

PROTOTIPO DE REDES DE NUEVA GENERACIÓN SOBRE UNA  
INFRAESTRUCTURA DE BANDA ANCHA EN REDES  
CABLEADAS E INALÁMBRICAS

JULIAN ENRIQUE OJEDA GOMEZ  
RUBEN EDUARDO PINZON MANTILLA

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BUCARAMANGA  
FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS  
GRUPO DE INVESTIGACION GTI  
BUCARAMANGA

2015

PROTOTIPO DE REDES DE NUEVA GENERACIÓN SOBRE UNA  
INFRAESTRUCTURA DE BANDA ANCHA EN REDES  
CABLEADAS E INALÁMBRICAS

JULIAN ENRIQUE OJEDA GOMEZ  
RUBEN EDUARDO PINZON MANTILLA

Trabajo de Grado

Director:  
GERSON PAREDES DAVILA  
Ingeniero de Sistemas

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BUCARAMANGA  
FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS  
GRUPO DE INVESTIGACION GTI  
BUCARAMANGA

2015

Nota de aceptación

---

---

---

---

---

---

---

Presidente del Jurado

---

Jurado

---

Jurado

## CONTENIDO

	pág.
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
2. JUSTIFICACION.....	13
3. OBJETIVOS.....	14
3.1. GENERAL.....	14
3.2. ESPECÍFICOS.....	14
4. ANTECEDENTES.....	15
5. ESTADO DEL ARTE.....	17
5.1. FACTORES QUE IMPULSARON LA CREACIÓN DE REDES NGN.....	18
5.1.1. La heterogeneidad de la Infraestructura de Telecomunicaciones. ....	18
5.1.2. La creciente competencia de otros sectores. ....	20
5.1.3. La caída de ventas de llamadas.....	21

5.2.	ANÁLISIS DE BIBLIOGRAFÍA.....	22
6.	MARCO TEORICO .....	26
6.1.	REDES DE NUEVA GENERACIÓN .....	26
6.1.1.	Servicios de Nueva Generación.....	27
6.1.2.	Arquitectura de las NGN .....	29
6.1.2.1.	Acceso.....	29
6.1.2.2.	Transporte.....	29
6.1.2.3.	Control.....	30
6.1.2.4.	Servicios.....	30
6.2.	BANDA ANCHA .....	31
6.2.1.	Tecnologías de Acceso de Banda Ancha.....	31
6.3.	TECNOLOGIAS .....	32
6.3.1.	Tecnologías Cableadas.....	33
6.3.1.1.	Bucle digital de abonado (xDSL).....	33
6.3.1.2.	Redes híbridas de fibra y cable (HFC).....	34

6.3.1.3.	Fibra óptica (FTTx) .....	35
6.3.1.4.	Banda ancha sobre línea eléctrica (BPL) .....	37
6.3.2.	Tecnologías Inalámbricas .....	38
6.3.2.1.	Redes Móviles de tercera generación (3G) .....	38
6.3.2.2.	Redes Móviles de cuarta generación (4G) .....	39
6.3.2.3.	Redes de acceso por satélite .....	40
6.3.2.4.	Wi-Fi .....	42
6.3.2.5.	WiMAX .....	43
7.	DISEÑO METODOLOGICO .....	46
7.1.	Etapa 1: Caracterización de las Tecnologías .....	46
7.2.	Etapa 2: Análisis de las Tecnologías .....	47
7.3.	Etapa 3: Diseño y Desarrollo del Prototipo .....	47
7.4.	Etapa 4: Documento Científico .....	48
8.	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES .....	49

9. PRESUPUESTO.....	50
BIBLIOGRAFIA.....	51
ANEXO I .....	54

## LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Factores que impulsaron las redes NGN. ....	19
Figura 2. Redes de Nueva Generación.....	27
Figura 3. Modelos de Capas de la Arquitectura de NGN .....	30
Figura 4: Tecnologías de Acceso Banda Ancha .....	32
Figura 5. Distancia entre fibra óptica y el usuario final.....	36
Figura 6. Zona de Wi-Fi .....	42
Figura 7. Funcionamiento de una red WiMAX. ....	45



## LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Análisis de bibliografía .....	22
Tabla 2. Presupuesto .....	50

## GLOSARIO

**BANDA ANCHA:** Sistema de conexión a Internet y de transmisión de datos.

**NGN:** Red de Nueva Generación es una red basada en paquetes capaz de ofrecer servicios de telecomunicaciones.

**VoIP:** Voz sobre protocolo IP es transferencia de voz a través de internet.

**QoS:** Calidad de Servicio es la capacidad de brindar un buen servicio en la red.

**IP:** es el número que identifica a cada dispositivo dentro de una red.

**IPTV:** Televisión sobre protocolo IP.

**ISDN:** Red Digital de Servicio Integrados es un protocolo estándar de red de comunicaciones.

**LAN:** Red de área local es una red que conecta los ordenadores en un área relativamente pequeña y predeterminada.

**ETHERNET:** es un estándar de redes de área local para computadores.

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El sector de las telecomunicaciones está experimentando un cambio estructural. Las redes de telecomunicaciones clásicas basadas en cobre, que fueron planeadas y ejecutadas para la transferencia de datos específicos, tales como llamadas telefónicas o paquetes de datos puros, han evolucionado hacia redes de nueva generación, basadas en una infraestructura de transmisión banda ancha, cableada o inalámbrica.

Los operadores tradicionales de telecomunicaciones se han visto enfrentados a una serie de nuevos desafíos. En particular, su anteriormente exitoso negocio de red fija (redes que ofrecían un solo servicio) está cada vez más presionado: las nuevas posibilidades de comunicación, como llamar por teléfono a través de Internet y la penetración creciente de la telefonía móvil han causado una gran preocupación.

Para contrarrestar estas pérdidas, los operadores de red están invirtiendo más fuertemente en la medio conductor que permita ofrecer mayores velocidades y capacidades de transmisión. El ofrecimiento de servicios n Play, que permite agrupar servicios de teléfono, Internet, televisión entre otros, se ha movido al centro de atención de estos nuevos modelos de negocio. Las fronteras del mercado tradicionalmente conocidas entre redes fijas, telefonía móvil y redes de datos están desapareciendo cada vez más rápido. Esto le da al cliente la ventaja de que se puede recurrir a una gama muy amplia de servicios, independientemente de su tecnología de acceso. Este desarrollo requiere una infraestructura robusta para todas las redes de acceso y un protocolo de integración que soporte casi todos los servicios y aplicaciones de todas las redes, en este caso, el protocolo de internet (IP). Esta nueva red se denomina Redes de Nueva Generación.

Este trabajo de grado, propone realizar un análisis de las redes de nueva generación, haciendo especial énfasis en las tecnologías banda ancha cableadas e inalámbricas que la soportan.

## 2. JUSTIFICACION

La Red de Nueva Generación es una red basada en paquetes capaz de ofrecer servicios de telecomunicaciones, utilizar múltiples tecnologías de banda ancha, proporcionar transporte con calidad de servicio y conseguir que las funciones relacionadas sean independientes de las tecnologías de transporte subyacente. Esta nueva tecnología de red proporciona los servicios convergentes de telecomunicaciones como lo son voz, datos, internet, televisión, entretenimiento y aplicaciones, sobre redes heterogéneas fijas y móviles.

Es importante conocer las Redes de Nueva Generación porque están aportando un cambio significativo a las telecomunicaciones tanto para los proveedores de servicio como para los clientes. Uno de los aspectos importantes que tiene la implementación de las Redes de Nueva Generación es que mejora la calidad de los servicios convergentes en las telecomunicaciones.

Este trabajo de grado, propone realizar un análisis de las redes de nueva generación, haciendo especial énfasis en las tecnologías banda ancha cableadas e inalámbricas que la soportan. Por tal motivo, se presenta la siguiente pregunta de investigación: ¿Qué infraestructuras banda ancha soportan las redes de nueva generación y qué beneficios traen este tipo de redes al mercado de las telecomunicaciones?

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. GENERAL**

Elaborar un estudio acerca de las redes de nueva generación y de la infraestructura de comunicaciones que soporta dichas redes, con el propósito de mostrar la situación actual del mercado de las telecomunicaciones en el país.

#### **3.2. ESPECÍFICOS**

Determinar las características de las tecnologías banda ancha cableadas e inalámbricas que constituyen la infraestructura de comunicaciones en las redes de nueva generación.

Analizar los protocolos y la arquitectura que constituyen en la actualidad las tecnologías de banda ancha en las redes de nueva generación.

Implementar un prototipo que permita demostrar el funcionamiento de una infraestructura de comunicaciones para redes de nueva generación utilizando tecnologías banda ancha cableadas con fibra óptica multimodo e inalámbrica con 4G LTE y Wi-Fi que soportan el envío de diferentes tipos de tráfico.

Realizar un documento científico con el formato IEEE de los resultados obtenidos del prototipo implementado en una infraestructura de comunicaciones de redes de nueva generación.

#### 4. ANTECEDENTES

A finales de los ochentas era absurdo pensar en realizar llamadas utilizando el computador o tener conexión a Internet en cualquier parte de la ciudad o país donde se encontrara.

Sin embargo a finales de los 90's aparecieron una serie de elementos discordantes con el modelo planteado, que provocaron cambios en el sector de telecomunicaciones. Deja de estar vigente el modelo monopolista y se abre camino la libre competencia. Apareció la solución a problemas como lo era la tecnología IP y el desarrollo imparable de Internet abre espacio a usuarios más exigentes que buscaban flexibilidad y cambios de conceptos.

Alrededor del año 2004, el mundo comienza a hablar de las redes NGN y cómo afectará las redes tradicionales; desde entonces, se habla igualmente de un término nuevo para la época: La convergencia de servicios de Telecomunicaciones. Dentro de esta convergencia se distinguen múltiples vertientes: convergencia de terminales, de servicios, de tecnología, de negocios e incluso de convergencia de empresas.

La VoIP (Voz sobre Protocolo IP) se considera como la primera etapa de las redes de nueva generación. Desde sus comienzos en mil novecientos noventa y cinco hasta nuestros días ha crecido en forma exponencial y permanente.

Otras de las aplicaciones de las redes NGN son la IPTV o Televisión sobre Protocolo IP, la cual se pensó en los años ochenta, pero que por los elevados requisitos de ancho de banda para los usuarios residenciales, no pudo ponerse en acción sino hasta los últimos años.

Los antecedentes de las redes y los servicios nacieron con la creación de la Red Digital de Servicios Integrados (ISDN), sin embargo la ISDN no satisface las necesidades actuales en la red pues no incorpora las tecnologías y servicios de Internet e IP. Con el surgimiento de la red telefónica conmutada (PSTN) se soluciona este problema pero aparece una nueva tendencia, la de migrar estas redes (PSTN e ISDN) a Redes de Próxima Generación (NGN). Esta idea surge con el fin de enfrentar el reto de soportar los servicios tradicionales como acceso a Internet, llamadas de voz, mensajería, SMS y nuevos servicios, entre ellos televisión por protocolo IP (IPTV) y llamadas multimedia en una red común y no en diferentes redes dedicadas.

La idea de este trabajo de grado nace de la necesidad de conocer los fundamentos arquitectónicos y funcionales de las redes de nueva generación, las cuales, apoyadas en una infraestructura de banda ancha, son el actual modelo que soporta las comunicaciones en internet y basadas en ellas, se habla ya de una nueva tendencia que son las redes inteligentes. El resultado de este trabajo de grado apoyará las labores docentes del director del mismo, en el área de las redes de datos.



## 5. ESTADO DEL ARTE

El mercado de la tecnología de la información y las comunicaciones está experimentando un cambio estructural. Las redes de telecomunicaciones clásicas fueron planeadas y ejecutadas para la transferencia de datos específicos, tales como llamadas telefónicas o paquetes de datos puros. El reciente crecimiento de la competencia, nuevos requisitos del mercado y desarrollos tecnológicos han cambiado fundamentalmente las actitudes tradicionales de la industria de las telecomunicaciones. La presente industria se caracteriza por el rápido crecimiento de conexiones de banda ancha, los procesos de convergencia de diversas tecnologías de red y la aparición de un estándar uniforme –IP- para comunicaciones individuales y en masa.

Los operadores tradicionales de telecomunicaciones se ven confrontados con una serie de nuevos desafíos. En particular, su anteriormente exitoso negocio de red fija está cada vez más bajo presión. Las nuevas posibilidades de comunicación, como llamar por teléfono a través de la Internet, y las cuotas de mercado en telefonía móvil también en crecimiento están causando una gran preocupación.

Para contrarrestar estas pérdidas, los operadores de red están invirtiendo más fuertemente en el crecimiento del conductor, banda ancha. La agrupación de teléfono, Internet y televisión conocido en la industria de las telecomunicaciones como servicios Triple Play, se ha movido al centro de atención de estos nuevos modelos de negocio. Las fronteras del mercado tradicionalmente conocidas entre redes fijas, telefonía móvil y redes de datos están desapareciendo cada vez más rápido. Esto le da al cliente la ventaja de que se puede recurrir a una gama muy amplia de servicios, independientemente de su tecnología de acceso. Este desarrollo requiere una meta de infraestructura más allá de la existente, redes

subordinadas - una red central para todas las redes de acceso. Esta nueva red se denomina Redes de Nueva Generación.

El Protocolo de Internet (IP) es el factor de integración más importante, ya que está disponible a nivel mundial y, al menos en principio, se puede usar en casi todos los servicios y aplicaciones en todas las redes.

## **5.1. FACTORES QUE IMPULSARON LA CREACIÓN DE REDES NGN**

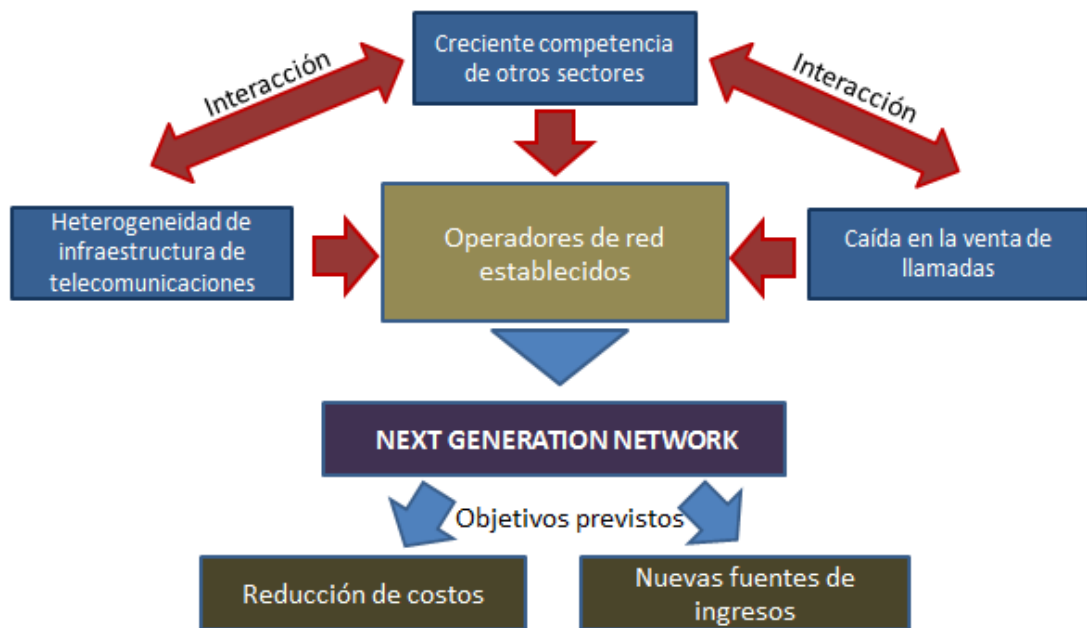
La heterogeneidad de la infraestructura, la creciente competencia y la caída de ventas de llamadas pueden ser consideradas en la actualidad como las principales amenazas a la industria de las telecomunicaciones. Operadores de red establecidos se están viendo obligados a repensar sus modelos de negocio y convertir su infraestructura a una plataforma totalmente basada en IP - la red de próxima generación. El objetivo general es reducir costes y crear nuevas fuentes de ingresos, como se muestra en la Figura 1.

**5.1.1. La heterogeneidad de la Infraestructura de Telecomunicaciones.** Las redes de telecomunicaciones modernas se componen de diversas tecnologías alámbricas e inalámbricas: redes satelitales, redes de telefonía móvil como UMTS/LTE, redes telefónicas públicas, redes locales inalámbricas, como las redes inalámbricas LAN y Bluetooth, redes fijas, tales como Ethernet y redes de fibra óptica.

En la infraestructura de la red tradicional, la introducción de nuevos servicios y aplicaciones puede ser un proceso arduo y costoso. Por ejemplo, un concepto para el lanzamiento de servicios innovadores puede tardar entre 6 y 18 meses. El

proceso requiere de altos costos de personal. Muchas funcionalidades de la red tienen que ser configuradas manualmente con el fin de aplicar las nuevas características. Por otra parte, los dispositivos finales de la variedad de las redes y de suscriptores heterogéneos hacen que la prestación de servicios independientes de la infraestructura sea más difícil. Como resultado, los servicios sólo se pueden utilizar a través de redes específicas y debidamente ajustadas a dispositivos finales como teléfonos de red fija, teléfonos celulares, televisores, entre otros.

Figura 1. Factores que impulsaron las redes NGN.



Fuente: Autores del proyecto

El creciente número de servicios ha dado lugar a un aumento de las plataformas necesarias para prestar dichos servicios, que a su vez han aumentado la complejidad de la infraestructura general. Los problemas de la interoperabilidad entre los distintos sistemas son cada vez más graves, y esta creciente complejidad también está ejerciendo una mayor demanda de personal. El mantenimiento de

estas plataformas implica altos costos anuales de operación para los operadores de red. Operadores de red establecidos a menudo mantienen 15 y 20 plataformas diferentes con cientos de switches centrales, lo que conduce inevitablemente a extremadamente altos costos de dotación de personal.

**5.1.2. La creciente competencia de otros sectores.** Como regla general, redes tales como la de telefonía móvil, redes de datos y redes fijas están dominados por diferentes proveedores. La prestación de servicios y productos en estas redes requiere una interacción de varios elementos, complementarios. En este sentido, es necesario diferenciar entre niveles de valor agregado, tales como hardware, acceso a la red, las aplicaciones y el contenido. El aumento del uso de las redes basadas en IP para la prestación de aplicaciones y servicios está permitiendo el desarrollo de nuevas cadenas de valor agregado digitales.

Visiones de la convergencia gradual de redes fijas, telefonía móvil e Internet tienen una influencia crucial en el desarrollo de este sector. En el futuro mercado, la mayor cantidad posible de rangos de funciones estará disponible para los diferentes actores. Esto particularmente pone en peligro la posición de los operadores de red líderes establecidos en el mercado de telecomunicaciones.

Aparte de los operadores de redes fijas y de telefonía móvil, empresas de otros sectores también se establecerán en el futuro en este mercado convergente. Proveedores de portales con nombre de marca fuerte y poderoso respaldo financiero - incluyendo Google, MSN, eBay y Yahoo – están planificando penetrar en el negocio de voz e infraestructura. También estarán acompañados por operadores de red por cable y las empresas que proporcionan contenidos de medios, tales como Microsoft.

Por consiguiente, esta convergencia está produciendo conflictos prácticamente inevitables e incompatibilidades. Las tecnologías y las fuerzas del mercado están chocando entre sí. Los participantes en el mercado están hacinados entre sí y defienden sus posiciones con fuerza.

En el curso de esta convergencia, el valor de los negocios de red disminuirá gradualmente y la gama de servicios hará una contribución mucho mayor a las ventas de los clientes finales. Operadores tradicionales de redes tendrán que replantear su modelo de negocio y también posicionarse con mucha más intensidad en los niveles superiores de la cadena de valor añadido.

**5.1.3. La caída de ventas de llamadas.** El aumento de la competencia debido a la liberalización de los mercados y la llegada al mercado de participantes de otros sectores están causando gran preocupación para los operadores de estado anterior de monopolio. El negocio de la telefonía clásica, conocida como una red telefónica pública conmutada (PSTN), es particularmente insatisfactoria. La edad de oro del negocio de alto margen de ingresos (miles de millones) sobre la base de las llamadas telefónicas clásicas está claramente finalizada. A pesar de la caída actual de los minutos de la red fija, se espera un fuerte crecimiento en el total de minutos de telefonía. Los expertos ven particularmente un fuerte potencial en el uso del protocolo de Internet para llamadas telefónicas. Esta llamada de voz sobre IP (VoIP) es posible con todas las redes basadas en IP.

Mientras que las llamadas de redes fijas se están estancando, la telefonía móvil está disfrutando de un fuerte crecimiento. Los operadores de redes fijas tienen miedo de cancelaciones generalizadas de las conexiones de la red fija.

Por lo tanto, el aumento de las pérdidas en el mercado de la red fija doméstica están obligando a los operadores a desarrollar nuevas estrategias para asegurar

su futuro y para aumentar su rentabilidad. No existe más crecimiento a través de las ventas de llamadas solamente.

## 5.2. ANÁLISIS DE BIBLIOGRAFÍA

En esta sección del documento se presentarán algunos trabajos de grado, artículos científicos y trabajos de investigación alusivos al tema propuesto. La intención de esta parte del documento es mostrar los problemas y propósitos de cada trabajo y a su vez el aporte que deja para el presenta trabajo de investigación.

Tabla 1. Análisis de bibliografía.

REFERENCIA	PROBLEMA	PROPOSITO	APORTE
<p><b>Comisión de Regulación de Telecomunicaciones. Estudio Integral De Redes De Nueva Generación Y Convergencia. En: crcom.gov.co</b></p>	<p>En este documento se habla de los antecedentes que ha tenido las redes de nueva generación y a su vez la arquitectura. También con las organizaciones normalizadoras y las tendencias regulatorias en algunos países europeos.</p>	<p>Explica de manera detallada la funcionalidad que tendrá las redes de nueva generación en Colombia.</p>	<p>Este proyecto nos aporta una explicación de cómo la Republica de Colombia está evolucionando en las redes de nueva generación, con el fin de satisfacer las necesidades de la sociedad</p>

Tabla 1. (Continuación)

REFERENCIA	PROBLEMA	PROPOSITO	APORTE
			<p>en el transporte de información y la conectividad.</p>
<p><b>RESTREPO</b>  <b>RESTREPO, Ana Maria.</b>  <b>VISION GENERAL DE LAS REDES DE PROXIMA GENERACION ( NGN). En:</b>  <b>repository.upb.edu.co</b></p>	<p>En este documento se define la funcionalidad y arquitectura de las redes NGN, las implementaciones a nivel mundial y los equipos que pueden soportar estas redes.</p>	<p>Explica una profunda investigación acerca de las principales características de las redes de nueva generación, así como los entes reguladores, protocolos y los equipos que la soportan.</p>	<p>Este proyecto de grado nos aporta una explicación detallada de las aplicaciones y diferentes características que contienen las redes de nueva generación, a su vez nos muestra los estándares y la diferencia que manejan las capas del modelo OSI con respecto a</p>

Tabla 1. (Continuación)

REFERENCIA	PROBLEMA	PROPOSITO	APORTE
			las capas de las NGN.
<p><b>GANUZA, Juan José.</b>  <b>Las redes de nueva generación: ¿Un nuevo para las telecomunicaciones en España?. En: revistasice.com</b></p>	<p>En este documento habla del efecto importante sobre la economía con el empleo de las redes de nueva generación, las nuevas aplicaciones, el impacto en la productividad, aumento de la actividad económica y los cambios en la estructura de las telecomunicaciones. Además se desarrolla una descripción técnica de lo que es una red de nueva generación, su estructura y los agentes implicados.</p>	<p>Explica de manera detallada de cómo se va implementar las redes de nueva generación en España y también las consecuencias que implican importantes novedades para este país.</p>	<p>Este proyecto nos aporta una explicación detallada de la implementación y adecuación de la fibra óptica a los usuarios finales el cual está reemplazando al cable tradicional ADSL.</p>



Tabla 1. (Continuación)

REFERENCIA	PROBLEMA	PROPOSITO	APORTE
<p><b>Autor desconocido,</b>  <b>Evolución de las redes</b>  <b>de nueva generación.</b>  <b>En:</b>  <b><a href="http://dspace.ups.edu.ec">http://dspace.ups.edu.ec</a></b></p>	<p>En este documento trata de las experiencias que han tenido los países que han implementado las redes de nueva generación, ya que los operadores de telefonía fija afrontan una competencia inmensa por parte de los operadores de telefonía móvil.</p>	<p>Explica como algunos países de Europa, Latinoamérica y Estados Unidos han implementado las redes de nueva generación con ayuda de algunas empresas que están interesadas en este avance tecnológico.</p>	<p>Este artículo nos aporta una explicación detallada de como los diferentes países del mundo están abordando por usar las redes de nueva generación para mejorar la calidad del servicio de los usuarios.</p>

## 6. MARCO TEORICO

En esta sección del documento se comenzará con los conceptos de Redes de Nueva Generación, luego se habla de Banda Ancha el cual es el soporte de las NGN y por último se tratará el tema de las tecnologías que se encuentran presentes en la banda ancha.

### 6.1. REDES DE NUEVA GENERACIÓN

Las Redes de Nueva Generación (NGN) se definen como una red basada en paquetes capaz de ofrecer servicios de telecomunicaciones, utilizar múltiples tecnologías de banda ancha, proporcionar transporte con Quality of Service (QoS) y conseguir que las funciones relacionadas con el servicio sean independientes de las tecnologías de transporte subyacente. Dicha red proporciona los servicios convergentes de telecomunicaciones (voz, datos, internet, televisión, entretenimiento y aplicaciones) en el momento oportuno, sobre redes heterogéneas fijas y móviles, con libre escogencia del proveedor IMS y sus respectivos niveles de calidad por clase de servicio.<sup>1</sup>

Una NGN está pensada para responder de forma efectiva a las necesidades de la economía global. La separación entre provisión de servicios, provisión de tecnología transporte y acceso, su evolución separada, el poder acceder a

---

<sup>1</sup> Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito: Redes de Nueva Generación. Redes de Nueva Generación [En Línea]. [Citado 1 de septiembre del 2014]. Disponible en internet: <[http://www.escuelaing.edu.co/es/programas/educacion\\_continuada/diplomados/15/redes\\_de\\_nueva\\_generacion/presentacion](http://www.escuelaing.edu.co/es/programas/educacion_continuada/diplomados/15/redes_de_nueva_generacion/presentacion)>

cualquier servicio independientemente del dispositivo y tecnología de acceso, todo ello pensado para aumentar los beneficios de empresas, proveedores y usuarios.

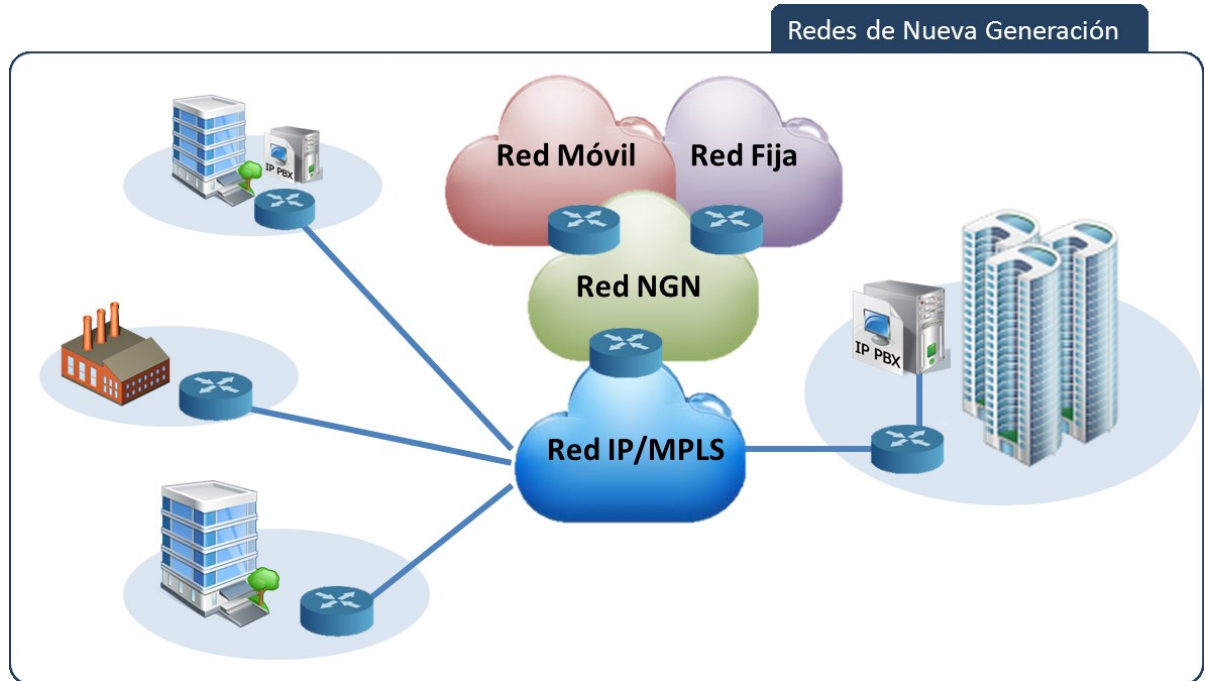


Figura 2. Redes de Nueva Generación.

Fuente: DURAN, S. Redes de Nueva Generación. [En Línea]. [Citado 1 de septiembre del 2014]. Disponible en internet: <<https://contecconsulting.wordpress.com/2012/10/04/redes-de-nueva-generacion-en-3-lineas-y-dos-dibujos/>>

**6.1.1. Servicios de Nueva Generación.** Actualmente los servicios de comunicaciones son prestados en función de la red de telecomunicaciones que los transporta. Servicios de voz, vídeo, Mensajería Instantánea, SMS, Televisión son ofrecidos por los proveedores de una manera descoordinada y heterogénea de cara a los usuarios. Se ofrecen servicios inflexibles a los que el usuario tiene que adaptarse. En general, éste tiene que tener en cuenta qué dispositivo y qué tecnología de acceso tiene para poder acceder a un servicio.

Actualmente la voz es el único servicio que puede considerarse convergente (de cara al usuario, ya que son redes distintas), ya que es posible realizar llamadas entre fijo y móvil en cualquier dirección, así como integrar la voz en una red IP. Sin embargo no es posible, por ejemplo, enviar un SMS a un PC desde un móvil o mantener una videoconferencia entre ambos. Además los perfiles o preferencias de usuario no se comparten entre proveedores ni servicios, por lo que el usuario percibe dos servicios diferentes donde en realidad sólo hay un Servicio de Nueva Generación. En un escenario de economía global los usuarios demandan transparencia y facilidad en la provisión de servicios y que éstos sean innovadores. Cualquier servicio desde cualquier tecnología de acceso y dispositivo, y con percepción uniforme de estos servicios de comunicaciones. Todo en una factura.

Las nuevas capacidades de los Servicios de Nueva Generación pueden englobarse en tres, y afectan a todas las capas de una red NGN: Personalización, Ambientación y Adaptabilidad.

**Personalización:** Su objetivo es incrementar la usabilidad y aceptación de la información de y de las aplicaciones digitales. El usuario gestiona su propio espacio de información y comunicación de modo que puede seleccionar, ordenar y configurar a su gusto. El elemento básico para la personalización es el contexto del usuario. Éste puede consistir en las necesidades o preferencias del usuario, su historia y comportamiento, localización, condiciones ambientales, tasa de transferencia y determina las características concretas de servicio al usuario. En este campo entran en juego técnicas de minería de datos e inteligencia artificial, en lo que respecta a extracción de patrones de conducta.

**Ambientación:** Su objetivo es adquirir y utilizar información sobre el contexto del usuario para activar servicios. Este contexto puede ser extraído por el propio

dispositivo, por ejemplo la temperatura ambiental, o introducido por el usuario, por ejemplo su estado de ánimo. Los servicios pueden entonces ser fácilmente adaptados.

**Adaptabilidad:** Su objetivo es que los servicios y aplicaciones se adapten rápida y fácilmente a los cambios en el contexto. La monitorización del sistema y la notificación de eventos, entre otros requerimientos funcionales, permiten adaptar las aplicaciones y servicios en función de las preferencias de usuario, capacidades del dispositivo o del acceso, requerimientos de aplicación o cambios en la red.<sup>2</sup>

### 6.1.2. Arquitectura de las NGN

**6.1.2.1. Acceso.** Es la encargada de la conexión de los usuarios a la red, agrupa su tráfico y lo transporta a sus destinos. También contiene aquellas tecnologías que se usan para llegar a los usuarios.

**6.1.2.2. Transporte.** Convierte el tráfico al formato correcto para transportarlo a través de la red. La capa de medios puede enrutar el tráfico hacia su destino.

---

<sup>2</sup> Redes de Nueva Generación. Servicios de Nueva Generación [Documento consecutivo en línea]. [Citado 1 de septiembre del 2014]. Disponible en internet: <<http://foxstudio.jimdo.com/app/download/7032599465/Redes+de+Nueva+Generaci%C3%B3n.docx?t=1368725588>>

**6.1.2.3. Control.** Contiene la inteligencia de la llamada. Esta capa decide qué servicios recibirá un usuario, basado en el perfil creado para el mismo. También controla otros elementos de la red en las capas más bajas, controlando lo que se debe hacer con los flujos de tráfico.

**6.1.2.4. Servicios.** Proporciona servicios y aplicaciones adicionales que están disponibles en toda la red.<sup>3</sup>

Figura 3. Modelos de Capas de la Arquitectura de NGN



Fuente: Autores del Proyecto

<sup>3</sup> RESTREPO RESTREPO, Ana Maria. Arquitectura de una NGN. [Documento consecutivo en línea]. [Citado 3 de septiembre del 2014]. Disponible en internet: <<http://repository.upb.edu.co:8080/jspui/bitstream/123456789/173/1/TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>>

## **6.2. BANDA ANCHA**

La banda ancha se ha transformado en una infraestructura básica para el desarrollo económico y social, como lo fueron las redes ferroviarias, de carreteras y de electricidad en su momento. Por ello, muchos países avanzados han adoptado políticas para estimular su desarrollo; en Finlandia, se ha llegado a declarar que el acceso a banda ancha es un derecho fundamental, especificando que todos los ciudadanos debieran acceder a una conexión a Internet “de alta calidad y a un precio razonable”, con una velocidad de descarga de al menos 1 Mbps.

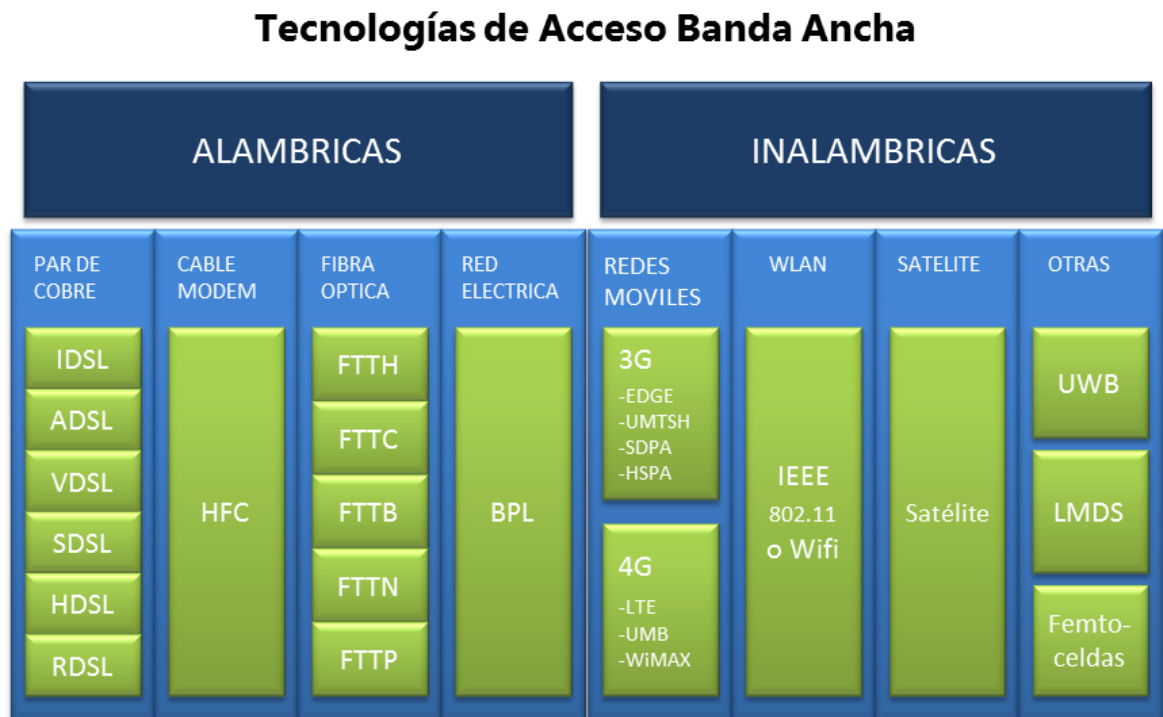
La banda ancha no es un servicio más de telecomunicaciones o un acceso más rápido a Internet: es el elemento central de un nuevo sistema caracterizado por complementariedades estructurales claves para el desarrollo económico y social. Es el eje de una dinámica que impacta al conjunto de la sociedad y a sectores productivos en un círculo virtuoso de desarrollo basado en principios de eficiencia, innovación, colaboración e inclusión, propios de las redes.

El surgimiento de Internet de banda ancha facilita aún más este proceso al permitir la conectividad permanente, el intercambio de un mayor flujo de contenidos y el acceso de calidad a servicios electrónicos avanzados que demandan la transferencia de grandes volúmenes de datos (audio y video, servicios interactivos, entre otros). De esta forma, se abren oportunidades no sólo para mejorar las comunicaciones, sino principalmente para el desarrollo de nuevas aplicaciones orientadas a la prestación de servicios en línea, que anteriormente estaban limitados por la velocidad de transmisión de las tecnologías existentes.

**6.2.1. Tecnologías de Acceso de Banda Ancha.** La infraestructura que soporta la convergencia tecnológica se puede dividir conceptualmente en capas de

terminales, acceso, transporte, control y servicios. El conjunto de estas capas constituyen la estructura de la denominada arquitectura IMS (IP Multiservice Subsystem) hacia la cual están las redes en el mundo. En la capa de acceso, que es la más importante por cuanto ha sido la principal limitante para la banda ancha, existen diversos medios de enlace tanto alámbricos como inalámbricos que permiten el acceso fijo o móvil a banda ancha.

Figura 4: Tecnologías de Acceso Banda Ancha



Fuente: Autores del Proyecto

### 6.3. TECNOLOGIAS



### 6.3.1. Tecnologías Cableadas

**6.3.1.1. Bucle digital de abonado (xDSL).** El acceso xDSL se basa en la conversión del par de cobre de la red telefónica básica en una línea digital de alta velocidad capaz de soportar servicios de banda ancha además del envío simultáneo de voz.

Existe una variedad de tecnologías xDSL que se caracterizan por su simetría/asimetría en los canales de subida y bajada de datos, por las tasas de transmisión alcanzadas y, lo que guarda una relación inversa con esto último, la longitud máxima del bucle de abonado.

La variedad de xDSL más extendida es el ADSL (“Asymmetric Digital Subscriber Line”), una versión con caudales de transmisión diferentes en subida (sentido usuario-red) y bajada de datos (sentido red-usuario). Los límites teóricos de esta configuración son de unos 24 Mbit/s en sentido red-usuario y hasta 1 Mbit/s en sentido usuario-red, para bucles de abonado cortos.

Algunas otras tecnologías xDSL son:

- HDSL (“High Data Rate Digital Subscriber Line”), con altas tasas de transmisión.
- SDSL (“Symmetric Digital Subscriber Line”), versión estandarizada de HDSL.
- IDSL (“ISDN Digital Subscriber Line”), xDSL sobre redes RDSI.

- RADSL (“Rate-Adaptive Digital Subscriber Line”), con tasas de transmisión adaptativas.
- VDSL y VDSL2 (“Very High Speed Digital Subscriber Line”), versiones que permiten altas tasas de transmisión en tramos cortos de bucle de abonado, lo que las hace idóneas para cubrir el último tramo en redes de fibra óptica hasta la manzana (FTTC).<sup>4</sup>

**6.3.1.2. Redes híbridas de fibra y cable (HFC).** Es un tipo de transmisión utilizado para líneas de teléfono, cable de televisión y servicios de Internet. HFC utiliza un método bidireccional para transferir data de una manera rápida y confiable. Estos cables ofrecen velocidad, baja interferencia y múltiples capacidades.<sup>5</sup>

Esta tecnología permite el acceso a internet de banda ancha utilizando las redes CATV existentes. Se puede dividir la topología en dos partes. La primera consiste en conectar al abonado por medio de cable coaxial a un nodo zonal y posteriormente interconectar los nodos zonales con fibra óptica. Esta tecnología comienza a implementarse a través de operadores de CATV, que además de brindar el servicio de televisión por cable anexaron transportar por el mismo medio la señal de internet de banda ancha.

---

<sup>4</sup> Wikitel: XDSL. XDSL [En Línea]. [Citado 3 de septiembre del 2014]. Disponible en internet: <<http://wikitel.info/wiki/XDSL>>

<sup>5</sup> TecnoLatino: ¿Qué es una red HFC?. Redes HFC [En Línea]. [Citado 4 de septiembre del 2014]. Disponible en internet: <<http://tecnolatino.com/%C2%BFque-es-una-red-hfc/>>

A través del uso de cada una de estas tecnologías, la red es capaz de aprovecharse de los beneficios y minimizar el impacto de las limitaciones inherentes a cada una.<sup>6</sup>

Muchos proveedores de cable en la actualidad utilizan cables HFC porque le permiten obtener una gran cantidad de información para viajar a través de ellos. Los proveedores de Internet de alta velocidad también utilizan cables HFC, en vista de que es bidireccional y ofrece una alta velocidad para transferir información. Las líneas HFC son capaces de transportar información de voz, vídeo y data. Estos cables también proveen baja interferencia desde otras fuentes.

**6.3.1.3. Fibra óptica (FTTx).** La tecnología de telecomunicaciones FTTx (del inglés Fiber To The x) es un término genérico para designar cualquier acceso de banda ancha sobre fibra óptica que sustituya total o parcialmente el cobre del bucle de acceso al abonado.<sup>7</sup>

Según la distancia entre la fibra y el usuario final se pueden distinguir varios tipos de despliegue, denominados de manera general como FTTx, se identifican:

- Fibre-to-the-Home (FTTH): En este tipo de accesos la fibra óptica llega hasta la vivienda del usuario, lo que permite alcanzar velocidades superiores a los 100 Mbps.
- Fibre-to-the-Building (FTTB): En este caso la fibra óptica llega hasta el exterior del edificio y luego se utiliza cobre para llegar hasta el domicilio de cada usuario

---

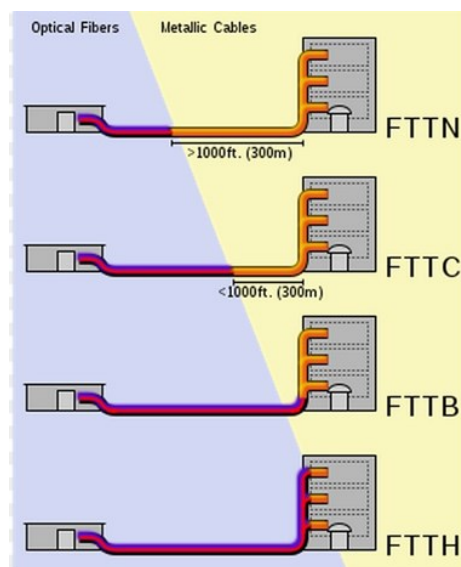
<sup>6</sup> TwoWay: Diseño en redes HFC-FTTH. Red HFC [En Línea]. [Citado 4 de septiembre del 2014]. Disponible en internet: <[http://www.twoway.com.ar/preguntas\\_frecuentes\\_de\\_redes.html](http://www.twoway.com.ar/preguntas_frecuentes_de_redes.html)>

<sup>7</sup> ULLOA, Denis. AsoElectronica: Tecnologías FTTX. FTTX [Documento consecutivo en línea]. [Citado 6 de septiembre del 2014]. Disponible en internet: <<http://www.asoelectronica.cr/wp-content/uploads/2012/09/Articulo-citec-denis-ulloa.pdf>>

final. Las velocidades que se pueden alcanzar con este tipo de acceso pueden llegar a los 100 Mbps.

- Fibre-to-the-Node (FTTN) o Fiber to the Cabinet (FTTC): En estos accesos la fibra llega hasta un nodo cercano al usuario final y a partir de allí la red continúa mediante cobre. Debido a que el último tramo es de cobre, con estos accesos se pueden alcanzar FTTH o FTTB.<sup>8</sup>

Figura 5. Distancia entre fibra óptica y el usuario final.



Fuente: Riick. FTTx. [En Línea]. [Citado 3 de septiembre del 2014]. Disponible en internet:

<<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/9/9e/FTTX.svg/220px-FTTX.svg.png>>

<sup>8</sup> GUANUZA, Juan José. Distancias de la Fibra Óptica FTTX. [Documento consecutivo en línea]. [Citado 6 de septiembre del 2014]. Disponible en internet: <[http://www.revistasice.com/CachePDF/CICE\\_81\\_11FC7CEFE35C9D2C3C8A7CD8CF008822.pdf](http://www.revistasice.com/CachePDF/CICE_81_11FC7CEFE35C9D2C3C8A7CD8CF008822.pdf)>

**6.3.1.4. Banda ancha sobre línea eléctrica (BPL).** Broadband Power Line, es una tecnología que permite el envío y recepción de señales de telecomunicaciones, con altas velocidades de transmisión y comunicaciones de banda ancha a través de las redes eléctricas y los sistemas de distribución de bajo y medio voltaje. Mediante este servicio se provee la transmisión de datos a través de la interconexión de hogares o empresas entre sí o de éstas con Internet a través de la red metropolitana de energía eléctrica, evitando la necesidad de cables o enlaces adicionales de última milla y alcanzando un amplio cubrimiento mediante la utilización de la infraestructura instalada.

El papel de las comunicaciones de Banda Ancha sobre la Red Eléctrica o comunicaciones BPL se puede analizar en cada uno de estos segmentos:

- Comenzando por la red de distribución doméstica, que es donde más despliegue real de telecomunicaciones sobre líneas de energía existe actualmente, el objetivo es convertir el cableado de distribución doméstico en una red de área local, siendo cada enchufe un punto de acceso a esta red. Al considerar las soluciones BPL totales, la distribución utilizando la red interna de los usuarios constituye una gran ventaja competitiva en comparación con soluciones alternativas.
- Las redes de bajo y medio voltaje pueden considerarse conjuntamente, ya que las soluciones adoptadas abarcan ambas redes. La red de bajo voltaje constituye lo que en el dominio de las telecomunicaciones se ha dado en llamar “la última milla”; se extiende desde el transformador de media a baja tensión hasta los contadores de los abonados.
- Las líneas de la red de alto voltaje se utilizan para transportar señales de telemetría, información de supervisión y órdenes de reconfiguración de la red. También es frecuente que las compañías eléctricas desplieguen una

infraestructura de telecomunicación para cubrir sus propias necesidades de comunicaciones entre subestaciones.<sup>9</sup>

### **6.3.2. Tecnologías Inalámbricas**

**6.3.2.1. Redes Móviles de tercera generación (3G).** 3G es una tecnología móvil que permite al usuario navegar en internet a alta velocidad sin la utilización de cables. Puede ser usada a través de un módem (para computadoras, notebooks y netbooks) o mediante teléfonos celulares.

#### **Alta Velocidad**

La principal innovación del 3G es la transmisión de datos en alta velocidad. Esta tecnología permite transmitir datos hasta 384 Kbps (kilobytes por segundo), sin embargo, debido a que es una tecnología reciente, la velocidad debe aumentar en la misma medida que lo hace su demanda.

Navegar a alta velocidad sin la utilización de cables ya no es solo una ventaja para quien poseen teléfonos móviles de alta gama. Actualmente, las operadoras de telefonía celular están vendiendo servicios de internet banda ancha, para quien requiera de un módem compatible con la nueva tecnología.

La estupenda velocidad de 7Mbps es el valor que algunas operadoras ha anunciado para internet banda ancha vía módem 3G, sin embargo, diversas empresas ya relataron que en sus pruebas no obtuvieron tal velocidad.

---

<sup>9</sup> Andean Lawyers: Banda Ancha sobre red eléctrica o BPL. Definición de BPL [En Línea]. [Citado 6 de septiembre del 2014]. Disponible en internet: <[http://www.andeanlawyers.com/banda\\_ancha\\_sobre\\_red\\_electrica\\_.htm](http://www.andeanlawyers.com/banda_ancha_sobre_red_electrica_.htm)>

## Seguridad

Las redes 3G ofrecen mayor grado de seguridad en comparación con sus predecesoras 2G. Además de la infraestructura de seguridad de las redes 3G, se ofrece seguridad de un extremo al otro cuando se accede a aplicaciones framework como IMS, aunque esto no es algo que sólo se haga en el 3G.

**6.3.2.2. Redes Móviles de cuarta generación (4G).** La 4G estará basada totalmente en IP siendo un sistema de sistemas y una red de redes, alcanzándose después de la convergencia entre las redes de cables e inalámbricas así como en ordenadores, dispositivos eléctricos y en tecnologías de la información así como con otras convergencias para proveer velocidades de acceso entre 100 Mbps en movimiento y 1 Gbps en reposo, manteniendo una calidad de servicio (QoS) de punta a punta (end-to-end) de alta seguridad para permitir ofrecer servicios de cualquier clase cualquier momento, en cualquier lugar, con el mínimo coste posible.

También se define 4G como una red que funcione en la tecnología de Internet, combinándola con otros usos y tecnologías tales como Wi-Fi y WiMAX. La 4G no es una tecnología o estándar definido, sino una colección de tecnologías y protocolos para permitir el máximo rendimiento de procesamiento con la red inalámbrica más barata. El IEEE aún no se ha pronunciado designando a la 4G como “más allá de la 3G”.

El concepto de 4G trae unas velocidades mayores a las de 300 Mbps con un rating radio de 8.000 Khz; entre otras, incluye técnicas de avanzado rendimiento radio como MIMO y OFDM. Dos de los términos que definen la evolución de 3G, siguiendo la estandarización del 3GPP, serán LTE (‘Long Term Evolution’) para el

acceso radio, ySAE ('Service Architecture Evolution') para la parte núcleo de la red. Los requisitos ITU y estándares 4G indican las siguientes características:

- Para el acceso radio abandona el acceso tipo CDMA característico de UMTS.
- Uso de SDR (Software Defined Radios) para optimizar el acceso radio.
- La red completa prevista es todo IP.
- Las tasas de pico máximas previstas son de 100 Mbps en enlace descendente y 50 Mbps en enlace ascendente (con un ancho de banda en ambos sentidos de 20 Mhz).

Los nodos principales dentro de esta implementación son el 'Evolved Node B' (BTS evolucionada), y el 'System Access Gateway', que actuará también como interfaz a internet, conectado directamente al Evolved Node B. El servidor RRM será otro componente, utilizado para facilitar la inter-operabilidad con otras tecnologías.<sup>10</sup>

**6.3.2.3. Redes de acceso por satélite.** Una red satelital consiste de un transponder (dispositivo receptor-transmisor), una estación basada en tierra que puede controlar su funcionamiento a una red de usuario, de las estaciones terrestres, que proporciona las facilidades de transmisión y recepción del tráfico de comunicaciones. Las transmisiones son realizadas a altas velocidades en Giga Hertz.

## **Elementos de las Redes Satelitales**

---

<sup>10</sup> Redes 3G y 4G: Tecnología 3G y 4G. Red 3G y 4G [En Línea]. [Citado 10 de septiembre del 2014]. Disponible en internet: <<http://blognuriexisyalfonso.blogspot.com/>>



- **Transponders:** Es un dispositivo que realiza la función de recepción y transmisión. Las señales recibidas son amplificadas antes de ser retransmitidas a la tierra. Para evitar interferencias les cambia la frecuencia.
- **Estaciones terrenas:** Las estaciones terrenas controlan la recepción con el satélite y desde el satélite, regula la interconexión entre terminales, administra los canales de salida, codifica los datos y controla la velocidad de transferencia. Consta de 3 componentes:
  - **Estación receptora:** Recibe toda la información generada en la estación transmisora y retransmitida por el satélite.
  - **Antena:** Debe captar la radiación del satélite y concentrarla en un foco donde está ubicado el alimentador. Una antena de calidad debe ignorar las interferencias y los ruidos en la mayor medida posible. Estos satélites están equipados con antenas receptoras y con antenas transmisoras. Por medio de ajustes en los patrones de radiación de las antenas pueden generarse cubrimientos globales, cubrimiento a solo un país (satélites domésticos), o conmutar entre una gran variedad de direcciones.
  - **Estación emisora:** Esta compuesta por el transmisor y la antena de emisión. La potencia emitida es alta para que la señal del satélite sea buena. Esta señal debe ser captada por la antena receptora. Para cubrir el trayecto ascendente envía la información al satélite con la modulación y portadora adecuada.

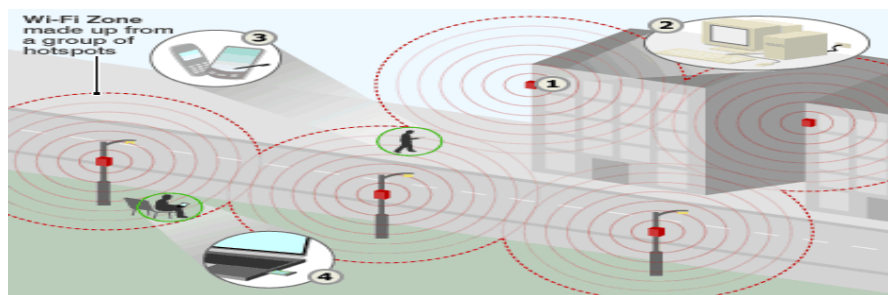
Como medio de transmisión físico se utilizan medios no guiados, principalmente el aire. Se utilizan señales de microondas para la transmisión por satélite, estas son unidireccionales, sensibles a la atenuación producida por la lluvia, pueden ser de

baja o de alta frecuencia y se ubican en el orden de los 100 MHz hasta los 10 GHz.<sup>11</sup>

**6.3.2.4. Wi-Fi.** Es una tecnología inalámbrica utilizada para conectar e intercambiar información entre dispositivos electrónicos sin necesidad de conectarlos mediante el uso de cables físicos. Wi-Fi pertenece al conjunto de tecnologías conocidas como Wireless (sin cables) con mayor aceptación y uso en la mayoría de dispositivos electrónicos como Smartphone, Tablets, ordenadores de sobremesa y portátiles, cámaras digitales o consolas de videojuegos gracias al cual podemos disponer de una red de comunicación entre varios dispositivos y con acceso a internet.

Wi-Fi permite la conexión inalámbrica de equipos a velocidades de hasta 11 Megabits por segundo. Las conexiones Wi-Fi pueden darse a una distancia estimada de hasta 100 metros del "HotSpot"(nombre que se le da al nodo de acceso Wi-Fi) y cualquier placa de red LAN inalámbrica que cumpla el estándar IEEE 802.11b Wi-Fi sirve para acceder a la red.<sup>12</sup>

Figura 6. Zona de Wi-Fi



<sup>11</sup> ANDREULA, Luis. Red de comunicaciones satelitales: Red Satelital [Documento consecutivo en línea]. [Citado 10 de septiembre del 2014]. Disponible en internet: <<http://www.monografias.com/trabajos-pdf4/comunicaciones-satelitales/comunicaciones-satelitales.pdf>>

<sup>12</sup> QUEES: WiFi – Explicación y definición Wi-Fi . Red Wi-Fi [En Línea]. [Citado 11 de septiembre del 2014]. Disponible en internet: <<http://www.quees.info/que-es-wifi.html>>

Fuente: Wi-Fi. [En Línea]. [Citado 4 de septiembre del 2014]. Disponible en internet:

<[http://api.ning.com/files/oypKfed1sLxsiyxJC0GKohDqBgeSGDxM8DZvQ9ZuRWvJ164ay7nFraSSmw8urplEwurlpNNIIQur9vbFnRUXMvauQZ4dQihY/\\_41408898\\_wi\\_fi\\_inf416.gif](http://api.ning.com/files/oypKfed1sLxsiyxJC0GKohDqBgeSGDxM8DZvQ9ZuRWvJ164ay7nFraSSmw8urplEwurlpNNIIQur9vbFnRUXMvauQZ4dQihY/_41408898_wi_fi_inf416.gif)>

**6.3.2.5. WiMAX.** Es la creación de una estructura de red implementando como base principal la utilización de tecnología inalámbrica WiMAX (802.16d - 802.16e) como forma para que los equipos se conecten entre sí y a internet.

Las redes WiMAX pueden tener muchas utilidades prácticas para todo tipo de entidades, empresas o negocios.

- Acceder a una red empresarial desde cualquier punto.
- Acceder a internet sin necesidad de cables.
- Conectarse sin cables con un pc, un portátil, una pda, un teléfono móvil con conexión WiMAX.
- Servicio de HotSpot para acceso restringido por tiempo o volumen.
- Acceder a servicios de VoIP sin cables.

### **Tipos de redes inalámbricas WiMAX**

Dependiendo de su finalidad, las redes WiMAX se pueden diferenciar en dos tipos diferentes. Diferenciando el tipo de equipos que se conectaran a ellas:

- **WiMAX Fijo**

WiMAX, en el estándar IEEE 802.16-2004, fue diseñado para el acceso fijo. En esta forma de red al que se refirió como "fijo inalámbrico" se denomina de esta

manera porque se utiliza una antena, colocada en un lugar estratégico del suscriptor. Esta antena se ubica generalmente en el techo de una habitación mástil, parecido a un plato de la televisión del satélite. También se ocupa de instalaciones interiores, en cuyo caso no necesita ser tan robusto como al aire libre.

WiMAX Fijo se encuentra en el estándar IEEE 802.16-2004, es una solución inalámbrica para acceso a internet de banda ancha (también conocido como internet rural). WiMAX acceso fijo funciona desde 2.5-GHz autorizado, 3.5-GHz y 5.8-GHz exento de licencia. Esta tecnología provee una alternativa inalámbrica al módem cable y al ADSL.

- **WiMAX Móvil**

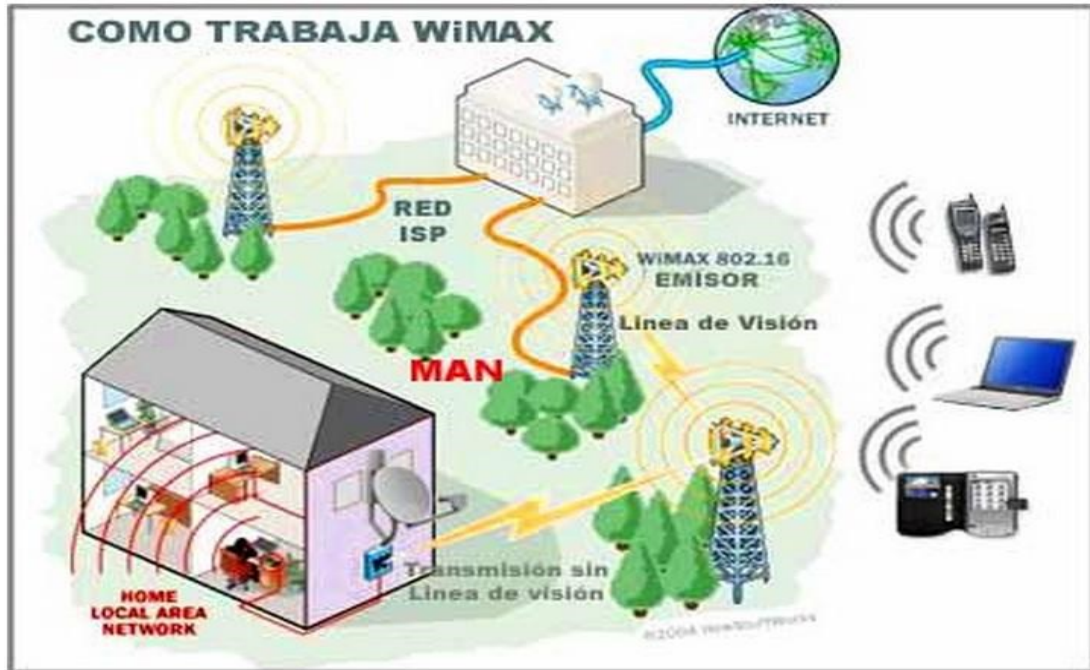
WiMAX, en una posterior revisión de su estándar IEEE 802.16-2004, la IEEE 802.16e, se enfoca hacia el mercado móvil añadiendo portabilidad y capacidad para clientes móviles con capacidades de conexión WiMAX (IEEE 802.16e).

Los dispositivos equipados con WiMAX que cumpla el estándar IEEE 802.16e usan Acceso Múltiple por División Ortogonal de Frecuencia (OFDMA), similar a OFDM en que divide en las sub-portadoras múltiples. OFDMA, sin embargo, va un paso más allá agrupando sub-portadoras múltiples en subcanales. Una sola estación cliente del suscriptor podría usar todos los subcanales dentro del periodo de la transmisión.<sup>13</sup>

---

<sup>13</sup> Redes WiMAX: ¿Qué es una red WiMAX?. Definición y tipos de WiMAX [En Línea]. [Citado 14 de septiembre del 2014]. Disponible en internet: <<http://www.redeswimax.info/>>

Figura 7. Funcionamiento de una red WiMAX.



Fuente: Como Trabaja WiMAX. [En Línea]. [Citado 4 de septiembre del 2014].  
Disponible en internet: <<http://www.domodesk.com/images/content/1/wimax1.jpg>>

## 7. DISEÑO METODOLOGICO

La investigación a realizar es de tipo cualitativo porque permite recopilar la información de las Redes de Nueva Generación para luego hacer un análisis y obtener conclusiones que permitan el desarrollo del proyecto.

La investigación tiene un alcance de tipo exploratorio al inicio, ya que algunas de las actividades que llevan a desarrollar los objetivos de este proyecto, tienen como fin examinar un tema o problema poco estudiado y aumentar el grado de familiaridad con el tema.

También se presenta un alcance de tipo explicativo porque no solo se muestran conceptos y acontecimientos acerca del tema, sino que además se van aplicar características y especificaciones mediante la implementación de un prototipo de la infraestructura de las Redes de Nueva Generación.<sup>14</sup>

Para el desarrollo de esta investigación se requiere desarrollar las siguientes etapas:

### 7.1. ETAPA 1: CARACTERIZACIÓN DE LAS TECNOLOGIAS

En esta etapa se realizará la caracterización de las tecnologías que usan las redes de nueva generación de banda ancha cableadas e inalámbricas para comprender la infraestructura de las redes de nueva generación. El resultado de esta etapa será un documento con las características de las tecnologías banda ancha.

---

<sup>14</sup> HERNANDEZ SAMPIERI, Roberto. Metodología de la Investigación. Diseño Metodológico [Documento consecutivo en línea]. [Citado 7 de octubre del 2014]. Disponible en internet: <[http://www.upsin.edu.mx/mec/digital/metod\\_invest.pdf](http://www.upsin.edu.mx/mec/digital/metod_invest.pdf)>

Actividad 1: Búsqueda y selección de las tecnologías banda ancha cableadas e inalámbricas.

Actividad 2: Comparación de la información más relevante de las tecnologías banda ancha cableadas e inalámbricas.

Actividad 3: Caracterización de las tecnologías banda ancha cableadas e inalámbricas.

## **7.2. ETAPA 2: ANÁLISIS DE LAS TECNOLOGÍAS**

En esta etapa se realizará un análisis de los protocolos y arquitecturas de las tecnologías que usan las redes de nueva generación de banda ancha cableadas e inalámbricas para comparar las ventajas y desventajas que tienen las diferentes tecnologías y de qué manera se deben utilizar. El resultado de esta etapa será un documento con un cuadro comparativo de las tecnologías banda ancha.

Actividad 1: Selección de las tecnologías banda ancha cableadas e inalámbricas.

Actividad 2: Comparación de los protocolos y arquitecturas que usan las tecnologías banda ancha cableadas e inalámbricas.

## **7.3. ETAPA 3: DISEÑO Y DESARROLLO DEL PROTOTIPO**

En esta etapa se realizará la implementación de un prototipo de la infraestructura de redes de nueva generación utilizando las tecnologías de banda ancha cableadas con fibra óptica multimodo e inalámbricas con 4G LTE y Wi-Fi para comprobar las características de cada una de ellas. El resultado de esta etapa será un prototipo físico, funcional de la infraestructura de red.

Actividad 1: Diseño del prototipo de una infraestructura de una red de nueva generación utilizando los equipos de laboratorio de telecomunicaciones de la universidad y otros equipos que sean necesarios.

Actividad 2: Montaje y configuración de los dispositivos de red para el desarrollo del prototipo.

Actividad 3: Plan de Pruebas del prototipo utilizando algunos servicios que se encuentran en la infraestructura de las Redes de Nueva Generación.

#### **7.4. ETAPA 4: DOCUMENTO CIENTÍFICO**

En esta etapa se redactará un documento científico con norma IEEE de los resultados arrojados por el prototipo para evidenciar el rendimiento de la infraestructura del prototipo. El resultado de esta etapa será un documento con norma IEEE.

Actividad 1: Selección de las imágenes obtenidas durante las pruebas del prototipo.

Actividad 2: Redacción del documento científico de acuerdo a los resultados obtenidos del prototipo implementado.



## 8. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ACTIVIDADES	MES	NOVIEMBRE				DICIEMBRE				ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
<b>ETAPA 1: CARACTERIZACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS</b>																													
Actividad 1: Búsqueda y selección de las tecnologías banda ancha cableadas e inalámbricas.																													
Actividad 2: Comparación de la información más relevante de las tecnologías banda ancha cableadas e inalámbricas.																													
Actividad 3: Caracterización de las tecnologías banda ancha cableadas e inalámbricas.																													
<b>ETAPA 2: ANÁLISIS DE LAS TECNOLOGIAS</b>																													
Actividad 1: Selección de las tecnologías banda ancha cableadas e inalámbricas.																													
Actividad 2: Comparación de los protocolos y arquitecturas que usan las tecnologías banda ancha cableadas e inalámbricas.																													
<b>ETAPA 3: DISEÑO Y DESARROLLO DEL PROTOTIPO</b>																													
Actividad 1: Diseño del prototipo de una infraestructura de una red de nueva generación utilizando los equipos de laboratorio de telecomunicaciones de la universidad y otros equipos que sean necesarios.																													
Actividad 2: Montaje y configuración de los dispositivos de red para el desarrollo del prototipo.																													
Actividad 3: Plan de Pruebas del prototipo utilizando algunos servicios que se encuentran en la infraestructura de las Redes de Nueva Generación.																													
<b>ETAPA 4: DOCUMENTO CIENTIFICO</b>																													
Actividad 1: Selección de las imágenes obtenidas durante las pruebas del prototipo.																													
Actividad 2: Redacción del documento científico de acuerdo a los resultados obtenidos del prototipo implementado.																													
<b>Asesorías de Proyecto</b>																													
<b>Elaboración de Documento</b>																													
<b>Preparación de la Sustentación</b>																													
<b>Pruebas de la Sustentación</b>																													
<b>Sustentación Privada</b>																													
<b>Ajustes al Proyecto</b>																													
<b>Sustentación Final</b>																													

## 9. PRESUPUESTO

Tabla 2. Presupuesto

<b>Materiales y Componentes del Proyecto</b>	<b>Costo / Unidad COP</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Meses</b>	<b>Total COP</b>
<b>RECURSO HUMANO</b>				
Director	50.000	1	8	400.000
Investigadores	30.000	2	8	480.000
<b>EQUIPOS Y MATERIALES</b>				
Computador: Dell, Intel Core i5 4a Generación, Disco 1 TB, RAM 8 GB	1.450.000	1		1.450.000
Portátil: Lenovo, Intel Core i5 4a Generación (1.7 GHz) Memoria 4 GB, Disco 500 GB	1.440.000	2		2.880.000
Router Cisco 2811	555.000	3		1.665.000
Switch Cisco Catalyst 2960 8-Puertos 10/100 Base-TX - 10/100/1000 Base-T	1.090.000	3		3.270.000
<b>SOFTWARE</b>				
PRTG Network Monitor	0	1		0
Traffic Generator and Monitor	0	1		0
Axon Virtual PBX (Voz IP)	0	1		0
WIRESHARK	0	1		0
<b>VARIOS</b>				
Imprevistos	200.000	1		200.000
Papelería y Recursos	100.000	1		100.000
<b>TOTAL</b>				<b>10.445.000</b>

Fuente: Autores del Proyecto

## BIBLIOGRAFIA

Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito: Redes de Nueva Generación. Redes de Nueva Generación [En Línea]. [Citado 1 de septiembre del 2014]. Disponible en internet: <[http://www.escuelaing.edu.co/es/programas/educacion\\_continuada/diplomados/15/redes\\_de\\_nueva\\_generacion/presentacion](http://www.escuelaing.edu.co/es/programas/educacion_continuada/diplomados/15/redes_de_nueva_generacion/presentacion)>

Redes de Nueva Generación. Servicios de Nueva Generación [Documento consecutivo en línea]. [Citado 1 de septiembre del 2014]. Disponible en internet: <<http://foxstudio.jimdo.com/app/download/7032599465/Redes+de+Nueva+Generaci%C3%B3n.docx?t=1368725588>>

RESTREPO RESTREPO, Ana Maria. Arquitectura de una NGN. [Documento consecutivo en línea]. [Citado 3 de septiembre del 2014]. Disponible en internet: <<http://repository.upb.edu.co:8080/jspui/bitstream/123456789/173/1/TRABAJO%20ODE%20GRADO.pdf>>

Wikitel: XDSL. XDSL [En Línea]. [Citado 3 de septiembre del 2014]. Disponible en internet: <<http://wikitel.info/wiki/XDSL>>

TwoWay: Diseño en redes HFC-FTTH. Red HFC [En Línea]. [Citado 4 de septiembre del 2014]. Disponible en internet: <[http://www.twoway.com.ar/preguntas\\_frecuentes\\_de\\_redes.html](http://www.twoway.com.ar/preguntas_frecuentes_de_redes.html)>

TecnoLatino: ¿Qué es una red HFC?. Redes HFC [En Línea]. [Citado 4 de septiembre del 2014]. Disponible en internet: <<http://tecnolatino.com/%C2%BFque-es-una-red-hfc/>>

GUANUZA, Juan José. Distancias de la Fibra Óptica FTTX. [Documento consecutivo en línea]. [Citado 6 de septiembre del 2014]. Disponible en internet: <[http://www.revistasice.com/CachePDF/CICE\\_81\\_11FC7CEFE35C9D2C3C8A7CD8CF008822.pdf](http://www.revistasice.com/CachePDF/CICE_81_11FC7CEFE35C9D2C3C8A7CD8CF008822.pdf)>

ULLOA, Denis. AsoElectronica: Tecnologías FTTX. FTTX [Documento consecutivo en línea]. [Citado 6 de septiembre del 2014]. Disponible en internet: <<http://www.asoelectronica.cr/wp-content/uploads/2012/09/Articulo-citec-denis-ulloa.pdf>>

Andean Lawyers: Banda Ancha sobre red eléctrica o BPL. Definición de BPL [En Línea]. [Citado 6 de septiembre del 2014]. Disponible en internet: <[http://www.andeanlawyers.com/banda\\_ancha\\_sobre\\_red\\_electrica\\_.htm](http://www.andeanlawyers.com/banda_ancha_sobre_red_electrica_.htm)>

Redes 3G y 4G: Tecnología 3G y 4G. Red 3G y 4G [En Línea]. [Citado 10 de septiembre del 2014]. Disponible en internet: <<http://blognuriexisyalfonso.blogspot.com/>>  
<http://blognuriexisyalfonso.blogspot.com/>

ANDREULA, Luis. Red de comunicaciones satelitales: Red Satelital [Documento consecutivo en línea]. [Citado 10 de septiembre del 2014]. Disponible en internet: <<http://www.monografias.com/trabajos-pdf4/comunicaciones-satelitales/comunicaciones-satelitales.pdf>>

QUEES: WiFi – Explicación y definición Wi-Fi . Red Wi-Fi [En Línea]. [Citado 11 de septiembre del 2014]. Disponible en internet: <<http://www.quees.info/que-es-wifi.html>>

Redes WiMAX: ¿Qué es una red WiMAX?. Definición y tipos de WiMAX [En Línea]. [Citado 14 de septiembre del 2014]. Disponible en internet: <<http://www.redeswimax.info/>>

HERNANDEZ SAMPIERI, Roberto. Metodología de la Investigación. Diseño Metodológico [Documento consecutivo en línea]. [Citado 7 de octubre del 2014]. Disponible en internet: <[http://www.upsin.edu.mx/mec/digital/metod\\_invest.pdf](http://www.upsin.edu.mx/mec/digital/metod_invest.pdf)>

## **ANEXO I**

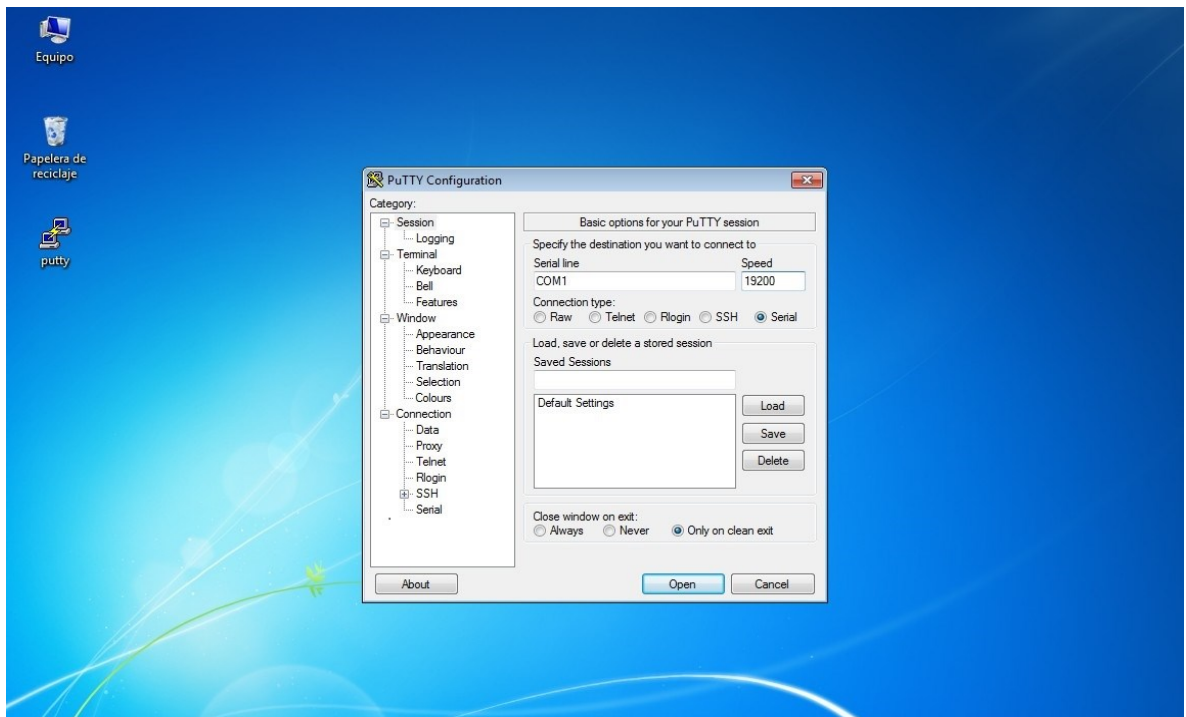
### **CONFIGURACION Y RESULTADOS DEL PROTOTIPO**

Este documento muestra el escenario, la configuración y los resultados arrojados durante las pruebas del prototipo mediante generación de tráfico aleatorio hacia todos los dispositivos conectados en la red.

El escenario está conformado por 2 switch 3com 4210 interconectados mediante módulos de fibra óptica, una red creada mediante un router wi-fi D-LINK, otra mediante un router 4G TP-LINK, 2 Smartphone, 2 computadores de escritorio y un computador portátil.

#### **CONFIGURACION DEL ESCENARIO**

Para comenzar con la configuración de los switch, se conectó un cable de consola desde el computador de escritorio al switch, se ingresó por medio del programa Putty en donde se sincronizó la velocidad a 19200 y en la opción serial.



## SWITCH 1

Para la configuración del primer switch, se verificaron las configuraciones antiguas que tenían, para esto se usó primero el comando `system-view` el cual hace entrar en modo de vista de usuario, luego se verificaron las configuraciones con el comando `display vlan all`.

```
COM1 - PuTTY
User interface aux0 is available.

Press ENTER to get started.

Login authentication

Username:admin
Password:
<4210>
%Apr 1 23:55:32:391 2000 4210 SHEL/5/LOGIN:- 1 - admin(aux0) in unit1 login
<4210>system-view
System View: return to User View with Ctrl+Z.
<4210>display vlan all
VLAN ID: 1
VLAN Type: static
Route Interface: configured
IP Address: 192.168.0.253
Subnet Mask: 255.255.255.0
Description: VLAN 0001
Name: VLAN 0001
Tagged Ports: none
Untagged Ports:
Ethernet1/0/3      Ethernet1/0/4      Ethernet1/0/5
Ethernet1/0/6      Ethernet1/0/7      Ethernet1/0/8
Ethernet1/0/9      Ethernet1/0/10     Ethernet1/0/11
Ethernet1/0/12     Ethernet1/0/15     Ethernet1/0/16
Ethernet1/0/17     Ethernet1/0/18     Ethernet1/0/19
Ethernet1/0/20     Ethernet1/0/21     Ethernet1/0/22
Ethernet1/0/23     Ethernet1/0/24     GigabitEthernet1/0/25
GigabitEthernet1/0/26

VLAN ID: 2
VLAN Type: static
Route Interface: not configured
Description: vlan2
Name: VLAN 0002
Tagged Ports: none
Untagged Ports:
Ethernet1/0/1      Ethernet1/0/13

VLAN ID: 3
VLAN Type: static
Route Interface: not configured
Description: VLAN 0003
Name: VLAN 0003
Tagged Ports: none
Untagged Ports:
Ethernet1/0/2      Ethernet1/0/14
```

Seguido a esto se ingresaron a cada una de las respectivas vlan que estaba creadas en el switch mediante el comando vlan # y se procedió a borrar los puertos que se encontraban asignados a cada una de esas vlan con el comando undo port Ethernet 1/0/#.



```
COM1 - PuTTY
VLAN ID: 3
VLAN Type: static
Route Interface: not configured
Description: VLAN 0003
Name: VLAN 0003
Tagged Ports: none
Untagged Ports:
Ethernet1/0/2          Ethernet1/0/14

[4210]vlan 2
[4210-vlan2]undo port ethernet 1/0/1
[4210-vlan2]undo port ethernet 1/0/13
[4210-vlan2]q
[4210]undo vlan 2
[4210]vlan 3
[4210-vlan3]undo port ethernet 1/0/2
[4210-vlan3]undo port ethernet 1/0/14
[4210-vlan3]q
[4210]undo vlan 2
The specified VLAN does not exist.
[4210]undo vlan 3
[4210]display vlan all
VLAN ID: 1
VLAN Type: static
Route Interface: configured
IP Address: 192.168.0.253
Subnet Mask: 255.255.255.0
Description: VLAN 0001
Name: VLAN 0001
Tagged Ports: none
Untagged Ports:
Ethernet1/0/1          Ethernet1/0/2          Ethernet1/0/3
Ethernet1/0/4          Ethernet1/0/5          Ethernet1/0/6
Ethernet1/0/7          Ethernet1/0/8          Ethernet1/0/9
Ethernet1/0/10         Ethernet1/0/11         Ethernet1/0/12
Ethernet1/0/13         Ethernet1/0/14         Ethernet1/0/15
Ethernet1/0/16         Ethernet1/0/17         Ethernet1/0/18
Ethernet1/0/19         Ethernet1/0/20         Ethernet1/0/21
Ethernet1/0/22         Ethernet1/0/23         Ethernet1/0/24
GigabitEthernet1/0/25 GigabitEthernet1/0/26

[4210]vlan 1
[4210-vlan1]interface vlan 1
[4210-Vlan-interface1]ip address 192.168.0.10 255.255.255.0
[4210-Vlan-interface1]q
[4210]display vlan all
VLAN ID: 1
VLAN Type: static
Route Interface: configured
IP Address: 192.168.0.10
Subnet Mask: 255.255.255.0
Description: VLAN 0001
```

Mediante el comando `display vlan all` se verifico que las acciones realizadas anteriormente estuvieran correctas y luego se procedió a entrar en la vlan 1, luego se usó el comando `interface vlan 1` y se procedió a darle un numero ip con el comando `ip address 192.168.0.10 255.255.255.0`. Después se usó el comando `display vlan all` para verificar y por último el comando `save` para guardar todas las configuraciones anteriormente hechas.

```
COM1 - PuTTY
Subnet Mask: 255.255.255.0
Description: VLAN 0001
Name: VLAN 0001
Tagged Ports: none
Untagged Ports:
Ethernet1/0/1      Ethernet1/0/2      Ethernet1/0/3
Ethernet1/0/4      Ethernet1/0/5      Ethernet1/0/6
Ethernet1/0/7      Ethernet1/0/8      Ethernet1/0/9
Ethernet1/0/10     Ethernet1/0/11     Ethernet1/0/12
Ethernet1/0/13     Ethernet1/0/14     Ethernet1/0/15
Ethernet1/0/16     Ethernet1/0/17     Ethernet1/0/18
Ethernet1/0/19     Ethernet1/0/20     Ethernet1/0/21
Ethernet1/0/22     Ethernet1/0/23     Ethernet1/0/24
GigabitEthernet1/0/25 GigabitEthernet1/0/26

[4210]vlan 1
[4210-vlan1]interface vlan 1
[4210-vlan1-interface]ip address 192.168.0.10 255.255.255.0
[4210-vlan1-interface]q
[4210]display vlan all
VLAN ID: 1
VLAN Type: static
Route Interface: configured
IP Address: 192.168.0.10
Subnet Mask: 255.255.255.0
Description: VLAN 0001
Name: VLAN 0001
Tagged Ports: none
Untagged Ports:
Ethernet1/0/1      Ethernet1/0/2      Ethernet1/0/3
Ethernet1/0/4      Ethernet1/0/5      Ethernet1/0/6
Ethernet1/0/7      Ethernet1/0/8      Ethernet1/0/9
Ethernet1/0/10     Ethernet1/0/11     Ethernet1/0/12
Ethernet1/0/13     Ethernet1/0/14     Ethernet1/0/15
Ethernet1/0/16     Ethernet1/0/17     Ethernet1/0/18
Ethernet1/0/19     Ethernet1/0/20     Ethernet1/0/21
Ethernet1/0/22     Ethernet1/0/23     Ethernet1/0/24
GigabitEthernet1/0/25 GigabitEthernet1/0/26

[4210]save
The configuration will be written to the device.
Are you sure?[Y/N]y
Please input the file name(*.cfg) (to leave the existing filename
unchanged press the enter key):
Now saving current configuration to the device.
Saving configuration. Please wait...
.....
Unit1 save configuration flash:/3comsocfg.cfg successfully

[4210]
$Apr 1 23:58:09:790 2000 4210 CPM/3/CFM_LOG:- 1 -Unit1 saved configuration successfully.
[4210]
```

## SWITCH 2

Para la configuración del segundo switch, se realizó el mismo proceso del anterior switch, primero se ingresó al switch y se usó el comando system-view para entrar en el modo vista de usuario y se usó el comando display vlan all para ver la configuración.

```
COM1 - PuTTY
Login authentication

Username:admin
Password:
<4210>
$Apr 1 23:56:08:581 2000 4210 SHELL/S/LOGIN:- 1 - admin(aux0) in unit1 login
<4210>system-view
System View: Return to User View with Ctrl+Z.
[4210]display vlan all
VLAN ID: 1
VLAN Type: static
Route Interface: configured
IP Address: 192.168.32.49
Subnet Mask: 255.255.240.0
Description: VLAN 0001
Name: VLAN 0001
Tagged Ports: none
Untagged Ports:
GigabitEthernet1/0/27 GigabitEthernet1/0/26

VLAN ID: 110
VLAN Type: static
Route Interface: not configured
Description: VLAN 0110
Name: AC_EB
Tagged Ports:
GigabitEthernet1/0/27
Untagged Ports:
Ethernet1/0/1 Ethernet1/0/2 Ethernet1/0/3
Ethernet1/0/4 Ethernet1/0/5 Ethernet1/0/6
Ethernet1/0/7 Ethernet1/0/8 Ethernet1/0/9
Ethernet1/0/10 Ethernet1/0/11 Ethernet1/0/12
Ethernet1/0/13 Ethernet1/0/14 Ethernet1/0/15
Ethernet1/0/16 Ethernet1/0/17 Ethernet1/0/18
Ethernet1/0/19 Ethernet1/0/20 Ethernet1/0/21
Ethernet1/0/22 Ethernet1/0/23 Ethernet1/0/24

[4210]vlan 110
[4210-vlan110]undo port ethernet 1/0/1 to ethernet 1/0/24
[4210-vlan110]q
[4210]undo vlan 110
[4210]display vlan all
VLAN ID: 1
VLAN Type: static
Route Interface: configured
IP Address: 192.168.32.49
Subnet Mask: 255.255.240.0
Description: VLAN 0001
Name: VLAN 0001
```

Después de esto se ingresó a la vlan 110 y se usó el comando undo port Ethernet 1/0/1 to Ethernet 1/0/24 para borrar los puertos que se encontraban asignadas a esa vlan. Se ingresó a la interfaz de la vlan por medio del comando interface vlan 1 y se le asignó una ip con el comando ip address 192.168.0.40 255.255.255.0.

```
COM1 - PuTTY
[4210]vlan 110
[4210-vlan110]undo port ethernet 1/0/1 to ethernet 1/0/24
[4210-vlan110]q
[4210]undo vlan 110
[4210]display vlan all
VLAN ID: 1
VLAN Type: static
Route Interface: configured
IP Address: 172.16.32.69
Subnet Mask: 255.255.240.0
Description: VLAN 0001
Name: VLAN 0001
Tagged Ports: none
Untagged Ports:
Ethernet1/0/1      Ethernet1/0/2      Ethernet1/0/3
Ethernet1/0/4      Ethernet1/0/5      Ethernet1/0/6
Ethernet1/0/7      Ethernet1/0/8      Ethernet1/0/9
Ethernet1/0/10     Ethernet1/0/11     Ethernet1/0/12
Ethernet1/0/13     Ethernet1/0/14     Ethernet1/0/15
Ethernet1/0/16     Ethernet1/0/17     Ethernet1/0/18
Ethernet1/0/19     Ethernet1/0/20     Ethernet1/0/21
Ethernet1/0/22     Ethernet1/0/23     Ethernet1/0/24
GigabitEthernet1/0/27 GigabitEthernet1/0/26

[4210]vlan 1
[4210-vlan1]interface vlan 1
[4210-Vlan-interface1]ip address 192.168.0.40 255.255.255.0
[4210-Vlan-interface1]q
[4210]display vlan all
VLAN ID: 1
VLAN Type: static
Route Interface: configured
IP Address: 192.168.0.40
Subnet Mask: 255.255.255.0
Description: VLAN 0001
Name: VLAN 0001
Tagged Ports: none
Untagged Ports:
Ethernet1/0/1      Ethernet1/0/2      Ethernet1/0/3
Ethernet1/0/4      Ethernet1/0/5      Ethernet1/0/6
Ethernet1/0/7      Ethernet1/0/8      Ethernet1/0/9
Ethernet1/0/10     Ethernet1/0/11     Ethernet1/0/12
Ethernet1/0/13     Ethernet1/0/14     Ethernet1/0/15
Ethernet1/0/16     Ethernet1/0/17     Ethernet1/0/18
Ethernet1/0/19     Ethernet1/0/20     Ethernet1/0/21
Ethernet1/0/22     Ethernet1/0/23     Ethernet1/0/24
GigabitEthernet1/0/27 GigabitEthernet1/0/26

[4210]save
The configuration will be written to the device.
Are you sure?[Y/N]y
Please input the file name(*.cfg) (To leave the existing filename
```

Por último se usó el comando save para guardar las configuraciones anteriormente hechas.

```
COM1 - PuTTY
Subnet Mask: 255.255.240.0
Description: VLAN 0001
Name: VLAN 0001
Tagged Ports: none
Untagged Ports:
Ethernet1/0/1      Ethernet1/0/2      Ethernet1/0/3
Ethernet1/0/4      Ethernet1/0/5      Ethernet1/0/6
Ethernet1/0/7      Ethernet1/0/8      Ethernet1/0/9
Ethernet1/0/10     Ethernet1/0/11     Ethernet1/0/12
Ethernet1/0/13     Ethernet1/0/14     Ethernet1/0/15
Ethernet1/0/16     Ethernet1/0/17     Ethernet1/0/18
Ethernet1/0/19     Ethernet1/0/20     Ethernet1/0/21
Ethernet1/0/22     Ethernet1/0/23     Ethernet1/0/24
GigabitEthernet1/0/27 GigabitEthernet1/0/26

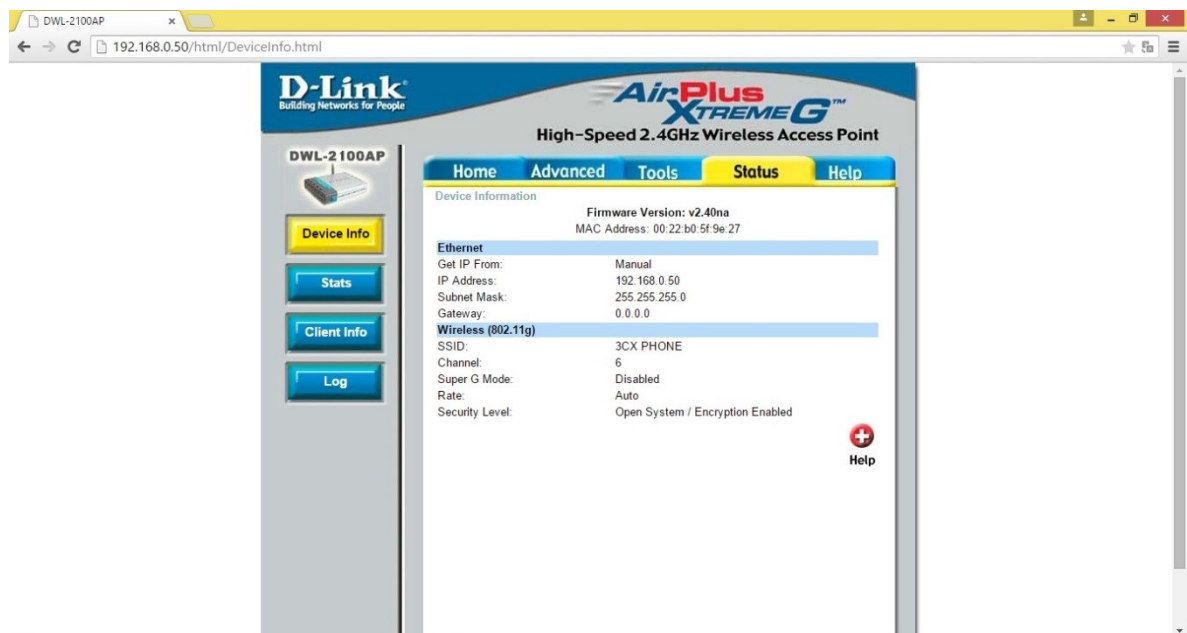
[4210]vlan 1
[4210-vlan1]interface vlan 1
[4210-Vlan-interface1]ip address 192.168.0.40 255.255.255.0
[4210-Vlan-interface1]q
[4210]display vlan all
VLAN ID: 1
VLAN Type: static
Route Interface: configured
IP Address: 192.168.0.40
Subnet Mask: 255.255.255.0
Description: VLAN 0001
Name: VLAN 0001
Tagged Ports: none
Untagged Ports:
Ethernet1/0/1      Ethernet1/0/2      Ethernet1/0/3
Ethernet1/0/4      Ethernet1/0/5      Ethernet1/0/6
Ethernet1/0/7      Ethernet1/0/8      Ethernet1/0/9
Ethernet1/0/10     Ethernet1/0/11     Ethernet1/0/12
Ethernet1/0/13     Ethernet1/0/14     Ethernet1/0/15
Ethernet1/0/16     Ethernet1/0/17     Ethernet1/0/18
Ethernet1/0/19     Ethernet1/0/20     Ethernet1/0/21
Ethernet1/0/22     Ethernet1/0/23     Ethernet1/0/24
GigabitEthernet1/0/27 GigabitEthernet1/0/26

[4210]save
The configuration will be written to the device.
Are you sure?[Y/N]y
Please input the file name(*.cfg) (To leave the existing filename
unchanged press the enter key)
Now saving current configuration to the device.
Saving configuration. Please wait...
.....
Unit1 save configuration flash:/3comoscfg.cfg successfully

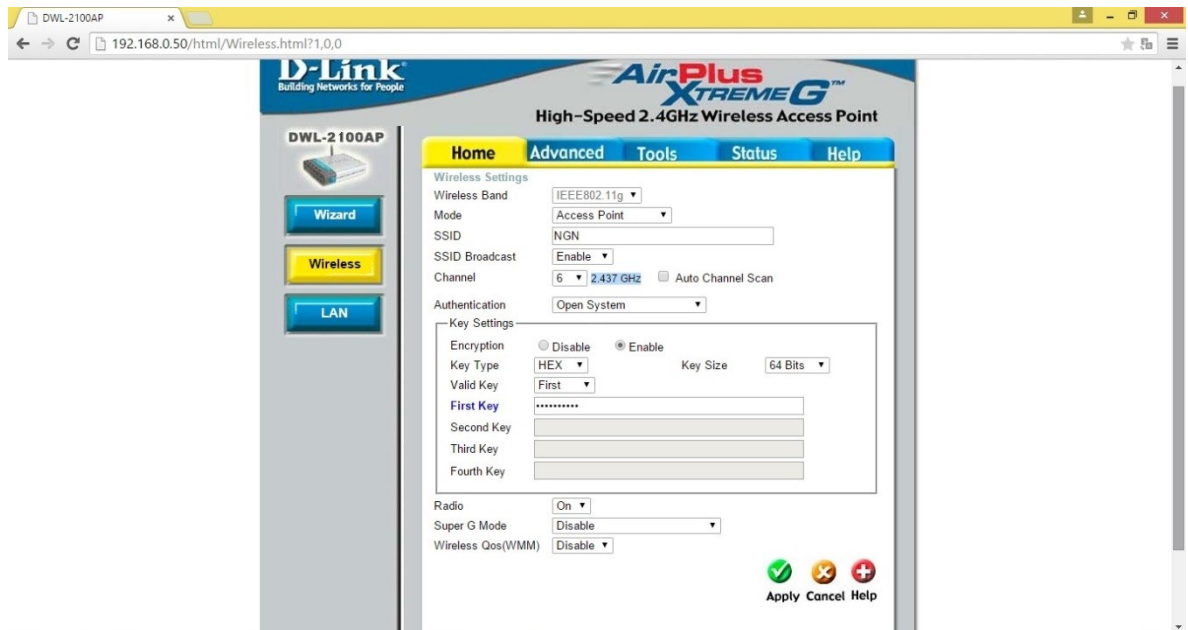
[4210]
#Apr 1 23:59:08:980 2000 4210 CPM/3/CFM_LOG:- 1 -Unit1 saved configuration successfully.
[4210]
```

## ROUTER Wi-Fi

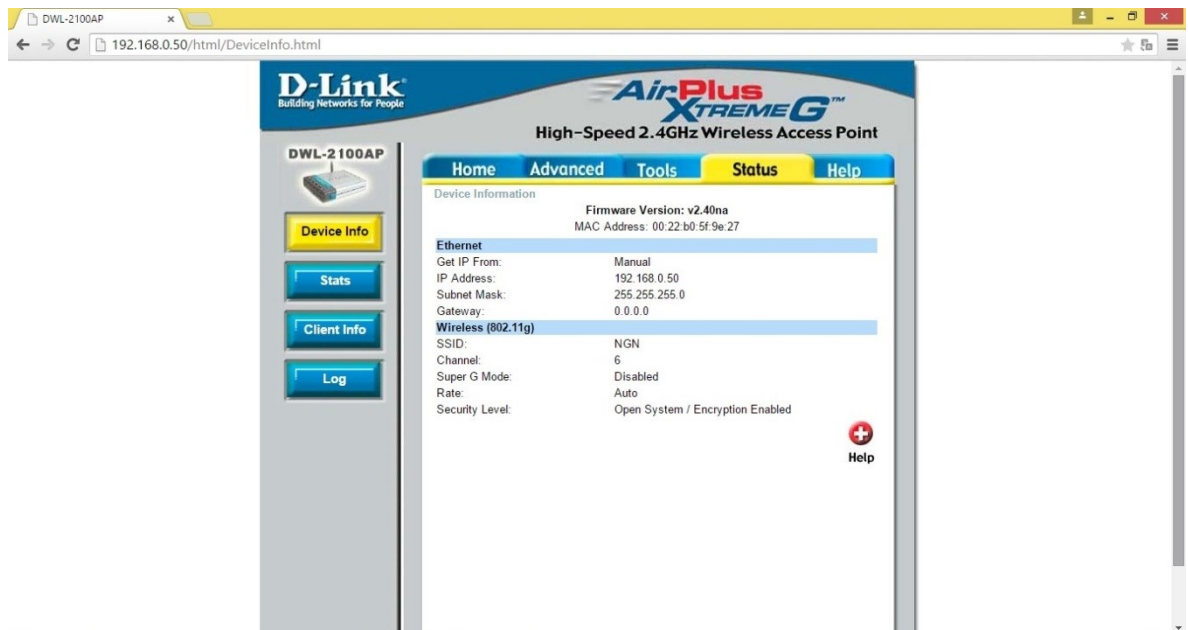
Para comenzar con la configuración del router, se le coloco una ip estática al computador 192.168.0.51 con mascara de subred 255.255.255.0 y luego desde un navegador web se ingresó al router con la dirección ip 192.168.0.50, usuario admin.



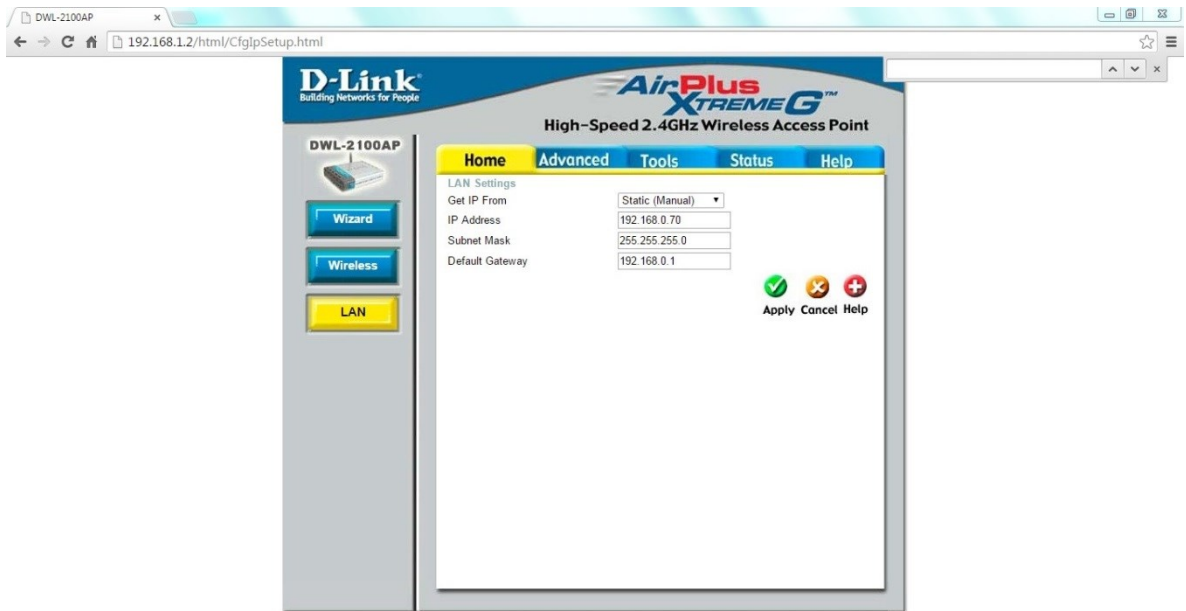
En la pestaña Advance, se ingresó a Mireles y se configuró de la siguiente manera: Modo - Access Point, SSID – NGN, SSID - Broadcast: Enable. Channel – 6, Authentication - Open System, Encryption – Enable, Key Tipe – HEX, Valid Key – First, Key Sized – 64 Bits, First Key – 1234567890, Radio – On, Super G Mode – Disable y Wireless Qos (WMM) – Disable. Por último se le dio en Apply.



Se ingresó de nuevo a la pestaña Status para verificar que la información se hubiera guardado.



Se ingresó a la Pestaña Home, LAN y se configuró de la siguiente manera: Get IP From – Static (Manual), IP Address 192.168.0.70, Subnet Mask – 255.255.255.0, Default Gateway – 192.168.0.1 y por último se le dio en Apply.

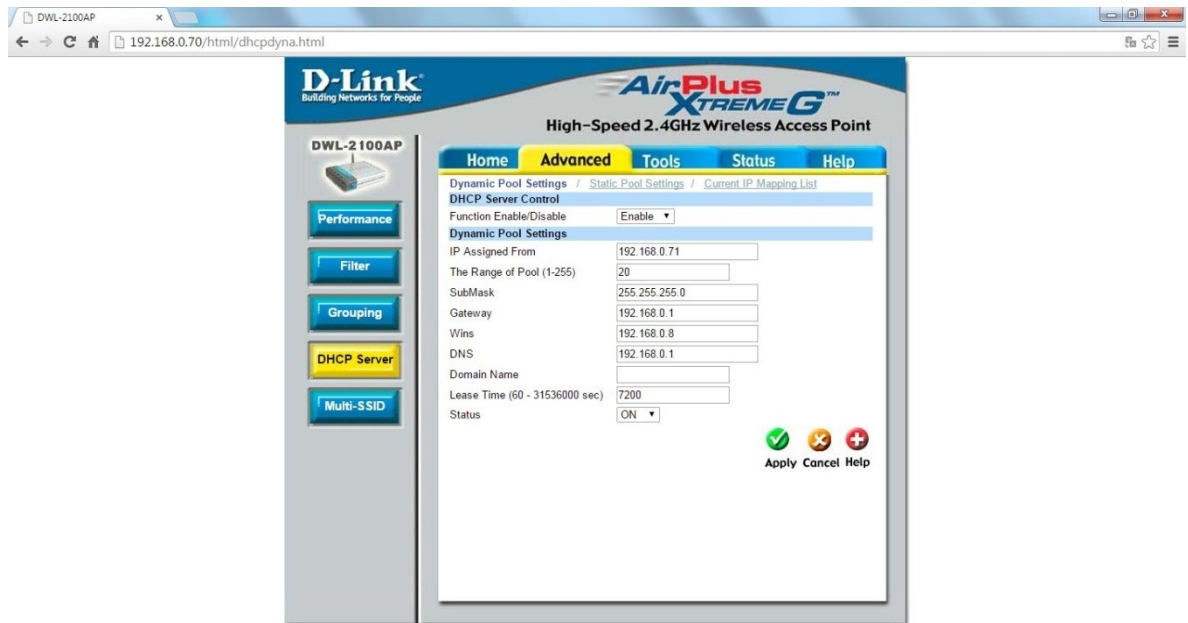


Se Verifico de nuevo la información anterior en la pestaña Status



Por último se ingresó a la pestaña Advance, y se configuró el DHCP Server de la siguiente manera: Funtion Enable/Disable – Enable, IP Assigned From – 192.168.0.71, The Range of Pool (1-255) – 20, SubMask – 255.255.255.0, Gateway – 192.168.0.1, Wins – 192.168.0.8, DNS – 192.168.0.1, Lease Time – 7200, Status – ON y se le dio Apply.





## ROUTER 4G

Para comenzar a configurar el Router 4G, se conectó un cable de red Fast Ethernet desde el computador hacia el router 4G y se ingresó al router mediante un navegador usando la dirección IP 192.168.0.254, usuario admin, password admin.

The screenshot shows the TP-LINK 3G/4G Wireless N Router web interface. The browser address bar shows the URL 192.168.0.100. The page title is "TP-LINK 3G/4G Wireless N Router Model No. TL-MR3020". The left sidebar contains navigation options: Status, Quick Setup, WPS, Network (selected), LAN, Wireless, DHCP, System Tools, and Logout. The main content area is titled "Status" and contains the following sections:

- Status:**
  - Firmware Version: 3.17.2 Build 140610 Rel.65031n
  - Hardware Version: MR3020 v1 00000000
- Wired:**
  - MAC Address: C4-6E-1F-5B-CF-30
  - IP Address: 192.168.0.100
  - Subnet Mask: 255.255.255.0
- Wireless:**
  - Operation Mode: Access Point
  - Name (SSID): TP-LINK\_POCKET\_3020\_5BCF30
  - Channel: Auto (Current channel 11)
  - Mode: 11bgn mixed
  - Channel Width: Automatic
  - MAC Address: C4-6E-1F-5B-CF-30
- Traffic Statistics:**

	Received	Sent
Bytes:	0	59496
Packets:	0	134
- System Up Time:** 0 days 00:11:20

A "Refresh" button is located at the bottom right of the status section. On the right side of the page, there is a "Status Help" section with detailed information about the status page and configuration options.

Se ingresó a la pestaña network en LAN y se le estableció en Tipo – Static IP, en IP address 192.168.0.100, Subnet Mask 255.255.255.0, Gateway 192.168.0.1 y se le dio Save.

The screenshot shows the TP-LINK 3G/4G Wireless N Router web interface with the LAN configuration page selected. The browser address bar shows the URL 192.168.0.100. The left sidebar contains navigation options: Status, Quick Setup, WPS, Network (selected), LAN, Wireless, DHCP, System Tools, and Logout. The main content area is titled "LAN" and contains the following configuration fields:

- MAC Address: C4-6E-1F-5B-CF-30
- Type: Static IP (dropdown menu)
- IP Address: 192.168.0.100
- Subnet Mask: 255.255.255.0
- Gateway: 192.168.0.1

A "Save" button is located at the bottom of the configuration section. On the right side of the page, there is a "LAN Help" section with detailed information about LAN configuration and a "Note" section with instructions for changing IP settings.

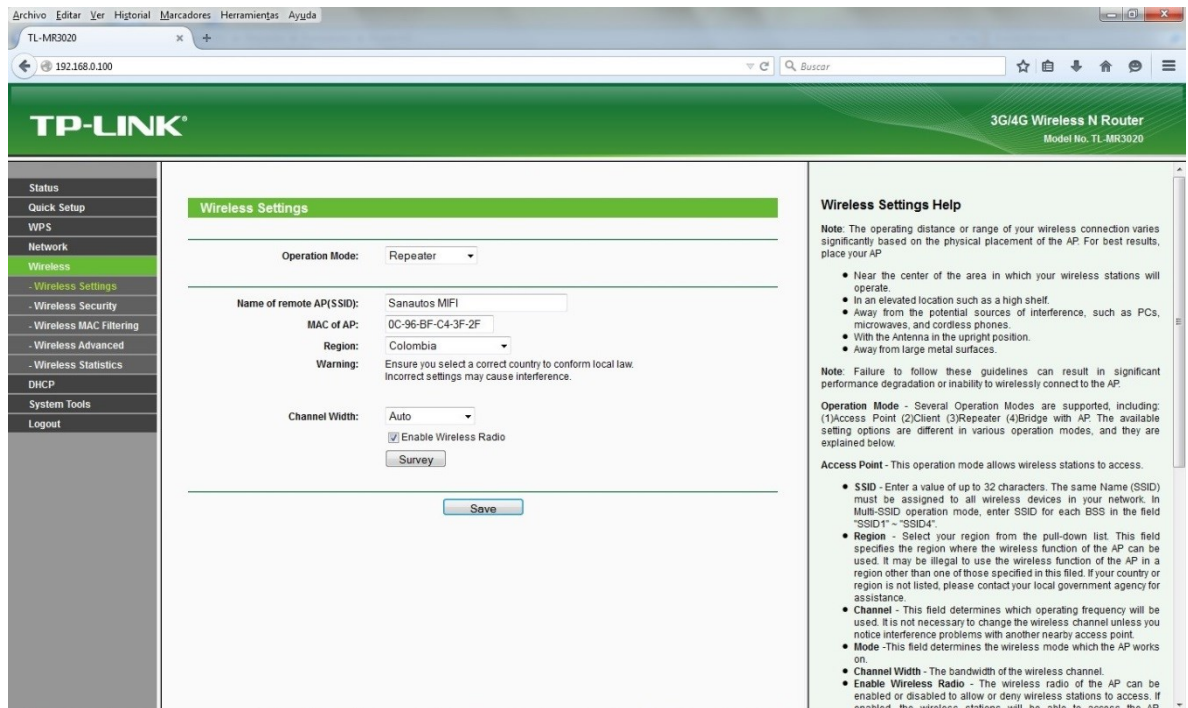
Se ingresó a la pestaña Wireless, Wireless Setting y se le dio a Survey, Se buscó el SSID Sanautos MIFI al cual se iba a conectar el router 4G y se le dio en Connect,

The screenshot shows the TP-Link TL-MR3020 web interface. The main content area displays an 'AP List' table with 22 entries. The first entry, with BSSID '0C-96-BF-C4-3F-2F' and SSID 'Sanautos MIFI', is highlighted. A mouse cursor is hovering over the 'Connect' link in the 'Choose' column for this entry. The table columns are ID, BSSID, SSID, Signal, Channel, Security, and Choose. The 'Choose' column contains 'Connect' links for all entries.

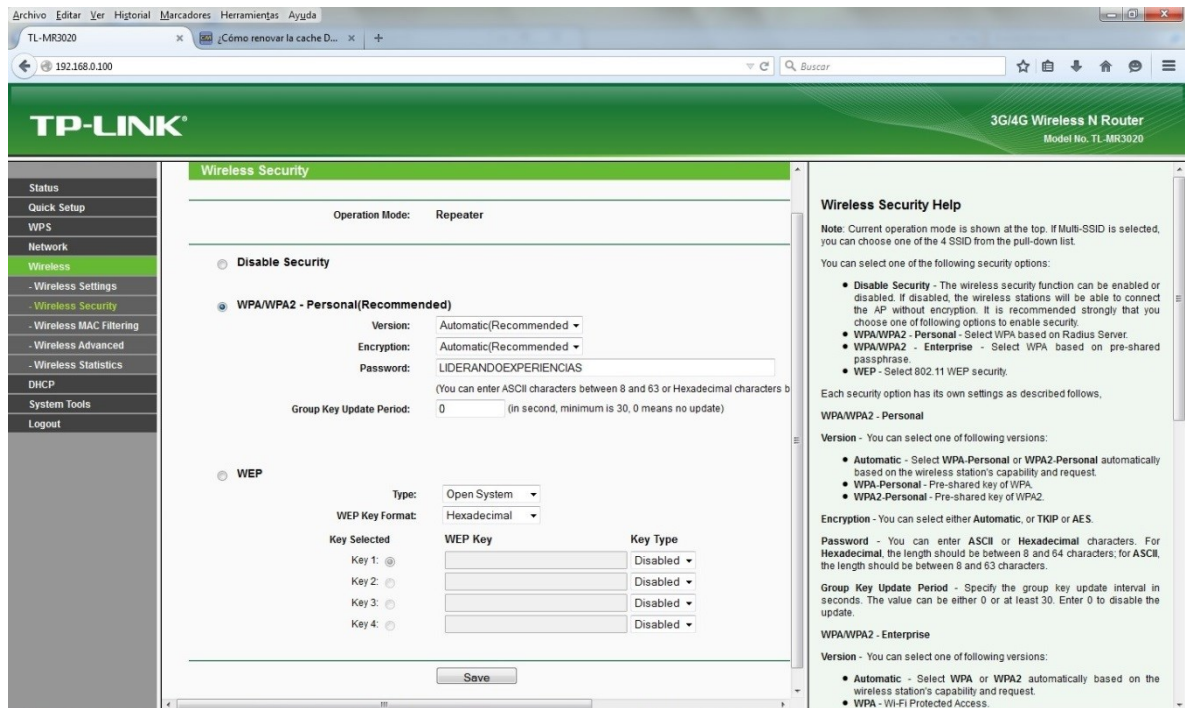
ID	BSSID	SSID	Signal	Channel	Security	Choose
1	0C-96-BF-C4-3F-2F	Sanautos MIFI	12dB	1	ON	<a href="#">Connect</a>
2	EC-1A-59-2D-B7-6E	Sonido	2dB	1	ON	<a href="#">Connect</a>
3	84-80-2D-48-4A-01	WUNABG	5dB	1	OFF	<a href="#">Connect</a>
4	00-3A-98-44-2C-D1	WUNABG	10dB	1	OFF	<a href="#">Connect</a>
5	00-08-30-5D-91-91	WUNABG	4dB	1	OFF	<a href="#">Connect</a>
6	00-08-30-5D-91-90	WUNAB_Jardin	3dB	1	OFF	<a href="#">Connect</a>
7	84-80-2D-48-4A-00	WUNAB_Jardin	5dB	1	OFF	<a href="#">Connect</a>
8	00-3A-98-44-2C-D0	WUNAB_Jardin	11dB	1	OFF	<a href="#">Connect</a>
9	84-AD-E7-FF-11-61	WUNABG	6dB	6	OFF	<a href="#">Connect</a>
10	44-AD-D9-2A-F6-61	WUNABG	9dB	6	OFF	<a href="#">Connect</a>
11	44-AD-D9-2A-F6-60	WUNAB_Jardin	8dB	6	OFF	<a href="#">Connect</a>
12	64-AD-E7-FF-11-60	WUNAB_Jardin	6dB	6	OFF	<a href="#">Connect</a>
13	00-3A-98-44-2F-40	WUNAB_Jardin	5dB	6	OFF	<a href="#">Connect</a>
14	A0-F3-C1-AC-04-DA	HOMEWIRE	3dB	7	ON	<a href="#">Connect</a>
15	00-3A-98-44-34-D1	WUNABG	7dB	11	OFF	<a href="#">Connect</a>
16	0C-27-24-AA-68-61	WUNABG	10dB	11	OFF	<a href="#">Connect</a>
17	00-08-30-5C-EB-51	WUNABG	8dB	11	OFF	<a href="#">Connect</a>
18	00-24-00-44-24-D0	MIB INAB Jardin	7dB	11	OFF	<a href="#">Connect</a>

The right sidebar contains 'Wireless Settings Help' with a note on operating distance and a list of guidelines for AP placement. Below this is the 'Access Point' section, which includes fields for SSID, Region, Channel, Mode, and Channel Width, all of which are currently blank.

Automáticamente los campos en blanco se completaron, se seleccionó Operation Mode – Repeater, Region – Colombia, Channel – Auto y se le dio en Save.

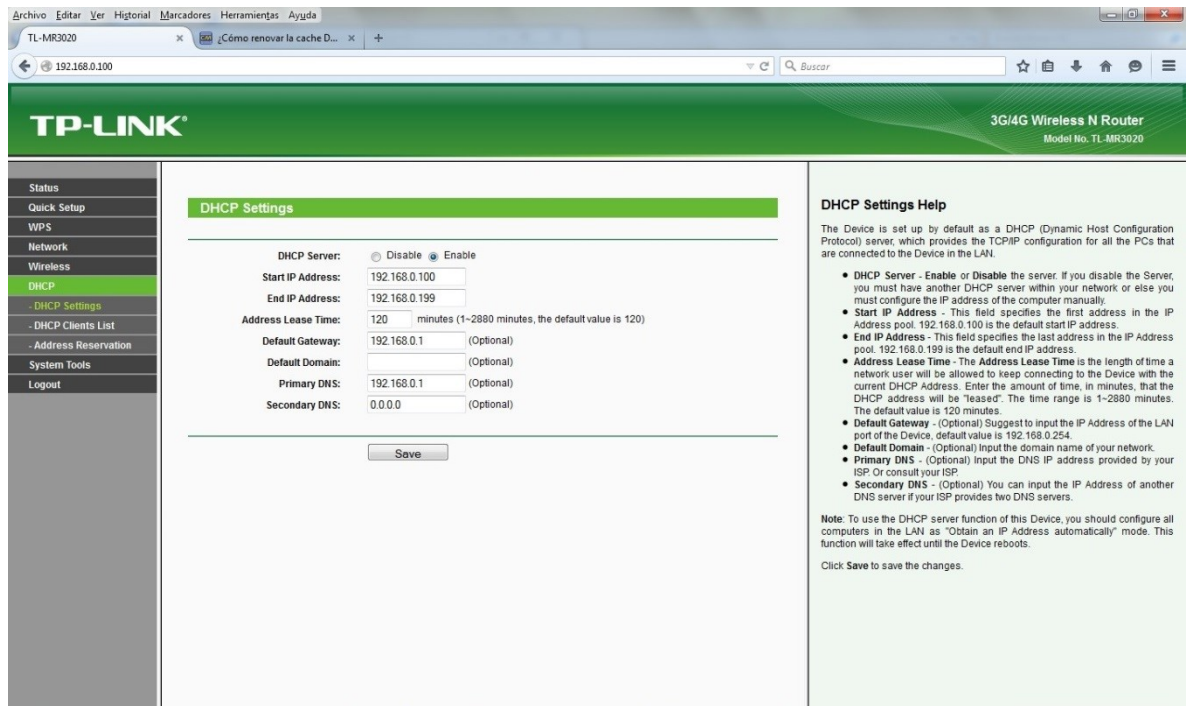


En la pestaña Wireless Security se configuro la seguridad para conectarse a la red, Seleccionamos WPA/WPA2, en Version – Automatic(Recommended), Encryption – Automatic(Recommended), Password – LIDERANDOEXPERIENCIAS, Group Key Update Period – 0 y por último se le dio en Save.

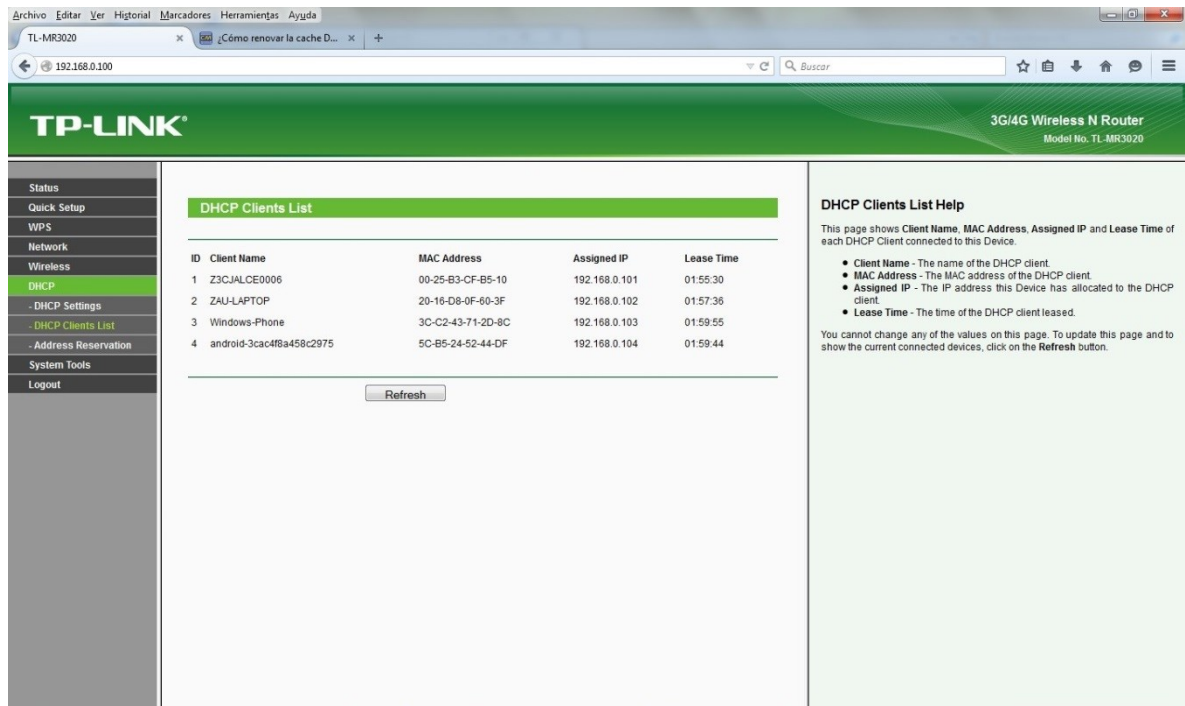


En la pestaña DHCP, DHCP Settings se configuro de la siguiente manera: DHCP Server – Enable, Start IP Address – 192.168.0.100, End IP Address – 192.168.0.199, Address Lease Time – 120, Default Gateway – 192.168.0.1, Primary DNS – 192.168.0.1 y se le dio en Save.





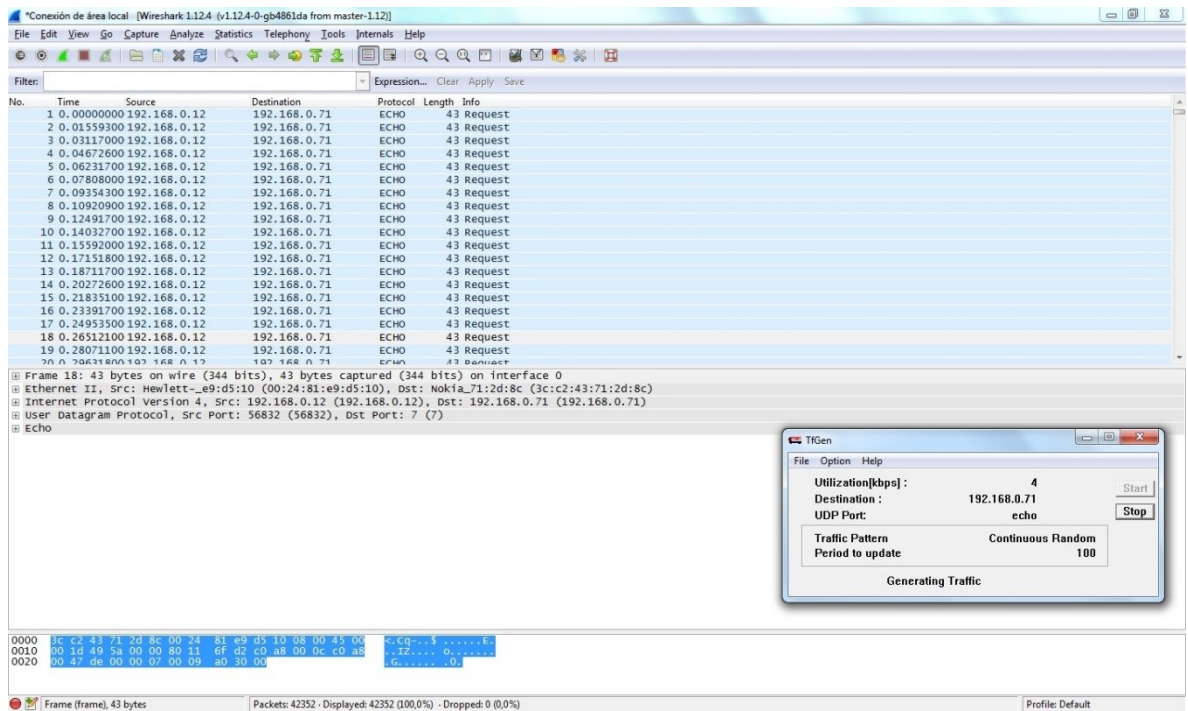
Por ultimo para verificar que el DHCP Server estuviera funcionando y colocando direcciones IP a los clientes que estuvieran conectados al router, se le dio en DHCP Clients List.



## RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DEL PROTOTIPO

### RED SWITCH 1 A RED WI-FI

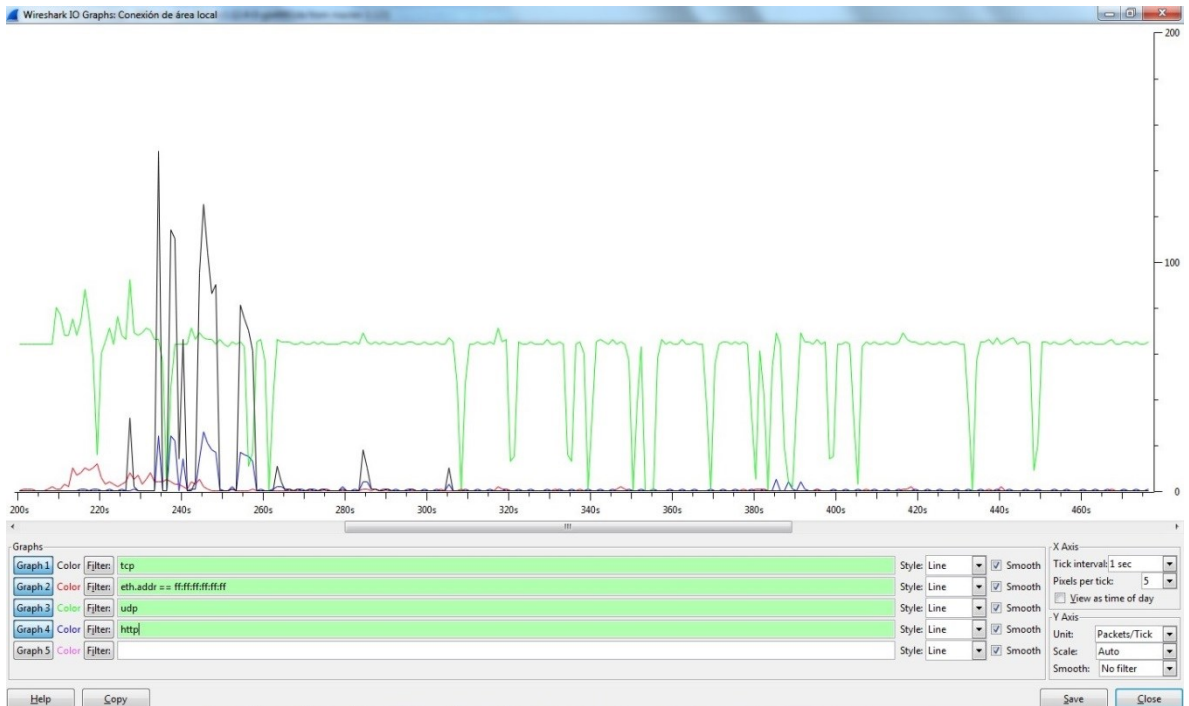
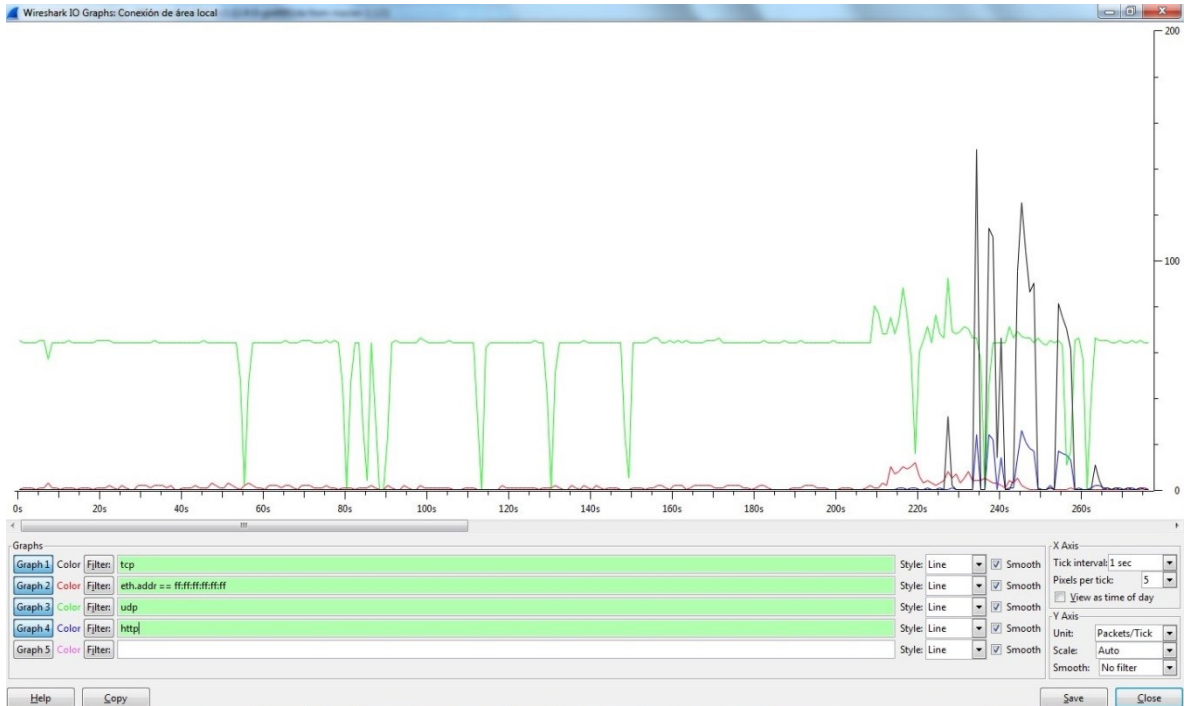
Comenzando con la generación de tráfico, se configuro el programa Tfggen de manera de que transmitiera paquete aleatorios desde un computador conectado al switch hacia un Smartphone conectado a la red Wi-Fi con una dirección IP 192.168.0.71. En el programa Wireshark se puede observar los paquetes que fueron enviados desde el punto origen hasta el punto destino con un intervalo de tiempo entre paquetes a la misma dirección IP, a su vez muestra al tipo de protocolo al cual fue enviado cada uno de los paquetes que fue el puerto 7/TCP o ECHO.



Estos resultados se analizaron mediante una gráfica en donde se muestran los paquetes capturados en el transcurso del tiempo, en donde se filtraron 4 tipos de protocolos que se estaban transmitiendo por la red. En color negro el protocolo TCP, en color rojo el protocolo Ethernet Broadcast, en color verde el protocolo UDP y en color azul el protocolo HTTP. En la gráfica se puede notar que desde los 0 segundos hasta los 225 segundos no se habían capturado paquetes del protocolo TCP, a partir de ahí, hubo unos cambios en donde el pico máximo fue de 150 paquetes con pequeñas variaciones en el tiempo durante 35 segundos. El protocolo Ethernet Broadcast durante los 460 segundos se capturaron entre 1-5 paquetes ya que este protocolo difunde paquetes a todos los host conectados a la red. El protocolo UDP en el transcurso del tiempo se pudo observar que en los segundos 56, 80, 85, 89, 114, 130, 150, 220, 236, 257, 263, entre otros picos de paquetes cercanos a 0, estos se perdieron debido a que el protocolo al momento de enviar paquetes al destino no establece previamente una conexión, lo mismo sucede con los picos de paquetes que están por encima del promedio que 64 paquetes. El protocolo HTTP durante las pruebas del prototipo, se pudo observar



que se empezaron a capturar paquetes a partir de los 233 segundos debido a que se ingresó a una página web, en donde el pico máximo fue de 30 paquetes.



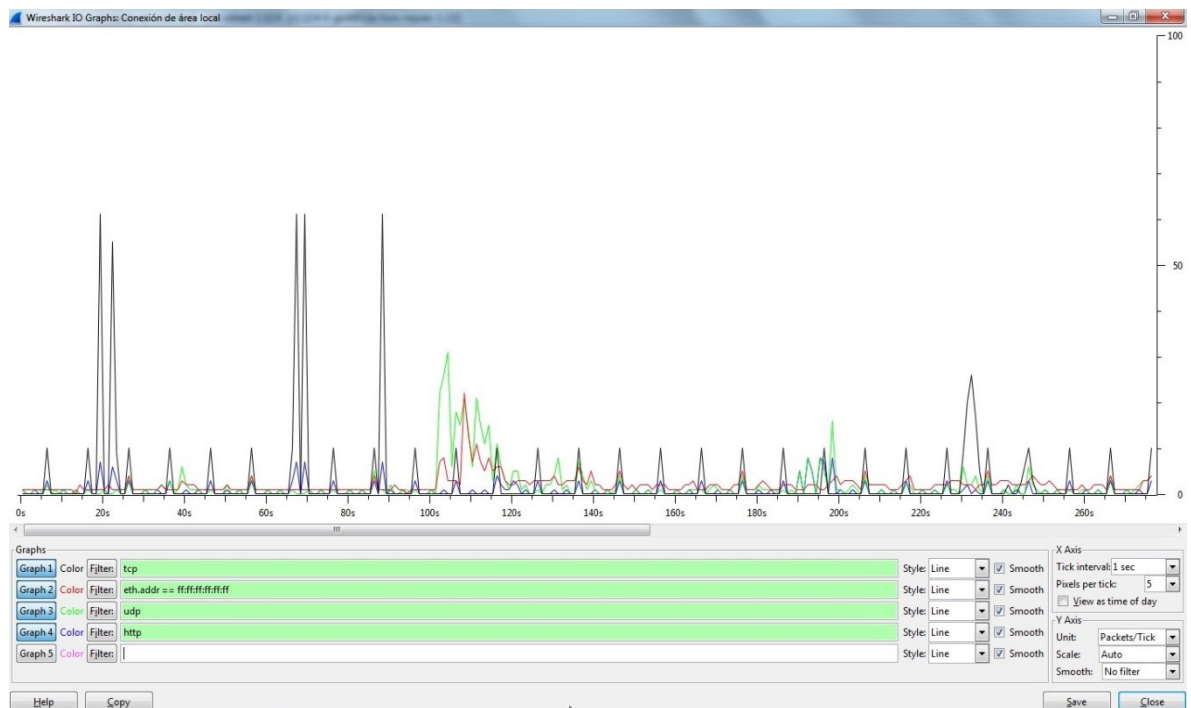
## RED SWITCH 2 A RED ACCESS POINT

Comenzando con la generación de tráfico, se configuro el programa Tfgn de manera de que transmitiera paquete aleatorios desde un computador conectado al switch hacia un Smartphone conectado al Access Point de la red 4G con una dirección IP 192.168.0.102. En el programa Wireshark se puede observar los paquetes que fueron enviados desde el punto origen hasta el punto destino con un intervalo de tiempo entre paquetes a la misma dirección IP, el tamaño de los paquetes, también el tipo de protocolo y la información de la recepción de cada uno de los paquetes.

The screenshot displays the Wireshark interface capturing traffic from a local area network. The main window shows a list of captured packets with columns for No., Time, Source, Destination, Protocol, Length, and Info. The packets are color-coded: red for Ethernet Broadcast, green for ARP, blue for Spanning-tree, and yellow for other protocols. A detailed view of a selected packet (No. 287) is shown below the list, displaying Ethernet II, ARP, and IP details. An inset window titled 'Tfgen' is overlaid on the Wireshark interface, showing configuration for traffic generation: Utilization [kbps] set to 4, Destination set to 192.168.0.102, UDP Port set to echo, Traffic Pattern set to Continuous Random, and Period to update set to 100. The Tfgen window also has Start and Stop buttons and a 'Generating Traffic' status indicator.

Estos resultados se analizaron mediante una gráfica en donde se muestran los paquetes capturados en el transcurso del tiempo, en donde se filtraron 4 tipos de protocolos que se estaban transmitiendo por la red. En color negro el protocolo TCP, en color rojo el protocolo Ethernet Broadcast, en color verde el protocolo UDP y en color azul el protocolo HTTP. En la gráfica se pudo ver que en el

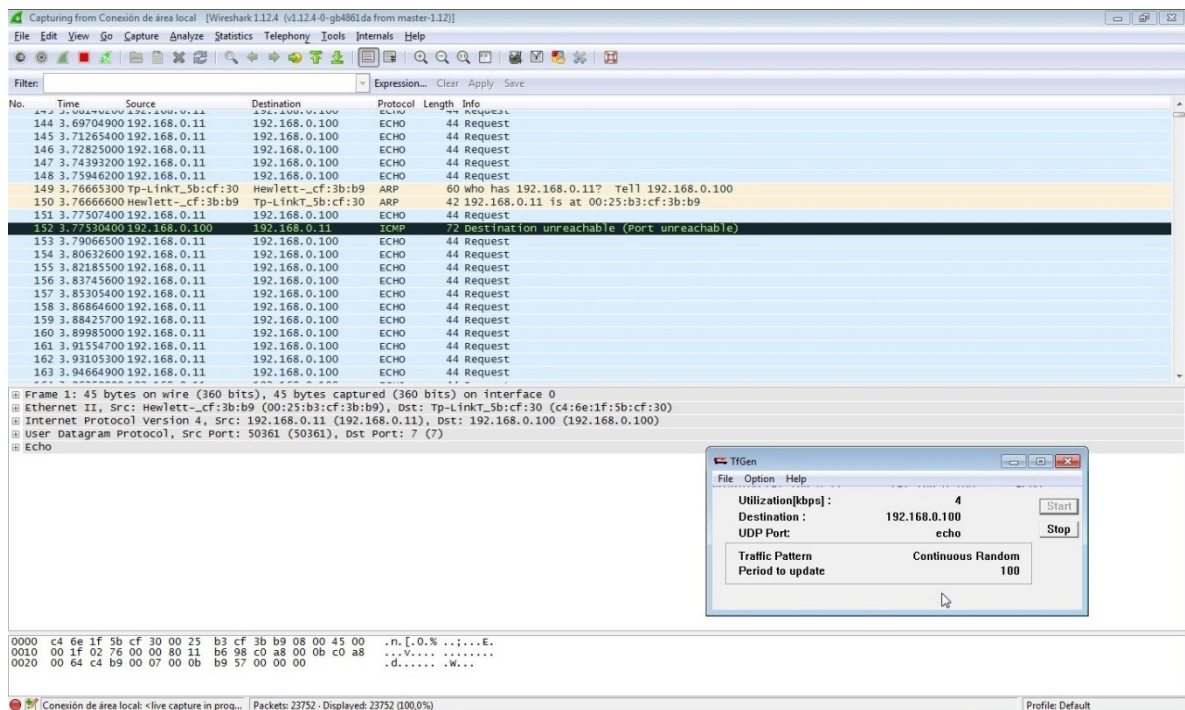
protocolo TCP en determinados tiempos hubo picos de paquetes muy altos pero en el transcurso de la prueba y picos constantes de paquetes de 10. El protocolo Ethernet Broadcast durante los 390 segundos de la prueba este protocolo estuvo enviando constantemente paquetes a los demás host conectados a la misma red, entre los 100 – 120 segundos hubo una pequeña variación debido a que se conectaron otros dispositivos a la red. El protocolo UDP durante los 390 segundos estuvo enviando paquetes al destino los cuales fueron captados en la mayoría de su tiempo pero entre los 102-130 segundos y 190-200 segundos hubo picos de paquetes altos debido a que se tenía buena conexión entre el host origen con el destino que en los demás lapsos de tiempo. El protocolo HTTP durante las pruebas se percibió que cuando había muy buena recepción entre el host origen y destino este protocolo tuvo picos altos de 8 paquetes.





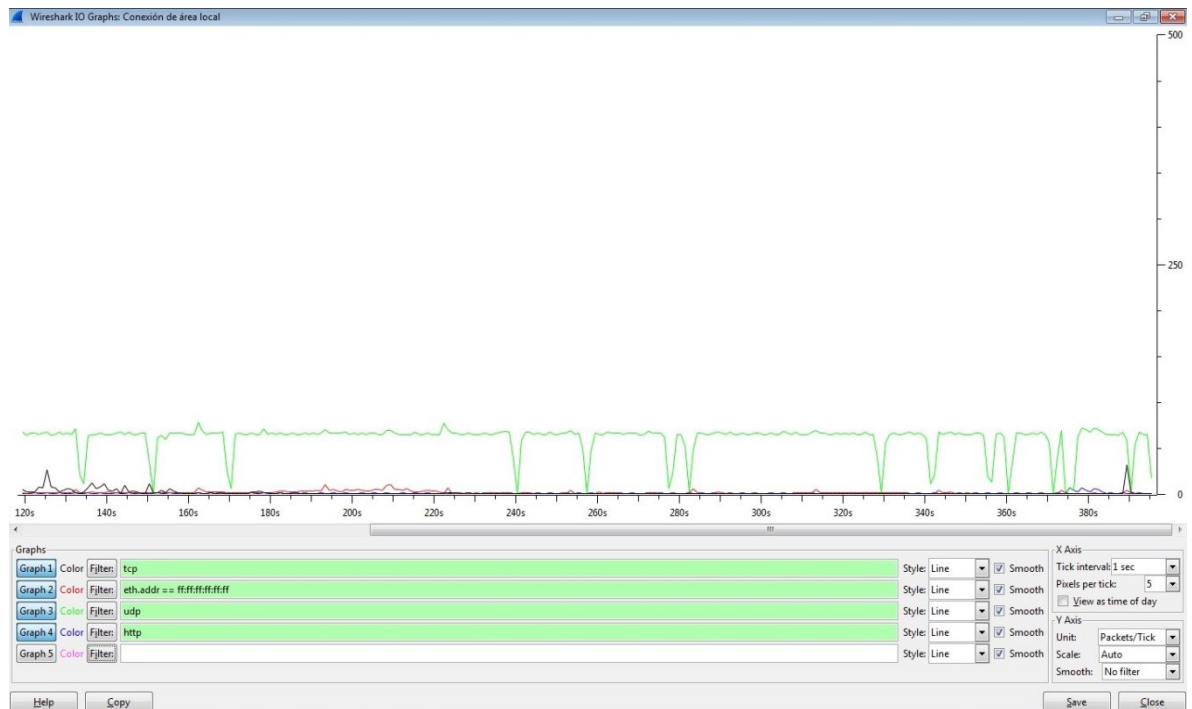
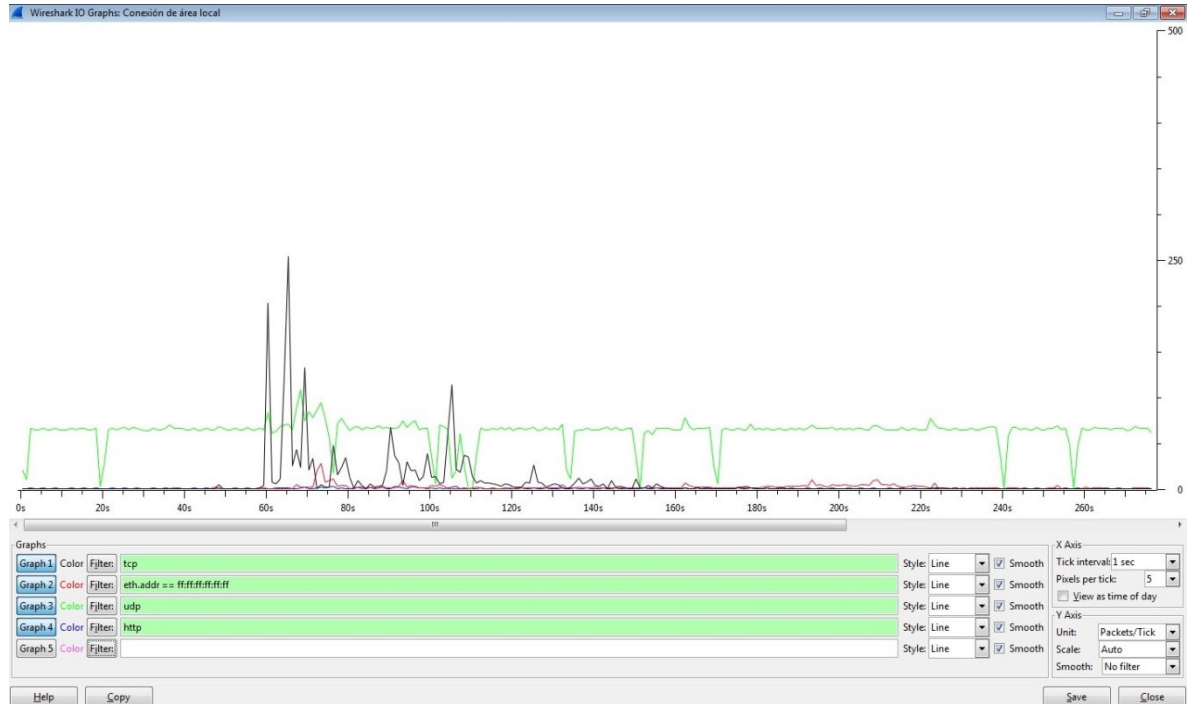
## RED SWITCH 1 A RED ACCESS POINT

Comenzando con la generación de tráfico, se configuro el programa Tfggen de manera de que transmitiera paquete aleatorios desde un computador conectado al switch hacia el Access Point de la red 4G con una dirección IP 192.168.0.100. En el programa Wireshark se puede observar los paquetes que fueron enviados desde el punto origen hasta el punto destino con un intervalo de tiempo entre paquetes a la misma dirección IP, el tamaño de los paquetes según el tipo de protocolo con el cual se envió la información de cada uno de los paquetes.



Estos resultados se analizaron mediante una gráfica en donde se muestran los paquetes capturados en el transcurso del tiempo, en donde se filtraron 4 tipos de protocolos que se estaban transmitiendo por la red. En color negro el protocolo TCP, en color rojo el protocolo Ethernet Broadcast, en color verde el protocolo UDP y en color azul el protocolo HTTP. En la gráfica se pudo observar que desde el tiempo en que se empezó a generar el tráfico y el momento que se obtuvo picos altos entre el host y el origen fue entre los 60 - 70 segundos y 90 - 120 segundos es allí en se capturaron los paquetes enviados y en el resto del tiempo se mantuvo constante sin ninguna anomalía importante. El protocolo Ethernet Broadcast durante 390 segundos se mantuvo constante ya que los paquetes que se enviaba a los host que estaban conectados a la red les llegaba correctamente con un intervalo de entre los 10 - 40 paquetes. El protocolo UDP en el transcurso del tiempo se pudo observar que en los segundos 20, 76, 100, 110, 134, 152, 240, 267 entre otros picos de paquetes cercanos a 0, estos se perdieron debido a que el protocolo al momento de enviar paquetes del origen al destino no establece previamente una conexión por esta razón se pueden perder fácilmente paquetes

en el momento de generar tráfico en la red. El protocolo HTTP durante las pruebas del prototipo, se pudo observar que los paquetes que se pudieron recibir fueron pequeños ya que el uso de una página web no se había usado en este caso.





## RED SWITCH WI-FI A RED 4G

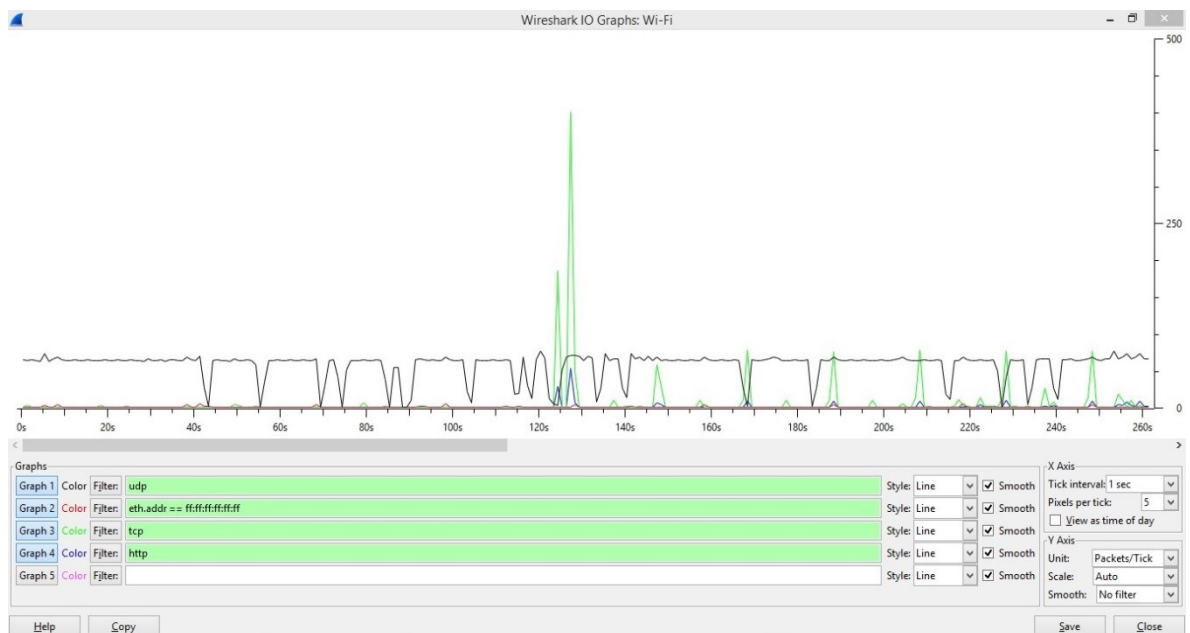
Comenzando con la generación de tráfico, se configuro el programa Tfggen de manera de que transmitiera paquete aleatorios desde un computador conectado a la red Wi-Fi hacia un Smartphone conectado a la red 4G con una dirección IP 192.168.0.102. En el programa Wireshark se puede observar los paquetes que fueron enviados desde el punto origen hasta el punto destino con un intervalo de tiempo entre paquetes a la misma dirección IP, además muestra el tamaño de paquete enviado hacia el destino con un tipo de protocolo diferente con la información que se obtiene en el momento de hacer el tráfico de la red.

The image shows a screenshot of the Wireshark network traffic analysis tool. The main window displays a list of captured packets with columns for No., Time, Source, Destination, Protocol, Length, and Info. The packets are color-coded: black for TCP, red for Ethernet Broadcast, and green for HTTP. A Tfggen window is overlaid on the bottom right, showing configuration for traffic generation: Utilization (4 kbps), Destination (192.168.0.102), UDP Port (echo), Traffic Pattern (Continuous Random), and Period to update (100). The Tfggen window also has Start and Stop buttons and a 'Generating Traffic' indicator.

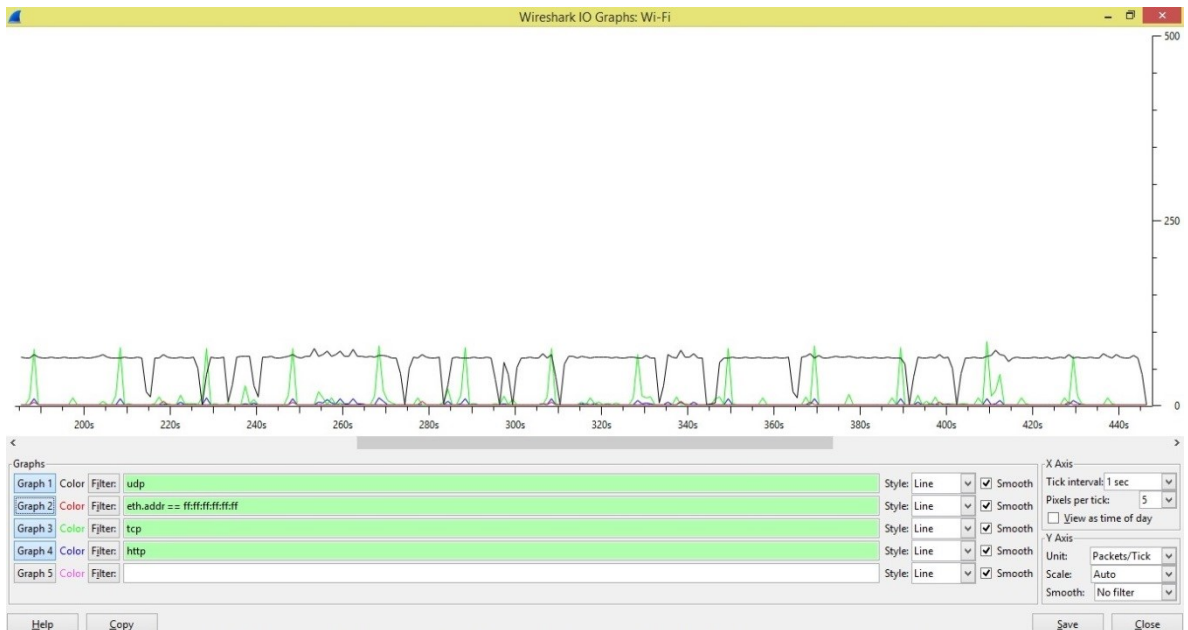
No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
33083	510.792170	192.168.0.100	192.168.0.73	TCP	1514	[TCP segment of a reassembled PDU]
33084	510.792171	192.168.0.100	192.168.0.73	TCP	1514	[TCP segment of a reassembled PDU]
33085	510.792173	192.168.0.100	192.168.0.73	HTTP	1478	HTTP/1.1 200 OK (text/plain)
33086	510.792173	192.168.0.100	192.168.0.73	TCP	63	[TCP segment of a reassembled PDU]
33087	510.792174	192.168.0.100	192.168.0.73	TCP	1514	[TCP segment of a reassembled PDU]
33088	510.792175	192.168.0.100	192.168.0.73	HTTP	404	HTTP/1.1 200 OK (text/plain)
33089	510.792184	192.168.0.73	192.168.0.102	ECHO	44	Request
33090	510.792277	192.168.0.73	192.168.0.100	TCP	54	52062->80 [ACK] Seq=423 Ack=16034 Win=16384 Len=0
33091	510.792311	192.168.0.73	192.168.0.100	TCP	54	52063->80 [ACK] Seq=423 Ack=1820 Win=16384 Len=0
33092	510.794928	192.168.0.73	192.168.0.100	TCP	54	52062->80 [ACK] Seq=423 Ack=16035 Win=16384 Len=0
33093	510.795037	192.168.0.73	192.168.0.100	TCP	54	52062->80 [RST, ACK] Seq=423 Ack=16035 Win=0 Len=0
33094	510.795486	192.168.0.73	192.168.0.100	TCP	54	52063->80 [ACK] Seq=423 Ack=1821 Win=16384 Len=0
33095	510.795596	192.168.0.73	192.168.0.100	TCP	54	52063->80 [RST, ACK] Seq=423 Ack=1821 Win=0 Len=0
33096	510.804200	192.168.0.73	192.168.0.102	ECHO	44	Request
33097	510.820183	192.168.0.73	192.168.0.102	ECHO	44	Request

Estos resultados se analizaron mediante una gráfica en donde se muestran los paquetes capturados en el transcurso del tiempo, en donde se filtraron 4 tipos de protocolos que se estaban transmitiendo por la red. En color negro el protocolo UDP, en color rojo el protocolo Ethernet Broadcast, en color verde el protocolo

TCP y en color azul el protocolo HTTP. En la gráfica se puede observar que el protocolo UDP envió paquetes con un tamaño de promedio de paquetes de 60 de manera constante, pero se vio en la gráfico picos importantes de paquetes cercanos a 0, esto quiere decir, que este protocolo no establece una previa conexión con el destino y es por eso que se pierde paquetes en el tráfico de la red. El protocolo Ethernet Broadcast se mantuvo cercano a 0 ya que este protocolo solo difunde paquetes captados por los host que están conectados a la red. El protocolo TCP se pudo ver que entre los 123 – 130 segundos los paquetes entregados completamente del origen al destino y en el resto del tiempo se mantuvo cercano a 0 de manera que algunos paquetes se perdieron. El protocolo HTTP durante los 440 segundos estuvo constante ya que la navegación a internet no era casi usada, pero en el momento que se usó, se pudo ver en la gráfica unos pequeños picos altos entre los 123 -130 segundos cuando se navegó en internet.







## CONCLUSIONES

Como resultado a las pruebas realizadas en donde se generó tráfico desde la red cableada del switch hacia un dispositivo móvil que se encontraba conectado a la red Wi-Fi podemos concluir que la recepción del tráfico era variable, ya que la velocidad en que se transmiten los datos entre las dos redes son por diferente medio y se notaba la pérdida de paquetes entre el host origen y destino.

Se puede concluir que el intercambio de información entre la red del computador que se encontraba conectado al switch 2 y el Access Point la recepción de los datos comparados con las otras redes, eran muy bajas debido a que las dos redes estaban interconectadas por medio del switch.

La transmisión de datos entre el switch y el Access Point estuvo constante ya que en el momento cuando se generó tráfico de datos en la red, esta se mantuvo activa con muy poca pérdida de paquetes en su transmisión y con buena cantidad

de paquetes entregados a alta velocidad entre el host origen y destino, esto es debido a que la conexión entre estas dos redes estuvo interconectada por fibra óptica.

La conexión que hubo desde la red Wi-Fi hacia la red 4G se pudo evidenciar que la transmisión de datos entre los dos puntos se mantuvo en constante cambio ya que los datos pasaban por medio de las tecnologías inalámbricas y cableadas, estas tenían transformaciones durante todo su proceso.

Como resultado de las pruebas del prototipo es posible concluir que al hacer transmisión por medio de las tecnologías cableadas e inalámbricas que se encontraban configuradas en el prototipo, el comportamiento de los datos durante su transmisión por cada una de ellas variaba ya que las velocidades que maneja cada tecnología son diferentes, pero la forma al estar fusionadas, generan una buena conectividad entre los host al momento de enviar datos a través de la red.