



República del Ecuador

Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil

Trabajo de Titulación

Para la Obtención del Título de:

Ingeniera en Telecomunicaciones

Tema:

**Estudio preliminar de la implementación de WIFI 6 para las estaciones de
Metrovía Cerro Mapasingue-Dolores Sucre y Prosperina.**

Autora:

Dayana Nicole Zambrano Arellano

Director del Trabajo de Titulación:

Ing. Diego Aguirre González, Met.

2022

Guayaquil - Ecuador

AGRADECIMIENTO

Este estudio va dedicado a mi abuela, quien fue mi apoyo y soporte durante toda mi vida, para ella va dedicado todos mis logros a nivel profesional, agradezco a mis padres por brindarme su amor incondicional, por último, va dedicado a mi amigo leal Benji Price.

DEDICATORIA

Este estudio va dedicado a mi abuela quien fue mi apoyo y mi soporte durante toda mi vida a ella va todos mis logros.

La responsabilidad de este trabajo de investigación, con sus resultados y conclusiones pertenece exclusivamente al autor.

Dayana Nicole Zambrano Arellano

ESTUDIO PRELIMINAR DE LA IMPLEMENTACIÓN DE WIFI 6 PARA LAS ESTACIONES DE METROVÍA CERRO MAPASINGUE DOLORES SUCRE Y PROSPERINA.

Dayana Nicole Zambrano Arellano
dnzambrano_12@hotmail.com

RESUMEN

El siguiente trabajo de investigación se basa en analizar la implementación de la red IEEE 802.11ax en las paradas de cerro de Mapasingue, Dolores de Sucre y Prosperina en el transporte público masivo de la ciudad de Guayaquil y como esta beneficiaria a los usuarios a través de las nuevas tecnologías como OFDMA Y MU-MIMO que permite alcanzar una significativa mejora en la velocidad incluyendo descargas pesadas que requieren una gran cantidad de ancho de banda haciendo que varios usuarios puedan conectarse al mismo tiempo, reduciendo latencia, ofrece una autenticación más sólida que aumentara la protección contra ataques de robo de datos.

Palabras claves: wifi6, OFDMA, mu-mimo, protocolo, implementación, estándar.

INTRODUCCIÓN

La demanda de dispositivos inteligentes y el limitado ancho de banda deja en evidencia el problema de deficiencias en las redes inalámbricas más utilizadas en la actualidad, como la red WIFI y redes celulares.

Ambas tecnologías son consideradas las más aptas para la transmisión de datos y tener conexión en ambientes solidos donde las IOT (Internet Of Things) tiene un factor importante y esencial en la revolución de la internet, creando en esta evolución un ambiente más eficaz hacia las nuevas necesidades para que millones de dispositivos se puede conectar e interactuar a la vez en la red, teniendo las posibilidades de compartir datos e información mucho más rápido en un corto tiempo (Mosquera, 2019).

Encontrar redes inalámbricas por todas partes es de lo más común en la actualidad, ya sea en las calles, en las tiendas, mall, entre otros. Convirtiéndose así en uno de los métodos más usados por los usuarios para acceder a internet desde móviles u otros dispositivos inteligentes conectados.

El wifi 6 tiene ventajas permitiendo a las empresas y los proveedores de servicios como la adquisición aplicaciones nuevas en la misma infraestructura de LAN inalámbrica prestando un servicio de nivel superior a las aplicaciones antiguas.

En la actualidad, cada día aumentan los dispositivos conectados a la red como consolas, celulares, tabletas, electrodomésticos; por esta razón, la tecnología wi-fi 6 permite una menor latencia cuando son muchos los dispositivos que acceden al router de forma simultánea. Wifi 6 trabaja con tecnología OFDMA (Orthogonal Frequency división Multiple Access), esta tecnología permite otorgar al router la misma capacidad de dar internet a varios dispositivos a través de un solo canal de broadcast siendo este capaz de dividir cualquier canal usado en asignaciones de frecuencia en pequeñas distribuciones de información (Mosquera, 2019).

WIFI 6 también trabaja con tecnologías MU-MIMO, esta tecnología está presente en el estándar wifi 5 permitiendo que haya total de ocho transmisiones disponibles para que el ancho de banda sea suficiente para varios usuarios accediendo de forma simultánea al router (Arias, 2017).

¿Cómo se implementaría una tecnología inalámbrica WIFI 6 en el transporte público masivo de la ciudad de Guayaquil para una IOT para todos los usuarios?

OBJETIVOS

2.1.Objetivo General

Analizar la nueva tecnología inalámbrica WIFI6 con sus características para su implementación en las paradas del transporte masivo de cerro Mapasingue, Dolores sucre y Prosperina para un internet de IOT para todos y todas.

2.2.Objetivos específicos

- Describir el funcionamiento del WIFI6 para la comprensión de las nuevas funciones del WIFI6.
- Analizar el estándar IEEE 802.11ax con respecto a las mejoras ofrecidas para la implementación en redes de área local inalámbricas para el volumen de tráfico de red en las estaciones del transporte público masivo, dolores de sucre y Prosperina.
- Determinar la factibilidad de la implementación del estándar IEEE 802.11 ax en las estaciones del transporte público masivo de Mapasingue, dolores de sucre y Prosperina.

MARCO TEÓRICO

3.1. Antecedentes

Desde los inicios de 1997, el wifi se ha convertido en una parte fundamental de la vida cotidiana ya que dependemos de esta para mantener la productividad de los negocios y así poder innovar de una manera más rápida y eficiente las demandas del cliente.

Desde el comienzo del protocolo 802.11.b, las generaciones subsecuentes del wifi han podido aportar mayor velocidad y rendimiento para los usuarios.

Conforme el paso de los años y cada vez más la demanda de los usuarios hacia la transformación digital, los nuevos estándares deben hacerles frente a los nuevos desafíos de las altas exigencias de los usuarios.

Uno de los objetivos del estándar 802.11ax era constatar con una mejor experiencia para el usuario y poder incrementar el rendimiento hasta 4 veces más para los clientes individuales de la red. Lo que se esperaba del estándar 802.11ax era una mejora el rendimiento de wifi en los entornos con una gran cantidad de usuarios tales como lugares públicos mediante un óptimo uso del espectro disponible en el manejo de la interferencia para poder mejorar los protocolos como control de acceso (MAC). El OFDMA es una estándar que se usa en LTE y en los estándares anteriores de wifi ya que esta puede contribuir a contener más datos en un mismo espacio aéreo.

Hace unos años se tomó la decisión de usar términos más sencillos. El nuevo estándar 802.11ax se denominará WIFI6 mientras que las generaciones anteriores se denominaran WIFI4 Y WIFI5 (GUPTA, 2018).

3.2.Revisión bibliográfica

3.2.1. Evolución de los estándares IEEE 802.11a

3.2.2. IEEE 802.11^a

Opera en la banda de frecuencia de 5 GHz y proporciona velocidades de hasta 54 Mb/s. Posee un área de cobertura menor y es menos efectivo al penetrar estructuras edilicias ya que opera en frecuencias superiores. Los dispositivos que funcionan conforme a este estándar no son interoperables con los estándares 802.11b y 802.11g que se describen a continuación (ISP, 2022).

3.3.3. IEEE 802.11b

Opera en la banda de frecuencia de 2,4 GHz y proporciona velocidades de hasta 11 Mb/s. Los dispositivos que implementan este estándar tienen un mayor alcance y pueden penetrar mejor las estructuras edilicias que los dispositivos basados en 802. 11a (ISP, 2022).

3.3.4. IEEE 802.11g

Opera en la banda de frecuencia de 2,4 GHz y proporciona velocidades de hasta 54 Mbps. Por lo tanto, los dispositivos que implementan este estándar operan en la misma radiofrecuencia y tienen un alcance de hasta 802.11b, pero con un ancho de banda de 802.11a (ISP, 2022).

3.3.5. IEEE 802.11n

Opera en la banda de frecuencia de 2,4 GHz y 5 GHz. Las velocidades de datos típicas esperadas van de 150 Mb/s a 600 Mb/s, con un alcance de hasta 70 m. Es compatible con dispositivos 802.11a, b y g anteriores (ISP, 2022).

3.3.6. IEEE 802.11ac

Opera en la banda de 5 GHz y proporciona velocidades de datos que van de 450 Mb/s a 1,3 Gb/s (1300 Mb/s); es compatible con dispositivos 802.11a/n (ISP, 2022).

3.3.7. IEEE 802.11ad

También conocido como “WiGig”. Utiliza una solución de Wi-Fi de triple banda con 2,4 GHz, 5 GHz y 60 GHz, y ofrece velocidades teóricas de hasta 7 Gb/s (ISP, 2022).

Figura 1.1. Comparaciones del estándar IEEE 802.11 1

| Estándar | Velocidad máxima | Frecuencia | Compatible con modelos anteriores |
|----------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| 802.11a | 54 Mb/s | 5 GHz | No |
| 802.11b | 11 Mb/s | 2,4 GHz | No |
| 802.11g | 54 Mb/s | 2,4 GHz | 802.11b |
| 802.11n | 600 Mb/s | 2,4 GHz o 5 GHz | 802.11a/b/g |
| 802.11ac | 1,3 Gb/s (1300 Mb/s) | 2,4 GHz y 5 GHz | 802.11a/n |
| 802.11ad | 7 Gb/s (7000 Mb/s) | 2,4 GHz, 5 GHz y 60 GHz | 802.11a/b/g/n/ac |

Elaborado: Institut Sa Palomera (2022)

3.3.8. Wifi 6 y sus ventajas

Es denominado como la sexta generación de WI-FI (WIFI6), es considerado una mejora evolutiva de las características tecnológicas presentes sus estándares anteriores IEEE 802.11 n e IEEE 802.11 ac con soporte para las bandas de 2.4 GHz y 5 GHz.

El estándar 802.11 ax permite que los puntos de accesos puedan abarcar un mayor número de usuarios en entornos más densos, siendo esta una mejora en cuanto la eficiencia

espectral y un rendimiento más confiable para las aplicaciones así garantizando una mejor experiencia.

Las ventajas que ofrece el estándar IEEE 802.11 ax

- **Mayor duración de la batería**

Wifi 6 gestiona de mejor manera el consumo de energía de los dispositivos inteligentes especialmente en dispositivos pequeños y de baja potencia.

Wifi 6 incluye la tecnología Target Wake Time que permite configurar horarios en los dispositivos para que solo se conecten cuando haga falta y no estén permanentemente buscando una red o esperando un turno. Esto quiere decir que no estarán apagándose y conectándose ya que habrá un tiempo específico fijado para acceder. En caso de que no accedan estarán en modo reposo y cuando estén usando WIFI, entrarían en modo suspensión ya que de esta manera no se consume batería de forma innecesaria.

- **Mejor seguridad**

En la actualidad los dispositivos y enrutadores cuentan con WPA3. El protocolo WPA3 permite tener más seguridad en redes abiertas y en redes públicas ya que esta protege de atacantes de fuerza bruta.

Wifi 6 por wifi Alliance, permite que el protocolo WPA3 por seguridad permitiendo que las redes públicas sean más seguras que las anteriores y estar más protegidos de ataques cibernéticos.

- **Mejor conectividad wifi en lugares concurridos.**

El wifi 6 permitirá aumentar por cuatro, las velocidades de descargas en ambientes altamente congestionados esto permitiendo la posibilidad que los usuarios móviles les permita tener una navegación y descargas más fluidas en lugares donde están siempre congestionados de público.

- **WIFI 6 compatible con redes anteriores**

Con la tecnología WIFI 6 no vas a necesitar cambiar tus dispositivos o tus gadgets ya que simplemente puedes cambiar tu router con tecnología WIFI6. Un router con tecnología

WIFI6 se podrá conectar a cualquier dispositivo que no lo sea. El gadget con esta conexión podrá acceder a todas las redes anteriores (Garza, 2021).

MARCO METODOLÓGICO

4.1. Nivel y tipo (Alcance de la investigación)

Esta investigación presenta un nivel perceptual, alcance descriptivo, a través de un estudio realizado de la tecnología 5G y WIFI6 para poder impulsar el IOT (internet of things) sustentado por varios análisis de estudios e informes técnicos de las respectivas entidades científicas.

4.2. Técnica de recolección e instrumento

- **Técnica de revisión documental:**

Se utilizará como técnica de recolección una matriz analítica de revisión documental, como la que se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Matriz analítica de revisión documental

| TÍTULO/AUTOR | OBJETIVOS | DISEÑO | INSTRUMENTO |
|---|--|---------------|---|
| Estudio y análisis de las nuevas tecnologías 802.11ax y 5G para el desarrollo del IOT (Mosquera, 2019) | Analizar las nuevas tecnologías inalámbricas 5G y wifi 6 y sus características | Intervención | Sensores, medidores inteligentes, cámaras, dispositivos GPS |
| Estudio de las Metodologías ITIL Y Lean Six Sigma para Ubicación y uso de las Tecnologías 2G,3G Y 4G en la Actualidad en Colombia (Pérez, 2021). | Realizar un estudio de dos de las más conocidas metodologías y determinar cuál de sus conceptos fases, planteamientos y propuestas de solución son las más apropiadas de implementar | Intervención | DMAIC (definir, medir, analizar, mejorar, controlar) |
| ¿Por qué el wifi 6 va a mejorar tu conexión publica? (Garza, 2021) | Beneficios del wifi 6 y todo lo que involucra | Intervención | Observación y registro |
| Historia detrás del wifi 6 a través de la mirada del grupo del trabajo (GUPTA, 2018) | Historia detrás del wifi 6 y acontecimientos | Intervención | Observación y registro |
| Análisis y simulación del estándar 802.11ax para evaluar el rendimiento de despliegues WLAN en escenarios con tráfico de red elevado (Torres, 2021) | Efectuar el análisis y la simulación del estándar 802.11 ax para la evolución del rendimiento de despliegues WLAN en escenarios con tráfico de red elevado. | Intervención | Mediante el uso de software se evalúa el rendimiento de despliegue WLAN en escenario con tráfico de red elevado |
| ¿Qué es wifi 6 y cómo funciona? (SDELSOL, 2019). | Funcionamiento y características del wifi 6 | Intervención | Observación y registro |
| Redes móviles (Arias, 2017) | Función y conceptos básicos de redes móviles | Intervención | Observación y registro |

Elaborado por: Zambrano (2022)

Instrumento

- Matriz de registro

Tabla 2. Matriz de registro estándar IEEE

| ESTANDAR IEEE | VELOCIDAD MÁXIMA | FRECUENCIA | COMPATIBILIDAD CON VERSIONES ANTERIORES |
|----------------------|-------------------------|------------------------|--|
| 802.11 | 2Mb/s | 2.4 GHz | - |
| 802.11a | 54Mb/s | 5GHz | - |
| 802.11b | 11Mb/s | 2.4Ghz | - |
| 802.11g | 54Mb/s | 2.4Ghz | 802.11b |
| 802.11n | 600Mb/s | 2.4GHz y 5 GHz | 802.11 a/b/g |
| 802.11ac | 1.3Gb/s (1300 Mb/s) | 5GHz | 802.11 a/n |
| 802.11 ad | 7Gb/s (7000 Mb/s) | 2.4 Ghz,5 GHz y 60 GHz | 802.11 a/b/g/n/ac |

Elaborado: Roque (2019)

4.3.Fases de la investigación

4.3.1.Descripción del funcionamiento del Wifi 6

El estándar IEEE 802.11 ax o también conocida como wifi 6 permite incrementar la velocidad y capacidad obteniendo la mayor velocidad de la tecnología Gigabit Ethernet alcanzando confiabilidad y seguridad. Uno de las oportunidades que ofrece el wifi 6 permite que empresas permitan nuevas aplicaciones dentro de la red WLAN y a la vez ofrecen un mayor servicio a las antiguas aplicaciones haciendo que alcance beneficios al potenciar tres dimensiones:

- Establecer señales robustas con alta eficiencia para la operabilidad con indicación RSSI significativamente.
- Ofrece una modulación más compacta con QAM de 1024, habilitando una tasa de más de 35%.
- Programación basa en OFDMA que permite disminuir la latencia y sobrecarga.

El IEEE 802.11ax permite utilizar de forma simultánea las denominadas franjas de frecuencias lo que quiere decir que traduce en una mayor velocidad y con un alcance superior.

Es considerado la tecnología predominante en el mundo: transporta más tráfico que todas las demás tecnologías inalámbricas conectadas, conecta más dispositivos para servir más usuarios.

4.3.2. Análisis del funcionamiento de las IOT

En los últimos años el crecimiento de los datos producidos por dispositivos IOT, ha generado un rol importante en el panorama de big data. El IOT tiene como función generar una diversidad de datos donde incluyen: aplicaciones de sistemas inteligentes de transporte y red, Smart cities, medidores de energía, dispositivos orientados para la salud, toda esta cantidad de datos debe ser analizados por grandes centros de datos.

Se considera que las grandes cantidades de datos se pueden clasificar de acuerdo con tres esenciales aspectos: variedad, volumen y velocidad. Esta tecnología permite ser más beneficiosa para las personas de tercera edad o con discapacidad pudiendo mejorar su nivel de independencia y una mejor calidad de vida a bajo costo. Los sistemas de la IOT como sistemas de tráfico inteligentes y sensores integrados en las carreteras se acercan más a las ciudades inteligentes ayudando a optimizar el consumo de energía.

Bastantes dispositivos de IOT funcionan de modo que nula la visibilidad que tiene el usuario de su funcionamiento tanto interno como los flujos de datos que se producen. En caso de que el usuario crea que un dispositivo está realizando ciertas funciones, pero en realidad está realizando funciones no deseadas o recolectando información de la cual el usuario no desea se crea una vulnerabilidad. Las funciones del dispositivo podrían cambiar sin un aviso anticipado cuando el fabricante ofrece actualizaciones lo cual deja al usuario vulnerable a cualquier cambio que realice el fabricante.

El IOT puede soportar una variedad de tecnologías sea estas: Bluetooth, WI-FI, ZigBee o redes celulares. Estas tecnologías prometen diferentes casos de uso y beneficios. En este análisis se enfoca en redes WIFI de la IEEE 802.11 y redes celulares como la 5G junto con la tecnología asociada LTE; ofreciendo ambas tecnologías traer velocidades más rápidas.

4.3.3. Elaboración del análisis técnico-operativo

Tabla 3. Comparación del IEEE 802.11ax y 802.11ac

| CARACTERÍSTICAS | 802.11ax | 802.11ac |
|--------------------------------------|---|---|
| Bandas de trabajo | 2,4 y 5 GHz | 5 GHz |
| Ancho de banda del canal | 20,40,80+80 y 160 Mhz | 20,40,80+80 y 160 Mhz |
| Tamaño del bloque FFT | 256,512,1024 y 2048 | 64,128,256 y 512 |
| Espacio de señales portadoras | 312,5 KHz | 789,125 KHz |
| Latencia OFDMA | 12,8 μ s | 3,2 μ s |
| Tamaño de modulación QAM | 1024 QAM | 256 QAM |
| Tasa de transferencia | 600,4 MBPS a 80 MHz 1x1 9608MBps a 160 MHz 8x8 | 433 Mbps a 80 MHz 1x1 6933 MBps a 160 MHz 8x8 |

Elaborado: Castillo (2019)

Como podemos observar en la tabla 3 en la versión 802.11ax trabaja con ambas bandas mientras 802.11ac no en cuanto el ancho de banda utilizado es por ambos protocolos iguales para obtener máxima compatibilidad entre distintos estándares. Por otra parte, el espaciamiento entre señales se acorta bastante en el nuevo protocolo para poder dar un mayor ancho de banda por OFDMA ya que la latencia también mejora considerablemente (Castillo, 2019).

ANÁLISIS Y RESULTADOS

5.1. Análisis de factibilidad

En el presente análisis se define el proceso de implementación de la IEEE 802.11ax (wi-fi6) en la ciudad de guayaquil, específicamente en la zona céntrica. Se detallan los siguientes parámetros legales, técnicos y económicos para dicha implementación.

5.2. Factibilidad operacional

El estudio preliminar de la implementación del wifi 6 se necesita de un proveedor que tenga la capacidad de nodos interurbanos de acceso a internet en la gran parte de la ciudad para conectar los Ap y así poder brindar el servicio al usuario. Podría presentar el método de

financiación por parte del municipio de Guayaquil y publicidad, separando los costos de equipamiento y recalando ingresos de recursos adicionales que se muestran en la figura 2 ya que para la prestación de servicio WI-FI gratis lo financiaría el municipio de Guayaquil con la suma de 12'375.000 de dólares.

Figura 1.2. Flujo de Caja

| FLUJO DE CAJA | | | | | | |
|-----------------------|----------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | Año 0 | Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 |
| INGRESOS | | | | | | |
| Servicio Municipio | 12.375.000,00 | | | | | |
| Servicio Prepago | | 268.800,00 | 268.800,00 | 268.800,00 | 268.800,00 | 268.800,00 |
| Servicio offloading | | 743.400,00 | 743.400,00 | 743.400,00 | 743.400,00 | 743.400,00 |
| Publicidad | | - | - | - | - | - |
| TOTAL INGRESOS | | 1.012.200,00 | 1.012.200,00 | 1.012.200,00 | 1.012.200,00 | 1.012.200,00 |
| EGRESOS | | | | | | |
| Equipamiento | 13.398.387,52 | | | | | |
| MANTENIMIENTO | | | | | | |
| Técnicos instalación | | 19.200,00 | 19.200,00 | 19.200,00 | 19.200,00 | 19.200,00 |
| Choferes | | 9.600,00 | 9.600,00 | 9.600,00 | 9.600,00 | 9.600,00 |
| Administrador de Red | | 19.200,00 | 19.200,00 | 19.200,00 | 19.200,00 | 19.200,00 |
| PROVEEDOR | | | | | | |
| Instalacion de U.M. | | 300.000,00 | 300.000,00 | 300.000,00 | 300.000,00 | 300.000,00 |
| Internet | | 105.000,00 | 210.000,00 | 315.000,00 | 420.000,00 | 525.000,00 |
| TOTAL EGRESOS | | 453.000,00 | 558.000,00 | 663.000,00 | 768.000,00 | 873.000,00 |
| FLUJO NETO | - 1.023.387,52 | 559.200,00 | 454.200,00 | 349.200,00 | 244.200,00 | 139.200,00 |
| TIR | | 27% | | | | |

Elaborado: Paucar & Yépez (2019)

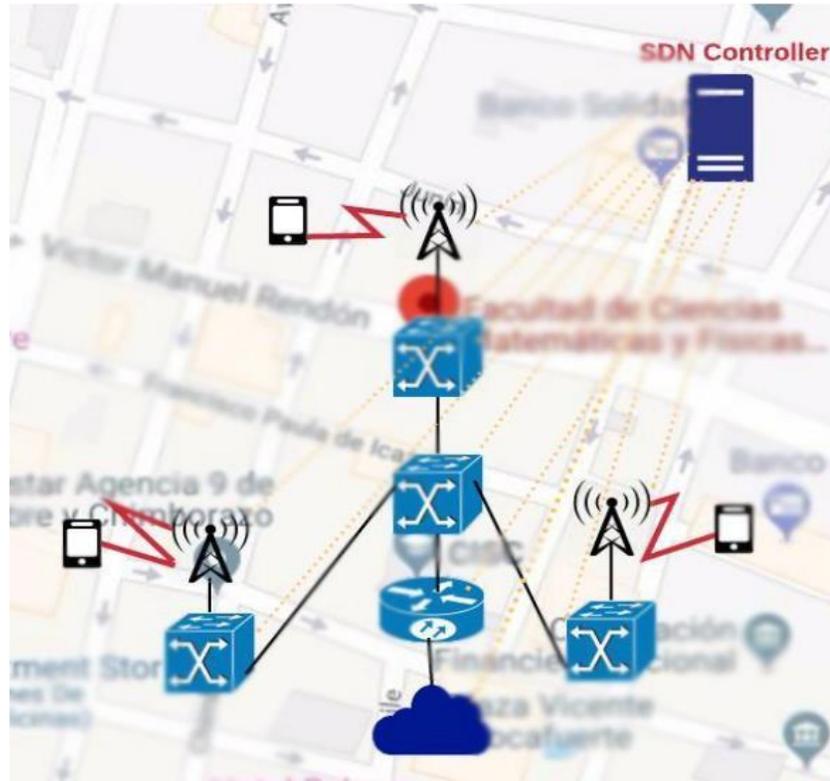
5.3. Factibilidad técnica

La tecnología IEEE 802.11ax (WIFI 6) está en etapa de desarrollo e implementación en ciertos países ya que se siguen estudiando los alcances y se prueban en ambientes altamente congestionados como el transporte público, bibliotecas públicas, mall, etc.

La propuesta tecnología para la implementación del WIFI 6 es un esquema factible de un posible diseño técnico de la IEEE 802.11 ax en el transporte público masivo metrovía de las estaciones Mapasingue, cerro de Mapasingue y gallegos Lara. Se plantea un estudio técnico correspondiente al proyecto investigativo desarrollado. En la actualidad la infraestructura del WIFI 6 promete soluciones dedicadas al soporte de mercados como Videojuegos, plataformas de stream, agrícola, alimenticio y de la salud.

5.4. Diseño escenario real red inalámbrica IEEE 802.11ax

Figura 1.3. Esquema de red WIFI 6 en la estación del transporte público masivo de la zona de Mapasingue este, Dolores de sucre y Prosperina



Elaborado por: Zambrano (2022)

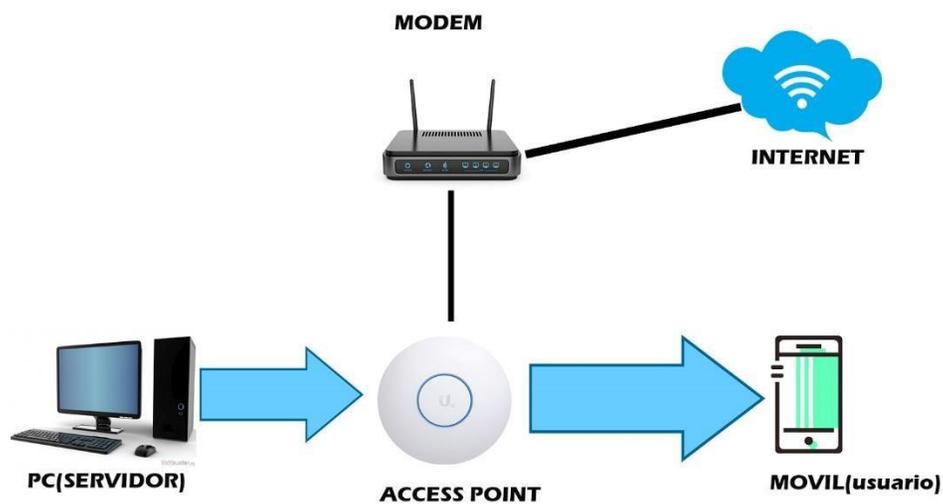
En la figura 3 podemos observar un bosquejo de arquitectura de SDN y small cells, los nodos fueron ubicados cerca de la zona de, Mapasingue este, dolores de sucre y Prosperina.

Los nodos tienen su equipo de capa 2 (switch) con lo cual de base a SDN podrá distribuir el uso de los servicios móviles enganchados a cada radio base, estos van a un equipo de capa 3 (router) el cual a su vez tiene salida hacia la red (nube). Es importante recalcar que todos los dispositivos se enganchan y son controlados por el operador SDN el cual hace las veces de orquestador para el particionamiento y conmutación adecuada de las conexiones para garantizar las ventajas que ofrece la tecnología IEEE 802.11 ax (WIFI 6).

5.4.1. Red IEEE 802.11ax en un escenario público real

Para la implementación de la red IEEE 802.11 ax en la banda de 5Ghz se analizó una infraestructura teniendo como escenario las paradas del transporte público masivo. Para esta implementación se tiene red en modo infraestructura conformada por un AP como función de transmisor y un dispositivo móvil como receptora STA y se procede a utilizar dos dispositivos como STAs receptoras que se indicaría como una configuración multiusuario. Para realizar las mediciones se implementa una red sin conexión a internet por un esquema cliente-servidor y luego con una conexión a internet como se representa en la figura 4.

Figura 1.4. Configuración red Multiusuario

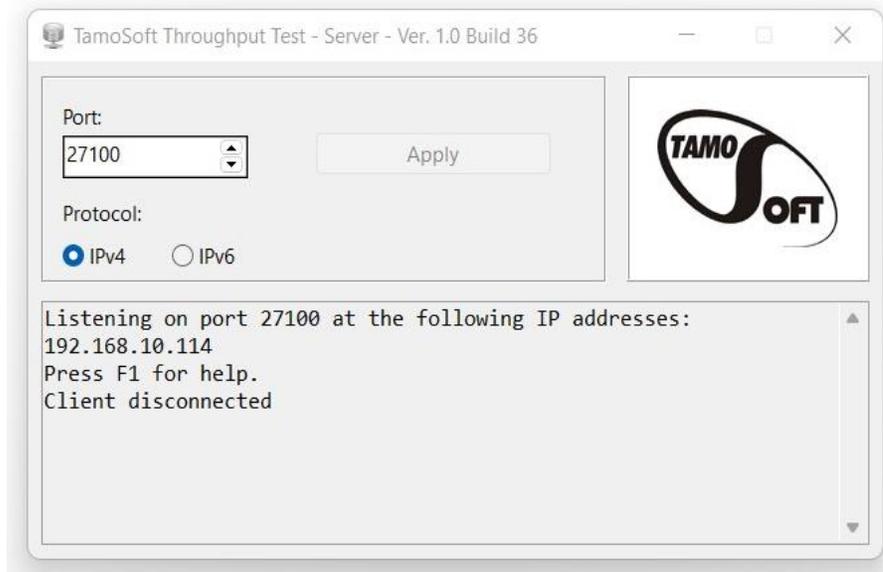


Elaborado por: Zambrano (2022)

5.5. TamoSoft Throughput Test

TamoSoft Throughput Test es un software de utilidad para probar el rendimiento de una red inalámbrica o cableada. Esta utilidad envía continuamente flujos de datos TCP y UDP a través de su red y calcula métricas importantes, como valores de rendimiento ascendente y descendente, pérdida de paquetes y tiempo de ida y vuelta, y muestra los resultados en formatos numéricos y gráficos. La prueba de rendimiento de TamoSoft admite conexiones IPv4 e IPv6 y permite al usuario evaluar el rendimiento de la red según la configuración de calidad de servicio (QoS) (TamoSoft, 2020).

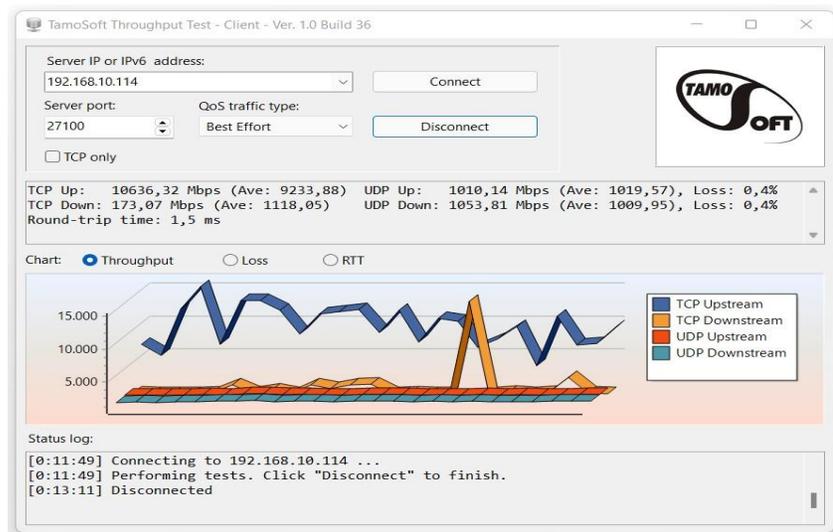
Figura 1.5. TamoSoft Test Server



Elaborado: TamoSoft (2020)

La configuración del servidor comprende de dos opciones configurables: el puerto en el que escucha conexiones entrantes y el protocolo de red que se utilizara (IPv4 o IPv6). El servidor también escucha en el puerto 27100 y usa IPv4 como se muestra en la figura 5.

Figura 1.6. TamoSoft Client Test



Elaborado: TamoSoft (2020)

Por otro lado, para realizar pruebas de rendimiento, debe iniciar tanto el cliente como el servidor. En la ventana del cliente se ingresa la dirección IPv4 o IPv6 del servidor y se procede hacer click en conectar. El cliente intentará conectarse al servidor y si la conexión es exitosa, comenzara las pruebas de rendimiento continuo y continuara hasta hacer click en desconectar.

Figura 1.7. Métricas de red, configuración 20 MHz en multiusuario

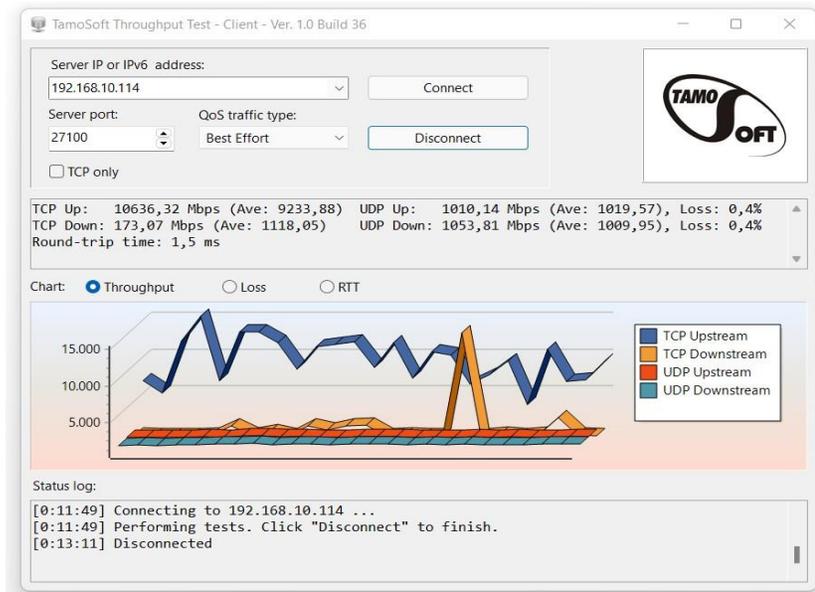
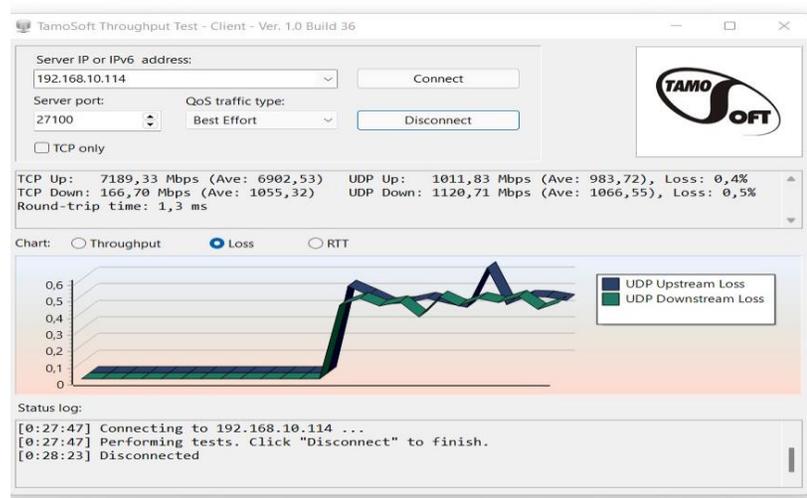


Figura 1.8. Métricas de red, configuración 20 MHz en multiusuario



Elaborado: TamoSoft (2020)

Se puede observar en la figura 7 que el resultado de las métricas muestra una ligera diferencia en cuanto el protocolo TCP y UDP ya que el rendimiento al tráfico generado en el protocolo TCP es ligeramente bajo a comparación del UDP con un promedio entre 7189 Mbps y 166 Mbps.

Como podemos deducir que el protocolo está orientado a garantizar una conexión en que todos los paquetes de información sean enviados sin ningún tipo de pérdida.

El protocolo UDP no puede asegurar que los paquetes se transmitan sin pérdidas quiere decir que siempre se producen pérdidas en el UDL como en el upstream loss y downstream Loss.

5.6. TamoSoft COMN View for Wi-fi 6

CommView for WiFi es un poderoso monitor de red inalámbrica y analizador de redes 802.11 a/b/g/n. Cargado con muchas características fáciles de usar, CommView for WiFi combina rendimiento y flexibilidad con una facilidad de uso incomparable en la industria. CommView for WiFi capta todos los paquetes en el aire para mostrar información importante como la lista de puntos de acceso y estaciones, por nodo y las estadísticas por canal, potencia de la señal, una lista de paquetes y conexiones de red, protocolo de distribución gráficos, etc.

Al proporcionar esta información, CommView for WiFi puede ayudarle a visualizar y analizar paquetes, identificar problemas de red, realizar inspecciones de sitio y solucionar problemas de software y hardware. CommView para WiFi VoIP incluye un módulo de análisis a profundidad, grabación y reproducción de comunicaciones de voz SIP y H.323.

Los paquetes pueden ser descifrados utilizando claves WEP definidas por el usuario o claves WPA-PSK y son decodificados hasta la capa inferior (Software.com.ar, 2022).

5.7. Implementación red IEEE 802.11 ax con conexión a internet

La implementación de la red IEEE 802.11ax en la banda de 5 GHz con conexión a internet con respecto a las implementaciones anteriores se aplicó para los anchos de bandas de 20,40 y 80 MHz con respecto a la configuración de usuario único y multiusuario. El análisis correspondiente de las métricas de red se obtiene a través del analizador de red online NPERF, cual el objetivo es obtener con precisión un promedio de rendimiento de los enlaces de UL y DL, como también obtener datos sobre la latencia en la conexión red de internet.

Figura 1.9. Métricas de red en configuración único usuario



Fuente: NPERF (2019)

Como podemos observar en la figura 8 las métricas correspondientes a una configuración de único usuario en la banda de 20 MHz ya que la conexión hacia internet se establece mediante un servicio contratado de 50 Mbps ya que la velocidad promedio en los enlaces de UL y DL se establece en 45.97 Mb/s y 57.72 Mb/s.

Los valores obtenidos mediante NPERF da como resultado que el ancho de banda del proveedor cumple con los requerimientos contratados lo que concluye que el canal 20 MHz garantiza que los datos fluyen de manera estable.

CONCLUSIONES

Finalmente, el estudio de implementación y evaluación del estándar IEEE 802.11ax en el transporte público masivo de las paradas de Mapasingue, Dolores de Sucre y Prosperina con la infraestructura ya existente podemos concluir que la red abastecerá de manera eficiente a los usuarios del transporte público masivo extendiendo el tiempo de uso y mejorando la velocidad de subida y descargas cumpliendo un ancho de banda requerido de 190 kbps por usuario.

Basándose en los datos de TELCONET sobre la red wifi del transporte público masivo de la ciudad de Guayaquil se puede deducir que ciertos puntos de la ciudad se puede realizar una reducción del ancho de banda asignado que es 35Mbps por cada subred y así poder disminuir costos anuales con respecto al ancho de banda.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias, S. (2017). *Redes móviles*. Blog de Google de Stefanny Arias. <http://ariasmichel.blogspot.com/2017/09/redes-moviles-como-funciona-una-red.html>
- Castillo, J. (2019). *802.11ax vs 802.11ac, características y rendimiento*. Profesional Review. <https://www.profesionalreview.com/2019/01/25/802-11ax-vs-802-11ac/>
- Claro. (2022). *Mapa de cobertura Claro Ecuador*. Página Web de Claro. <https://www.claro.com.ec/personas/servicios/servicios-moviles/cobertura/>
- Garza, B. (2021). *¿Por qué el Wifi 6 va a mejorar tu conexión a la red pública?* Servnet. <https://www.servnet.mx/blog/por-que-el-wifi-6-va-a-mejorar-tu-conexion-a-la-red-publica>
- GUPTA. (2018). *La historia detrás de Wi-Fi 6 a través de la mirada del grupo de trabajo*. Grupo Datco. <https://www.grupodatco.com/la-historia-detras-de-wi-fi-6-a-traves-de-la-mirada-del-grupode-trabajo/>
- ISP. (2022). *Comparación de los estándares 802.11*. Institut Sa Palomera. <https://onx.la/a0dd8>
- Mosquera, Á. (2019). *Estudio y Análisis de las nuevas tecnologías 802.11ax Y 5G para el desarrollo del Internet de las Cosas*. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.
- Movistar. (2022). *Mapa de cobertura Movistar Ecuador*. Página Web de Movistar. <https://www.movistar.com.ec/mapa-de-coberturas>
- NPERF. (2019). *nperf we qualify your conection*. Nperf.Com. <https://www.nperf.com/es/map/EC/3657509.Guayaquil/11134.Movistar-Movil/signal/?ll=-%0A2.1500260533633666&lg=-79.92358017072547&zoom=15%0A>
- NPERF. (2020a). *Mapa de cobertura 3G / 4G / 5G CNT Movil en Guayaquil, Ecuador*. Nperf.Com. <https://www.nperf.com/es/map/EC/3657509.Guayaquil/163678.CNT-Movil/signal/?ll=-2.216796727762759&lg=-79.94635105133058&zoom=12>
- NPERF. (2020b). *Mapa de cobertura 3G / 4G / 5G Movistar Movil en Guayaquil, Ecuador*. Nperf.Com. <https://www.nperf.com/es/map/EC/3657509.Guayaquil/11134.Movistar-Movil/signal/?ll=-2.395351426222079&lg=-79.5429039001465&zoom=10>

- Paucar, A., & Yépez, C. (2019). Ciudad digital: Diseño de redes Wi-Fi para la ciudad de guayaquil. *Escuela Superior Politécnica Del Litoral*. <https://n9.cl/yukerv>
- Pérez, T. (2021). *Estudio de las metodologías ITIL Y Lean Six Sigma para ubicación y uso de las Tecnologías 2G,3G Y 4G en la actualidad en Colombia* [Universidad Santo Tomás (Colombia)]. <http://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/3659263>
- Roque. (2019). *Cisco*. Instituto Roque. <http://itroque.edu.mx/cisco/cisco1/course/module4/4.2.4.4/4.2.4.4.html>
- SDELSOL. (2019). *¿Qué es WiFi 6 y cómo Funciona?* Software Delsol. <https://www.sdelsol.com/blog/tendencias/wifi-6/#>
- Software.com.ar. (2022). *CommView for WiFi*. Software.Com.Ar. <https://software.com.ar/p/commview-for-wifi>
- TamoSoft. (2020). *Throughput Test*. Tamos.Com. <https://www.tamos.com/htmlhelp/tt/>
- Torres Torres, I. A. (2021). *Análisis y simulación del estándar 802.11 ax para evaluar el rendimiento de despliegues WLAN en escenarios con tráfico de red elevado*. Universidad Nacional de Chimborazo.