubre 18, 2012. Disponible en: <http://eleconomista.com.mx/industrias/2012/10/18/pef-debe-considerar-partida-apoyar-apagon-analogico>