



**Propuesta de un sistema de conectividad sostenible financieramente y asequible,
basado en la tecnología TVWS en zonas rurales de Colombia**

**Mario Alfredo Medina
Camilo Ramírez Castiblanco**

**Institución Universitaria Politécnico Grancolombiano
Maestría en Gerencia de Proyectos
Septiembre de 2023**

Introducción

El acceso universal a la información tiene una importante connotación en el desarrollo económico y social de los pueblos, siendo a su vez un derecho promulgado directamente por las Naciones Unidas y diversos organismos multilaterales. Este acceso no está claramente asegurado en poblaciones que sufren de condiciones económicas adversas, por lo que no es suficiente su disponibilidad sino que es necesario asegurar que sea asequible. El cumplimiento de este propósito, el de propender por el acceso universal a la información, es posible lograrlo vinculando los esfuerzos públicos y privados, la aplicación de la normatividad vigente y los planteamientos que aseguren su sostenibilidad en el tiempo.

Numerosos programas y planes sociales de conectividad a la red de internet se han desarrollado en Colombia a lo largo de los años, todos con el objetivo de brindarle acceso a esta red a los hogares que presentan una condición económica que no les permite sufragar los gastos inherentes a este acceso. Estos planes sociales de conectividad tienen un elemento en común relacionado con el tiempo de ejecución, su duración está limitada por las condiciones contractuales pactadas entre el Estado y el proveedor de la conectividad; duración que normalmente no supera los períodos presidenciales, es decir de máximo 4 años suponiendo su inicio al inicio de este período.

A partir de las condiciones de infraestructura física de telecomunicaciones que existen en el país, las posibilidades tecnológicas en materia de conectividad y la normatividad sobre la materia, es posible desarrollar proyectos zonales que propendan por lograr que los hogares en condición de vulnerabilidad socio-económica, sobre todo los hogares ubicados en las zonas rurales donde hay una menor presencia de redes para la conectividad, puedan acceder a la red de

datos global gracias a la implementación de programas sostenibles financieramente y con una alta temporalidad y sobre todo asegurando la asequibilidad.

De manera concreta la utilización de la tecnología de espacios en blanco en televisión, TVWS por sus siglas en inglés, y el esfuerzo público privado posibilitan brindar conectividad a los hogares de bajos recursos económicos ubicados en zonas rurales.

Enunciación del Interés

¿Como brindar conectividad de manera asequible a la población económicamente vulnerable ubicada en las zonas rurales mediante un proyecto sostenible financieramente en el tiempo utilizando la actual infraestructura de telecomunicaciones instalada en el país?

Objetivos

Objetivo General

Proponer un sistema de conectividad rural que cumpla con criterios de sostenibilidad financiera a largo plazo y asequible a la población económicamente vulnerable, empleando las actuales redes de telecomunicaciones y la normatividad sobre el uso de espacios en blanco de televisión TVWS.

Objetivos Específicos

Objetivo Específico 1

Identificar las necesidades del contexto colombiano para el aseguramiento de la conectividad y su relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Objetivo Específico 2

Analizar las acciones e iniciativas que se han desarrollado en Colombia en pro del acceso universal a la información, incluyendo las acciones gubernativas y privadas sobre el particular, con énfasis en el sector poblacional vulnerable en las zonas rurales.

Objetivo Específico 3

Evaluar las condiciones sobre las cuales se puede hacer la implementación de la tecnología TVWS sobre las redes de telecomunicaciones públicas existentes como una posible solución de conectividad en beneficio de la población rural.

Marco de Referencia

Conectividad, asequibilidad, desarrollo; tres palabras que enmarcan propósitos a nivel mundial sobre los cuales han girado y giran actualmente muchos programas y proyectos en diversos países con impulso gubernamental, privado o con la combinación de ambos sectores. En este capítulo, dividido en cuatro (4) secciones, se da el marco teórico que soporta la propuesta de investigación en curso.

Desarrollo Sostenible y conectividad

El concepto de desarrollo sostenible es acuñado por la Comisión Brundtland, constituida en la Asamblea General de las Naciones Unidas del año 1983 [6], como “el desarrollo que permite satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las del futuro de satisfacer sus propias necesidades” [7]. En esta misma línea [5] determina que desarrollo sostenible es “aquel que mejora la calidad de vida humana sin rebasar la capacidad de carga de los ecosistemas que los sustentan”

La Organización de las Naciones Unidas programó para septiembre del año 2015 la Cumbre de Desarrollo Sostenible, evento en el cual la Asamblea General aprobó la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible [1], considerando este documento como un plan de acción en favor de las personas y el planeta, reconociendo que el mayor desafío mundial es la erradicación de la pobreza, cuya incidencia impide lograr el objetivo propuesto, el desarrollo sostenible [2].

La Agenda 2030 estableció 17 objetivos y 169 metas integradas, con enfoque en aspectos económicos, sociales y ambientales, los cuales serán desarrollados por cada nación dependiendo

de su condición y prioridades en materia de desarrollo y estableciendo sus propias metas siempre y cuando exista apego a los Objetivos acordados en la Asamblea General.

Tabla 1. Objetivos de Desarrollo Sostenible [ONU 2015]

<i>Número</i>	<i>Objetivo de Desarrollo Sostenible</i>
ODS 1	Poner fin a la pobreza en todas sus formas y en todo el mundo
ODS 2	Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible
ODS 3	Garantizar una vida sana y promover el bienestar de todos a todas las edades
ODS 4	Garantizar una educación inclusiva y equitativa de calidad y promover oportunidades de aprendizaje permanente para todos
ODS 5	Lograr la igualdad de género y empoderar a todas las mujeres y niñas
ODS 6	Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento de todos
ODS 7	Garantizar el acceso a una energía asequible, fiable, sostenible y moderna para todos
ODS 8	Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos
ODS 9	Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación
ODS 10	Reducir la desigualdad en los países y entre ellos

- ODS 11 Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles
- ODS 12 Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles
- ODS 13 Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático
- ODS 14 Conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible
- ODS 15 Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad
- ODS 16 Promover sociedades pacíficas e inclusivas para el desarrollo sostenible, facilitar el acceso a la justicia para todos y construir a todos los niveles instituciones eficaces e inclusivas que rindan cuenta de sus gestiones
- ODS 17 Fortalecer los medios de implementación y la alianza mundial para el desarrollo sostenible

Se observa claramente que ningún Objetivo de Desarrollo Sostenible ODS está directamente relacionado con la conectividad o en general con las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones TIC, pero si en el contexto de sus metas como lo indicado la meta 9.c, la cual propone como meta *“Aumentar significativamente el acceso a la tecnología de la información y las comunicaciones y esforzarse por proporcionar acceso universal asequible a internet en los países menos adelantados de aquí a 2020”*; de la misma forma la Unión Internacional de Telecomunicaciones UIT, organismo especializado de las Naciones Unidas para

las tecnologías de la información y la comunicación, describe claramente la relación entre las TIC y el cumplimiento de los ODS considerando que estas tecnologías son el motor de la economía digital y son un acelerante del progreso de los ODS mejorando la calidad de vida de la población [5].

Es así como tecnologías como el internet de las cosas IoT, la quinta y sexta revolución de las comunicaciones móviles 5G y 6G, en conjunto con el desarrollo de las TIC son esenciales para el cumplimiento de los ODS [3], participando activamente en el avance de cada uno de estos objetivos.

De manera general, sin particularizar en alguno de los ODS, las TIC actúan directamente en los ODS al ofrecer mecanismos para aumentar la productividad al brindar acceso a las fuentes de información, control y supervisión de las cadenas de suministro, uso de sensores físicos y biométricos, acceso a herramientas pedagógicas, la recolección y análisis de bases de datos y herramientas de georreferenciación y geolocalización [4] [3].

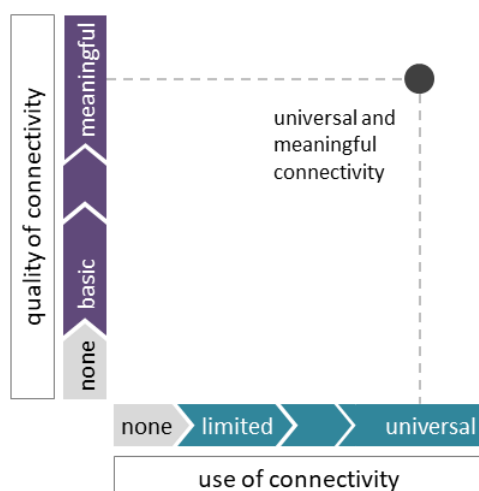
Vista la importancia de las TIC en los Objetivos de Desarrollo Sostenible, se debe establecer cual es la relación o importancia de la conectividad con las TIC, partiendo de la definición de este concepto como la capacidad de un dispositivo [ordenador personal, periférico, PDA, móvil, robot, electrodoméstico, etc.] de conectarse y comunicarse con otro, con el fin de intercambiar información [9]. En este contexto [8] establece la conectividad como “una base necesaria para la inserción en la sociedad de la información” permitiendo el acceso a diversas utilidades y servicios.

Los diferentes dispositivos relacionados con las TIC son inocuos para lograr el desarrollo si no se asegura el acceso a las fuentes de información, las bases de datos, los dispositivos actuadores y los sensores físicos y biométricos a través de los mecanismos de conectividad

empleando conexiones físicas entre ellos , que de manera amplia pueden ser de modo alámbrico o inalámbrico de acuerdo al medio disponible en el sitio donde se ubiquen dichos dispositivos.

La UIT en su documento *Achieving Universal and Meaningful Digital Connectivity* [10] estableció que para maximizar el impacto en la sociedad y la economía la conectividad debía cumplir con dos objetivos, ser universal y ser significativa; universal por el nivel de uso de la conectividad y significativa por su calidad.

Gráfica 1. Las dos dimensiones de la conectividad [10]



Universal al ser conectividad para todos y significativa al permitir a los usuarios tener una experiencia segura, satisfactoria, enriquecedora y productiva a un costo asequible, siendo las dos dimensiones complementarias.

Tecnología Espacios en Blanco en Televisión TVWS y Asequibilidad

Múltiples formas de lograr la conectividad empleando medios y mecanismos basados en tecnologías cableadas o inalámbricas en sus diversas modalidades se implementan a nivel mundial aprovechando las ventajas de unas y de otras, siempre buscando como objetivo la

transmisión de datos entre dispositivos TIC [11] con lo cual se propende por el acceso universal a la información.

De acuerdo a las cifras reportadas por la UIT y la Alianza para Una Internet Asequible A4AI en el mundo existen 3.6 billones de personas no tienen acceso a internet, población que en su mayoría está ubicada en los países menos desarrollados, donde solo el 19% de sus habitantes están conectados [12]. Cifras que distan mucho de las metas 2030, la cual busca que todas las personas tengan un acceso seguro y asequible a la red de internet. Estas cifras de personas no conectadas, o sin acceso a una red de internet, tienen su explicación en los costos asociados a lograr la conectividad. En efecto la UIT en sus informes de análisis de las cifras de acceso a las redes de datos determina que el problema no es la disponibilidad de las redes de acceso sino la dificultad de pago que presenta la población. Como ejemplo manifiesta la UIT que cerca de la mitad de población que se encuentra en las zonas de cobertura de las redes 4G carecen de acceso a internet, cifras que están incluidas en el informe “Asequibilidad de los servicios TIC”, en el cual se analizan cinco categorías o modalidades de acceso, banda ancha móvil, banda ancha fija, telefonía y datos móviles de baja utilización, servicios de telefonía y datos de alta utilización y la telefonía móvil de baja utilización, encontrando un efecto de disminución del precio de acceso, pero no una disminución en el porcentaje de la población conectada, sobre todo en los países menos desarrollados [13].

Igualmente analizan estos informes que las zonas rurales de los países en desarrollo son las mas afectadas con esta situación, con disponibilidad de redes de telefonía móvil pero muy bajo acceso de la población a estos servicios, razón por la cual se aprecian esfuerzos gubernamentales para dar solución a esta problemática, esfuerzos que no siempre son seguidos de manera adecuada y oportuna por la inversión privada [14].

Bajo esta condición se desarrollaron a nivel mundial esfuerzos para lograr conectividad empleando estrategias basadas en la utilización del espectro radioeléctrico bajo en concepto de acceso dinámico a las bandas de frecuencias mediante el empleo de sistemas de radiocomunicaciones con capacidades cognitivas CRS [15] , lo que significa en la práctica que si se emplean sistemas que se autogestionen en el uso de espectro se puede lograr un uso mas dinámico del espectro radioeléctrico evitando producir interferencias perjudiciales a otros servicios ubicados en la misma banda de operación. Este método de acceso se complementa con la hoy mas frecuente práctica de compartición de espectro entre servicios de diferente naturaleza para hacer mas dinámico y eficiente el uso de este recurso, el espectro radioeléctrico ER.

Aquí es preciso indicar que el espectro radioeléctrico, que hace parte del espectro electromagnético, es un bien público inenajenable e imprescindible sujeto a la gestión y control del Estado de acuerdo a lo establecido en el Artículo 75 de la constitución política de la República de Colombia. Este espectro es Administrado por el Ministerio de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones previa planeación realizada por la Agencia Nacional del Espectro ANE.

Para la Unión Internacional de Telecomunicaciones UIT el espectro radioeléctrico es un bien natural que está limitado por la tecnología, a medida que mejoran o evolucionan las tecnologías de telecomunicaciones aumenta el aprovechamiento que se puede hacer de este recurso.

Esta combinación, acceso dinámico CRS y la compartición de espectro, es la base sobre la cual se desarrolla la solución de conectividad empleando los espacios en blanco TVWS, que no es mas que la utilización del ER no utilizado por el servicio de televisión en la banda asignada en cada país para este servicio. TVWS se considera una de las soluciones para brindar

conectividad a poblaciones rurales de manera eficiente y de bajo costo, propendiendo por la asequibilidad, empleando ER disponible.

La tecnología de conectividad TVWS está basada en estándares internacionales, entre las que resaltan las establecidas por el Institute of Electrical and Electronics Engineers IEEE 802.22-2011 para el estándar WFAR y la 802.19.1 estándar para TVWS. En el contexto europeo el Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones, ETSI por sus siglas en inglés ha desarrollado las siguientes especificaciones técnicas relacionadas con TVWS:

ETSI TS 102 946

Especificación Técnica, TS, relacionada con los Sistemas de Radio Reconfigurable, RRS por sus siglas en inglés, como elemento indispensable para el uso de la banda de frecuencias UHF para la operación de la tecnología TVWS bajo el principio de compartición de espectro radioeléctrico empleando sistemas cognitivos [19].

ETSI EN 301 598

Este Estándar Europeo Harmonizado responde a la necesidad de la Comunidad Europea de establecer condiciones técnicas que deben cumplir los dispositivos que se empleen en la banda de frecuencias de 470 Mhz a 694 Mhz como uso compartido con el servicio de televisión radiodifundida [20].

Adicionalmente la Internet Engineering Task Force trabaja para el desarrollo del estándar de uso de las bases de datos empleadas por TVWS, bases de datos que son las utilizadas por los sistemas CRS dinámicos.

TVWS es un sistema que trabaja bajo el principio de compartición de una conexión banda ancha empleando el ER como medio de comunicación entre quien comparte y los usuarios de esta banda ancha compartida.

Figura 2. Topología de red de un sistema TVWS [16]



En la figura 2 el dispositivo maestro es quien posee la conexión banda ancha que va a compartir con los usuarios finales, la radiofrecuencia UHF es el espectro radioeléctrico, los espacios en blanco o frecuencias de televisión no empleadas, sobre el cual se transporta la capacidad de la conexión banda ancha a compartir desde el dispositivo maestro hasta los usuarios, el router WiFi es el dispositivo para permitir la conectividad de los diversos terminales de usuario final.

Se aprecia en la figura la inclusión de los sistemas dinámicos al utilizar una base de datos sincrónica, BDEB, que contiene la información de los canales de televisión que se pueden emplear de acuerdo a la zona donde se emplee esta tecnología. Base de datos indispensable y dinamismo requerido para evitar interferencias entre este sistema y los servicios de televisión presentes en el área de implementación.

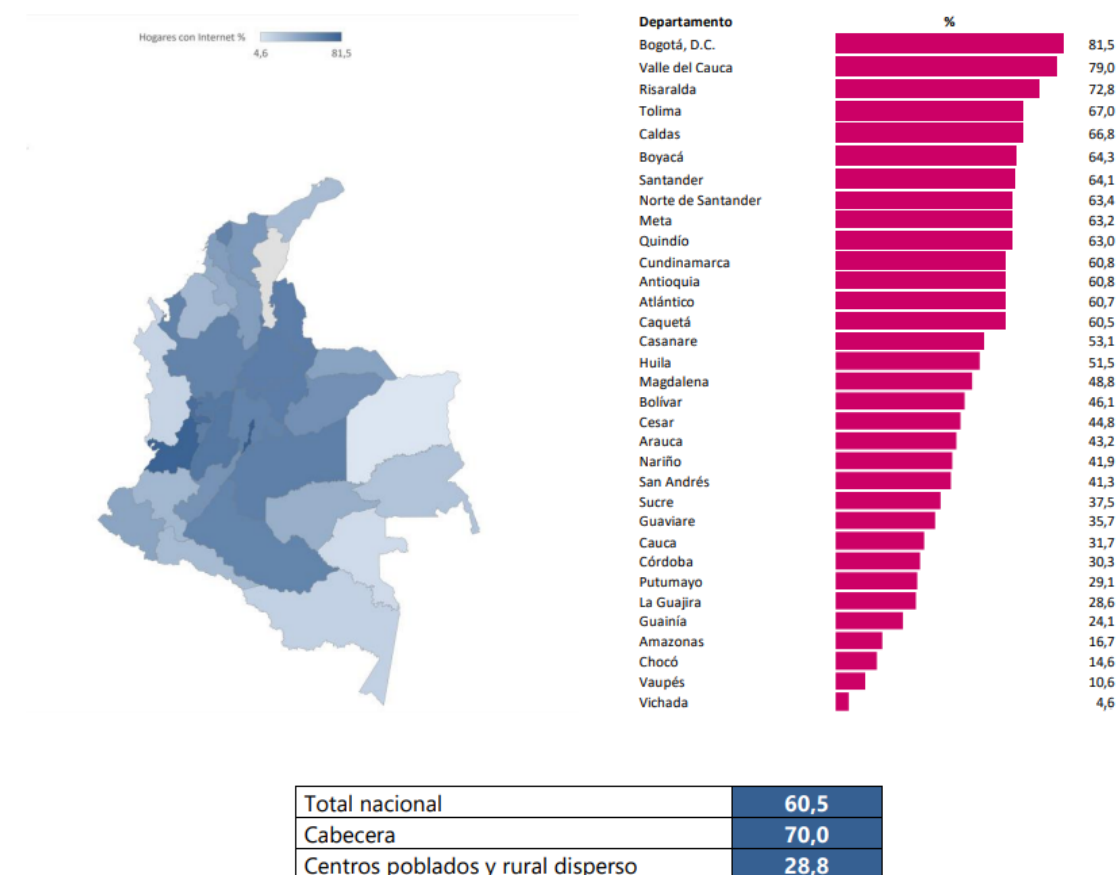
TVWS es una tecnología ampliamente probada y con dispositivos disponibles en el mercado, con una clara regulación en Colombia dada por la Resolución ANE 105 de 2020, la cual establece las condiciones de operación de los sistemas, que se resumen de la siguiente manera:

- El uso de espectro no está basado en permisos otorgados por la autoridad competente, el Ministerio TIC, al ser considerado espectro libre siempre y cuando se utilice para el fin establecido, se empleen las bases de datos de espacios en blanco DBEB y se reporte la intención de implementación de estos sistemas
- La destinación está restringida a conectividad fija, por ende los dispositivos de espacios en blanco deben cumplir esta condición
- Se debe cumplir con los límites de potencia de transmisión y altura máxima de las antenas establecidas en la Resolución ANE 105 de 2020.
- La distancia máxima entre el dispositivo maestro y el dispositivo esclavo es de quince [15] kilómetros.

Razón de uso de la tecnología TVWS en Colombia

Las cifras de conectividad en Colombia dadas por las entidades oficiales como el DANE que en su informe sobre el resultado de la encuesta de uso de las TIC en los hogares colombianos, ENTIC, reveló que para el año 2021 el 70% de los hogares ubicados en zonas urbanas poseen conexión a internet, cifra que contrasta con el 28.8% de los hogares ubicados en zonas rurales.

Figura 3. Porcentaje de hogares con acceso a internet [17]



Esta situación, es la que impulsa el plantear el uso de la tecnología TVWS para mejorar las condiciones de acceso a internet en las zonas rurales del país.

La solución TVWS ha sido analizada en varios documentos académicos, la mayoría tesis de maestría de universidades colombianas [18] considerando como punto de partida la

posibilidad de implementar la solución tecnológica sin dar alcance al importante tema de asequibilidad y sostenibilidad de la solución a lo largo del tiempo.

Basándonos en la información de las redes públicas de comunicaciones existentes en Colombia, con énfasis en la red pública de radio y televisión gestionada por Radio Televisión Nacional de Colombia, los recursos financieros disponibles en el Fondo Único TIC administrado por el Ministerio de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones para las labores de Administración, Operación y Mantenimiento de las redes públicas de radio y televisión y el actual modelo de financiación de las redes se construirá la propuesta de conectividad rural asegurando la asequibilidad propuesta en los objetivos de la ONU y desarrollada en el documento.

Principio de Sostenibilidad de la Propuesta de Uso de la Tecnología TVWS en Colombia

Se ha planteado como premisa que la solución de conectividad a proponer debe cumplir con la condición de ser sostenible financieramente para asegurar que esta solución perdure en el tiempo, lo cual convertiría el uso de la tecnología de espacios en blanco en televisión como un medio para proveer conectividad a largo plazo en las zonas rurales del país.

La base para la sostenibilidad financiera es la utilización de la infraestructura pública de telecomunicaciones existente y la proyectada a futuro en el entorno de la digitalización de las redes de televisión del país. En efecto, la red pública de televisión está conformada por más de 230 estaciones transmisoras repartidas a lo largo del país, con esta infraestructura se logra actualmente una cobertura poblacional de cerca del 94% de la población del país con el servicio público de televisión.

Bajo este contexto la propuesta a formular debe correlacionar dos aspectos relevantes, la infraestructura existente y las condiciones técnicas impuestas por la Agencia Nacional del Espectro ANE para las soluciones tecnológicas con base en los TVWS. El resultado de esa correlación será el número y ubicación de la infraestructura que se puede utilizar para brindar la solución de conectividad a las zonas rurales que están dentro de la influencia de cobertura de dicha infraestructura.

Toda esa infraestructura, la existente y la que se implemente a futuro, tiene asegurados los recursos financieros para su operación y mantenimiento a partir de lo indicado en el Artículo 21 de la ley 1978 de 2019 que determina que los recursos del Fondo Único TIC, administrado por el Ministerio TIC, se deben destinar entre otras cosas para garantizar el fortalecimiento de la televisión pública, asegurando la entrega de recursos año a año para la radio y la televisión públicas, servicios que son la razón de ser de la infraestructura mencionada.

Si bien la utilización de la infraestructura pública es la base para la sostenibilidad de la propuesta de conectividad, de esta utilización se desprende la inclusión de la sostenibilidad ambiental que da este planteamiento a partir del impacto en el cambio climático que produce poner en funcionamiento nueva infraestructura de telecomunicaciones y en particular en áreas con una baja densidad poblacional como lo es la ruralidad en Colombia.

Ruiz et al. (2022) determinaron que la huella anual de carbono, ACF, producida por una unidad funcional de una red 4G LTE, que posee una estructura similar a una unidad funcional TVWS a partir de sus componentes operativos, en un ambiente rural con población dispersa es de $5,49 \times 10^4$ Kg CO₂ eq., huella que es independiente de la contribución realizada por los usuarios de la tecnología y la huella por efecto de la capacidad de conectividad ofrecida y utilizada.

El uso de infraestructura existente, que posee los sistemas de energía eléctrica incluyendo respaldo mediante grupo electrógeno o UPS, estructuras civiles y vías de acceso ya operativas para otros servicios hace que la incidencia de un nuevo servicio de bajo consumo energético, como lo es el uso de dispositivos TVWS, tenga una baja incidencia en la huella de carbono producida.

Metodología

Para lograr los objetivos propuestos, esta investigación pretende esbozar inicialmente un diagnóstico del ¿por qué? los proyectos sociales con componente tecnológico y específicamente en el aspecto de la conectividad no han logrado mantenerse en el tiempo, o inclusive, no han podido salir del estudio académico de investigaciones, tesis, o pruebas piloto en caso de haberse dado.

Para lo anterior, se explora dentro de los últimos 10 años fuentes de información a nivel nacional e internacional generada por estudios, experimentos de utilización en bandas de redes de telecomunicaciones de diversa índole, escritos de organismos privados, gubernamentales, multilaterales y universidades entre otros, que nos permitan llegar a una contextualización de los elementos relevantes y las variables que han afectado a nivel internacional el desarrollo de este tipo de proyectos.

Teniendo esta descripción del marco internacional, se hace necesario que esta investigación se ajuste a la problemática en nuestro entorno, para determinar las variables que debemos tener en cuenta a nivel local, mediante la consecución de información relevante a nivel nacional con fuentes del mismo tipo y calidad; pero correlacionando de manera específica a los posibles intentos o acciones que se hayan llevado a cabo en Colombia.

Con base en lo anterior, se pretende proponer el sistema de conectividad que más ventajas presenta a nivel de Colombia y soportar que financieramente sea el más favorable a nivel de infraestructura de telecomunicaciones, incluyendo sus servicios conexos como lo son la administración, operación y mantenimiento en el tiempo.

En este punto se culmina la investigación mediante la formulación de la implementación de la tecnología TV White Spaces [TVWS] por ser una tendencia a nivel mundial en este tipo de

proyectos, con potencial para ser utilizada sobre la infraestructura de telecomunicaciones más viable a nivel de sostenibilidad y cubrimiento a nivel nacional a las poblaciones económicamente vulnerables como lo es la red pública de televisión.

Glosario (México, 2021)

Conectividad: Capacidad de un dispositivo [ordenador personal, periférico, PDA, móvil, robot, electrodoméstico, etc.] de conectarse y comunicarse con otro, con el fin de intercambiar información [datos].

TVWS TV White Space: Según la Unión Internacional de Telecomunicaciones [UIT], los espacios en blanco de TV [TVWS, por sus siglas en inglés de TV White Spaces] se definen como “porciones de espectro de televisión los cuales no están siendo usados para radiodifusión, naturalmente estos pueden ser de televisión análoga o televisión digital.

Vulnerabilidad: Es la debilidad que existe en un sistema de seguridad.

Ancho de Banda: Esto se refiere a la cantidad de datos que puede transferir en determinado tiempo.

Banda Ancha: Es la velocidad en la que se puede transmitir los datos.

Asequible: Esto significa que los objetivos se pueden alcanzar y estarían al alcance de una población objetivo.

Normatividad: Son las normas que definen como funciona e interactúan las redes de telecomunicaciones conocidas como recomendaciones con el objeto de standarizarlas a nivel mundial.

Seguridad: Es la actividad dirigida a todo aquello que hacemos para la protección de datos, aplicaciones, dispositivos y sistemas que están conectados a la red.

Red WAN : Red de comunicación que permite el intercambio de datos entre equipos situados en un área geográfica de gran escala. [Wide Area Network]

Red LAN: Red de comunicación entre equipos situados en el mismo edificio o en edificios cercanos, de forma que permite a sus usuarios el intercambio de datos y compartir recursos.

Microsoft: Casos de éxito de sistemas TVWS n. Plataforma abierta: Sistemas de comunicaciones que permite el uso de herramientas de hardware y/o aplicaciones de terceros de manera natural.

Agnóstico en comunicaciones o en tecnología: Permite el acceso o intercomunicación a cualquier tipo de equipos en diversos entornos, independiente del fabricante.

Servicio Primario: Es el servicio objeto de la red para la cual fue instalada. [Redes de televisión por suscripción]

Servicio Secundario: Es un servicio de valor agregado que se transmite sobre una red cuyo objeto inicial corresponde a un servicio primario.

Espacios en Blanco de televisión: Son bandas de frecuencias del espectro de televisión no utilizadas en un área específica.

Confiabilidad: Medida de cuánto tiempo un elemento de configuración o servicio de TI puede ejecutar su función acordada ininterrumpidamente. El término confiabilidad también puede ser utilizado para definir la probabilidad de que un proceso, función, entre otros, responda de la forma esperada.

Convergencia tecnológica: Es la confluencia y evolución de diferentes tecnologías de cómputo e información, sistemas, contenido multimedia y redes de comunicaciones que se interconectan y han aumentado la posibilidad de acceder a productos o servicios.

Criticidad: El grado de impacto que tiene un requisito, módulo, error, falla, falla u otro elemento en el desarrollo u operación de un sistema [IEEE, Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos]. Dato. Unidad mínima de información [números, letras o símbolos] que representa

un objeto, condición o situación y que requiere una interpretación para convertirse en información.

Desarrollo tecnológico: Trabajo sistemático fundamentado en los conocimientos obtenidos por la investigación o la experiencia práctica, que se dirige a la fabricación de nuevos materiales, productos o dispositivos; a establecer nuevos procedimientos, sistemas y servicios, o a mejorar considerablemente los ya existentes.

Incidente [servicio]: Cualquier evento que no sea parte de la operación estándar de un servicio que ocasione, o pueda ocasionar, una interrupción o una reducción de la calidad de ese servicio.

Incidente [seguridad]. Evento único o serie de eventos de seguridad de la información inesperados o no deseados que poseen una probabilidad significativa de comprometer las operaciones del negocio y amenazar la seguridad de la información.

Interoperabilidad: Es la capacidad de dos o más sistemas o componentes para intercambiar información y utilizar la información intercambiada. [IEEE, Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos]

Interoperabilidad técnica: Las especificaciones técnicas que garantizan que los componentes tecnológicos de los sistemas de información están preparados para interactuar de manera conjunta.

Mecanismos de interconexión: Se refiere a los protocolos de comunicación, formato de mensajes, comandos y contenidos, control de errores y duplicidad de la información

Nivel de servicio: Definición que establece los niveles de calidad, con los que operará y estará disponible un sistema o servicio digital.

Plataforma tecnológica [Informática]: Es el software [frameworks, aplicaciones comerciales, módulos especializados, entre otros], hardware [servidores de bases de datos, servidores de

aplicaciones, equipos de conectividad, entre otros] y servicios que permite ejecutar una solución informática.

Servicio de autenticación: Servicio de seguridad que verifica la identidad alegada por una entidad.

Referencias

1. Organización de las Naciones Unidas, 2015, Cumbre de Desarrollo Sostenible, Asamblea General
2. Organización de las Naciones Unidas, 2015, Cumbre de Desarrollo Sostenible, Asamblea General
3. Bravo Alvares, L. y Montejo Sánchez, S. [2021]. Impact of Information and Communication Technologies on the Sustainable Development Goals. Universidad Tecnológica Metropolitana.
4. ICTs for a Sustainable World #ICT4SDG. <https://www.itu.int>, [2021], Disponible en <https://www.itu.int/en/sustainable-world/Pages/default.aspx>,
5. Madroñero Palacios Sandra, Desarrollo sostenible. Aplicabilidad y sus Tendencias, revista tecnológica en Marcha, 2018, vol.31 n.3 Cartago Jul./Sep.
6. Brundtland, G.H. [1987] Our Common Future: Report of the World Commission on Environment and Development. Geneva, UN-Dokument A/42/427.
<http://www.un-documents.net/ocf-ov.htm>
7. CEPAL [Comisión Económica para América Latina y el Caribe] [2023], Objetivos de Desarrollo sostenible [ODS]: Disponible en <https://www.cepal.org/es/temas/agenda-2030-desarrollo-sostenible/objetivos-desarrollo-sostenible-ods>
8. Chaparro Mendivielso, Jy Santana Rivas, D., Inclusión Digital, Tres Conceptos Clave: Conectividad, Accesibilidad, Comunicabilidad, Aracne, 2011, No. 150, consulta: septiembre 2023, disponible en: <https://www.ub.edu/geocrit/aracne/aracne-150.htm>
9. México, U. N. [16 de Septiembre de 2021]. Obtenido de https://eee.red-tic.unam.mx/recursos/2021/2021_Glosario_RedResponsablesTIC_01.pdf

10. Achieving universal and meaningful digital connectivity, <https://www.itu.int>, [2021]
disponible en:https://www.itu.int/itu-d/meetings/statistics/wp-content/uploads/sites/8/2022/04/UniversalMeaningfulDigitalConnectivityTargets2030_BackgroundPaper.pdf
11. Felipe duran, F y Mondragon M, Nancy, Redes Cableadas e Inalámbricas, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad Zacatenco [ESIME Zacatenco], Instituto Politécnico Nacional.[IPN] Av. IPN s/n, Unidad Profesional Adolfo López Mateos, México, DF, CP. 07738. MÉXICO
12. un.org/digital-roadmap, Report of the Secretary-General Roadmap for Digital Cooperation, [2020]
13. Asequibilidad de los servicios de TIC en 2020, <https://www.itu.int>, [2021], disponible en: <https://www.itu.int/es/mediacentre/Pages/pr02-2021-The-affordability-of-ICT-services-2020.aspx>
14. Sonia, Jorge, Affordability Report 2021, Alliance for Affordable Internet, 2021 disponible en: <https://a4ai.org/report/2021-affordability-report/>
15. Principios, retos y problemas de la gestión del espectro relacionados con el acceso dinámico a las bandas de frecuencias mediante sistemas de radiocomunicaciones con capacidades cognitivas, <https://www.itu.int>, [2017] disponible en: https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/rep/R-REP-SM.2405-2017-PDF-S.pdf
16. Espacios en blanco de tv, www.ane.gov.co, 2021, disponible en: <https://www.ane.gov.co/Sliders/prensa/presentaciones/2021/5.MAYO/20210507%20Espacios%20en%20Blanco%20de%20TV.pdf>
17. DANE, Encuesta Nacional de Calidad de Vida -ECV- 2021, [2021],

18. Báez, Claudia Patricia, Estudio Técnico Para Conectar Por Medio De TVWS Sedes Educativas Oficiales Ubicadas en zonas rurales Con Centros Poblados, Universidad Santo Tomás, 2021
19. European Telecommunications Standards Institute, (2014), TS 102 946 V1.1.1 Reconfigurable Radio Systems (RRS); System requirements for Operation in UHF TV Band White Spaces,
https://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/102900_102999/102946/01.01.01_60/ts_102946v010101p.pdf
20. European Telecommunications Standards Institute, (2022), EN 301 598 V2.2.1, TV White Space Devices (TVWSD); Wireless Access Systems operating in the 470 MHz to 694 MHz TV broadcast band; Harmonised Standard for access to radio spectrum,
https://www.etsi.org/deliver/etsi_en/301500_301599/301598/02.02.01_60/en_301598v020201p.pdf
21. D. Ruiz, G. San Miguel, J. Rojo, J.G. Teriús-Padrón, E. Gaeta, M.T. Arredondo, J.F. Hernández, J. Pérez, Life cycle inventory and carbon footprint assessment of wireless ICT networks for six demographic areas, Resources, Conservation and Recycling, Volume 176, 2022, 105951, ISSN 0921-3449,
<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105951>