

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR



FACULTAD DE INGENIERÍA

**TESIS PARA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
MAGÍSTER EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN
MENCIÓN REDES DE COMUNICACIONES**

TEMA:

**“DISEÑO Y EMULACIÓN DE UNA RED DE DATOS PARA INTEGRACIÓN DE
INTRANET Y VOIP PARA LA DIRECCION DISTRITAL DE EDUCACION DE
SANTO DOMINGO DE LOS TSACHILAS EN LA ZONA URBANA”**

AUTOR:

ING. ÁLVARO MANUEL LEMA BALLADARES

DIRECTOR:

ING. GUSTAVO SALAZAR CHACÓN, MSC.

Quito – 2021

AUTORÍA

Yo, Lema Balladares Álvaro Manuel, portador de la cédula de ciudadanía No 1719768945, declaro bajo juramento que la presente investigación es de total responsabilidad del autor, y que se ha respetado las diferentes fuentes de información realizando las citas correspondientes. Esta investigación no contiene plagio alguno, y es el resultado de un trabajo desarrollado en su totalidad por mi persona.



Lema Balladares Álvaro Manuel

DEDICATORIA

A mi querida Madre:

Ángela Eudocia Balladares Paredes.

A mis hermanos:

Nancy, María de Lourdes, Carlos y Luis.

Por ser un ejemplo para mi vida, por estar siempre pendientes de mis propósitos y brindarme un apoyo incondicional y por el hecho de haberme guiado cuando más lo necesitaba.

Debo agradecer el apoyo recibido por los profesionales:

Ing., Gustavo Salazar, Msc. e Ing. Andy Reinoso, quienes gracias a su gran conocimiento en el campo de las telecomunicaciones pudieron guiarme para el desarrollo del presente Proyecto.

INDICE

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	6
1.1. Introducción	6
1.2. Justificación	8
1.3. Antecedentes	13
1.4. Objetivos.....	15
CAPÍTULO 2. ESTADO DEL ARTE	17
2.1. Redes de Telecomunicaciones existentes en la Dirección Distrital de Educación	17
2.1.1. Telefonía pública. PSTN	17
2.1.2. Intranet.....	18
2.1.3. Internet.....	20
2.2. Análisis técnico de la infraestructura de las redes existentes	22
2.2.1. Red Telefónica.....	22
2.2.2. Red de Datos.....	23
2.3. Análisis económico de la infraestructura de las redes existentes	27
2.3.1. Tarifas mensuales de los servicios.....	27
2.4. Análisis de tráfico en la red de datos	28
2.4.1. Ancho de Banda	28
2.4.2. Muestreo del tráfico de datos actual	31
CAPÍTULO 3. MARCO TEORICO.....	32
3.1. Modelo de Referencia OSI	32
3.1.1. Capa de Aplicación.....	34
3.1.2. Capa Presentación.....	36
3.1.3. Capa Sesión	37
3.1.4. Capa Transporte.....	38
3.1.5. Capa Red	39
3.1.6. Capa Enlace de Datos.....	42

3.1.7.	Capa Física	44
3.2.	Topologías de Red	46
3.2.1.	Tipo Estrella	46
3.2.2.	Tipo Anillo	47
3.2.3.	Tipo Malla	48
3.3.	Redes Convergentes.....	50
3.4.	Calidad de Servicio QoS.....	51
3.4.1.	Marcado del Tráfico en L2	53
3.4.2.	Marcado del Tráfico en L3	54
3.5.	IPv6.....	55
3.6.	Emuladores de Redes.....	57
3.6.1.	Emulador GNS3-VM.....	58
CAPÍTULO 4.	ANÁLISIS ECONÓMICO	61
4.1.	Situación Actual.....	61
4.2.	Situación Propuesta.....	62
CAPÍTULO 5.	DISEÑO Y EMULACIÓN	68
5.1.	Descripción del Diseño	68
5.2.	Topología Física	69
5.2.1.	Equipos de Acceso en las Unidades Educativas.....	69
5.2.2.	Equipos de Acceso en la Dirección Distrital de Educación	70
5.3.	Análisis de la Topología Lógica	72
5.4.	Red MPLS.....	74
5.4.1.	MPLS.....	75
5.5.	Emulación de la Red Convergente.....	77
5.6.	Configuración Equipos CE	78
5.6.1.	Direccionamiento IPv4.....	78
5.6.2.	Direccionamiento IPv4 Estático a Nivel LAN	79
5.6.3.	Rutas Estáticas a Nivel WAN.....	80

5.6.4.	Configuración de VRF	81
5.6.5.	Configuración de Túnel GRE	82
5.6.6.	IP Security (IP Sec)	83
5.6.7.	Calidad de Servicio QoS	84
5.7.	Verificación de Operatividad de la Red Convergente	86
5.7.1.	Pruebas del servicio de Internet.....	86
5.7.2.	Pruebas del servicio VoIP	88
5.7.3.	Emulación de Llamada Telefónica ISSABEL	89
5.7.4.	Pruebas de calidad de servicio.....	90
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	92
	CONCLUSIONES	92
	RECOMENDACIONES	94
7.	BIBLIOGRAFÍA:	95
8.	ANEXOS	99

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Red convergente.....	7
Figura 2. Laboratorio Informático	10
Figura 3. Estructura PSTN.....	17
Figura 4. Beneficios de la Intranet.....	19
Figura 5. INTERNET - Mundo Digital	21
Figura 6. Topología PSTN	23
Figura 7. Descripción Puertos CISCO – 881.....	25
Figura 8. Topología Lógica de la Red	26
Figura 9. Requerimientos de Ancho de Banda según tipo de aplicación	29
Figura 10. Multiservicios en las Redes de Datos	30
Figura 11. Análisis de Tráfico en la Red de Datos	31
Figura 12. Modelo OSI.....	33
Figura 13. Procesos en una Red de Datos	34
Figura 14. Entorno Cliente – Servidor	35
Figura 15. Establecimiento de Sesión entre Host.....	37
Figura 16. Capa de Transporte	39
Figura 17. Direccionamiento en Capa 3	41
Figura 18. Dirección MAC de la NIC de un Host.....	43
Figura 19. Trama Ethernet.....	43
Figura 20. Velocidades de Transmisión por tecnologías de los medios.....	45
Figura 21. Topología Tipo Estrella.....	47
Figura 22. Topología Tipo Anillo	48
Figura 23. Topología Tipo Malla	49
Figura 24. Marcado para QoS	53
Figura 25. Encabezado QoS	54
Figura 26. IP Precedence y DSCP	54
Figura 27. Prefijo IPv6	57
Figura 28. Interfaz gráfica de GNS3-VM.....	59
Figura 29. Herramientas de GNS3-VM.....	60

Figura 30. Servidor para ISSABEL	63
Figura 31. Terminal telefónico para VoIP	64
Figura 32. Características técnicas Terminal VoIP	65
Figura 33. ROI (Return On Investment) para implementación del proyecto	67
Figura 34. Topología Lógica	71
Figura 35. Cabecera MPLS	75
Figura 36. Procesamiento de etiquetas	77
Figura 37. Direccionamiento IPv4 UE Eloy Alfaro	79
Figura 38. Direccionamiento IPv4 Estático.....	80
<i>Figura 39. Direccionamientos Estáticos nivel WAN.....</i>	<i>81</i>
Figura 40. Configuración VRF	82
Figura 41. Configuración de Túnel GRE UE Eloy Alfaro	83
Figura 42. IP Sec	84
Figura 43. Calidad de Servicio QoS en UE Eloy Alfaro	85
Figura 44. Calidad de Servicio QoS en Dirección Distrital de Educación.....	85
Figura 45. Prueba de Servicio de Internet	87
Figura 46. Prueba de Servicio de Internet en UE Eloy Alfaro	87
Figura 47. Prueba de Servicio VoIP	88
Figura 48. Emulación Llamada Telefónica	89
Figura 49. Prueba de Calidad de Servicio – DSCP EF.....	90
Figura 50. Categorías de comportamiento por Salto en QoS	91

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Facturación Mensual (Telefonía e Internet)	27
Tabla 2. Facturación Mensual por servicios de telecomunicaciones.....	62
Tabla 3. Inversión económica necesaria para el proyecto	66
Tabla 4. Direccionamiento IP y Extensiones VoIP	73

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. Introducción

Actualmente, amparado en la constitución de la República del Ecuador, se encuentra el Proyecto Agenda Educativa Digital impulsado por el Ministerio de Educación que tiene dentro de sus objetivos principales el fortalecimiento y potencialización de los procesos de enseñanza y aprendizaje para docentes y estudiantes, el mismo que se intensifica mediante la integración de herramientas tecnológicas que ayudan a mejorar de manera trascendental el modelo educativo en el país, a tal punto que hoy en día la mayoría de Unidades Educativas se encuentran dotadas de laboratorios informáticos de última generación y a su vez estos gozan de enlaces de Internet de banda ancha por fibra óptica que sirven para conectar al mundo digital a cada uno de los ecuatorianos que hacen uso de estos laboratorios informáticos.

Con las premisas descritas anteriormente, nace la necesidad de salvaguardar la vida útil y a su vez la conservación de todos estos equipos informáticos que se encuentran instalados en las diferentes Unidades Educativas que conforman la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas ante posibles vulneraciones físicas de seguridad, por tal motivo, se pretende aprovechar las infraestructuras de redes informáticas existentes para implementar servicios complementarios tales como: intranet y telefonía IP, las mismas que se podrían implementar bajo una misma red de datos convergente, lo cual, mejoraría el ambiente de trabajo ya que reduce el tiempo de comunicación entre las unidades educativas y la matriz de la Dirección

Distrital de Educación en la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas y así también permite la optimización del uso de herramientas informáticas para comunicación interna de carácter confidencial (Intranet), y además permite el ahorro significativo al reemplazar la telefonía pública convencional por una tecnología moderna que presta el mismo servicio con todas las características existentes (VoIP), tal como se lo ilustra en la Figura1.

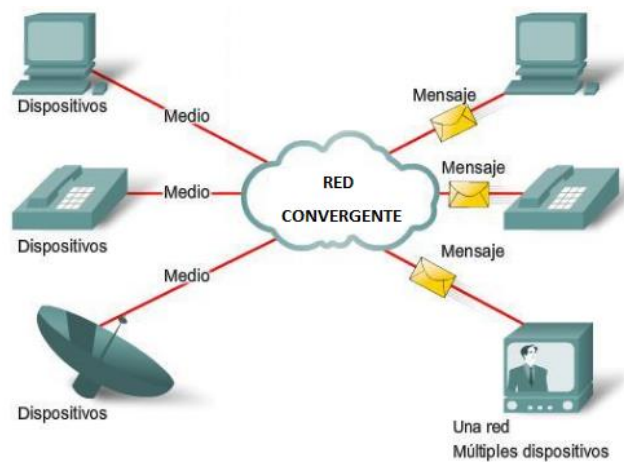


Figura 1. Red convergente
Fuente: (Lizarraga, 2015)

Esta propuesta se encuentra estructurada en tres partes bien definidas, inicialmente se analizan todos los requerimientos necesarios para la elaboración del proyecto, en este punto se procede a detallar detenidamente cada una de las necesidades encontradas de índole: técnicas, financieras, así como generales, del estado actual de la infraestructura de las diferentes redes de servicios que operan en la Dirección Distrital de Educación Provincial y sus unidades educativas. Posteriormente, se presenta una solución tecnológica basándose en los diferentes equipos informáticos existentes en el mercado que se podrían emplear para la implementación del

presente estudio, detallando sus características técnicas primordiales, sus funcionalidades independientes y colectivas de cada uno de estos equipos que se integran a la nueva red de datos sugerida para la implementación, y para ayudar a un mejor entendimiento se presentan gráficos ilustrativos que muestran sus respectivos modos de conexión y operación. Finalmente, una vez concluidos la fase de estudio y análisis del proyecto se presenta la propuesta como tal, que a su vez mediante el uso de un emulador de red de punta, se manifiesta la estructura global con la que se pretendería implementar el proyecto y como estaría funcionando el mismo bajo una red de proveedor MPLS lo más apegado a la realidad.

1.2. Justificación

El presente proyecto, tomando en cuenta que: de acuerdo a la Constitución de la República del Ecuador, en su capítulo Segundo Derechos del Buen Vivir, sección tercera Comunicación e Información, se encuentra establecido:

“Art. 16.- Todas las personas, en forma individual o colectiva, tienen derecho a:

- 1. Una comunicación libre, intercultural, incluyente, diversa y participativa, en todos los ámbitos de la interacción social, por cualquier medio y forma, en su propia lengua y con sus propios símbolos.*
- 2. El acceso universal a las tecnologías de información y comunicación.”*

(Asamblea Nacional, 2008)

De ahí que, la Dirección Distrital de Educación de la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas dentro del cumplimiento de los diferentes planes de desarrollo impulsados por el Gobierno central en búsqueda del fortalecimiento del Plan Nacional del Buen Vivir, con el transcurrir del tiempo ha venido innovando en sus metodologías de enseñanza y aprendizaje y esto únicamente se lo ha conseguido mediante la modernización de los laboratorios informáticos y a la Tecnología de la Información existente y a su vez la construcción de nuevos laboratorios informáticos dentro de infraestructura de las diferentes unidades educativas que integran el actual sistema educativo, estos laboratorios han permitido mitigar la brecha digital y acercar cada vez más a los estudiantes y docentes con la tecnología, tan necesaria en época de pandemia COVID-19, esto con el objetivo primordial de alcanzar la excelencia educativa a nivel de todo el país sin importar las dificultades de comunicación existentes, lo cual, ayuda a fortalecer el desarrollo tecnológico e industrial en todo el territorio nacional. Es así que en la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas se cuenta con treinta y seis (36) laboratorios informáticos en la zona urbana, los mismos que se encuentran dotados con sus respectivos equipos informáticos de acuerdo a las necesidades de cada una de las Unidades Educativas y enlaces de banda ancha por fibra óptica para la operación de los mismos. A continuación, se ilustra lo detallado en la Figura 2.



Figura 2. Laboratorio Informático
Fuente: Propia

Por otra parte, dentro de la optimización de recursos económicos que buscan hoy en día las diferentes entidades públicas que conforman el Estado ecuatoriano, misma situación que afronta el Ministerio de Educación, a tal punto que, se requiere minimizar costos en diferentes áreas y proyectos, sin afectar a docentes ni estudiantes, por tal motivo, es necesario mejorar e innovar las tecnologías existentes con alternativas de mejora de rendimiento, ofreciendo los mismos servicios pero que a su vez estas permitan reducir los costos mensuales por la prestación de servicios básicos, de ahí la necesidad de realizar un estudio técnico y económico enfocado a la creación de una nueva infraestructura de red informática con mayores y mejores alcances, donde sea factible incluir la telefonía en la red de datos de manera efectiva.

Para el cumplimiento de cada una de las diferentes expectativas propuestas en el presente proyecto, es necesario tomar en cuenta el correcto dimensionamiento, así como la selección pertinente de cada uno de los equipos informáticos que integrarán

la nueva red digital para el servicio de la Dirección Distrital de Educación Provincial, sin perder el enfoque inicial de economizar pero a su vez mantener o mejorar los servicios existentes mediante la innovación tecnológica, por otro lado, también es necesario garantizar la eficiencia y seguridad informática en la transmisión de datos que a diario van a cursar por esta nueva red, por lo que, sólo mediante la elaboración de un estudio y análisis técnico/financiero se podrá plantear una propuesta y prueba de concepto de esta nueva red digital.

Para que los laboratorios informáticos hoy en día operativos en las diferentes Unidades Educativas de la zona urbana de la Provincia se puedan conectar con el mundo digital se requiere de la dotación de planes de Internet, estos han sido contratados por parte de la Dirección Distrital de Educación Provincial para el beneficio de estudiantes y docentes, este servicio se ofrece mediante la tecnología de enlaces de fibra , los mismos que son dotados por el ISP CNT – EP, sin embargo, dentro de todos los planes de Internet que ofrece este ISP existen alternativas tecnológicas que pueden mejorar notablemente la experiencia para la navegación en Internet por parte de estudiantes y docentes sin que esto afecte la parte económica y mucho menos la infraestructura existente, y esto además permite que en algún futuro se puedan incluir otros servicios de manera opcional a esta red de datos.

En búsqueda de salvaguardar y fortalecer la seguridad de los equipos informáticos existentes ante las condiciones inseguras (Gordón & Salazar-Chacón, 2020) que se tienen y a su vez el alto incremento delictivo a nivel nacional que hoy en día se

presenta en el país y que de igual manera afecta a las diferentes unidades educativas, se considera dimensionar la red de datos, de tal manera, que se pueda contar en un futuro venidero de sistemas de seguridad sofisticados para monitoreo mediante la implementación e integración de un sistema de video vigilancia en tiempo real para los laboratorios informáticos, así como el uso de encriptación avanzada de última generación.

Es necesario acotar que la red de datos planteada será dimensionada para la integración de este y cualquier otro tipo de servicio que se requiera cursar por la red, sin embargo, las configuraciones pertinentes en lo que respecta a los equipos informáticos que serán responsables del buen funcionamiento de este y todos los futuros sistemas que trabajarán simultáneamente para los diferentes propósitos que se deseen incorporar en esta red será netamente responsabilidad del departamento de TIC de la Dirección Distrital de Educación Provincial, por tal motivo, en el presente estudio se abarcan temas como: calidad de servicio (QoS) y transmisión de datos encriptados en tiempo real, para garantizar que la fluidez de los datos no sólo sean eficientes sino también que den prioridad a los servicios de mayor jerarquía de forma segura.

Tomando en cuenta todas las consideraciones descritas anteriormente, se realiza la propuesta del “Diseño y emulación de una red de datos para integración de Intranet y VoIP para la Dirección Distrital de Educación de Santo Domingo de los Tsáchilas en la zona urbana”, con lo que se dará una solución económica y a su vez tecnológica a las necesidades existentes en las unidades educativas tales como: mejoramiento en la experimentación de navegación y transferencia de datos tanto en

Internet como en su red privada Intranet, optimización de recursos económicos al reemplazar las contrataciones actuales de telefonía pública conmutada en cada una de las unidades educativas por una migración a un nuevo servicio troncalizado de telefonía VoIP que cumplirá con las mismas funcionalidades, lo cual, ofrecerá una fluidez en la comunicación para informar cada uno de los acontecimientos diarios que se presenten independientemente en las unidades educativas.

1.3. Antecedentes

Las Direcciones Distritales de Educación cobran vida en el mes de junio 2012 mediante Resolución Ejecutiva bajo la coordinación del Ministerio de Educación de la época, entre cuyos objetivos se encuentran la optimización, coordinación y gestión de todos los procesos que se desarrollen independientemente en las Unidades Educativas para bienestar de los estudiantes, padres de familia y docentes en general. Hoy en día, la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas cuenta con dos Direcciones Distritales de Educación que pertenecen a la Regional 4 y que a su vez han sido distribuidas de acuerdo a datos de logística y datos de ubicación geográfica de las diferentes unidades educativas con el fin de mantener una proximidad entre oficinas de las direcciones de educación con las unidades educativas y estudiantes / docentes para brindar de una manera más eficiente la ejecución de los diferentes trámites a seguir en las etapas de educación inicial y bachillerato.

Dentro de las diferentes tareas a cumplir por parte de las Direcciones Distritales de Educación, se encuentra la creación de laboratorios informáticos con redes de banda ancha para beneficio prioritario de estudiantes y docentes con el fin de conectar con el mundo digital a los niños, adolescentes y demás usuarios de estos laboratorios con el objetivo de alcanzar la excelencia educativa que tanta falta le hace a nuestro país, esta tarea no ha sido del todo sencilla ya que requiere de un gran sacrificio en el presupuesto económico estatal para mantener la funcionalidad de los mismos.

El Proyecto llamado “Agenda Educativa Digital” busca abarcar una mayor cantidad de unidades educativas para la dotación de laboratorios informáticos, por tal motivo, es necesario un estudio de la situación económica actual del Ministerio de Educación para que este determine y permita establecer posibles alternativas a implementarse para el desarrollo de las metas trazadas.

Las Direcciones Distritales de Educación manejan los siguientes propósitos: mantener las metas alcanzadas, fortalecer y seguir creciendo como ente regulador del sistema educativo, por ello, han notado que es necesario realizar grandes esfuerzos humanos y financieros que permitan a mediano plazo optimizar recursos económicos, entre los cuales se plantea la actualización de tecnologías que pueda brindar de manera eficiente los servicios actuales existentes en las unidades educativas y que a su vez estos sean confiables y de mejor operación para las tareas que a diario se realizan en los laboratorios informáticos por parte de docentes y estudiantes, y no está de más aprovechar estas innovaciones tecnológicas para no sólo economizar sino más bien estar a la vanguardia en temas informáticos mediante

la implementación de una nueva red de datos acorde a las necesidades del siglo XXI y en época de pandemia.

1.4. Objetivos

Objetivo General

Diseñar y emular una red de datos para integración de Intranet y VoIP para la Dirección Distrital de Educación de Santo Domingo de los Tsáchilas en la zona urbana.

Objetivos Específicos

- Realizar un análisis técnico / económico de la situación actual de los servicios que se tienen independientemente en las unidades educativas de la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas.
- Proponer el uso de nuevos equipos para el Departamento de TICs con las características tecnológicas necesarias para satisfacer los nuevos servicios a incorporarse en la red de datos.
- Diseñar una red informática escalable y segura para protección y fidelidad de los datos a ser transmitidos por la Dirección Distrital de Educación Provincial.
- Realizar el análisis técnico / económico del ancho de banda a utilizarse de manera independiente y global en las unidades educativas de la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas.

- Realizar un estudio para la implementación de las políticas de QoS para garantizar fluidez en los datos que requieran transmisión en tiempo real sobre la red diseñada.
- Diseño de la red WAN informática para la interconexión entre la Dirección Distrital de Educación Provincial con las unidades educativas que permita la integración de los nuevos servicios.

CAPÍTULO 2. ESTADO DEL ARTE

2.1. Redes de Telecomunicaciones existentes en la Dirección Distrital de Educación

2.1.1. Telefonía pública. PSTN

La red telefónica pública conmutada o PSTN por sus siglas en inglés, es la encargada de brindar el servicio de transmisión y recepción de la voz humana entre dos o más extremos mediante el uso de equipos terminales y de gestión con sus respectivos medios de transmisión que pueden ser guiados o a su vez no guiados, y esta red al igual que cualquier otro servicio de telecomunicaciones se encuentra estructurada de en tres partes fundamentales, las mismas que se detallan a continuación:

- Red de Transporte
- Red de Conmutación
- Red de Acceso

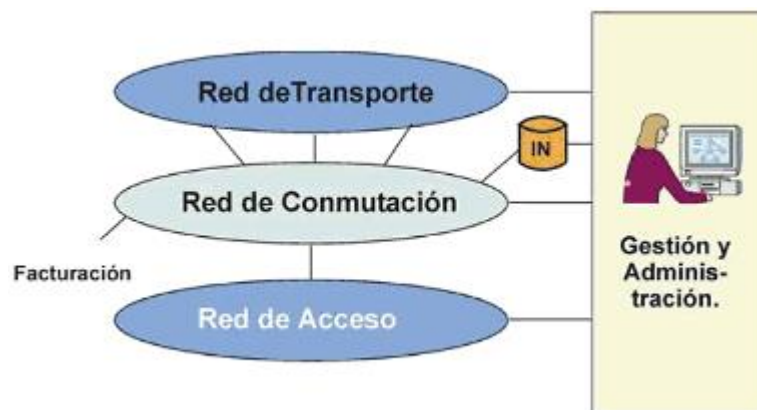


Figura 3. Estructura PSTN
Fuente: (López Beltrán, 2020)

El servicio telefónico fijo o móvil se lo consigue mediante la implementación de centrales o nodos de conmutación que son las encargadas de recibir el tráfico proveniente de los abonados conectados a la red en un instante de tiempo, estos por lo general se encuentran abastecidos de equipos como: conmutadores, switch, router, etc., estos equipos a su vez manejan protocolos de telecomunicaciones basados en el concepto de “Todo IP” mediante una infraestructura WAN con alguna variante de MPLS o sus evoluciones.

Para que la voz humana pueda viajar de un lugar a otro por medio de la red telefónica pública conmutada, es necesario que se genere una señal eléctrica mediante un transductor (aparato telefónico), este teléfono convencional produce una señal análoga (señal modulante) que modula a la señal de portadora, ocasionando que se genere una nueva señal (señal modulada) que toma la forma espectral o de frecuencia de la voz humana, la misma que tiene un ancho de banda que va desde los 300Hz a 3400Hz, estas señales resultantes entran en un nuevo proceso de digitalización y codificación para aprovechamiento de la capacidad de canal de los medios de transmisión y mitigación de errores para la transmisión.

2.1.2. Intranet

El crecimiento en el uso de las TIC ha ocasionado que en las grandes corporaciones se implemente el uso de la Intranet, esta no es más que una gran red de carácter confidencial para compartición de la información y/o herramientas informáticas propicias para la colaboración, lo cual, permite que las tareas que conlleven grandes

volúmenes de datos no saturen la red a nivel WAN y que a su vez su gestión se vuelva más segura, más sencilla y eficiente.

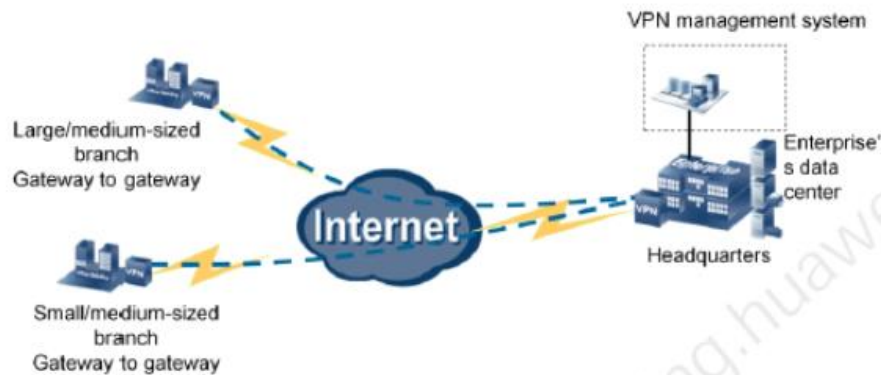


Figura 4. Beneficios de la Intranet
Fuente: (Jímenez, 2019)

Como se puede observar en la figura que antecede, la Intranet es una red híbrida entre la red LAN y la gran red mundial Internet, sin embargo, es necesario recalcar que este entorno de red mejora notablemente los trabajos dentro de la red para beneficio de todos sus colaboradores, entre cuyas características esenciales se podrían destacar las siguientes:

- Correo electrónico con listas de distribución.
- Transferencias de ficheros FTP (File Transfer Protocol).
- Telnet o acceso remoto a computadores dentro de la red LAN.
- Tareas multiplataforma.
- Comunicaciones privadas y seguras.

Para poder implementar en una corporación una Intranet es necesario tener un servidor y un software que permita la creación de esta red para el uso de sus servidores.

2.1.3. Internet

Con la culminación de la segunda Guerra Mundial, las entonces súper potencias mundiales Estados Unidos y la antigua Unión Soviética empezaron con la conocida guerra fría, la cual, permitió el desarrollo tecnológico para dar paso a las telecomunicaciones, ya que para estos países era primordial la interconexión para mantener comunicaciones constantes entre sus bases militares para prever posibles ataques. Es así entonces, que en el año de 1969 nace ARPANET, que es la primera red sin el uso de un nodo central, esta red la conformaban cuatro universidades de Estados Unidos. Posteriormente, en el año de 1982 ARPA estableció como estándar el protocolo TCP/IP de sus siglas (Transfer Control Protocol / Internet Protocol) y con esto surge la primera definición de Internet.

Internet fue utilizado por el público en general gracias a los estudios realizados del británico Tim Berners-Lee Licenciado en la Universidad de Oxford en el Laboratorio Europeo de Física de Partículas (CERN), a él se le atribuye la creación de HTML en el año de 1990, el cual, permite la combinación de texto, imágenes, vinculación de enlaces con documentos, que hoy en día operan mediante el servidor WWW (World Wide Web), herramienta con la cual, actualmente se puede alcanzar a un sin número de información al alcance de nuestras manos, como se ilustra en la siguiente figura:



Figura 5. INTERNET - Mundo Digital
Fuente: (Staff High Tech Editores, 2017)

Como era de esperarse, el estar conectado dentro de una gran red dificulta encontrar un equipo informático específico al que se le quiera realizar una consulta o simplemente saber que está ahí presente, para el ser humano con mayor razón le resulta una tarea muy compleja ya que en el mundo informático solo se manejan código ASCII, para dar solución a este problema se utiliza la asignación de un identificador que debe ser único en todo el mundo para determinado equipo informático y se lo realiza mediante la asignación de un dirección IP (Internet Protocol), la cual, se podría decir que resuelve el inconveniente, sin embargo, no es del todo satisfactorio, ya que para poder interactuar en Internet con el lenguaje del ser humano sin importar su nacionalidad (idioma) fue necesario del desarrollo de los conocidos Servidores de Nombres de Dominio, que son capaces de traducir una dirección IP exclusiva de un determinado servidor a una página Word Wide Web (WWW) alojada en ese mismo servidor en cualquier parte del mundo.

2.2. Análisis técnico de la infraestructura de las redes existentes

2.2.1. Red Telefónica

El servicio de telefonía pública de la Dirección Distrital de Educación Provincial así como también de cada una de las treinta y seis (36) Unidades Educativas de la zona urbana en la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, actualmente se encuentra bajo el proveedor de servicios de telecomunicaciones CNT – EP con una modalidad de un servicio independiente por cada una de estas entidades, este servicio se lo entrega mediante tecnología digital por redes de distribución de última milla con medios de transmisión guiados de cobre.

El proveedor de servicios CNT – EP llega con su infraestructura hasta un punto terminal que incluye un cajetín telefónico, al cual, el cliente final debe conectar un aparato telefónico convencional con las características técnicas preferenciales del cliente para el uso de este servicio, de esta manera es como las Unidades Educativas y la Dirección Distrital de Educación Provincial pone a disposición de la ciudadanía en general la facilidad para la comunicación interna y externa sobre temas relacionados a gestiones educativas o demás trámites generales.

Toda la infraestructura que comprende la red de telefonía pública global de la Dirección Distrital de Educación Provincial tiene una topología tipo estrella, es decir, que cada servicio está directamente conectado mediante el medio de transmisión (cobre) a la central del proveedor CNT – EP más cercano, por lo que, en el caso de que se presenten fallas en alguno de estos equipos terminales o en el medio de transmisión en sí, se generará una pérdida de conexión del servicio de

manera independiente con la Unidad Educativa o la Matriz donde se presente este inconveniente, a continuación el esquema actual de conexiones existentes:

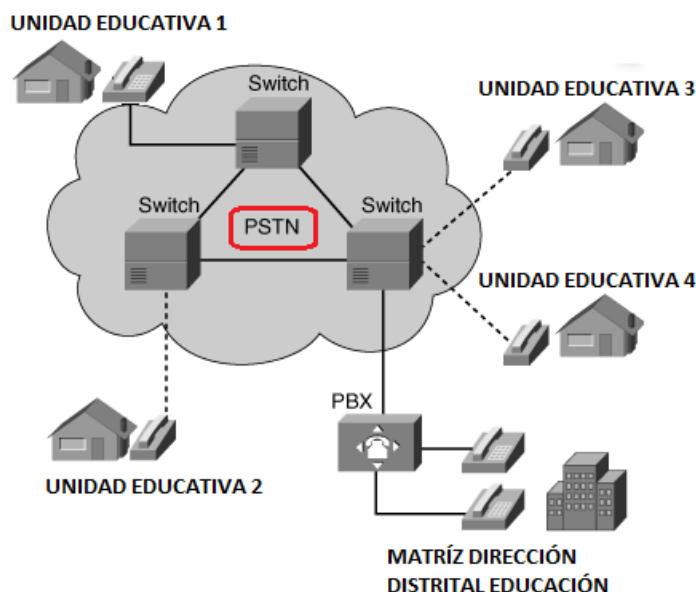


Figura 6. Topología PSTN
Fuente: Propia

2.2.2. Red de Datos

En lo que respecta a la red de Internet, hoy en día operativa en las diferentes Unidades Educativas y en la Matriz de la Dirección Distrital de Educación Provincial, esta se encuentra dividida en: INTRANET e INTERNET. De igual manera, el proveedor de servicio de telecomunicaciones CNT – EP dota a todas estas entidades de manera independiente con un servicio de Internet Corporativo, el mismo que comprende los beneficios de tener un enlace dedicado con compartición 2:1 así como también brinda una IP pública para administración exclusiva del cliente y esto se lo realiza mediante el uso del medio de transmisión de fibra óptica que garantiza la fluidez del tráfico tanto para subir y/o bajar datos ya que tiene un

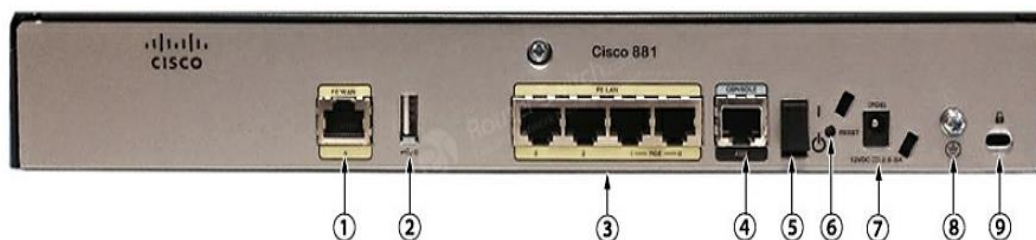
ancho de banda de 10 Mbps de descarga y 5 Mbps de subida, es necesario indicar, que actualmente la Dirección Distrital de Educación Provincial no le está dando el mayor y mejor de los usos a su Intranet, ya que únicamente la utiliza para manejo de correo institucional, este servicio da mayor facilidad y seguridad a sus funcionarios dentro de las comunicaciones internas y este a su vez viaja por la red de Internet ofrecida por CNT – EP.

La infraestructura tecnológica dotada por la CNT – EP para la prestación de este servicio comprende el siguiente equipamiento:

- Conversor FO/Eth
- Router Cisco 881

Estos equipos conjuntamente permiten velocidades de navegación de hasta 100 Mbps en transmisión full dúplex para descarga y subida de archivos, por un lado, tenemos el conversor de FO/Eth que es el encargado de convertir la señal óptica a señal eléctrica para conexión al puerto WAN del router mediante un patch UTP, mientras que el router puede prestar servicios adicionales de acuerdo a las siguientes características técnicas:

- Puertos Fast Ethernet (4 unidades).
- Firewall.
- VPN (Virtual Private Network).
- Configuración Profesional Cisco mediante Líneas de comando.
- Puerto para conexión WAN, múltiples opciones para el acceso (1 unidad).



(1)	Primary WAN port—FE	(6)	Reset button
(2)	USB port	(7)	Power connector
(3)	4-port 10/100 Ethernet switch	(8)	Earth ground connection
(4)	Serial port—Console or auxiliary	(9)	Kensington security slot
(5)	On/Off switch		

Figura 7. Descripción Puertos CISCO – 881
Fuente: (Router-Switch.com, s.f.)

Actualmente, la red de internet de las Unidades Educativas al igual que la Matriz de la Dirección Distrital de Educación es utilizada exclusivamente para navegación y realización de prácticas escolares desarrolladas en sus respectivos Laboratorios Informáticos, su topología es tipo estrella y permite enlazar únicamente de manera individual a cada una de estas unidades con el ISP CNT – EP mediante la red óptica con tecnología GPON o Punto – Punto, la misma que se encuentra desplegada en un 60 % de la zona urbana la cual permite la conexión entre los equipos informáticos de las Unidades Educativas con el mundo digital, para un mejor entendimiento de lo acotado se procede a ilustrar la topología existente mediante la presentación de la Figura 8.

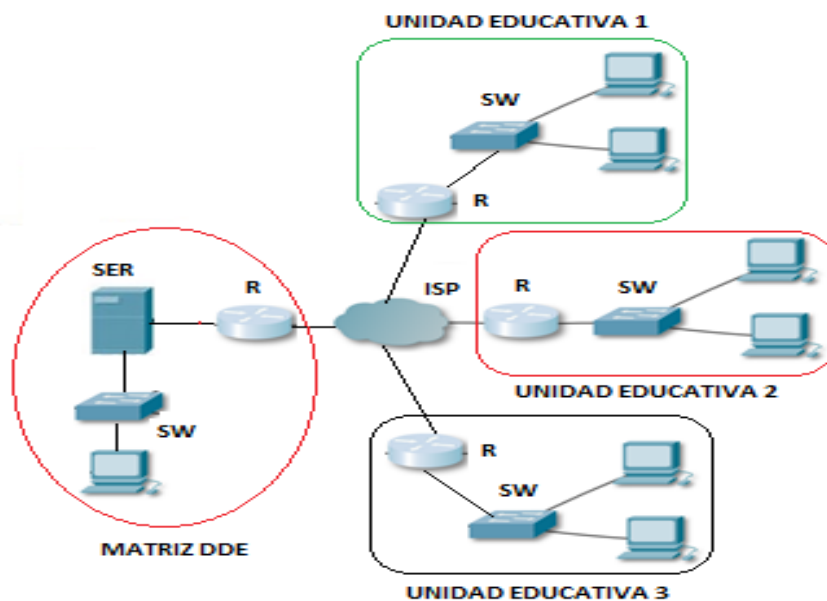


Figura 8. Topología Lógica de la Red
Fuente: Propia

Es necesario también indicar, que cada uno de los laboratorios informáticos de las Unidades Educativas cuentan con sus respectivos equipamientos propios, para beneficio en la ejecución de las tareas de docentes y estudiantes, los mismos que se pasa a detallar a continuación:

- Computador desktop con monitor y accesorios (41 unidades).
- Proyector (1 unidad).
- Impresora Multifunción (1 unidad).
- Switch para rack 24 puertos (2 unidades).
- Regulador de voltaje (41 unidades).
- Cableado estructurado categoría 6 A (41 unidades).
- Aire acondicionado (1 unidad).

2.3. Análisis económico de la infraestructura de las redes existentes

2.3.1. Tarifas mensuales de los servicios

La Dirección Distrital de Educación Provincial, en la actualidad tiene la responsabilidad dentro de su cartera financiera el pago de todos los servicios básicos de las Unidades Educativas que se encuentran bajo su jurisdicción, en lo que respecta al presente proyecto únicamente se tomará en cuenta los servicios de telefonía pública e Internet, información que se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 1. Facturación Mensual (Telefonía e Internet)

SERVICIOS	COMPARTICIÓN	MEDIO TX	VELOCIDAD	Nº SERVICIOS	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
INTERNET	2:1	Fibra Óptica	10x5 Mbps	37	70,00	2590,00
TELEFONÍA	N/A	Cobre	N/A	37	6,20	229,40
SUB TOTAL						2819,40
I.V.A (12%)						338,32
TOTAL						3157,72

Fuente: Propia

Como se puede apreciar en la tabla que antecede, el valor total a pagar comprende servicios individuales de telefonía pública e Internet en cada una de las Unidades Educativas, mientras que en la Matriz de la Dirección Distrital de Educación Provincial se tiene dos líneas telefónicas y un servicio de Internet, estos rubros son fijos durante el periodo de contratación anual con el proveedor de servicios de Telecomunicaciones CNT – EP, adicional, todos estos servicios tienen garantía en equipamiento y elementos de última milla, es decir, que la CNT – EP no factura por temas como: cambios de equipos defectuosos propietarios o daños en los medios de

transmisión de punta a punta (desde la central o nodo hasta el cliente) ante la presencia de daños fortuitos en alguno de estos, y además es necesario indicar que todas las visitas técnicas realizadas por personal de la CNT – EP son totalmente gratuitas ante cualquier reporte generado por inconvenientes con el servicio por parte del cliente.

2.4. Análisis de tráfico en la red de datos

2.4.1. Ancho de Banda

Cuando se habla de redes de datos y/o de telecomunicaciones, es necesario siempre tomar en cuenta un factor muy importante conocido como ancho de banda, ya que este concepto es el que pone los lineamientos para el dimensionamiento de la red de datos, aquí es necesario detallar todas las necesidades tecnológicas existentes de índole internas y externas para el cálculo del tráfico de entrada y salida que van a fluir diariamente y durante todo el tiempo para la conexión con el mundo digital con los laboratorios de las Unidades Educativas y la Matriz de la Dirección Distrital de Educación Provincial.

El cálculo del ancho de banda permitirá dimensionar el tipo de equipos informáticos que se conectarán en la red LAN (switch, router, servidores) de los laboratorios informáticos, así como también definirá el tipo de cableado estructurado a implementarse, ya que con la adecuada elección de estos se evitarán cuellos de botella para la conectividad a nivel LAN y WAN.

Hoy en día, también se cuenta con referencias técnicas de consumo de ancho de banda globales, los mismos que se han conseguido mediante la realización de varios estudios técnicos, los cuales permiten a los administradores de red estimar el consumo del ancho de banda de acuerdo al tipo de tráfico que se maneja de manera individual por un computador y/o dispositivo IP conectado dentro de una red LAN convencional, además de poseer esta gran herramienta ilustrativa, si se desea tener una idea más exacta del consumo del ancho de banda real que se tiene dentro de una red LAN o WAN se pueden utilizar herramientas tecnológicas de software para análisis de tráfico (CACTI), como se ilustra en la siguiente figura:

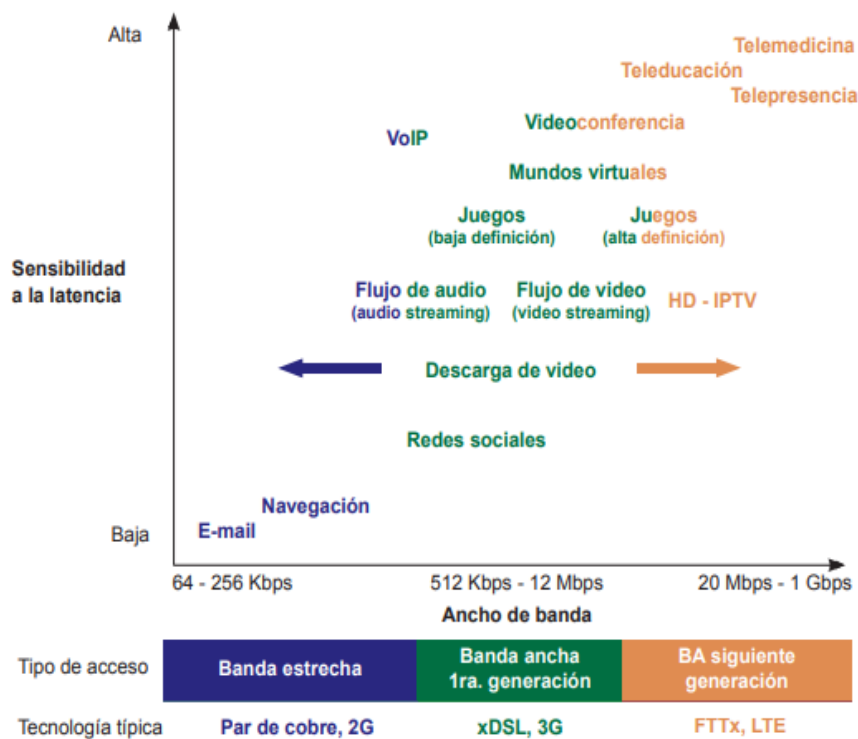


Figura 9. Requerimientos de Ancho de Banda según tipo de aplicación
Fuente: (Peres, 2008)

El avance tecnológico ha ocasionado a que hoy en día el Internet sea una herramienta informática de trabajo indispensable en cada uno de los hogares del

mundo entero, de tal manera, que actualmente se pueden realizar un sin número de trámites, tareas, investigaciones, etc., desde la comodidad del hogar, esto ha generado que los ISP existentes compitan entre ellos con un mayor esfuerzo para mejorar sus redes de última milla (medio de transmisión) para de esta manera alcanzar mayores velocidades para la navegación en Internet y a su vez reducir las latencias y tiempos de desconexión entre los clientes y sus equipos de CORE, es aquí donde el ancho de banda juega un papel importante para las conexiones WAN, ya que el hecho de mejorar el ancho de banda se pueden converger más redes de telecomunicaciones de diferentes tipos dentro de una misma mediante la implementación de calidad de servicio (QoS), este concepto se lo aplica basándose a la importancia que tiene la transmisión de determinada información o el consumo de su ancho de banda respectivo, lo cual se puede apreciar en la siguiente figura:

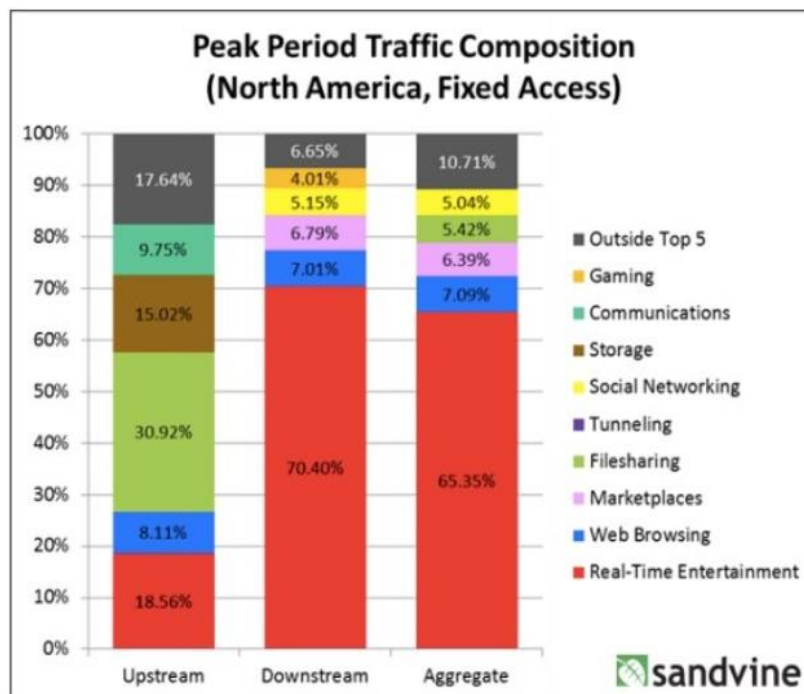


Figura 10. Multiservicios en las Redes de Datos
Fuente: (Pedro, 2016)

2.4.2. Muestreo del tráfico de datos actual

Al tener una amplia variedad de Unidades Educativas y a su vez a la Matriz de la Dirección Distrital de Educación Provincial para el estudio del dimensionamiento de la red de datos, es necesario indicar que para la realización del presente estudio, se ha considerado la elaboración de un muestreo del tráfico, tomando como punto de partida a la Unidad Educativa más emblemática de la ciudad de Santo Domingo de los Tsáchilas, es este caso la UE Julio Moreno Espinosa, a la cual, se acudió de manera presencial a realizar mediciones del tráfico existente mediante la herramienta CACTI, la misma que se conectó a la red LAN del laboratorio informático con el uso de un computador portátil, y estas lecturas se las realizaron de manera aleatoria y en jornadas estudiantiles normales, así como en los momentos críticos de consumo. A continuación, se presenta la gráfica del tráfico de datos diario más significativo encontrado durante quince días de monitoreo:

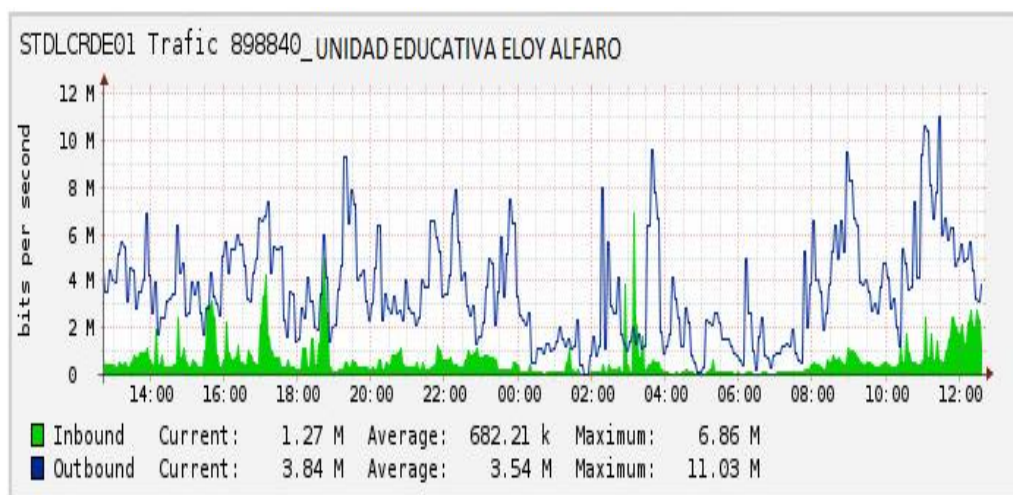


Figura 11. Análisis de Tráfico en la Red de Datos
Fuente: Propia

CAPÍTULO 3. MARCO TEORICO

3.1. Modelo de Referencia OSI

El alto crecimiento de la tecnología en los últimos años, ha ocasionado que en el mundo de la industria de empresas dedicadas a la fabricación de los dispositivos electrónicos desarrollen nuevos software y hardware que hagan a estos mucho más versátiles y rápidos para el procesamiento de datos (Naranjo & Salazar Ch., 2017), lo cual, a inicios de esta ardua competencia generó que los dispositivos únicamente se podía comunicar entre aquellos que tenían el mismo fabricante, mientras que con el resto se creaba un ambiente de incompatibilidad (Salazar Chacón & Chafía Altamirano, 2015) es en este instante en el que fue necesaria la intervención de la Organización Internacional para la Normalización (ISO) en el año de 1984 para regular, normalizar y modelar una estructura de red que permita la interoperabilidad entre todas las tecnologías existentes en el mundo para las telecomunicaciones, en otras palabras, se dieron los lineamientos necesarios que se deben tomar en cuenta para el diseño de las redes de datos, y que estos a su vez ayudan a entender el movimiento de los datos que fluyen por una red física, mediante el uso de la siguiente figura se detalla lo enunciado:

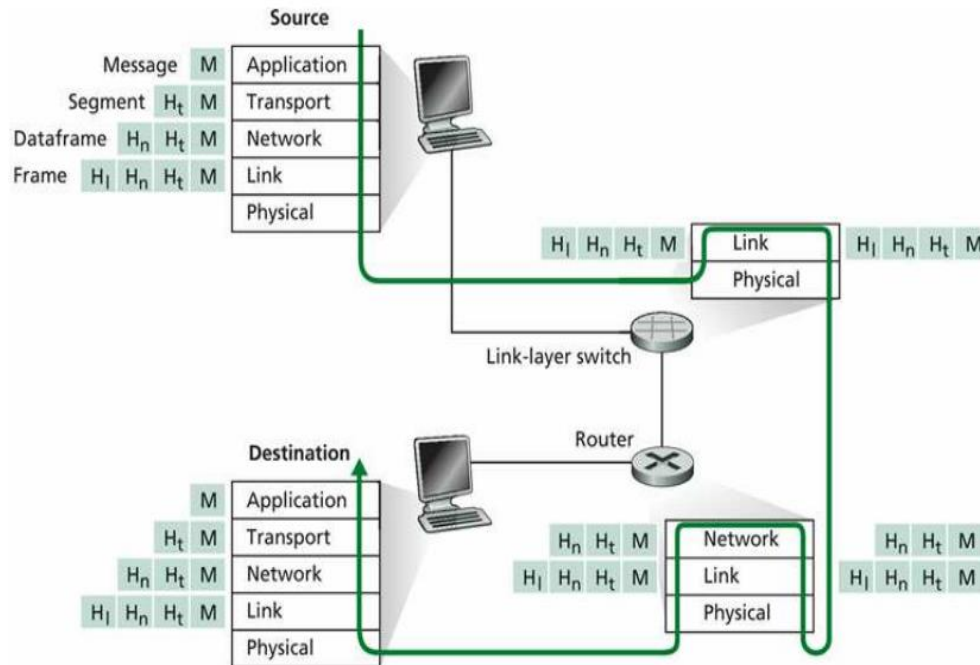


Figura 12. Modelo OSI
Fuente: (Tolosa, 2017)

Para que un conjunto de equipos informáticos sean considerados en sí como una red de datos, esta debe cumplir con un requisito primordial, que es la de brindar servicios a varios usuarios al mismo tiempo aunque no siempre se cumpla con esta última premisa, es decir, esta red informática debe tener la capacidad de integrar equipos de múltiples proveedores, y de la misma manera, estas conexiones entre dispositivos se las puede realizar mediante diferentes tecnologías, para lo cual, se debe tomar en cuenta aspectos como:

- Topologías
- Protocolos
- Interfaces

Adicionalmente, para que se efectúe la transferencia de información entre dos o más dispositivos informáticos, la información es traducida a un lenguaje de computadora que comprende el uso de dígitos binarios (0L y 1L), los cuales, son conocidos como Bits y que, de acuerdo a la cantidad de agrupación de estos, pueden llegar a formar Bytes o equivalencias mucho más grandes como los Tera Bytes, como se lo puede apreciar en la siguiente figura:

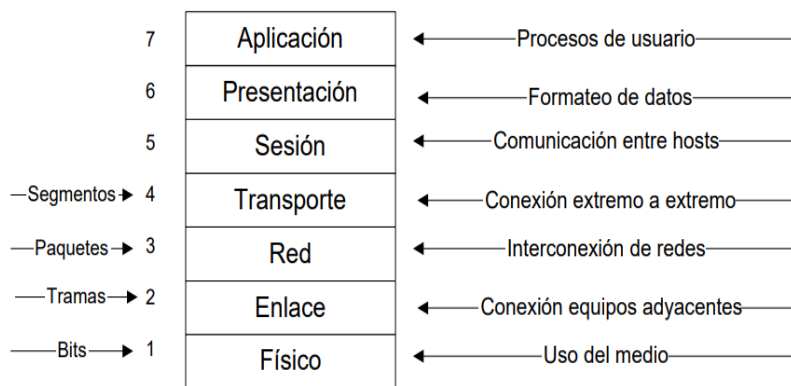


Figura 13. Procesos en una Red de Datos
Fuente: (Tolosa, 2017)

Con el surgimiento del modelo de capa OSI (Open System Interconnection Reference Model) se definió todos los procesos que se debían realizar en las diferentes etapas por las que un paquete de datos pasaría desde su origen hasta su destino final, a estas etapas se las denominó capas, las mismas que serán detalladas más detenidamente a continuación:

3.1.1. Capa de Aplicación

En esta capa se encuentran todas las interacciones entre el ser humano con su lenguaje natural y los multiservicios que se pueden ofrecer mediante la computadora

(programas, aplicaciones, etc.), es decir, esta capa es la responsable de que el entorno entre los datos generados por las computadoras sea más amigable o más entendible con el ser humano, para que este a su vez pueda realizar las tareas digitales que en su diario vivir cada vez se hacen más cotidianas, estos servicios o aplicaciones más usados se los expresa en la Figura 14.

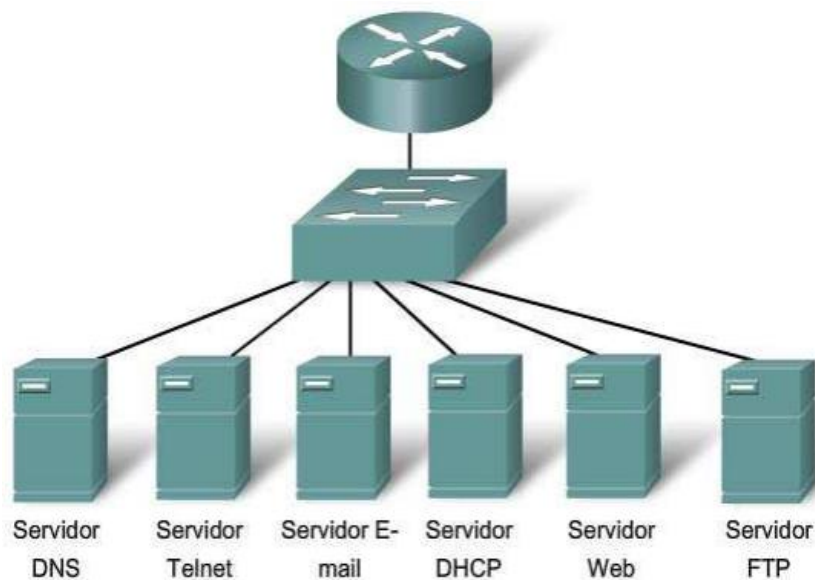


Figura 14. Entorno Cliente – Servidor
Fuente: (Lara, 2009)

En esta capa se tiene una gran variedad de protocolos, los mismos que se encargan de facilitar las tareas entre los datos de las computadoras y el ser humano, en este esquema se utiliza el concepto de cliente – servidor, en el cual, el lado del cliente hace referencia a todas las combinaciones existentes en el mercado (hardware y software) de las que el ser humano hace uso de manera directa para interactuar en sus tareas, mientras que el lado del servidor se refiere a todos los datos que se encuentran almacenados en algún lugar del mundo como puede ser una base de

datos o un servidor en sí, entre los protocolos más conocidos se pueden destacar los siguientes: HTTP, SMTP, POP, FTP, DNS, etc.

3.1.2. Capa Presentación

Para garantizar un entorno mucho más fiable en lo que respecta al intercambio de los bits originados en un equipo informático y teniendo en cuenta que esta información viaja a través de una red de datos hacia algún otro lugar determinado, se requieren procesos tales como: compresión, encriptación y codificación, de ahí la importancia de la capa de presentación, ya que es en este punto donde se da énfasis a este tipo de criterios que brindan la seguridad y confidencialidad a las telecomunicaciones de extremo a extremo.

Para alcanzar el objetivo, de que determinada información o proceso se pueda transmitir por toda una red informática, es necesario preparar a todos los datos (bits) de tal manera que estos puedan ser interpretados por sus usuarios y/o dispositivos finales, es así que la capa de presentación es la encargada de inicialmente traducir todos los caracteres generados a un único y conocido código de computadoras como lo es, el código ASCII, el mismo que posteriormente se encargará a su vez de nuevamente traducirlo a formatos más básicos y genéricos (lenguaje de computadora) dependiendo de la aplicación o información que lleven los datos, y entonces es así como se obtiene la señal eléctrica binaria final (0L y 1L) que será transmitida desde su origen a su destino final y que a su vez atravesarán todas las capas del modelo OSI.

3.1.3. Capa Sesión

En esta capa del Modelo OSI, se garantiza la fidelidad de la comunicación entre los dispositivos que intervienen en el intercambio de información (bits), es decir, permite que se establezca una sesión confiable y continua entre el emisor y el receptor y además controla el flujo de datos para determinar cuándo hay pérdidas en la comunicación si en alguno de los elementos que integran la red de datos se encuentra con inconvenientes o saturados. Una vez que se logra establecer la comunicación entre los dispositivos informáticos participantes, en esta ocasión la capa de sesión viene a poner puntos de referencia (señales de sincronización) que ayudan a mitigar las fallas en las comunicaciones, ya que si durante el proceso de transferencia de información se cae la sesión establecida, únicamente empezará una retransmisión de los datos perdidos con ayuda de la última señal de sincronización establecida entre los dispositivos, continuando de esta manera con el proceso normal de transferencia de información sin datos duplicados, proceso que se ilustra en la siguiente imagen:

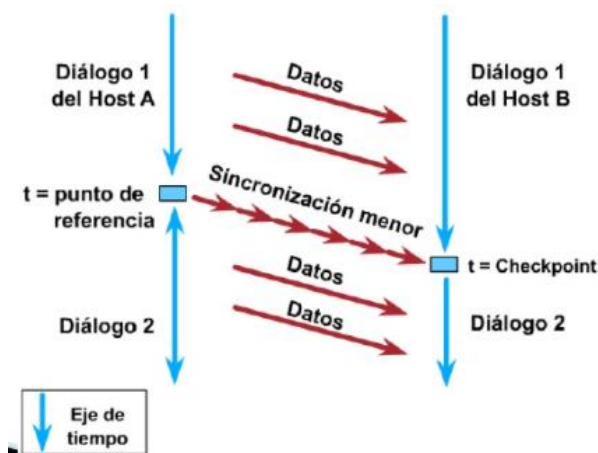


Figura 15. Establecimiento de Sesión entre Host
Fuente: (Pineda, 2009)

Además, en la capa de sesión se trabaja con dos tipos de protocolos enfocados a los dos posibles escenarios que se podrían presentar en una comunicación establecida entre un dispositivo emisor y un receptor, como lo son: la comunicación orientada a la conexión y la comunicación sin conexión, los protocolos orientados a la conexión acuerdan durante el proceso de establecimiento de sesión parámetros relacionados a la creación de puntos de control, estos son los que ayudan a tener fluidez en la comunicación durante todo el tiempo que esta dure, así también ayuda a determinar el inicio y fin de sesión de manera simultánea entre los dispositivos informáticos, mientras que los protocolos sin conexión más bien garantizan asignar los datos y recursos necesarios del lado del emisor para que la información llegue a su destinatario final sin pérdidas en su trayecto sin la necesidad de que el receptor otorgue un permiso previo para la recepción de la misma.

3.1.4. Capa Transporte

En esta capa del modelo OSI se realiza el proceso de control para el flujo de los datos entre los dispositivos informáticos emisor / receptor una vez que ha sido establecida la comunicación, es decir, que la información que está siendo transmitida en determinado momento debe tener una coherencia entre los procesos de envío y recepción, ya que de esto depende la buena interpretación de cada uno de los datos recibidos, por tal motivo, en esta capa es donde se determina el tamaño del paquete que va a ser enviado tomando en cuenta los protocolos de las capas superiores e inferiores del modelo OSI.

Adicionalmente, es necesario indicar que durante la transmisión de datos se puede acordar entre los dispositivos informáticos el envío de determinados paquetes de acuerdo al estado en el que se encuentre el medio de transmisión en determinado momento, es decir, que cuando el medio este libre se podrá transmitir toda la información requerida sin necesidad de hacer pausas, mientras que si se detecta que el canal está siendo ocupado o la computadora receptora está procesando otra señal se detendrá esta transmisión momentáneamente, a continuación mediante el uso de una figura se ilustra lo acotado en el presente enunciado:

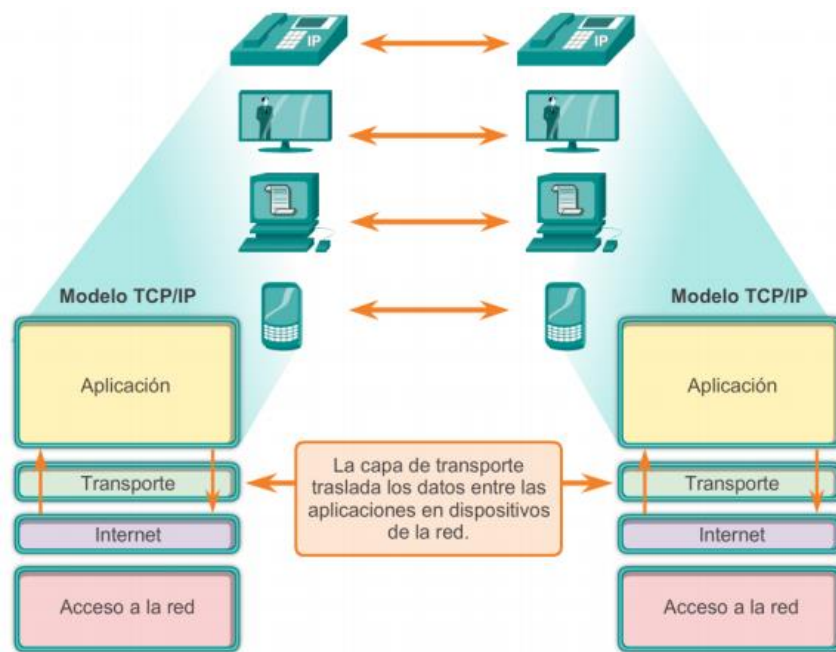


Figura 16. Capa de Transporte
Fuente: (Coto Cortés, 2008)

3.1.5. Capa Red

Esta capa es la que hace posible el intercambio de datos entre diferentes dispositivos conectados a una red informática que son identificados mediante la asignación de

direcciones físicas que de cierta manera reemplazan a las direcciones lógicas y las direcciones de hardware de la NIC de una computadora específica, para lograr este objetivo es necesario tomar en cuenta las siguientes definiciones:

- Direccionamiento
- Encapsulación
- Enrutamiento
- Desencapsulación

Uno de los mecanismos que permite identificar a un dispositivo dentro de una red informática IPv4 es el uso del direccionamiento, el cual, mediante la asignación de un número físico único dentro de esta red permite direccionar la transferencia de datos a dicho dispositivo final al cual se lo denominará HOST, otro de los procesos que intervienen es la encapsulación, la misma que tiene como función principal la de añadir bits al paquete que lleva la información para ayudar a identificar al host de origen y al host de destino que están intentando comunicarse dentro de la red de datos, posteriormente el proceso de enrutamiento es el que determina la mejor ruta a seguir para alcanzar el host destino, ya que no necesariamente un paquete enviado desde un host emisor puede estar destinado a alcanzar un host final dentro de la misma red LAN de datos sino más bien que este puede requerir información hacia la red WAN, entonces el router es el dispositivo de capa 3 que permite dirigir el tráfico hacia el destino solicitado, de acuerdo, a nuevamente la ayuda del direccionamiento IPv4. Finalmente, tenemos el proceso de desencapsulación que es el proceso inverso al antes mencionado (encapsulación), en este punto el equipo router de capa 3 revisa los bits del paquete y de acuerdo a la información descrita en esta secuencia de 1L y

OL determina por cuál de los puertos físicos de este se debe enviar esa información para alcanzar a su único host destinatario, para un mejor entendimiento de todo este proceso, véase la siguiente figura:

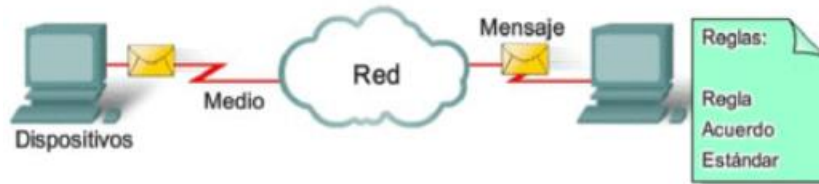


Figura 17. Direccionamiento en Capa 3
Fuente: (Matos, 2015)

La función de los equipos de capa 3 (router) es enrutar los bits originados en un host emisor hacia su destino (host final), para lo cual, arma una tabla de enrutamiento que contiene las diferentes posibles rutas, como se puede observar en la Figura 17, no siempre el host de destino se encuentra dentro de su misma red LAN, entonces el router basándose en estas tablas permiten la conexión con otros routers conectados física y lógicamente a sus rutas por defecto o Gateway (redes WAN) los cuales conocen la ruta a seguir para alcanzar este destinatario final, este proceso se lo realiza mediante la asignación de bits adicionales en la trama a ser transmitida, a este proceso se lo conoce como encabezado del paquete IPv4, el cual, permite que en los campos se añadan estos valores binarios en el segmento de los servicios IPv4 que sirven como referencia para alcanzar o establecer una comunicación entre dos host dentro o fuera de una red de datos, para lo cual, se debe tomar en cuenta conceptos como:

- Dirección IP origen.
- Dirección IP destino.
- Tiempo de existencia (TTL).
- Tipo de servicio (ToS).
- Protocolo
- Desplazamiento del fragmento.

3.1.6. Capa Enlace de Datos

En esta capa del modelo OSI se realiza el proceso de direccionamiento físico hacia el host de destino, esto se lo consigue de acuerdo a la estructura de red que se esté utilizando para la comunicación (Ethernet, Token Ring, etc.), ya que todos los datos son desplazados por el enlace físico con ayuda de la dirección de hardware del host (tarjeta de red NIC) la misma que viene codificada y que de igual manera es única en el mundo, esta información se la puede obtener en todos los dispositivos informáticos, como se puede apreciar en la Figura 18.

Mediante el comando `ipconfig /all` se puede obtener la dirección MAC de la NIC de un computador o cualquier otro dispositivo bajo el protocolo IPv4. Para garantizar que los datos lleguen de manera satisfactoria de extremo a extremo, las capas de enlace de datos mediante sus protocolos realizan un procedimiento conocido como CRC (chequeo de redundancia cíclica) al finalizar la transferencia de una trama, el mismo que consiste en la realización de un cálculo tanto en el host fuente como en

el host destino, y si el resultado de este tiene el mismo valor se puede concluir que la transferencia de información es confiable y libre de errores.

```

Administrador: C:\Windows\system32\cmd.exe
C:\Users\Administrador>ipconfig /all

Configuración IP de Windows

Nombre de host. . . . . : PROSTDTRA005
Sufijo DNS principal . . . . : andinatel.int
Tipo de nodo. . . . . : híbrido
Enrutamiento IP habilitado. . . : no
Proxy WINS habilitado . . . . : no
Lista de búsqueda de sufijos DNS: andinatel.int

Adaptador de LAN inalámbrica Conexión de red inalámbrica:

Sufijo DNS específico para la conexión. . :
Descripción . . . . . : Intel(R) Centrino(R) Advanced-N 6
200 AGN
Dirección física. . . . . : 00-27-10-58-BB-DC
DHCP habilitado . . . . . : no
Configuración automática habilitada . . . : sí
Vínculo: dirección IPv6 local. . . : fe80::952:48ca:370:a229%12(Preferido)
Dirección IPv4. . . . . : 192.168.0.246(Preferido)
Máscara de subred . . . . . : 255.255.255.0
Puerta de enlace predeterminada . . . . : 192.168.0.1
IAD DHCPv6 . . . . . : 301999888
DUID de cliente DHCPv6. . . . . : 00-01-00-01-20-BD-FF-45-1C-C1-DE-
9D-2A-88
Servidores DNS. . . . . : fe80::1%12
200.107.10.100
8.8.8.8
  
```

Figura 18. Dirección MAC de la NIC de un Host
Fuente: Propia

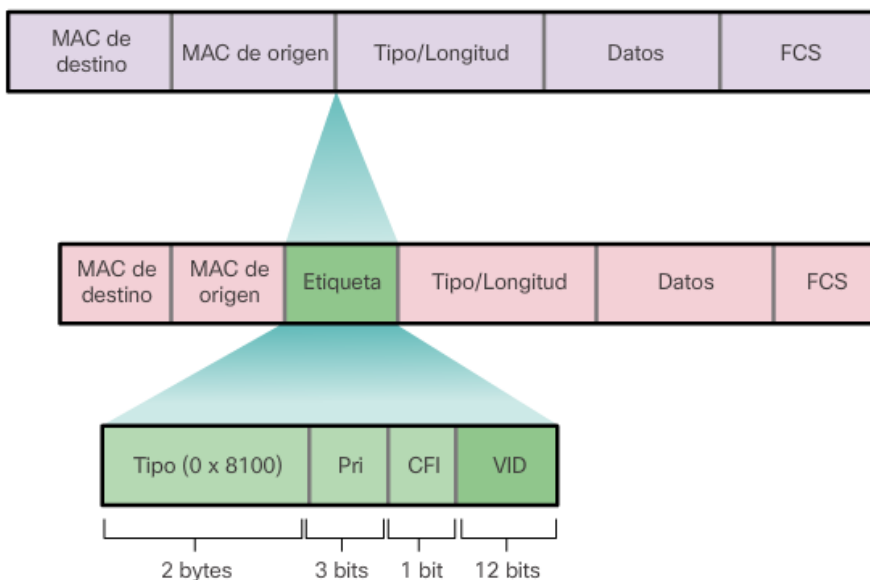


Figura 19. Trama Ethernet
Fuente: (Togo, 2017)

Para un mejor entendimiento de lo expuesto en párrafos anteriores, tómese como referencia la figura que antecede, la misma representa una trama Ethernet 802.3 que contiene campos destinados para asignación de bits, y que de acuerdo a estos se puedan identificar no solo el tipo de trama, sino también conceptos como los que se detallan a continuación:

- Longitud: Número total de bytes de los datos incluidos en la trama
- DSAP: Punto de Acceso al Servicio de Destino.
- SSAP: Punto de Acceso al Servicio.
- CTRL: Control Lógico del Enlace.
- FCS: Secuencia de Comprobación de Trama.

Todos estos campos son los que permiten que las comunicaciones entre todos los host conectados a una red informática se establezcan y lo más importante que estas sean sin errores, ya que la capa de enlace de datos especifica el método de acceso al medio, no olvidemos que los host utilizan un mismo medio de transmisión (cable) hacia la conexión con la WAN y un mismo Router o Switch para procesamiento de la conexión con la red LAN, por lo cual, es indispensable que las comunicaciones se realice coordinadamente para evitar colisiones en las comunicaciones simultáneas.

3.1.7. Capa Física

La capa física del modelo OSI, como su nombre lo indica es la encargada de transmitir los pulsos eléctricos por los diferentes medios de transmisión hoy en día

existentes, que pueden ser: cable de cobre (UTP), fibra óptica, inalámbrico. Previamente, a estas señales eléctricas a ser transportadas por la red de datos se las codifica de tal manera que se pueda identificar el inicio y fin de cada una de las tramas durante la transmisión, lo cual, ayuda a determinar si durante la comunicación las tramas enviadas fueron recibidas exitosamente.

El medio físico a implementarse en una red de datos determina el ancho de banda para la conexión entre los hosts y/o la red WAN, siendo este un factor determinante para garantizar un flujo normal durante la transferencia de información de extremo a extremo, ya que de acuerdo a las características y propiedades físicas de estos materiales se podrán alcanzar altas o bajas velocidades en las conexiones.

Comparación de los distintos tipos de cables				
	COAXIAL	UTP	STP	FIBRA ÓPTICA
Ancho de banda	Alto	Medio	Medio	Muy Alto
Hasta 10 MHz	Si	Si	Si	Si
Hasta 100 MHz	Si	Cat=5*	Si	Si
Canales de Video	Si	No	No	Si
Distancias Máxima	500 Mts.	100 Mts.	100 Mts.	2 Kms (multimodo) 100 Kms (monomodo)
Inmunidad Interferencias	Media	Limitada	Media	Alta
Seguridad	Media	Baja	Baja	Alta
Coste	Medio	Bajo	Medio	Alto

Figura 20. Velocidades de Transmisión por tecnologías de los medios
Fuente: (Gómez, 2013)

Como se puede apreciar en la Figura 20, actualmente la fibra óptica supera notablemente al resto de tecnologías en lo que respecta a velocidades de transmisión

y distancias máximas de despliegue para interconexión de redes de datos, adicionalmente, se podría denotar que otra de las ventajas de este medio de transmisión es la inmunidad a interferencias eléctricas o electromagnéticas, sin embargo, lo que opaca un poco el uso de la fibra óptica para determinados sectores, es el alto costo que conlleva la implementación de estas redes ópticas, y de igual manera el alto costo que representa dar el mantenimiento a las redes y los tiempos elevados que se requieren para estos trabajos, ya que para la ejecución de estas tareas se necesita de personal calificado y con mucha experticia.

3.2. Topologías de Red

Cuando se habla de topologías de red es necesario tomar en cuenta que se tiene topologías físicas relacionadas al medio de transmisión, los mismos que permiten la conexión entre cada uno de los equipos que conforman la red y a su vez le dan las características de ancho de banda, mientras que las topologías lógicas las conforman normas y/o políticas que tienen una relación directa con la topología física que suma a la fluidez de los datos durante la transmisión – recepción de estos. A continuación, se procede a detallar ciertas topologías más utilizadas:

3.2.1. Tipo Estrella

Esta topología está constituida por una conexión punto – punto entre el o los nodos con cada uno de los equipos remotos o usuarios finales de red, en este modelo el nodo viene a ser un punto de suma importancia ya que, éste es el encargado de

gestionar todos los datos que cursan por la red, ante una posible falla fortuita del nodo todos los servicios caen totalmente en un instante de tiempo cuya restauración radica en el tiempo que conlleve levantar este nodo, la siguiente figura ilustra lo acotado.



Figura 21. Topología Tipo Estrella
Fuente: (Medrano Ch. & Ramos C., 2011)

3.2.2. Tipo Anillo

En este tipo de topología se garantiza que los enlaces van a tener al menos una redundancia física, es decir que, ante la presencia de un inconveniente en uno de los nodos, el otro nodo de backup asumirá todo el tráfico de la RED por una ruta alternativa, con lo cual, los clientes conectados a la red no sienten los inconvenientes presentes por más de unos cuantos segundos, como se ilustra en la siguiente figura:

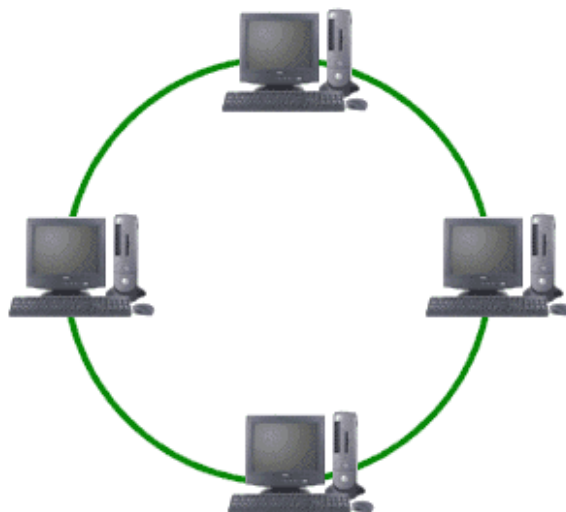


Figura 22. Topología Tipo Anillo
Fuente: (Medrano Ch. & Ramos C., 2011)

3.2.3. Tipo Malla

La topología de red tipo malla garantiza que las conexiones entre todos los integrantes de la red de datos siempre estarán operativas, ya que su estructura física consiste en realizar una conexión totalmente redundante, su fidelidad se determina debido a que es muy poco probable que se quede fuera de servicio más de un servidor simultáneamente, por lo que, siempre existirá una o más rutas alternativas que podrá hacer uso el emisor para alcanzar a su destino final, a continuación en la siguiente figura se ilustra lo enunciado:

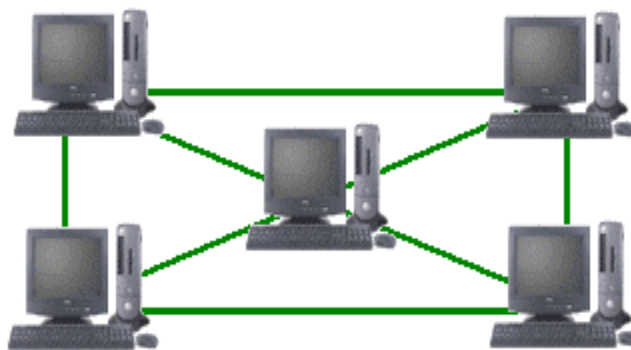


Figura 23. Topología Tipo Malla
Fuente: (Medrano Ch. & Ramos C., 2011)

Dentro de las diferentes topologías de red existentes en las redes informáticas, actualmente las unidades educativas así como las Direcciones Distritales de Educación en la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas tienen una red tipo estrella con el nodo del ISP que les provee el servicio actual de internet CNT – EP, esto debido principalmente a temas económicos, por tal motivo la operatividad del servicio radica principalmente en el medio de transmisión entre el ISP y los respectivos puntos finales (Unidades Educativas y Direcciones Distritales), ya que el LSA que compromete a la CNT – EP con todos estos enlaces es muy elevado, a tal punto que se dispone de tan sólo 3 horas para poner nuevamente operativo cualquiera de estos enlaces ante algún inconveniente suscitado durante un evento fortuito presentado, todo esto respecto a las conexiones entre el ISP y sus clientes finales, pero es necesario indicar que para poder dotar de servicios adicionales como: Intranet y VoIP es necesario la creación de una nueva topología entre las Direcciones Distritales de Educación donde se implementarán los servidores encargados de proveer los nuevos servicios antes mencionados, para este caso es

necesario utilizar una topología tipo malla la misma que garantizará la redundancia necesaria a los servicios en caso de alguna falla en alguno de estos servidores.

3.3. Redes Convergentes

El avance tecnológico en la industria de las telecomunicaciones hoy en día ha permitido la convergencia de redes sobre una misma infraestructura (RED) apoyándose en protocolos de enrutamiento TCP/IP (Salazar Ch., Venegas, Baca, Rodriguez, & Marrone, 2018), a tal punto que hoy en día por un mismo cable de fibra óptica pueden cursar varios servicios de manera simultánea como son: Internet, IPTV, VoIP, etc. Para la integración de servicios en este tipo de redes es necesario tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- Implementación de tecnologías para el soporte dedicado de los servicios respectivos.
- Implementación de red de datos con características de arquitectura IP.
- Implementación de sistemas homologados de protocolos estándares para compatibilidad tecnológica.

Uno de los propósitos de mayor auge que ha permitido las redes convergentes, es el transporte de varios servicios simultáneos con las mismas características y funcionalidades tradicionales de redes que hoy en día se encuentran bajo declive, lo cual, es beneficioso tanto para usuarios como para proveedores de servicio, ya que por medio de un mismo medio de transmisión se puede llegar con uno o varios servicios a un cliente final prestando facilidades para el mantenimiento y ahorro

económico para el despliegue de las redes de abonados, mientras que por el lado del cliente, de igual manera el hecho de que una sola empresa le pueda ofrecer varios servicios de manera simultánea permite el abaratamiento de costos de cada servicio de manera individual.

Para alcanzar todos estos atributos en las redes convergentes, se tiene que tomar en consideración la infraestructura de todos los protocolos de enrutamiento, ya que estos son los encargados de la encapsulación de paquetes IP, conmutación multi etiqueta, calidad de servicio, entre otros. Al tener un ambiente netamente IP, con servicios basados en este protocolo, es necesario que los dispositivos de enrutamiento tengan las capacidades de diferenciar el tipo de tráfico que cursa por la red de datos, aquí ya se puede empezar la utilización de arquitecturas de enrutamiento con protocolos como MPLS o Segment Routing.

3.4. Calidad de Servicio QoS

Mediante el uso de calidad de servicio se puede hoy en día transportar diferentes servicios por una misma infraestructura física y lógica (red de datos), esto se logra mediante el control de tráfico con el uso de políticas de enrutamiento que permite dar prioridad a los diferentes paquetes IP que se estén gestionando simultáneamente en la red. Este tema es muy importante al momento de la implementación de redes de datos ya que de esto se logra que la red funcione en óptimas condiciones, ya que se debe diferenciar los servicios que son críticos dentro de la red para su transporte en tiempo real. La priorización para el tráfico de la red se la realiza mediante el uso

de tres bits, los cuales son los responsables de establecer las políticas para el transporte de los datos mediante el uso de ponderación binaria.

Dentro de los objetivos principales a alcanzar con la calidad de servicio QoS es la de administrar de manera óptima los anchos de banda dentro de las diferentes redes de datos existentes (subnetting) y mitigar los tiempos de retardo entre las comunicaciones simultáneas para de esta manera garantizar que los servicios demandados por todas las aplicaciones cursen de manera fluida y sin inconvenientes.

Esto se lo consigue mediante la aplicación de políticas de ingeniería de tráfico en los equipos de capa 2 y capa 3 (Router y Switch – Red - Modelo OSI), en los cuales, se puede configurar estrategias para la gestión del tráfico, adicionalmente, mediante los protocolos de la red o de capas superiores se pueden incluir la conocida QoS Signaling que ayuda a gestionar de cierta manera la calidad de un servicio dentro de la red de datos. Existen dos formas específicas para implementar dentro de una red de datos la calidad de servicio QoS, a saber: Differentiated Services (Prioridades de diferentes tipos de servicio), que como su nombre lo indica, se encarga de dar prioridad a un determinado paquete dependiendo de qué tan crítico sea este referente a los demás dentro de la red de datos, e Integrated Services (Reserva de Recursos), que en cambio se encarga de reservar recursos de ancho de banda exclusivos previamente para el tráfico considerado crítico en un determinado momento (Salazar G. , 2016).

3.4.1. Marcado del Tráfico en L2

Se encuentra definido por la IEEE de acuerdo al estándar 802.1Q, donde se destina el uso de tres bits para establecer la prioridad de acuerdo al tipo de tráfico que va a cursar por la red de datos, este procedimiento se lo realiza mediante el uso de VLAN en redes que se encuentran conectadas mediante el uso de Switch, para que el administrador de la red pueda determinar que tráfico debe ser transmitido con mayor prioridad dentro de la red de datos, para lo cual, es necesario tomar en cuenta lo establecido en la Figura 24, la misma que establece la presencia de ocho niveles diferentes, los mismos que se encuentran normados bajo el estándar 802.1p.

CoS	Application
7	Reserved
6	Routing
5	Voice
4	Video
3	Call Signaling
2	Critical Data
1	Bulk Data
0	Best Effort Data

Figura 24. Marcado para QoS
Fuente: (Salazar G. , 2016)

Para tener una mejor comprensión sobre el armado de la trama Ethernet con este nuevo concepto de Class of Service utilizado en el Switch para establecer la calidad de servicio, se procede a ilustrarlo mediante la siguiente figura:

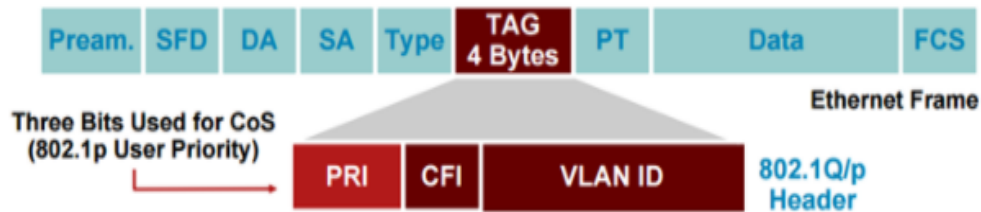


Figura 25. Encabezado QoS
Fuente: (Salazar G. , 2016)

3.4.2. Marcado del Tráfico en L3

Este nuevo concepto del armado de la trama Ethernet se encuentra normado en un conjunto de definiciones establecidas en la IETF, donde se define el campo de ToS (Type of Service) que establece el uso de 3 bits de mayor ponderación, es decir, que ocupan la parte superior de la trama Ethernet (bits del 5 al 7), esto se encuentra estipulado mediante la RFC 791, RFC 1812 y la RFC 2474. Es necesario indicar, que estos valores han de ser configurados en los Router para de igual manera establecer la calidad de servicio a nivel de capa 3, estos valores son binarios, sin embargo, para un mejor entendimiento por parte de los administradores de red se los transforma a código decimal.

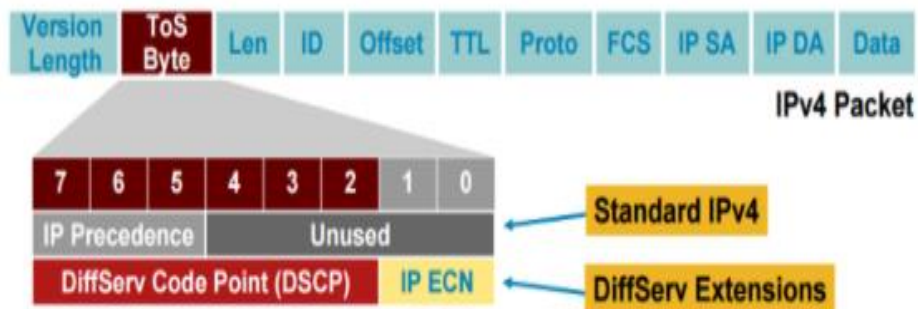


Figura 26. IP Precedence y DSCP
Fuente: (Salazar G. , 2016)

Como se puede observar en la figura anterior, los bits a considerar para la configuración de la calidad de servicio son los que ocupan las seis primeras posiciones dentro de la trama Ethernet (de izquierda a derecha), así mismo, a los tres primeros bits se le realiza la conversión de binario a código decimal para obtener su valor de IP Precedence, mientras que para conocer el valor del Differentiated Service, de igual manera se realiza la transformación binaria a código decimal, pero esta vez a los tres siguientes bits.

3.5. IPv6

El surgimiento del nuevo direccionamiento IPv6 nace debido al exuberante número de dispositivos de telecomunicaciones que hoy en día se encuentran conectados a Internet (Salazar G. , Direccionamiento IPv6 - Bases y Fundamentos, 2016), esto ha ocasionado que el direccionamiento IPv4 se desgaste a tal punto que ya no se cuenta a nivel mundial con más direcciones IPv4 que permitan a los usuarios conectarse a dicha red. Actualmente, se ha tenido que realizar la migración de direccionamiento IPv4 a IPv6 para poder satisfacer la alta demanda de dispositivos que a diario cursan por la red de Internet, la arquitectura de este nuevo direccionamiento se encuentra sustentado en el RFC 4291, donde se encuentra estipulado que una dirección IPv6 consta de 128 bits en su trama y que se la escribe mediante código hexadecimal, y a su vez se encuentra separado por dos puntos cada 4 caracteres hexadecimales agrupados (Salazar Ch, Venegas, & Marrone, 2019), a continuación se pone a consideración un ejemplo de direccionamiento IPv6:

2001:0dc4:9092:03f2:5ac3:ff04:8ad3:23c7

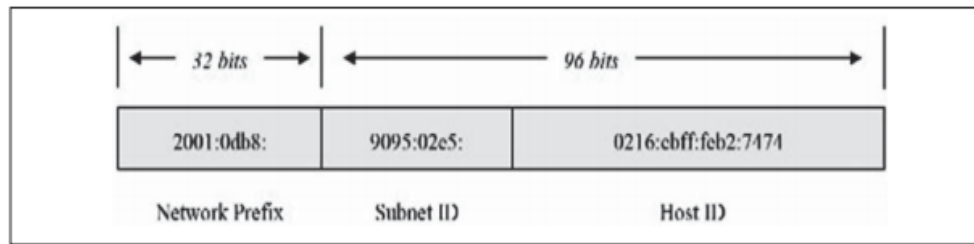
Para poder identificar a un host, router o algún otro dispositivo informático dentro de una red, es necesario fraccionar los bits del direccionamiento IPv6, lo cual, se pasa a detallar a continuación:

Prefijo de Red: Como su nombre lo indica, estos bits representan una red específica dentro de una red local específica o de internet, estos bits se ubican en la parte superior de la trama y puede constar de 32 a 48 bits de acuerdo al tipo de red.

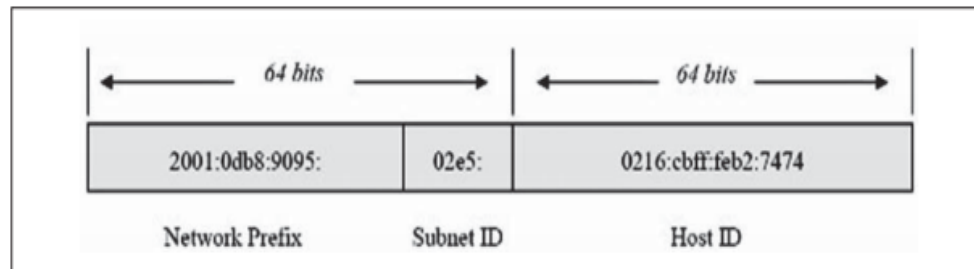
Identificador de Subred: Estos bits son muy utilizados por los administradores de red cuando su red local es muy extensa, es decir, consta de varios Host dentro de su red local, estos bits están ubicados a continuación de los bits del prefijo de red y consta de 32 a 16 bits.

Identificador de Host: Estos bits sirven para identificar de manera específica a una interfaz de un host dentro de toda la red informática, estos 64 bits se encuentran al final de la trama del direccionamiento IPv6.

Adicionalmente, es necesario indicar que dentro del direccionamiento IPv6 no existe la conocida máscara de red a la que estamos familiarizados dentro de las redes IPv4, aquí más bien se utiliza el concepto de longitud del prefijo de red, lo cual, indica el número de bits que se utiliza para la identificación de la red a la que se hace referencia, a continuación, se ilustra lo expuesto mediante la siguiente figura:



Formato de dirección IPv6 con prefijo de 32 bits



Dirección IPv6 con prefijo de 64 bits

Figura 27. Prefijo IPv6
Fuente: (Castillo M. & Forero R., 2012)

3.6. Emuladores de Redes

Los administradores de redes informáticas y en sí, cualquier persona interesada en saber cómo va a funcionar determinado diseño de red de datos, previo a la implementación de esta, siempre será recomendable tener una idea más clara del funcionamiento y que a su vez sea lo más real posible, puesto que de esto dependerá el correcto funcionamiento en la vida real de toda la red informática, por tal motivo, gracias al alto desarrollo tecnológico e informático existente se puede hoy en día contar con una diversidad de opciones en lo que se refiere a emuladores de redes informáticas y de las cuales se puede destacar la herramienta GNS3.

3.6.1. Emulador GNS3-VM

Mediante la herramienta informática GNS3, se pueden emular gráficamente diferentes topologías de redes de datos, los cuales, pueden ir desde diseños muy sencillos hasta los más sofisticados, ya que soporta el Sistema Operativo de routers, y otros equipos de red, así como tecnologías avanzadas como MPLS, Segment Routing en entornos IPv6, SD-WAN, equipos de seguridad como NG-Firewalls, IPS, etc., todo esto es posible a que se encuentra basado en Dynamips, PEMI y en cierta parte en Dynagen y todo esto en conjunto con tecnologías tan versátiles que permiten representar símbolos e imágenes de alta calidad en los diseños de las topologías de redes informáticas en tiempo real. Es necesario indicar que, Dynamips es un emulador netamente de routers de la marca Cisco desarrollado por Christopher Fillot, el cual, permite emular routers de familias antiguas como las series: 1700, 2600, 3600, 3700, 7200 y demás gamas superiores. En lo que respecta a Dynagen se puede decir que, este software fue diseñado por Greg Anuzelli que permite la integración de administraciones por consola, además que se puede listar, suspender y recargar determinadas instancias en los equipos que se estén integrando a la emulación de la red de datos, así como, la realización de toma de lecturas, capturas de pantalla y mucho más.

Dynamips para poder realizar la emulación de cualquier topología de redes de datos utiliza mucho los recursos de la memoria RAM del computador con un valor aproximado de 256 Mbytes, así como también hace trabajar arduamente al procesador del CPU, adicionalmente, por cada equipo montado en la infraestructura (router, switch, pc virtual) se crearán archivos temporales para el procesamiento de

las tareas de estos equipos dentro de la red, lo que, podría ocasionar una saturación del computador si no se tiene la capacidad necesaria de memoria RAM. Cabe decir, que las versiones actuales de GNS3, hacen uso de una VM que concentra las imágenes de los equipos a emular, evitando así el consumo excesivo de recursos.

Una vez superado los temas referentes al uso de la memoria RAM y procesamiento del CPU, se puede proceder con la instalación del software GNS3-VM en el computador, posteriormente, es necesario crear un directorio donde almacenarán todos los proyectos a realizarse sobre las emulaciones de las redes de datos informáticas deseadas, lo cual, ayuda a tener un rápido acceso a esta información.

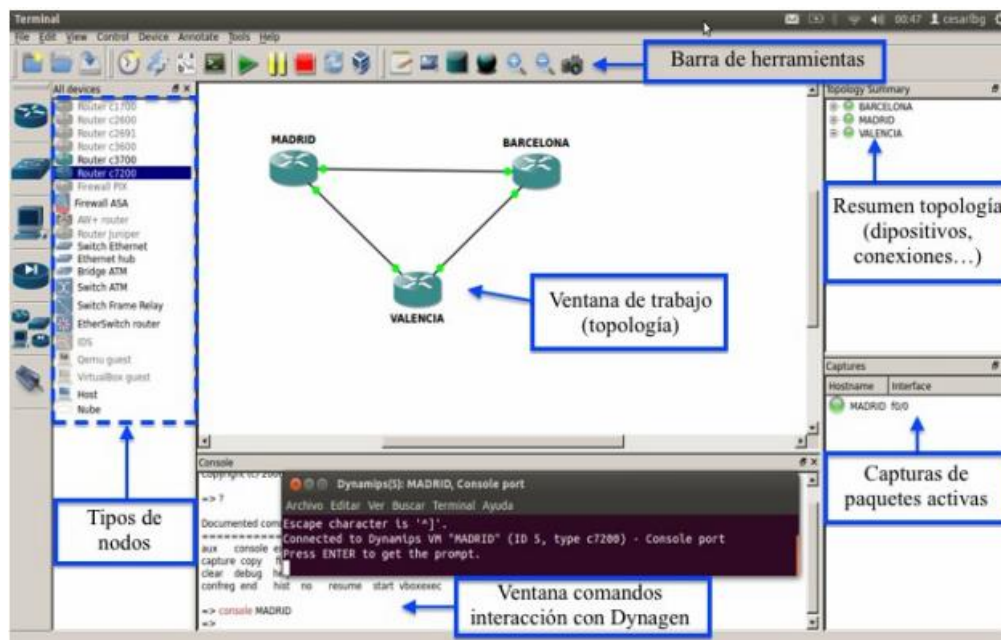


Figura 28. Interfaz gráfica de GNS3-VM
Fuente: (Balsa G., 2013)

Como se puede observar en la figura anterior, la interfaz consta de una ventana con todos los tipos de elementos y sus diferentes variedades, así como, una ventana de trabajo donde se puede empezar con la elaboración del proyecto, una ventana para

visualización de los equipos conectados con sus respectivas características, y finalmente una ventana para ingresar los comandos por consola para gestión y configuración de los equipos.



Figura 29. Herramientas de GNS3-VM
Fuente: (Balsa G., 2013)

Además, se cuenta con una barra de herramientas para poder realizar tareas como ejecutar determinado comando, suspender una tarea, guardar los avances realizados, etc.

Para tener una mejor información sobre esta herramienta informática se recomienda ingresar al siguiente link:

<https://gns3.com/>

<https://docs.gns3.com/docs/>

<https://gns3.com/training>

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS ECONÓMICO

4.1. Situación Actual

Actualmente, en las Unidades Educativas se cuenta con infraestructura independiente para servicios de telefonía y servicios de datos, por lo que los gastos totales por cada unidad educativa ascienden al valor de: \$86,90 dólares americanos, a continuación, se presenta los valores totales a los que ascienden los rubros a cancelar de manera mensual por parte de la Dirección Distrital de Educación en la ciudad de Santo Domingo de los Colorados con su proveedor de servicios de telecomunicaciones. Para realizar estos cálculos, inicialmente se debe poner en consideración los valores monetarios de manera independiente por cada uno de los servicios actuales:

$PMT = \text{Pensión mensual de servicio telefónico} = \$6,20$

$STT = \text{Servicio telefónico total} = N^{\circ} \text{ de Unidades Educativas} * PMT$

$STT = \text{Servicio telefónico total} = 37 \times \$ 6,20$

$STT = \$ 229,40$

$PMD = \text{Pensión mensual de servicios de datos} = \$70,00$

$SDT = \text{Servicio de datos total} = N^{\circ} \text{ de Unidades Educativas} * PMD$

$SDT = \text{Servicio de datos total} = 37 \times \$ 70,00$

$SDT = \$ 2,590.00$

RMT = Rubro mensual total= Servicio Telefónico Total + Servicio de Datos Total

RMT = Rubro mensual total = \$229,40 + \$2,590.00

RMT = Rubro mensual total = \$ 2,819.40

Estos valores se encuentran calculados sin IVA, a continuación, se presentan los valores totales a pagar:

RMT = Rubro mensual total = \$ 3,157.72

Una vez calculado los valores totales de los servicios de telecomunicaciones, es necesario proceder con la tabulación de estos datos para posteriormente realizar la comparación económica para determinar los beneficios del proyecto propuesto, para lo cual, se registra mediante la siguiente tabla los valores calculados previamente:

Tabla 2. Facturación Mensual por servicios de telecomunicaciones

Tipo Servicios	45 Unidades Educativas
STT	256,92
SDT	2,900.80
TOTAL	3,157.72

Fuente: Propia

4.2. Situación Propuesta

Con el objetivo primordial de optimizar y al mismo tiempo economizar los servicios de telecomunicaciones que son muy necesarios a nivel empresarial y en el sector

público para la elaboración de tareas administrativas, se propone la implementación de equipos informáticos y de telecomunicaciones dentro del cuarto de equipos de Dirección Distrital de Educación en la ciudad de Santo Domingo de los Colorados para su respectiva administración y configuración de dichos equipos informáticos cuya finalidad es crear una red convergente entre el servicio telefónico y la red de datos existentes en las Unidades Educativas. A continuación, se sugieren los equipos con sus respectivas marcas y modelos así como sus precios actuales en el mercado nacional.

Laptop Dell Inspiron 15 5000



Características Técnicas

- Laptop Dell
- Modelo Inspiron 15 5593
- Procesador Intel Core i7 1065-G7 10a. Gen (4 núcleos 6MB Cache, 3.90MHz)
- Capacidad de almacenamiento interno: Unidad de estado sólido 256GB M.2 PCIe 3.5
- Memoria RAM de 8GB DDR4 2666MHz
- Pantalla de 15,6 FHD Anti-reflejo, de borde delgado con resolución de 1920 x 1080 pxls
- Gráficos de video Nvidia MX 230 4GB GDDR5 Integrados
- Tarjeta inalámbrica Dell (1810 1x1 2.4 5.0 Ghz 802.11ac v4.1)
- 1 Puerto USB 2.0
- 2 Puertos USB 3.1 Gen 1
- 1 Puerto USB 3.1 Gen 1 Tipo C
- 1 entrada auriculares micrófono
- 1 puerto HDMI 1.4b
- 1 Lector de tarjetas SD

Figura 30. Servidor para ISSABEL

Fuente: (Dell, s.f.)

Basándose en los requerimientos tecnológicos necesarios para la implementación de la convergencia de la red de datos y VoIP, es recomendable al menos cumplir con las características técnicas del Equipo Informático (laptop o desktop) de un procesador ICore7 de 5ta Generación, así como memoria RAM de al menos 4 GB, por lo que el precio actual en el mercado nacional para este equipo informático oscila alrededor de lo acotado a continuación:

Precio Promedio= \$1050.00

Teléfono VoIP GrandStream GXP1620/1625



*Figura 31. Terminal telefónico para VoIP
Fuente: (GrandStream Networks, Inc, 2020)*

Características Técnicas

Protocols/Standards	SIP RFC3261, TCP/IP/UDP, RTP/RTCP, HTTP/HTTPS, ARP/RARP, ICMP, DNS (A record, SRV, NAPTR), DHCP, PPPoE, SSH, TFTP, NTP, STUN, SIMPLE, LLDP-MED, LDAP, TR-069, 802.1x, TLS, SRTP, CDP/SNMP/RTCP-XR
Network Interfaces	Dual switched auto-sensing 10/100 Mbps Ethernet ports, integrated PoE (GXP1625 only)
Graphic Display	132 x 48 (2.95") backlit graphical LCD display
Feature Keys	2 line keys with dual-color LED and 2 SIP accounts, 3 XML programmable context sensitive soft keys, 5 (navigation, menu) keys, 13 dedicated function keys for MUTE, HEADSET, TRANSFER, CONFERENCE, SEND and REDIAL, SPEAKERPHONE, VOLUME, PHONEBOOK, MESSAGE, HOLD, PAGE/INTERCOM, RECORD, HOME
Voice Codescs	Support for G.711 μ /a, G.722 (wide-band), G.723, G.726-32, G.729 A/B, iLBC, in-band and out-of-band DTMF (in audio, RFC2833, SIP INFO), VAD, CNG, AEC, PLC, A/B, AGC
Telephony Features	Hold, transfer, forward (unconditional/no-answer/busy), 3-way conferencing, call park/pickup, shared-call appearance (SCA) / bridged-line-appearance (BLA), Downloadable phone book (XML, LDAP, up to 1000 items), call waiting, call history (up to 200 records), off-hook auto dial, auto answer, click-to-dial, flexible dial plan, hot desking, personalized music ringtones, server redundancy & fail-over
Headset Jack	RJ9 headset jack (allowing EHS with Plantronics headsets)
HD Audio	Yes, HD handset and speakerphone with support for wideband audio
Base Stand	Yes, 2 angled positions available, wall mountable
Wall Mountable	Yes
QoS	Layer 2 QoS (802.1Q, 802.1P) and Layer 3 (ToS, DiffServ, MPLS) QoS
Security	User and administrator level access control, MD5 and MD5-sess based authentication, 256-bit AES encrypted configuration file, TLS, SRTP, HTTPS, 802.1x media access control
Multi-language	English, German, Italian, French, Spanish, Portuguese, Russian, Croatian, simplified and traditional Chinese, Korean, Japanese and more
Upgrade/Provisioning	Firmware upgrade via TFTP / HTTP / HTTPS, mass provisioning using TR-069 or AES encrypted XML configuration file, FTP/FTPS
Power & Green Energy Efficiency	Universal Power Supply Input 100-240VAC 50-60Hz; Output +5VDC, 600mA; PoE: IEEE802.3af Class 2, 3.84W-6.49W; IEEE802.3az (EEE) (GXP1625 only)
Physical	Dimension: 209mm (L) x 184.5mm (W) x 76.2mm (H) (with handset) Unit weight: 0.73kg; Package weight: 1.1kg
Temperature and Humidity	Operation: 0°C to 40°C, Storage: -10°C to 60°C, Humidity: 10% to 90% Non-condensing

*Figura 32. Características técnicas Terminal VoIP
Fuente: (GrandStream Networks, Inc, 2020)*

Para la adquisición y dotación de los terminales IP para las 36 Unidades Educativas de la zona urbana de la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas correspondientes a la Dirección Distrital de Educación Provincial, es necesario

tomar en cuenta, que estos al menos cumplan con las características técnicas detalladas en la Figura 32 referente a los protocolos y estándares, así como los códec detallados.

Precio Promedio Unitario= \$ 46.00

Una vez realizado el análisis económico para la adquisición de los equipos informáticos con las características técnicas pertinentes que permitan la convergencia de redes sobre la misma infraestructura de red de datos, se procede a tabular dichos valores en la siguiente tabla, con la cual, se dará a conocer el beneficio económico tecnológico que se desea establecer:

Tabla 3. Inversión económica necesaria para el proyecto

Equipo Informático	Valor Unitario
LAPTOP DELL	1,050.00
TELÉFONO VoIP	1,656.00
TOTAL	2,706.00

Fuente: Propia

Posterior a la tabulación de los datos económicos referente a la propuesta expuesta, a continuación, se procede a realizar una gráfica entre los costos existentes y los proyectados, para de esta manera poder definir el tiempo en el cual se pueda cuantificar el beneficio al momento de implementar el proyecto expuesto en el presente documento.

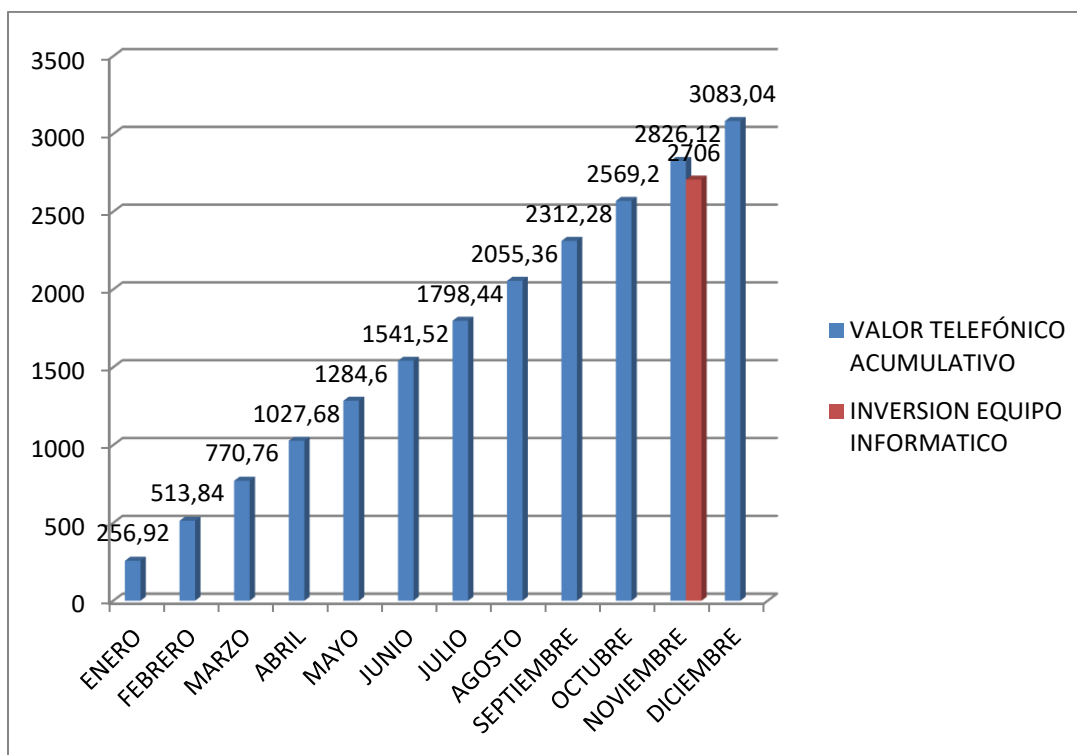


Figura 33. ROI (Return On Investment) para implementación del proyecto
Fuente: Propia

Como se puede observar en la Figura 34, la inversión económica por parte de la Dirección Distrital de Educación de Santo Domingo de los Tsáchilas necesaria para la implementación del proyecto se recuperaría a partir del undécimo mes, ya que en este mes el valor de la tarifa telefónica mensual sobrepasa el valor del costo de inversión de equipos informáticos, con lo que se podría concluir que es una recuperación económica viable ya que el ahorro económico es de corto plazo. Es necesario recalcar, que únicamente se considera el valor de servicio telefónico mensual para el análisis económico, ya que la tarifa mensual por el servicio de datos deberá mantenerse para utilizar este mismo servicio y poder realizar la convergencia de la red telefónica sobre esta red de datos.

CAPÍTULO 5. DISEÑO Y EMULACIÓN

5.1. Descripción del Diseño

En el presente capítulo se procede a emular la red convergente de servicios para el beneficio de la Dirección Distrital de Educación de la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, cuyo objetivo es la de optimizar recursos humanos y financieros para obtener los mismos propósitos dentro de los servicios existentes, para lo cual, es necesario la verificación en el cumplimiento de este propósito mediante una emulación en la que se podrá evidenciar el funcionamiento de esta nueva red.

Es necesario indicar que el presente diseño se encuentra basado en la aplicación de conceptos de Networking a nivel de Capa 3, así como la utilización de equipos sugeridos para esta implementación, los mismos que fueron revisados en capítulos anteriores. Dentro de las características principales para los equipos Router, se debe tomar en cuenta las siguientes funcionalidades:

- Conectividad WAN (Internet, datos) entre ISP y puntos remotos.
- Direccionamiento IPv4 dinámico / estático.
- Manejo de Servidor DHCP.
- Configuración de VRF.
- Configuración y Asignación de VLAN.

5.2. Topología Física

5.2.1. Equipos de Acceso en las Unidades Educativas

Actualmente, en todas las Unidades Educativas correspondientes a la Dirección Distrital de Educación en la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, el proveedor de servicios de internet (CNT – EP) tiene instalado equipos Router Cisco Modelo 881, estos equipos tienen las características técnicas necesarias para realizar la implementación del presente proyecto, tan sólo es necesario realizar las configuraciones pertinentes en cada uno de ellos para proceder con las pruebas de conectividad para la convergencias de la nueva red de datos, es necesario indicar que se requiere de un puerto LAN Ethernet en el router, para realizar la conexión física del teléfono IP, para mantener un orden en estas conexiones que serán masivas en todas las Unidades Educativas para la implementación de este proyecto, se sugiere que se considere el uso de la Fa0/3 de este Router, el mismo que será configurado de manera exclusiva para el uso de la Telefonía VoIP.

Así mismo, es necesario indicar que todas las Unidades Educativas en la actualidad cuentan con un switch de 24 puertos, los cuales dan conexión a los servicios de internet a los hosts (desktop) existentes en los laboratorios informáticos de las unidades educativas respectivamente, en estos equipos no es necesaria la configuración lógica de la nueva red de datos, ya que esta se mantendría.

5.2.2. Equipos de Acceso en la Dirección Distrital de Educación

De igual manera, el proveedor de servicios de internet (CNT – EP) tiene instalado un equipo Router Cisco Modelo 881, encargado de brindar el servicio de Internet a los diferentes departamentos que comprenden a la Dirección Distrital de Educación, sin embargo, se dispone de dos puertos LAN Ethernet en este Router, los mismos que serán aprovechados para realizar las conexiones físicas para el servidor de telefonía VoIP (ISSABEL) y del terminal VoIP. Se sugiere que el puerto Fa0/3 de igual manera sea considerado para la configuración de la terminal VoIP, mientras que, la Fa0/2 será utilizada para la configuración del servidor VoIP, estas sugerencias se las realizan basándose en recomendaciones que ayudarán a dar un mejor mantenimiento en los equipos de telecomunicaciones, ya que estos datos pueden ser registrados y archivados por personal técnico informático de la Dirección Distrital de Educación de la Provincia. Adicionalmente, es necesario indicar que en el Router Cisco Modelo 881 actualmente se utiliza únicamente el puerto Fa0/0 para la distribución de la red interna de la Dirección Distrital de Educación ya que este puerto se conecta directamente a un switch de 48 puertos, de igual manera sobre los equipos informáticos y el switch existente no hace falta realizar configuraciones para el presente proyecto.

Tomando en cuenta todas estas consideraciones detalladas, se procede a presentar el esquema de conectividad de la nueva red convergente a considerarse para su implementación, la misma que se detalla en la Figura 34.



71

infraestructura del cliente de la Dirección Distrital de Educación Provincial (Unidades Educativas y Oficina Matriz).

Todos estos equipos informáticos en conjunto permiten la transmisión de datos alcanzando velocidades actuales de hasta los 10 Mbps, sin embargo, por tratarse de redes de fibra óptica, estas velocidades podrían aumentarse sin presentar inconveniente alguno hasta el orden de los Gbps, de acuerdo a las necesidades del cliente por temas de manejo de ancho de banda para sus servicios, como es de esperarse cualquier incremento en las velocidades de transmisión para los enlaces del cliente, conllevarán un aumento en la tarifa mensual por parte de su ISP, esta acotación se indica para los casos que se requieran la incorporación de cursar nuevos servicios o integrar un mayor número de Unidades Educativas a esta nueva red convergente de datos.

5.3. Análisis de la Topología Lógica

Posterior al análisis realizado para el diseño de la topología, es necesario planificar de manera adecuada el diseño de la topología lógica, ya que esta de igual manera es de suma importancia para el óptimo funcionamiento de la nueva red convergente de datos, a tal punto que se sugiere unas recomendaciones a tomar a consideración para el dimensionamiento óptimo para la implementación de esta red de datos. El primer punto a considerar, es que cada Unidad Educativa al igual que la Dirección Distrital de Educación actualmente tiene planes de internet independientes, estos planes constan de direccionamiento IPv4 público estático del lado WAN, mientras que del

lado LAN tiene un direccionamiento IPv4 privado, estos parámetros han sido asignados por su proveedor de servicios de Internet. Para brindar un mejor entendimiento a los lectores, para la emulación de la red convergente de datos planteada, se procederá a reducir el escenario a únicamente un enlace punto - punto entre la Dirección Distrital de Educación y cualquiera de las unidades educativas, con la cual, se pretende demostrar la funcionalidad de los servicios de Internet y de VoIP por la misma red de datos de manera simultánea y adicionalmente que se pueda evidenciar los parámetros de calidad de servicio. Tomando en cuenta todas estas consideraciones, en la siguiente tabla se procede a detallar un direccionamiento IPv4 recomendable para la red convergente:

Tabla 4. Direccionamiento IP y Extensiones VoIP

Ítem	Enlace Punto - Punto Nombre para enlace Remoto	Direccionamiento WAN	Direccionamiento LAN		Número Extensión VoIP
			Internet	VoIP	
1	Dirección Distrital de Educación	186.46.141.26/30	192.168.1.1/24	192.168.0.2/29	100
2	UE Eloy Alfaro	186.46.178.62/30	192.168.1.1/24	192.168.0.14/30	102

Fuente: Propia

Como se puede observar en la tabla que antecede, el direccionamiento IPv4 privado para el lado LAN de las Unidades Educativas así como para la Dirección Distrital de Educación tiene una dirección IP común para todas ellas (mismo direccionamiento IPv4) así mismo su máscara de red tiene una longitud para la conectividad de hasta 253 host (desktop), mientras que se sugiere el direccionamiento IPv4 privado planteado para el tráfico de la telefonía VoIP, esta sugerencia radica en llevar un ordenamiento esquemático así como una facilidad

para la administración y asignación entre el direccionamiento IPv4 y el número de extensión telefónico de cada unidad educativa. Como se puede evidenciar para la Dirección Distrital de Educación se está dejando la posibilidad de conectar hasta cinco terminales de telefonía VoIP mientras que, para las Unidades Educativas únicamente se deja la posibilidad de conectar un solo terminal VoIP (dimensionamiento de la máscara de red), esto debido a lo evidenciado físicamente al haber hecho las inspecciones en las Unidades Educativas y en la Dirección Distrital de Educación, es decir, con el direccionamiento IPv4 propuesto se cumple con todas las necesidades solicitadas.

5.4. Red MPLS

Para hacer posible la comunicación de tráfico VoIP entre las Unidades Educativas y el servidor ISSABEL de la telefonía VoIP instalado en la Dirección Distrital Provincial, es necesario la creación de un túnel virtual entre los CE (Routers Cliente), y de esta manera mediante el uso de la red MPLS del Proveedor de Servicios de Telecomunicaciones poder comunicar este nuevo servicio por la red de datos convergente propuesta, para lo cual, es necesario obtener un poco de conocimiento sobre temas relacionados al protocolo MPLS, los mismos que pasamos a detallar a continuación de una manera superficial, ya que este tema no se encuentra dentro del presente estudio.

5.4.1. MPLS

Su nombre proviene de la abreviatura Multiprotocol Label Switching, el mismo que es un estándar IP de conmutación de paquetes de la IETF, es necesario indicar que este protocolo se encuentra dentro de la Capa L2 y Capa L3 del modelo de capa OSI (Salazar Ch., Naranjo, & Marrone, 2018), el mismo que permite transportar mediante un solo medio de transmisión varios tipos de servicios, esto se lo consigue mediante el uso de etiquetas virtuales y de protocolos de enrutamiento, los mismos que al trabajar conjuntamente permiten acceder de un punto a otro optimizando recursos y tiempos de respuesta, esto se lo consigue añadiendo bits dentro de la trama Ethernet, los mismos que forman parte de la cabecera MPLS, a continuación mediante la siguiente figura se ilustra lo acotado:

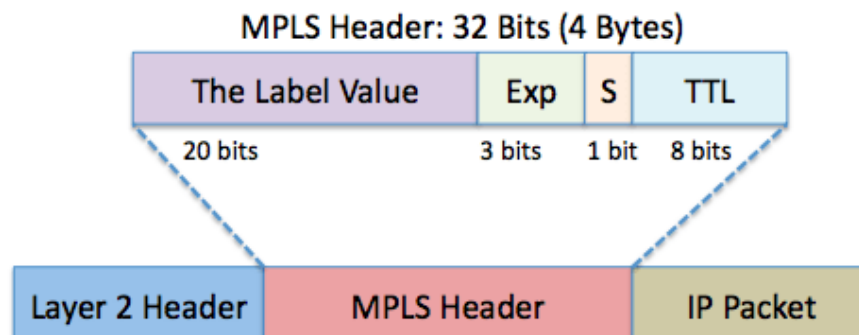


Figura 35. Cabecera MPLS
Fuente. (Muñoz M, 2019)

La red MPLS está constituida por algunos protocolos para el manejo de etiquetas, que facilitan el intercambio de información entre los routers que conforman la red MPLS, los mismos que se pasan a detallar a continuación:

- **LDP (Label Distribution Protocol):** es un protocolo implícito dentro de la red MPLS, el mismo que consiste en varios procedimientos y mensajes que se establecen entre los Routers, y permiten la comunicación entre ellos, los mismos que anuncian rutas, establecen sesiones y seguridades, además de popular las etiquetas para el proceso de envío de datos.
- **LIB (Label Information Base):** dentro de la red MPLS es muy común encontrar equipos LSR (Label Switch Router), los mismos que son los encargados de almacenar la información correspondiente a las etiquetas asignadas propias y de los equipos vecinos para crear una base de datos de todas las rutas existentes hacia diferentes destinos.

Posterior a lo acotado en párrafos anteriores, también es necesario indicar que en la red MPLS se ejecutan operaciones basadas en las etiquetas mencionadas, las mismas que se pasan a revisar a continuación:

- **Label Push o Imposition:** como su nombre lo indica, este protocolo coloca una etiqueta a la trama Ethernet propia del LSR sin importar su origen, esto ocurre debido a que el procesamiento de la información se realiza dentro de su propia red MPLS.
- **Label Swap:** en este proceso el Router únicamente hace un cambio de etiqueta entre la etiqueta que impone el Router origen (Push) con la etiqueta de router destino.
- **Label Pop:** para este caso el Router realiza la operación de retiro de etiqueta o conjuntos de etiquetas del direccionamiento IP del destino transportada por la red MPLS. En MPLS se tiene PHP (Penultimate Hop-Popping).

A continuación, se trata de ilustrar mediante un gráfico los procedimientos enunciados anteriormente:

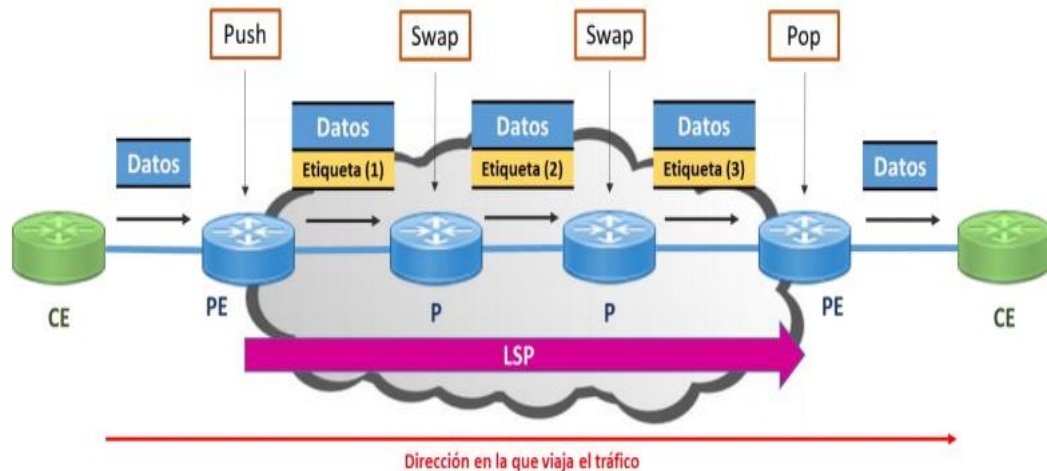


Figura 36. Procesamiento de etiquetas
Fuente: (Jesús, 2015)

5.5. Emulación de la Red Convergente

Para llevar a cabo la emulación del diseño de la red convergente propuesta que se pondrá en operación en las diferentes Unidades Educativas correspondientes a la Dirección Distrital de Educación de Santo Domingo de los Tsáchilas, es necesaria la utilización de software informático basado en el sistema operativo Windows 10, que se detallan a continuación:

- VMware Workstation 15 Pro
- GNS3
- ISSABEL
- XUBUNTU
- CISCO IOU-L2/L3 APLLIANCES

5.6. Configuración Equipos CE

Mediante la herramienta Putty, se accede al CLI de los equipos, donde se ingresan los comandos para la configuración de los diferentes parámetros que se deben establecer en los CE de las Unidades Educativas, configuraciones como: direccionamiento IPv4 (para Internet y VoIP), direccionamiento IPv4 estático a nivel LAN, rutas estáticas para enrutamiento de tráfico, VRF, seguridades informáticas (no es parte del presente estudio) y calidad de servicio.

5.6.1. Direccionamiento IPv4

Como se había hecho notar anteriormente, es necesaria la creación de dos redes privadas para el enrutamiento del tráfico de acuerdo a sus orígenes (Internet o VoIP), el direccionamiento IPv4 correspondiente al Internet se mantendrá de igual manera a las configuraciones existentes, mientras que para el direccionamiento IPv4 correspondiente al servicio de VoIP es necesario crear un nuevo direccionamiento IPv4 en los router existentes, los mismos que se sugiere llevar una asignación basada en VLSM para optimización de este direccionamiento IPv4, y que este a su vez permita llevar un orden que ayude a la asignación de cada extensión telefónica que se implementará de manera independiente en cada Unidad Educativa así como en las oficinas de la Dirección Distrital de Educación, lo cual se puede evidenciar en la siguiente figura:

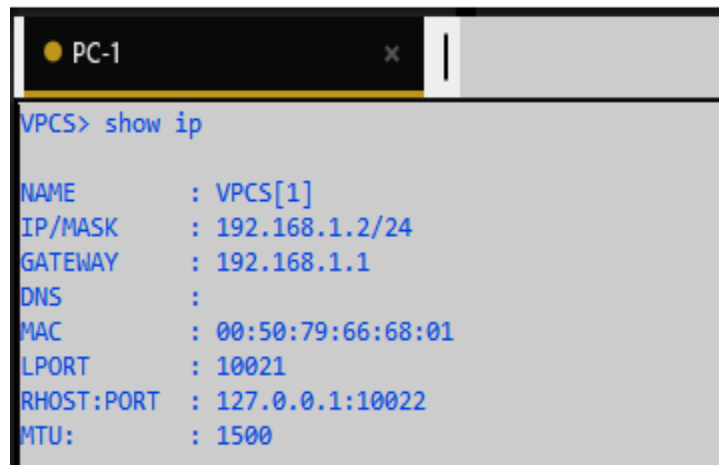


```
interface Ethernet0/0
ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
ip nat inside
ip virtual-reassembly in
!
interface Ethernet0/1
ip address 186.46.178.62 255.255.255.252
ip nat outside
ip virtual-reassembly in
!
interface Ethernet0/2
ip address 192.168.0.13 255.255.255.252
!
```

Figura 37. Direccionamiento IPv4 UE Eloy Alfaro
Fuente: Propia

5.6.2. Direccionamiento IPv4 Estático a Nivel LAN

Esta configuración permite administrar eficientemente los recursos lógicos de la red de datos y además le brinda de cierta manera un grado de seguridad, ya que únicamente el administrador de la red conocerá el direccionamiento IPv4 que se configurará en los router Cisco de las Unidades Educativas y en las oficinas de la Dirección Distrital de Educación Provincial, pero adicionalmente, estas configuraciones le permite al administrador de la red evitar colisiones en las transmisiones de datos de los diferentes servicios que van a cursar en la nueva red de datos convergente, se recomienda llevar un registro de las configuraciones realizadas en cada uno de los Host para las tareas de mantenimiento de la red, así también es necesario indicar que se tendrán dos direccionamientos IPv4 en los Router Cisco ya que por cada servicio se deberá configurar un direccionamiento IPv4 propio, como se lo muestra en la Figura 38.



```
PC-1
VPCS> show ip
NAME      : VPCS[1]
IP/MASK   : 192.168.1.2/24
GATEWAY   : 192.168.1.1
DNS       :
MAC       : 00:50:79:66:68:01
LPORT     : 10021
RHOST:PORT : 127.0.0.1:10022
MTU       : 1500
```

Figura 38. Direccionamiento IPv4 Estático
Fuente: Propia

5.6.3. Rutas Estáticas a Nivel WAN

La configuración de la Ruta Estática de los enlaces de Internet existentes en las Unidades Educativas se las mantendrá, estos son los conocidos como la ruta del siguiente salto por donde se comunican los enlaces WAN entre los clientes y sus ISP. Esta configuración permite que por el mismo enlace entre el proveedor de servicios de Internet existente y las Unidades Educativas se puedan crear nuevos servicios mediante la configuración de una VRF, encargada de llevar de un extremo a otro únicamente el tráfico de la telefonía VoIP sin afectar al servicio de Internet, se procede con la creación de las VRF en los router Cisco, y se procede a evidenciar las rutas aprendidas como se ilustra en la siguiente figura:

```

: ● UE_ELOY_ALFARO ● DIRECCION_DIST_EDU x ● PC-1
DDE_SDT#show ip route
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route, H - NHRP, l - LISP
       a - application route
       + - replicated route, % - next hop override

Gateway of last resort is 186.46.141.25 to network 0.0.0.0

S*    0.0.0.0/0 [1/0] via 186.46.141.25
      10.0.0.0/8 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C      10.253.8.8/30 is directly connected, Tunnel0
L      10.253.8.9/32 is directly connected, Tunnel0
      186.46.0.0/16 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C      186.46.141.24/30 is directly connected, Ethernet0/1
L      186.46.141.26/32 is directly connected, Ethernet0/1
      192.168.0.0/24 is variably subnetted, 3 subnets, 3 masks
C      192.168.0.0/29 is directly connected, Ethernet0/2.40
L      192.168.0.1/32 is directly connected, Ethernet0/2.40
S      192.168.0.12/30 is directly connected, Tunnel0
      192.168.1.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C      192.168.1.0/24 is directly connected, Ethernet0/0
L      192.168.1.1/32 is directly connected, Ethernet0/0
DDE_SDT#
```

Figura 39. Direcccionamientos Estáticos nivel WAN
Fuente: Propia

5.6.4. Configuración de VRF

Mediante la implementación de estas configuraciones en los equipos de borde del proveedor, es posible crear de manera virtual varios Router con sus propias tablas de enrutamiento de manera independiente, es decir, que por una misma interfaz física asignada para la función de WAN del Router se puede pasar un mismo direccionamiento IPv4 sin crear conflictos o colisiones durante la transmisión de datos, lo cual, resulta muy eficiente para poder transmitir de manera simultánea varios tipos de tráfico manejando el concepto de VRF, es necesario indicar que este

tipo de configuraciones únicamente son posibles en equipos de capa 3 (Router), a continuación se evidencia en la siguiente figura la creación de una VRF mediante líneas de comando en el Router Cisco:



```
ip vrf Internet
description Internet
rd 100:2
route-target export 100:2
route-target import 100:2
!
!
!
!
no ip domain lookup
ip cef
no ipv6 cef
!
multilink bundle-name authenticated
!
```

Figura 40. Configuración VRF
Fuente: Propia

5.6.5. Configuración de Túnel GRE

Es un mecanismo que permite establecer comunicaciones privadas entre enlaces Punto - Punto utilizando redes públicas, esto se encuentra estipulado mediante la RFC 1701, 1702 y 2784. Como su nombre lo indica, es un protocolo de encapsulación genérico entre Routers, que establece una comunicación IP mediante el uso de túneles virtuales que pueden manejar hasta 20 protocolos diferentes, sin embargo, es necesario indicar que es un protocolo no encriptado, por lo que, puede ser intervenida la información en un punto de la red, por lo cual, se recomienda la utilización de IP Security, a continuación se muestra en la siguiente figura los comandos necesarios para la configuración del protocolo GRE:

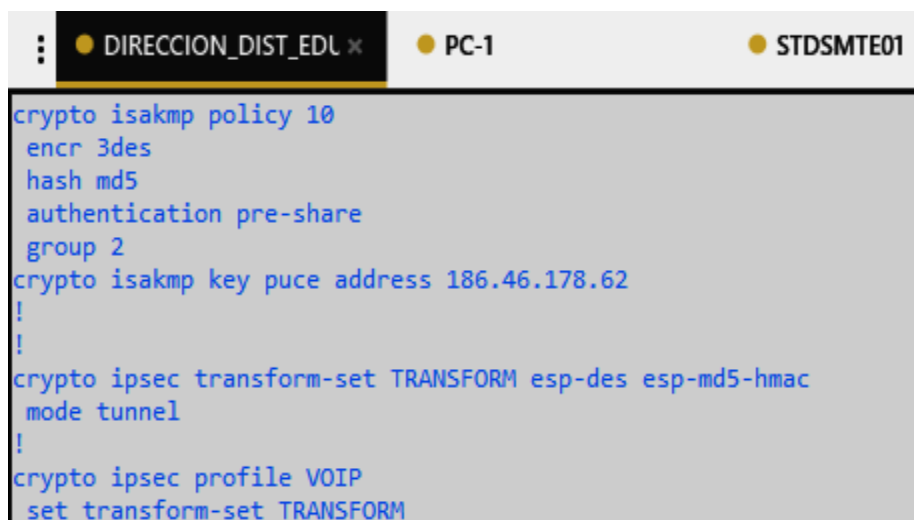


```
crypto ipsec transform-set TRANSFORM esp-des esp-md5-hmac
mode tunnel
!
crypto ipsec profile VOIP
set transform-set TRANSFORM
!
interface Tunnel0
ip address 10.253.8.10 255.255.255.252
tunnel source Ethernet0/1
tunnel mode ipsec ipv4
tunnel destination 186.46.141.26
tunnel protection ipsec profile VOIP
service-policy output QoS_voip
```

Figura 41. Configuración de Túnel GRE UE Eloy Alfaro
Fuente: Propia

5.6.6. IP Security (IP Sec)

Es un framework robusto que permite garantizar la comunicación cifrada, confidencial e íntegra, entre un enlace Punto – Punto en protocolos TCP y UDP (Vaca & Salazar-Chacón, 2020), esto se lo consigue mediante la implementación de algoritmos matemáticos y tecnologías para encriptación de claves (AES, SEAL), dentro de este procesamiento se pueden citar dos protocolos de seguridad que ayudan a cumplir este objetivo como lo son IP Authentication Header (AH), el IP Encapsulating Security Payload (ESP) y finalmente Internet Key Exchange (IKE), posterior a las configuraciones realizadas en los Router, se procede a verificar que se encuentre levantada las seguridades correspondientes a este protocolo, como se lo ilustra en la siguiente figura:



```
crypto isakmp policy 10
  encr 3des
  hash md5
  authentication pre-share
  group 2
crypto isakmp key puce address 186.46.178.62
!
!
crypto ipsec transform-set TRANSFORM esp-des esp-md5-hmac
  mode tunnel
!
crypto ipsec profile VOIP
  set transform-set TRANSFORM
```

Figura 42. IP Sec
Fuente: Propia

GRE junto con IPSec son tecnologías que funcionan como punto de partida para entornos más novedosos, automáticos e inteligentes como DMVPN (Salazar G. , 2016) SD-WAN y en general el entorno SDN basado en túneles bajo demanda (Salazar-Chacón & Marrone, 2020).

5.6.7. Calidad de Servicio QoS

Como se había revisado en capítulos anteriores, el concepto de calidad de servicio empieza a ser inherente en las redes de datos de telecomunicaciones modernas cuando por un mismo medio de transmisión se necesita pasar más de un tipo servicio o priorizar alguno de estos, por tal motivo, es necesario en el presente proyecto priorizar el tráfico de VoIP que se transmitirá en estos enlaces punto – punto entre las Unidades Educativas y la Dirección Distrital de Educación, para lo cual, es necesario realizar dichas configuraciones empleando los siguientes comandos ilustrados en la siguiente figura:

```

class-map match-all TRAFICO_VOIP
match access-group 40
!
policy-map QoS_voip
class TRAFICO_VOIP
set ip dscp ef

```

Figura 43. Calidad de Servicio QoS en UE Eloy Alfaro
Fuente: Propia

Una vez concluidas todas las configuraciones en los equipos de las Unidades Educativas así como en el de la Dirección Distrital de Educación, es recomendable proceder a verificar que los comandos de configuración que se han ingresado hayan sido debidamente guardados y a su vez que estos se encuentren ejecutados de manera correcta para garantizar el buen funcionamiento de esta nueva red convergente de datos, por lo que, se recomienda verificar el estado de los enlaces mediante los comandos que se ilustran en la siguiente figura:

```

DDE_SDT#show ip interface brief
Interface                IP-Address      OK? Method Status      Protocol
Ethernet0/0              192.168.1.1     YES NVRAM    up          up
Ethernet0/1              186.46.141.26   YES NVRAM    up          up
Ethernet0/2              unassigned      YES NVRAM    up          up
Ethernet0/2.40           192.168.0.1     YES NVRAM    up          up
NVI0                     192.168.1.1     YES unset   up          up
Tunnel0                  10.253.8.9      YES NVRAM    up          up
DDE_SDT#show arp
Protocol Address          Age (min)  Hardware Addr  Type   Interface
Internet 186.46.141.25    149       aabb.cc00.0200 ARPA   Ethernet0/1
Internet 186.46.141.26    -         aabb.cc00.0710 ARPA   Ethernet0/1
Internet 192.168.0.1      -         aabb.cc00.0720 ARPA   Ethernet0/2.40
Internet 192.168.1.1      -         aabb.cc00.0700 ARPA   Ethernet0/0
DDE_SDT#

```

Figura 44. Calidad de Servicio QoS en Dirección Distrital de Educación
Fuente: Propia

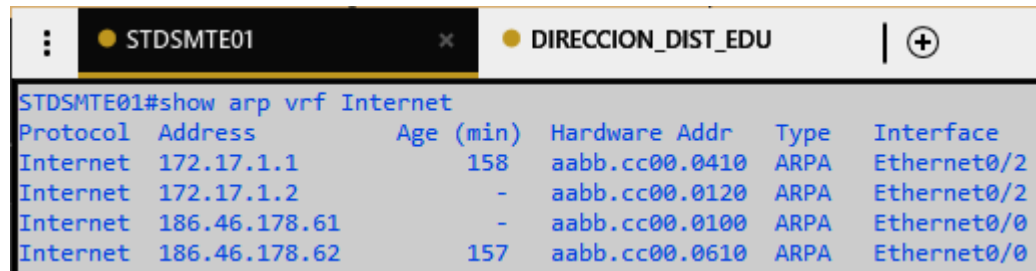
5.7. Verificación de Operatividad de la Red Convergente

Para validar que el diseño planteado en el presente proyecto cumpla con todos los requerimientos necesarios para converger por un mismo enlace de telecomunicaciones los servicios de Internet con los servicios de telefonía VoIP, se procederá a verificar de manera física y lógica mediante la emulación de la red de datos diseñada para el propósito planteado, para lo cual, a continuación se procede a realizar capturas de pantalla, las mismas que nos permitirán evidenciar que se establezcan las comunicaciones en los enlaces punto - punto tanto para el servicio de Internet como VoIP, así como también se emulará una llamada telefónica dentro de esta red convergente de datos.

5.7.1. Pruebas del servicio de Internet

Las configuraciones para los enlaces de Internet para las diferentes Unidades Educativas así como la Dirección Distrital de Educación se encuentran establecidas mediante un servicio IPoE, el mismo que establece una conectividad WAN entre los clientes y su ISP (CNT-EP) mediante el empleo de una IP pública estática, por tal motivo, este direccionamiento IP no puede ser modificado en ninguno de los Router existentes, para fines didácticos de esta emulación se considerará el uso de un direccionamiento IPv4 estático para la comunicación entre los Router del ISP (CNT-EP) con cada uno de los Routers de las Unidades Educativas, este direccionamiento será configurado en el puerto WAN de cada Router, una vez

realizado este proceso de configuración se debe verificar la conexión hacia el ISP y el Router del cliente, como se puede evidenciar en la siguiente figura:



Protocol	Address	Age (min)	Hardware Addr	Type	Interface
Internet	172.17.1.1	158	aabb.cc00.0410	ARPA	Ethernet0/2
Internet	172.17.1.2	-	aabb.cc00.0120	ARPA	Ethernet0/2
Internet	186.46.178.61	-	aabb.cc00.0100	ARPA	Ethernet0/0
Internet	186.46.178.62	157	aabb.cc00.0610	ARPA	Ethernet0/0

Figura 45. Prueba de Servicio de Internet
Fuente: Propia

De igual manera, para garantizar que el enlace Punto - Punto se encuentre operativo, procedemos a validar esta conexión WAN mediante líneas de comando dentro del Router que permitan evidenciar el cruce de información entre estos dos puntos, como se ilustra en la siguiente figura:



UE_ELOY_ALFARO#ping 172.17.1.1	
Type escape sequence to abort.	
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 172.17.1.1, timeout is 2 seconds:	
!!!!	
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 1/4/5 ms	
UE_ELOY_ALFARO#ping 192.168.0.1	
Type escape sequence to abort.	
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.0.1, timeout is 2 seconds:	
!!!!	
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 3/5/7 ms	

Figura 46. Prueba de Servicio de Internet en UE Eloy Alfaro
Fuente: Propia

5.7.2. Pruebas del servicio VoIP

Tomando en consideración lo acotado en párrafos anteriores, para evidenciar el buen funcionamiento de este nuevo servicio que se desea implementar en la red de telecomunicaciones existentes en las diferentes Unidades Educativas, y una vez realizadas todas las configuraciones expuestas en el presente capítulo, de igual manera se procede a ingresar comandos de Troubleshooting dentro de las líneas de comandos de los Router, pero esta vez enfocados a la dirección IPv4 de VoIP, con lo que, se evidenciará en esta ocasión la conexión entre las terminales telefónicas y el servidor ISSABEL, como se muestra en la siguiente figura:

The figure consists of two screenshots of network device command-line interfaces. The top screenshot shows the configuration of a device named UE_ELOY_ALFARO. The bottom screenshot shows the configuration of a device named DDE_SDT.

Top Screenshot: UE_ELOY_ALFARO

```
UE_ELOY_ALFARO#show arp
Protocol Address      Age (min) Hardware Addr  Type   Interface
Internet 186.46.178.61    55    aabb.cc00.0100  ARPA   Ethernet0/1
Internet 186.46.178.62    -    aabb.cc00.0610  ARPA   Ethernet0/1
Internet 192.168.0.13     -    aabb.cc00.0620  ARPA   Ethernet0/2
Internet 192.168.0.14     3    000c.29fb.a312  ARPA   Ethernet0/2
Internet 192.168.1.1     -    aabb.cc00.0600  ARPA   Ethernet0/0
Internet 192.168.1.2    92    0050.7966.6801  ARPA   Ethernet0/0

UE_ELOY_ALFARO#ping 192.168.0.14
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.0.14, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 1/4/6 ms
UE_ELOY_ALFARO#ping 192.168.0.4
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.0.4, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 6/6/7 ms
UE_ELOY_ALFARO#
```

Bottom Screenshot: DDE_SDT

```
DDE_SDT#show arp
Protocol Address      Age (min) Hardware Addr  Type   Interface
Internet 186.46.141.25    45    aabb.cc00.0200  ARPA   Ethernet0/1
Internet 186.46.141.26    -    aabb.cc00.0710  ARPA   Ethernet0/1
Internet 192.168.0.1     -    aabb.cc00.0720  ARPA   Ethernet0/2.40
Internet 192.168.0.2    12    0050.56c0.0003  ARPA   Ethernet0/2.40
Internet 192.168.0.3     4    000c.29a5.9b44  ARPA   Ethernet0/2.40
Internet 192.168.0.4     0    000c.292b.8805  ARPA   Ethernet0/2.40
Internet 192.168.1.1     -    aabb.cc00.0700  ARPA   Ethernet0/0

DDE_SDT#ping 192.168.0.4
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.0.4, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 1/1/2 ms
DDE_SDT#
```

Figura 47. Prueba de Servicio VoIP
Fuente: Propia

5.7.3. Emulación de Llamada Telefónica ISSABEL

Una vez culminada la configuración en los diferentes equipos de telecomunicaciones que integran la nueva red convergente planteada, se procede a emular una llamada telefónica, lo cual, nos permitirá evidenciar el funcionamiento efectivo que se pretende alcanzar con la implementación del presente estudio, a continuación, se presenta la figura correspondiente al establecimiento de comunicación entre los dos terminales de VoIP.

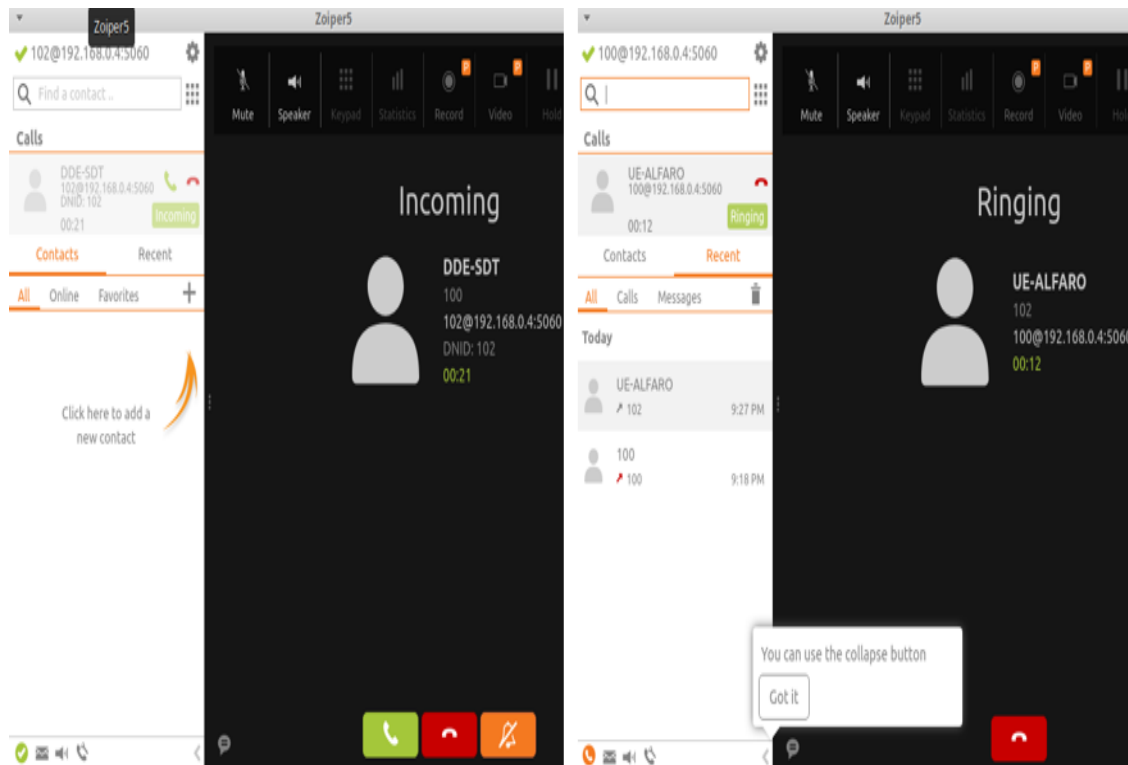


Figura 48. Emulación Llamada Telefónica
Fuente: Propia

5.7.4. Pruebas de calidad de servicio

Las políticas para priorización de tráfico necesarias para establecer la calidad de servicio en los Router y de esta manera garantizar la calidad en la transmisión de datos en los enlaces Punto – Punto que han sido propuestas para implementarse en las Unidades Educativas y la Dirección Distrital de Educación , fueron basadas en la importancia que tiene el tráfico de voz relacionado al servicio de Internet, por tal motivo, es necesario evidenciar que el tráfico para la telefonía VoIP se transmita lo más parecido a tiempo real, para de esta manera garantizar que las comunicaciones de extremo a extremo sean de buena calidad, es decir, que no sufran de problemas como: cortes, retardos, voz distorsionada, entre otros; por lo que, se procede a evidenciar mediante la siguiente figura lo acotado:

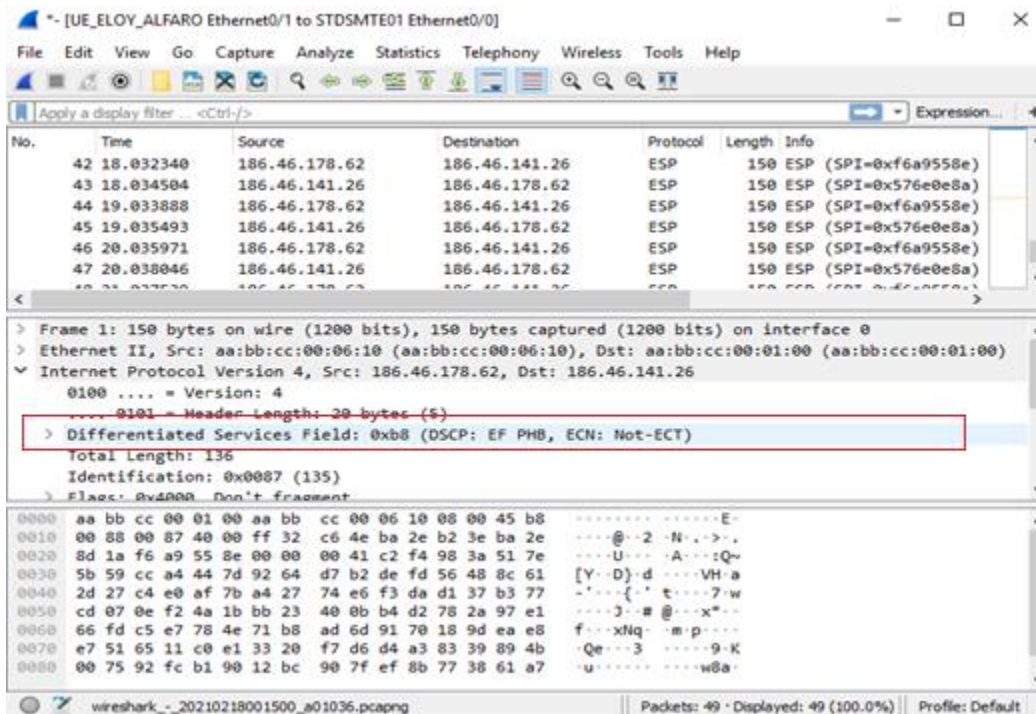


Figura 49. Prueba de Calidad de Servicio – DSCP EF
Fuente: Propia

Categoría del PHB	Descripción
Predeterminado	- Se utiliza para el servicio de mejor esfuerzo. - Los bits de la izquierda equivalen a 000xxx
Reenvío acelerado (EF)	- Se utiliza para el servicio de poca demora que proporciona un servicio de baja pérdida, baja latencia, fluctuación baja y ancho de banda asegurado para aplicaciones como voz y video. - Los bits de la izquierda equivalen a 101xxx
(AF) de envío seguro	- Se utiliza para el servicio de ancho de banda garantizado. - Define 4 subclases (AF1, AF2, AF3, y AF4). - Los bits de la izquierda igualan a 001xxx, 010xxx, 011xxx, o 100xxx
Selector de clase	- Se utiliza para compatibilidad retrospectiva con dispositivos que cumplen con non-DiffServ. - Los bits 2 a 4 de DSCP igualan a xxx 000.

*Figura 50. Categorías de comportamiento por Salto en QoS
(Salazar G. , 2016)*

Para brindar una mejor explicación a este concepto, véase la Figura 50, aquí se evidencia mediante una tabla que, a un determinado tráfico que se requiera transmitir de manera prioritaria por la red de datos se le debe colocar la etiqueta EF (exclusivo para voz y video), lo cual, significa que los Router deben priorizar esta información, mientras que el resto de tráfico tendrá un tratamiento convencional al momento de ser transmitido por la red.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Posterior a los trabajos realizados en la presente tesis se puede llegar a las siguientes conclusiones:

El diseño de la red informática, así como su emulación, permite garantizar el funcionamiento efectivo y real, al momento de implementarse en la Dirección Distrital de Educación de la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, ya que queda demostrado su operatividad mediante el protocolo de pruebas realizadas para cada uno de los procesos desarrollados en la emulación, cabe indicar que, por la pandemia que se está viviendo a nivel mundial no se pudieron emular los escenarios reales de tráfico así como consumos de ancho de banda, por lo que, únicamente con la emulación se logra garantizar que las comunicaciones entre los servicios de Internet y VoIP se establecen de manera fiable y prioritaria.

Se llega a la conclusión que, las Unidades Educativas y la Dirección Distrital de Educación cuentan con equipamiento informático y enlaces de conexión a Internet muy sofisticados, sin embargo, en lo que respecta a los Router, se encuentran subutilizadas sus características técnicas ya que no se ha aprovechado para converger los servicios de telecomunicaciones existentes, pero a su vez este equipamiento en conjunto permite que el presente proyecto sea viable para su ejecución, ya que adicionalmente la convergencia de estas redes les permite a estas entidades públicas ser más eficientes en el ámbito económico y educativo.

Se concluye que, la red informática propuesta permite un crecimiento progresivo para nuevos servicios a incorporarse, así como la posibilidad de integrar nuevas Unidades Educativas, siempre y cuando se realice el estudio pertinente del consumo de ancho de banda real de manera independiente en cada uno de los enlaces existentes, de la misma manera garantiza la protección de los datos transmitidos por la red mediante la implementación de protocolos de seguridad de redes informáticas.

Se puede concluir que, el diseño propuesto en el presente documento garantiza la priorización del tráfico de telefonía VoIP, ya que se ha evidenciado de manera gráfica las etiquetas correspondientes al marcado de tráfico, mediante la implementación de políticas de calidad de servicio durante la emulación de la red convergente.

Se llega a la conclusión que, se puede aprovechar la red informática existente en la Dirección Distrital de Educación en la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas para la creación de túneles GRE con IPSec para poder cursar de manera segura y eficiente cualquier tipo de información con las Unidades Educativas, convirtiendo a esta en una red convergente para multiservicios, que permita una comunicación más estable, económica y personalizada para las diferentes tareas a realizarse en esta entidad pública.

RECOMENDACIONES

Es necesario realizar un diseño óptimo de recursos de la telefonía IP, así como de configuraciones de Issabel, para evitar el congestionamiento de llamadas entrantes / salientes dentro y fuera de su red interna, así como la creación de una temporización de duración de llamadas.

Para la optimización de recursos de ancho de banda en la red de datos de las Unidades Educativas, es necesario que se dote de terminales de VoIP que vengan incorporados con características técnicas de CODEC para la voz humana, así como el Voice Activity Detection, el mismo que permite bloquear la transmisión de datos en tiempos muertos o de silencio.

Para la creación de las conexiones privadas entre las Unidades Educativas y la Dirección Distrital de Educación a través del Internet, se podría implementar nuevas tecnologías existentes, como lo son: DMVPN y SDWAN, ya que estas no sólo permiten mejor procesamiento, sino también que, establecen mayor seguridad en los datos y el mantenimiento para el administrador de redes es mucho más sencillo.

En la actualidad existe un gran número de terminales tecnológicos y servidores, que cumplen con los atributos necesarios para implementarse en la red convergente propuesta, sin embargo, se recomienda la adquisición de los equipos detallados en el presente proyecto, basándonos en un enfoque de procesamiento y vida útil de los equipos.

BIBLIOGRAFÍA:

- Asamblea Nacional. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Montecristi. Obtenido de <https://www.wipo.int/edocs/lexdocs/laws/es/ec/ec030es.pdf>
- Balsa G., C. (2013). *Emulación de REdes CISCO con GNS3*. Obtenido de http://www.adminso.es/recursos/Proyectos/PFM/2013_14/PFM_Aprende_GNS/Proyecto_Aprende_a_emular_redes_cisco_con_GNS3.pdf
- Castillo M., C., & Forero R., F. (27 de noviembre de 2012). *Caracterización de IPv6*. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/tecn/v17n36/v17n36a10.pdf>
- Coto Cortés, A. (2008). *Capa de Transporte*. Obtenido de http://www.ie.tec.ac.cr/acotoc/CISCO/R&S%20CCNA1/R&S_CCNA1_ITN_Chapter7_Capa%20de%20transporte.pdf
- Dell. (s.f.). *Inspiron 15 5000*. Obtenido de <https://www.dell.com/ec/p/inspiron-15-5565-laptop/pd>
- Gómez, R. (21 de octubre de 2013). *Slideshare*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/magssrl/si3-fibra-optica>
- Gordón, A., & Salazar-Chacón, G. (2020). DRP Analysis: Service Outage in Data Center due to Power Failures. *2020 11th IEEE Annual Information Technology, Electronics and Mobile Communication Conference (IEMCON)*, 0182-0187. doi:10.1109/IEMCON51383.2020.9284920
- GrandStream Networks, Inc. (2020). *Grandstream Connecting the World*. Obtenido de <http://www.grandstream.com/products/ip-voice-telephony/basic-ip-phones/product/gxp1620/gxp1625>
- Jesús, D. Á. (diciembre de 2015). *Despliegue de una red IP/MPLS para un ISP*. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/288500978.pdf>
- Jímenez, L. (06 de junio de 2019). *Huawei*. Obtenido de <https://forum.huawei.com/enterprise/es/conociendo-el-modo-de-operaci%C3%B3n-de-una-vpn-para-intranet/thread/535321-100233>
- Lara, A. (2009). *Loagarro*. Obtenido de <http://loagarro.blogspot.com/2009/09/granja-de-servidores.html>
- Lizarraga, H. (01 de mayo de 2015). *Curso en línea CCNA1*. Obtenido de <https://sites.google.com/site/cursoonlineaccna1/unidad-1-la/1-3-la-red-como-plataforma/1-3-3-redes-convergentes>

- López Beltrán, B. A. (06 de Julio de 2020). *Sistema de monitoreo y control parental para redes de área local*. Obtenido de http://192.188.46.193/bitstream/123456789/79298/2/885%20%20%20perfil_bryan_alejandro_lopez_beltran-electronica.pdf
- Matos, J. (12 de enero de 2015). *CCNA Exploration Aspectos Básicos de Networking*. Obtenido de <https://fdocuments.ec/document/jose-matos-ccnamcsa-1-ccna-exploration-aspectos-basicos-de-networking-capitulo-01-vida-en-el-mundo-centrado-en-la-red.html>
- Medrano Ch., L., & Ramos C., S. (mayo de 2011). *Diseño e implementación de un portotipo de red combinada de video vigilancia utilizando tecnología BPL, ethernet para el laboratorio LTI*. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/3797/1/CD-3577.pdf>
- Muñoz M, Á. (22 de mayo de 2019). *Tech Club Tajamar*. Obtenido de <https://techclub.tajamar.es/red-mpls/>
- Naranjo, E., & Salazar Ch., G. D. (2017). Underlay and overlay networks: The approach to solve addressing and segmentation problems in the new networking era: VXLAN encapsulation with Cisco and open source networks. *2017 IEEE Second Ecuador Technical Chapters Meeting (ETCM)*, 1-6. doi:10.1109/ETCM.2017.8247505
- Pedro, S. (07 de diciembre de 2016). *Xataka SmartHome*. Obtenido de <https://www.xatakahome.com/la-red-local/el-video-en-streaming-responsable-del-70-del-ancho-de-banda-consumido>
- Peres, W. (2008). *ReachGate*. Obtenido de https://www.researchgate.net/figure/Fuente-Elaboracion-propia-con-base-en-OCDE-Information-Technology-Outlook-2008-Cisco_fig1_267962184
- Pineda, L. (25 de febrero de 2009). *SlideShare*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/lujopipe/capa-de-sesion-1068463>
- Router-Switch.com. (s.f.). *C881-K9*. Obtenido de <https://www.router-switch.com/cisco-c881-k9-p-5638.html>
- Salazar Ch, G. D., Venegas, C., & Marrone, L. (2019). MQTT-Based Prototype Rover with Vision-As-A-Service (VAAS) in an IoT Dual-Stack Scenario. *2019 Sixth International Conference on eDemocracy & eGovernment (ICEDEG)*, 344-349. doi:10.1109/ICEDEG.2019.8734341
- Salazar Ch., G. D., Venegas, C., Baca, M., Rodriguez, I., & Marrone, L. (2018). Open Middleware proposal for IoT focused on Industry 4.0. *2018 IEEE 2nd Colombian*

- Conference on Robotics and Automation (CCRA)*, 1-6.
doi:10.1109/CCRA.2018.8588117
- Salazar Ch., G., Naranjo, E., & Marrone, L. (2018). SDN-Ready WAN networks: Segment Routing in MPLS-Based Environments. *2018 9th IEEE Annual Ubiquitous Computing, Electronics & Mobile Communication Conference (UEMCON)*, 173-178. doi:10.1109/UEMCON.2018.8796613
- Salazar Chacón, G., & Chafla Altamirano, G. (2015). *EMPLEO DE PATH-CONTROLTOOLS EN UNA RED EMPRESARIAL MODERNA MEDIANTE POLÍTICAS DE ENRUTAMIENTO*. *3C Tecnología. Glosas De Innovación Aplicadas a La Pyme*, 4(1), 1-18. Obtenido de <http://ojs.3ciencias.com/index.php/3ctecnologia/>
- Salazar, G. (15 de Febrero de 2016). *Direccionamiento IPv6 - Bases y Fundamentos*. Obtenido de <https://supportforums.cisco.com/blog/12914981/direccionamientoipv6-bases-yfundamentos>
- Salazar, G. (30 de Septiembre de 2016). *Fundamentos de QoS - Calidad de Servicio en Capa 2 y Capa 3*. Obtenido de <https://community.cisco.com/t5/blogs-routing-y-switching/fundamentos-de-qos-calidad-de-servicio-en-capa-2-y-capa-3/ba-p/3103715>
- Salazar, G. (30 de Septiembre de 2016). *Introducción a DMVPN - Dynamic Multipoint VPN Fase 1 y Fase 2*. (C. C. Support, Ed.) Obtenido de <https://community.cisco.com/t5/blogs-routing-y-switching/introducci%C3%B3n-a-dmvpn-dynamic-multipoint-vpn-fase-1-y-fase-2/ba-p/3103707>
- Salazar-Chacón, G. D., & Marrone, L. (2020). OpenSDN Southbound Traffic Characterization: Proof-of-Concept Virtualized SDN-Infrastructure. *2020 11th IEEE Annual Information Technology, Electronics and Mobile Communication Conference (IEMCON)*, 0282-0287. doi:10.1109/IEMCON51383.2020.9284938
- Staff High Tech Editores. (24 de febrero de 2017). *Infochannel*. Obtenido de <https://www.infochannel.info/inclusion-social-y-crecimiento-economico-traves-del-acceso-internet>
- Togo, A. (01 de mayo de 2017). *Interpolados*. Obtenido de <https://interpolados.wordpress.com/2017/05/01/etiquetado-de-tramas-de-ethernet-para-la-identificacion-de-vlan/>
- Tolosa, G. (04 de agosto de 2017). *Protocolos y Modelo OSI*. Obtenido de https://sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2017-08-04_09-52-51141670.pdf

Vaca, J. E., & Salazar-Chacón, G. D. (2020). VXLAN-IPSec Dual-Overlay as a Security Technique in Virtualized Datacenter Environments. *2020 IEEE ANDESCON*, 1-6. doi:10.1109/ANDESCON50619.2020.9272160

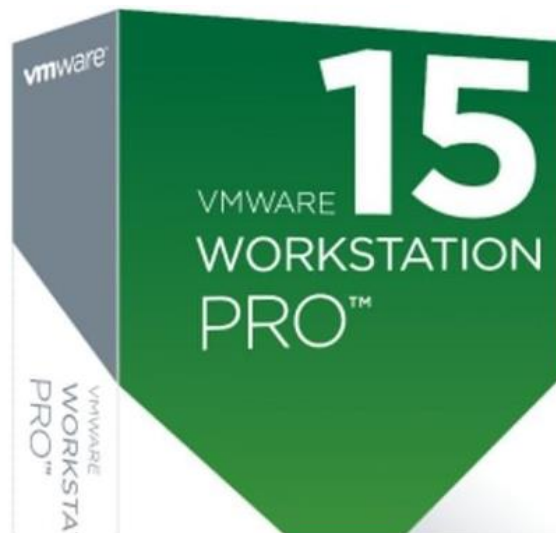
ANEXOS

A continuación, se procede a detallar las instalaciones y configuraciones de los diferentes softwares utilizados para la emulación del presente proyecto, procesos que se describen a continuación:

INSTALACIÓN DE VMWare

A continuación, se presenta una herramienta informática muy importante para la creación de máquinas informáticas virtuales, las mismas que emulan todas las características físicas, así como los procesamiento de un equipo real, se recomienda la descarga de este software mediante el uso del siguiente link:

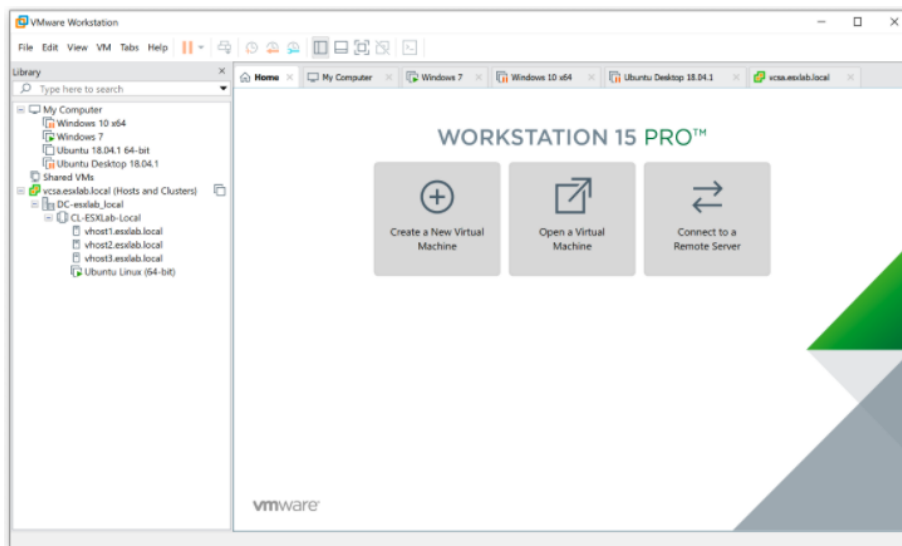
<https://www.vmware.com/latam/products/workstation-pro/workstation-pro-evaluation.html>



Dentro de los requerimientos y funcionalidades que debe tener nuestro equipo informático se deben tomar en consideración los siguientes:

- Memoria RAM Superior a 2GB.
- Disco Duro con espacio libre por cada máquina virtual a crear mínimo 1GB.
- Soporta tecnología NAT.
- Procesador de arquitectura de 64 bits a 1.3 GHz.
- Se pueden instalar Sistemas Operativos Windows y Linux.

La instalación de este software es de manera muy sencilla, se deben seguir cada uno de los pasos indicados por el fabricante y se procede a aceptar los términos y condiciones solicitados previo a la instalación, al igual que cualquier otro software de instalación en los equipos informáticos. Una vez terminado este proceso, VMware se encuentra listo para la creación de las máquinas virtuales que el usuario desee.



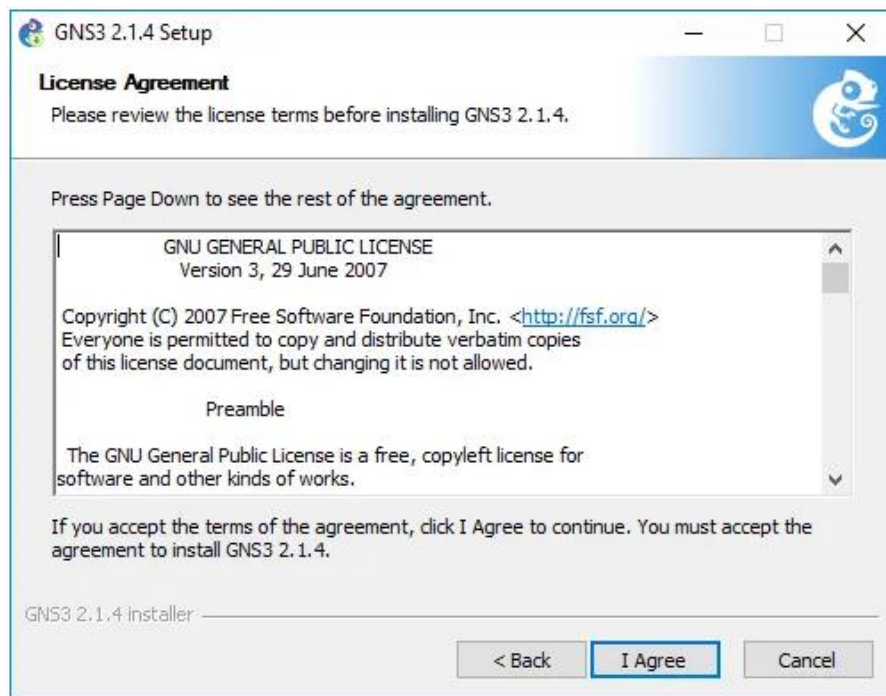
Finalmente, posterior a la instalación del software VMware pro 15, se procede con la instalación de los siguientes software para alcanzar la emulación del presente proyecto.

INSTALACIÓN DE GNS3

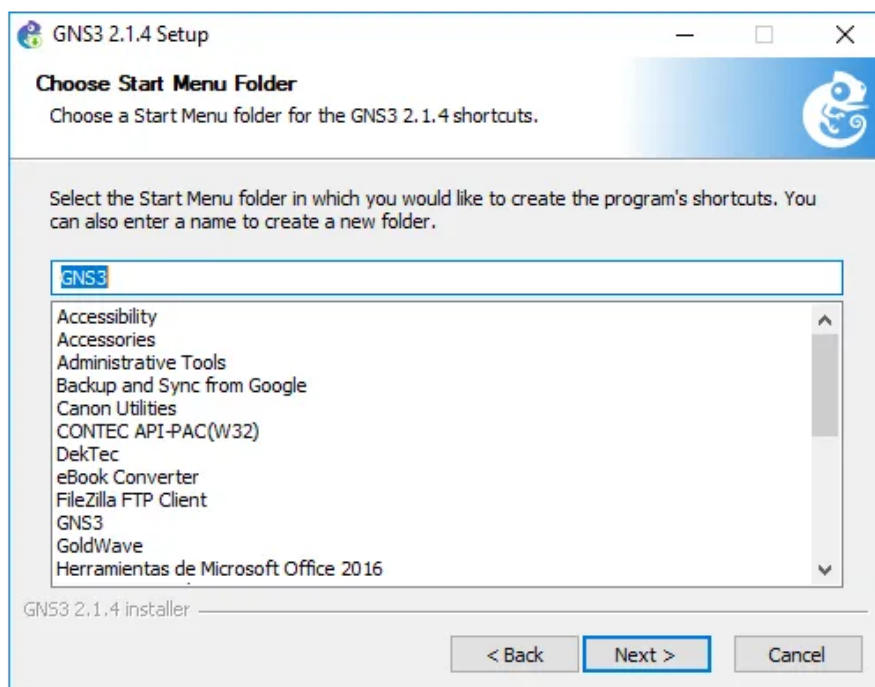
Es un software basado en Python, el cual contiene librerías de Dynagen la cual permite la creación de una interfaz gráfica GUI con soporte de Dynamips, entre estos dos es posible realizar el diseño de topologías de red, capturas de paquetes mediante wireshark, interfaz de líneas de comando, etc., a continuación, se presenta los requisitos que debe cumplir el computador para que el software GNS3 funcione con normalidad:

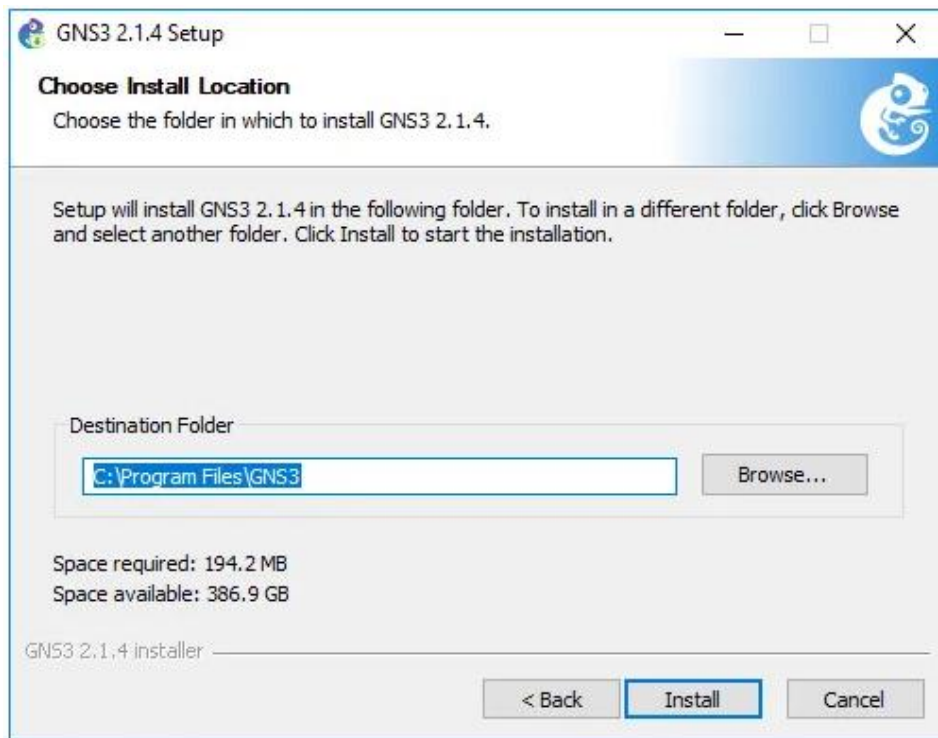
- Windows 7 o superior.
- Memoria RAM de 4 GB o más.
- CPU de 64 bits.
- Espacio en disco duro 1 GB.

El software GNS3 se lo puede descargar de manera segura mediante el uso del siguiente link: <https://www.gns3.com/>.

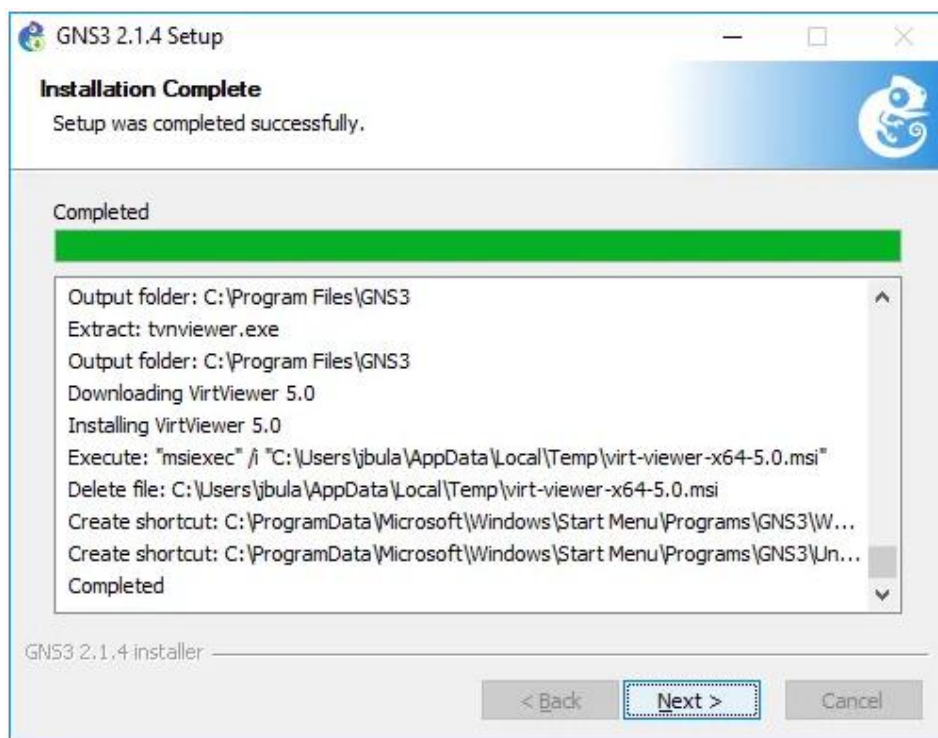


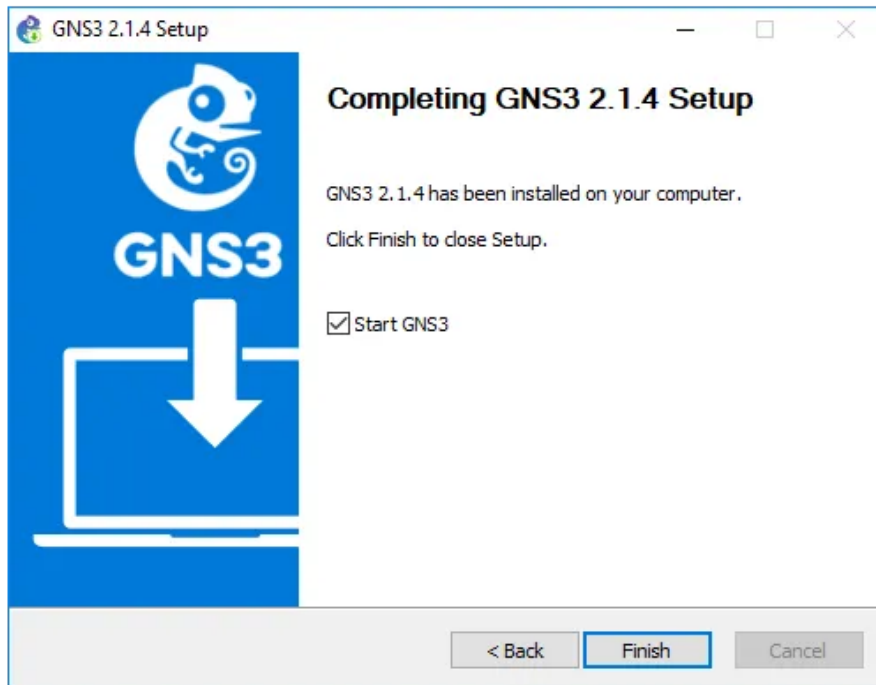
Es recomendable direccionar a una carpeta de nuestra preferencia, donde se procederá a instalar el software con todas sus características.



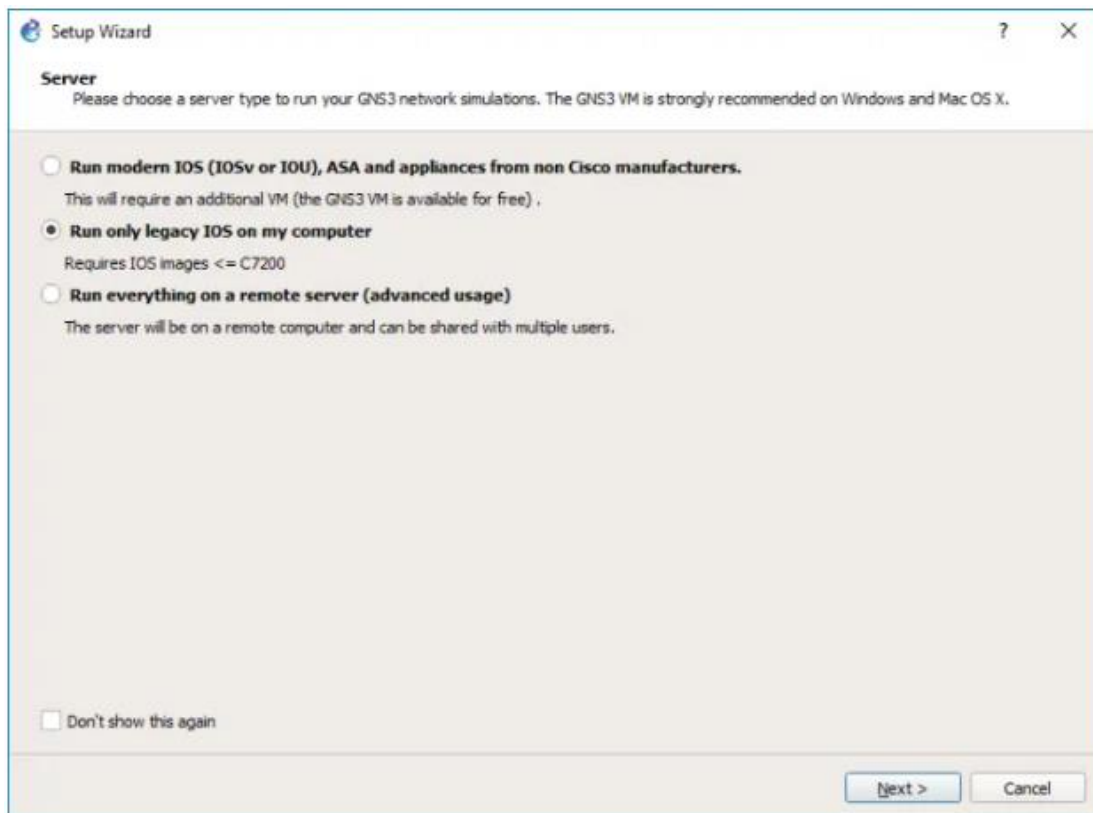


En las siguientes opciones que se vendrán presentando, se debe dar click en la opción next para continuar con el proceso de instalación normal del software, hasta llegar al mensaje de que la instalación ha sido realizada satisfactoriamente.

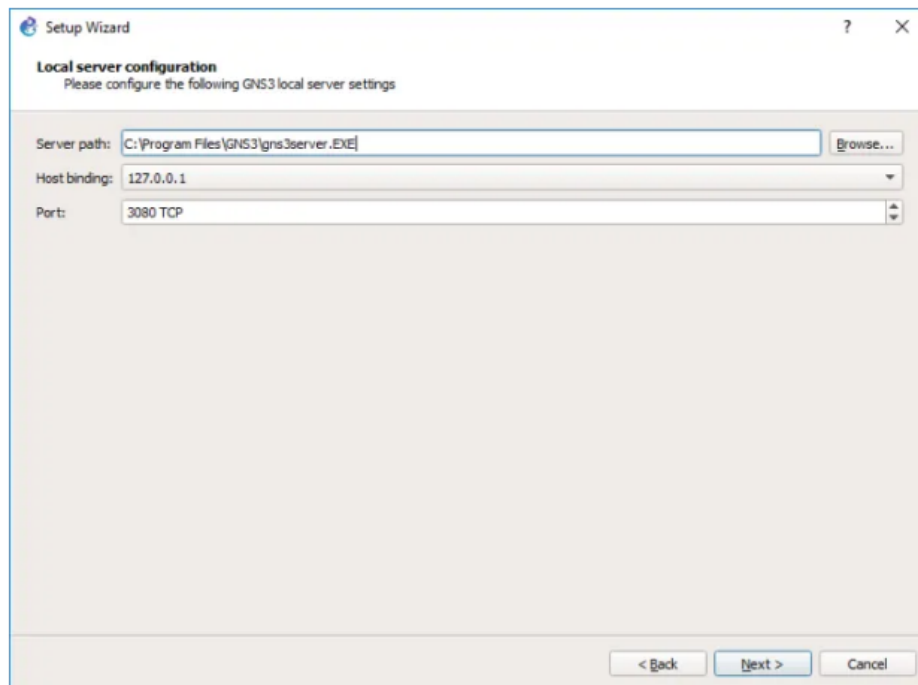




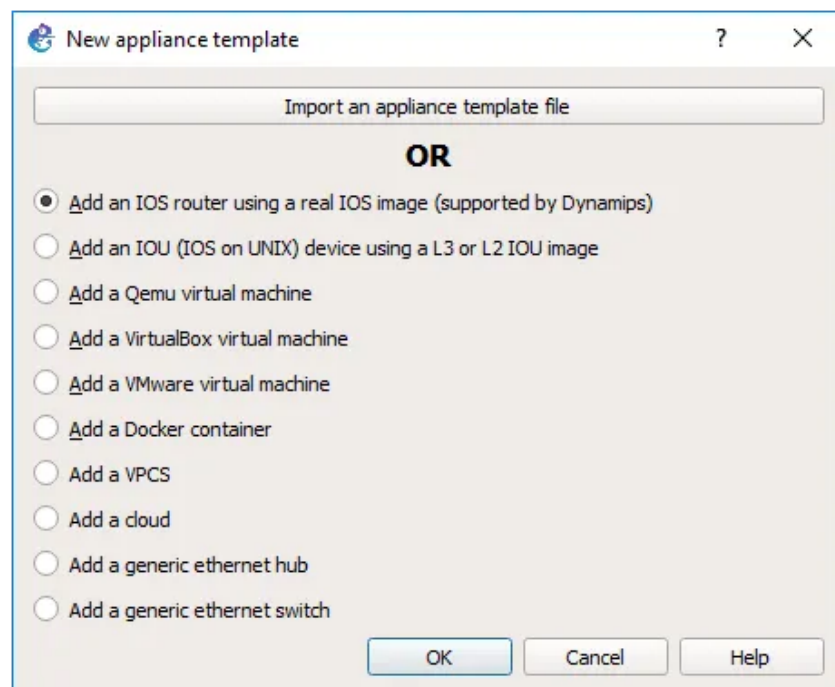
Se debe continuar con la configuración de la interfaz gráfica para los usuarios mediante la herramienta de Setup Wizard, esto permitirá crear una base de datos de todas las imágenes IOS, esto se lo puede realizar mediante el uso de una máquina virtual o de algún servidor.



Se procede a llenar los campos con la información correspondiente a la dirección donde se encuentra el ejecutable de GNS3, la dirección IPv4 127.0.0.1 y el puerto asociado para la aplicación 3080 TCP.



Este procedimiento permitirá crear las imágenes IOS para GNS3 mediante el uso del servidor Local GNS3 que ya ha sido configurado en pasos anteriores, a continuación se explica este procedimiento para un Router Cisco 7200.



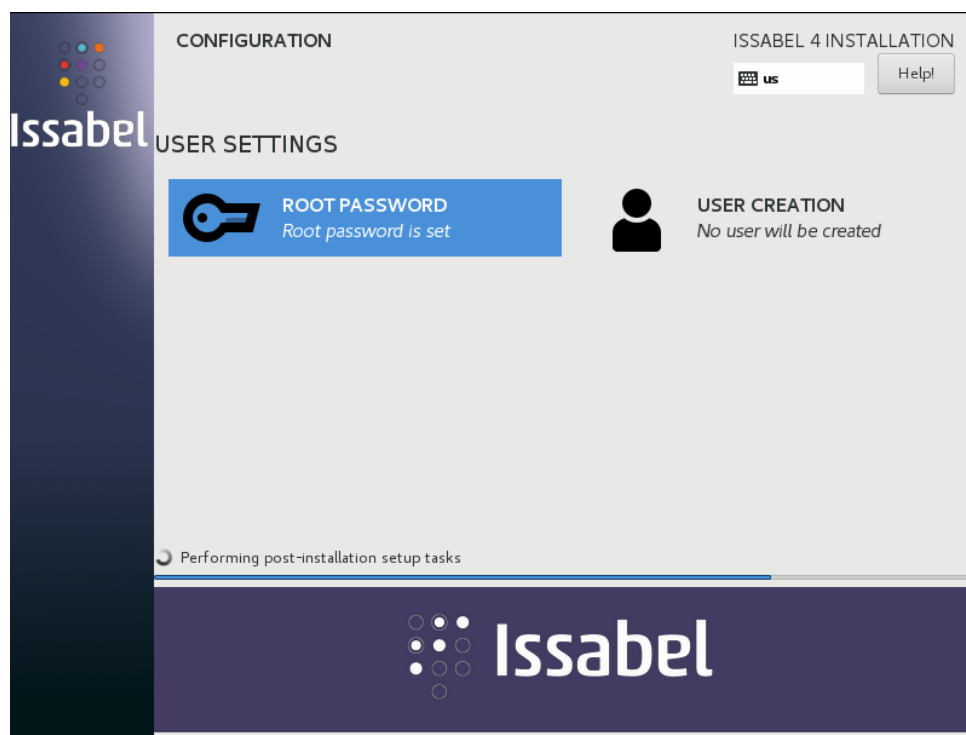
INSTALACIÓN DE ISSABEL PHONE SYSTEM

Es un software basado en Elastix con núcleo de VoIP Asterix, con lo cual, se puede utilizar las herramientas de comunicaciones unificadas y de colaboración, sin embargo, es necesario cumplir con los siguientes requisitos para el computador para ver la factibilidad de proceder con la instalación del software, los cuales se procede a detallar a continuación:

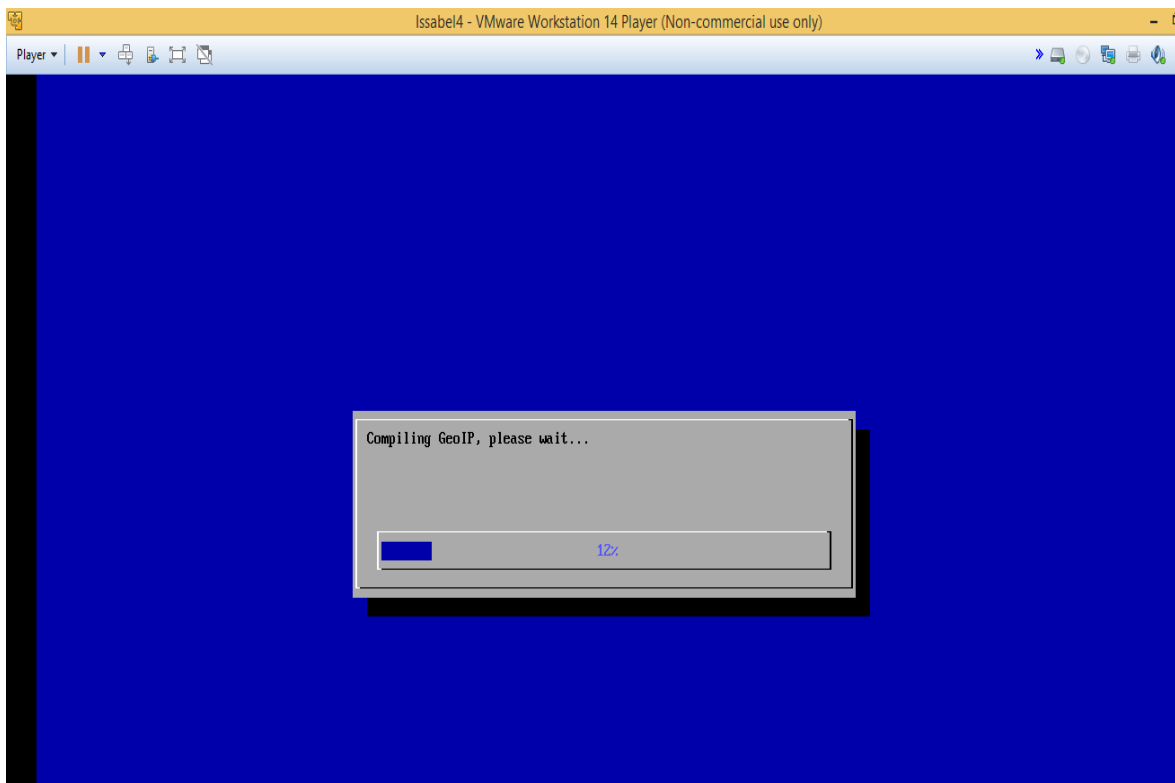
- Windows 10.
- Memoria RAM de 4 GB o más.
- CPU de 64 bits.

Proceso de instalación

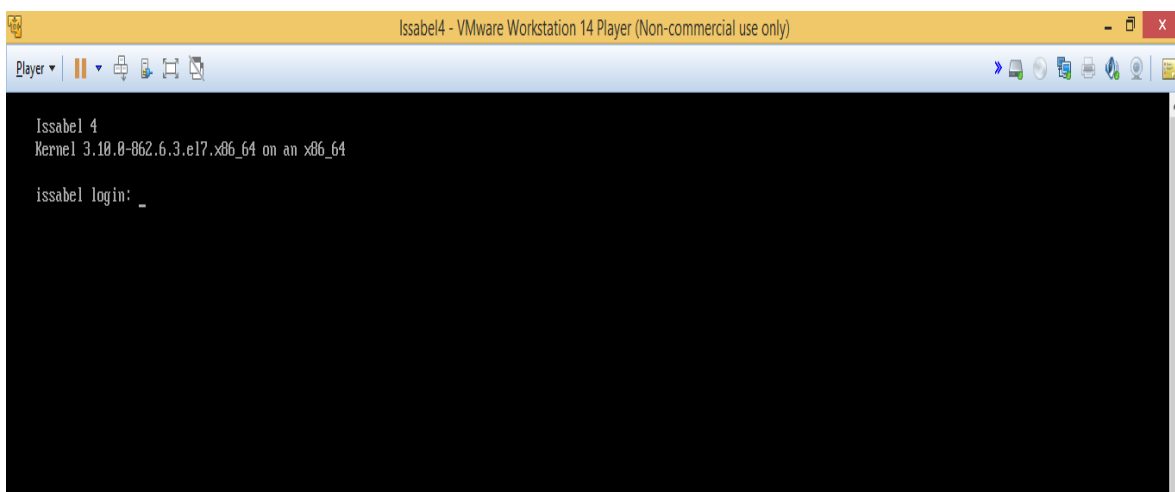
Posterior a la descarga del software Issabel Phone System en la dirección: <https://www.issabel.org/> se puede proceder con la instalación y configuración del software en el computador de la siguiente manera:



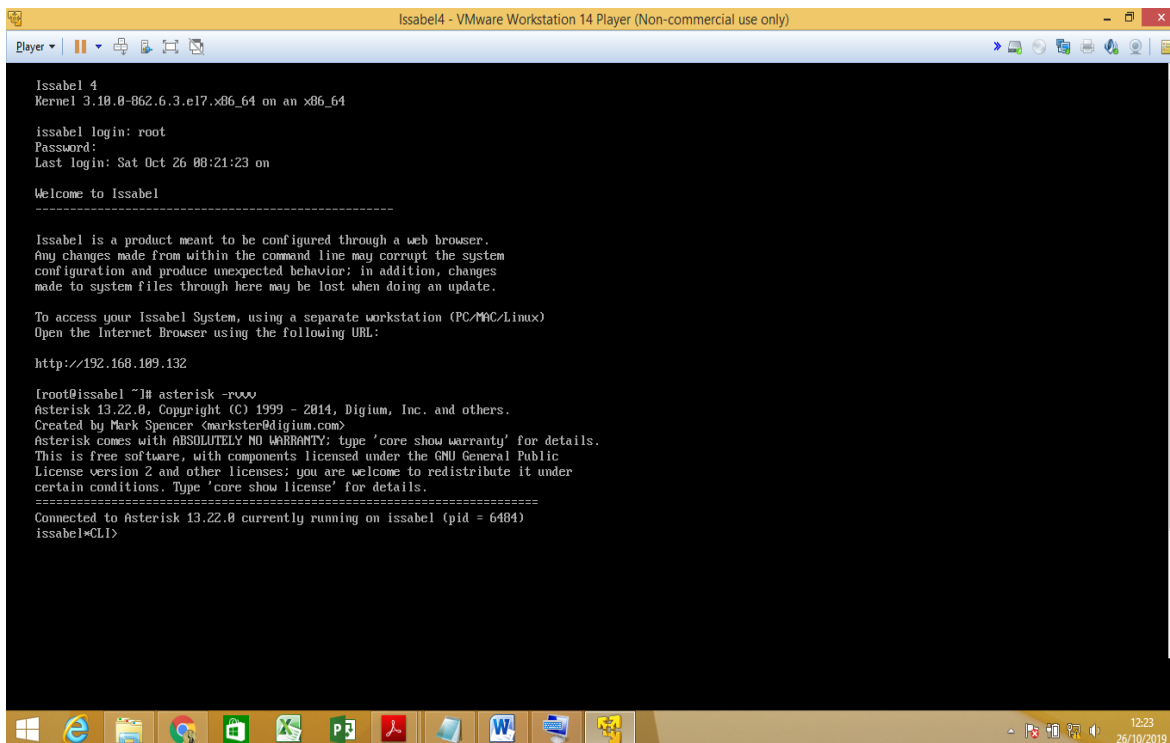
Luego de la configuración del usuario de autenticación para administración y gestión del software, se procede con la compilación del mismo.



Se ingresa al software mediante el ingreso de las credenciales configuradas (usuario y contraseña) para proceder con la configuración de los recursos que se desarrollarán mediante Issabel.



Se verifica que el software Issabel Phone no presente errores durante el proceso de arranque del mismo, para continuar con la instalación del mismo.



```
Issabel 4
Kernel 3.10.0-862.6.3.el7.x86_64 on an x86_64

issabel login: root
Password:
Last login: Sat Oct 26 08:21:23 on

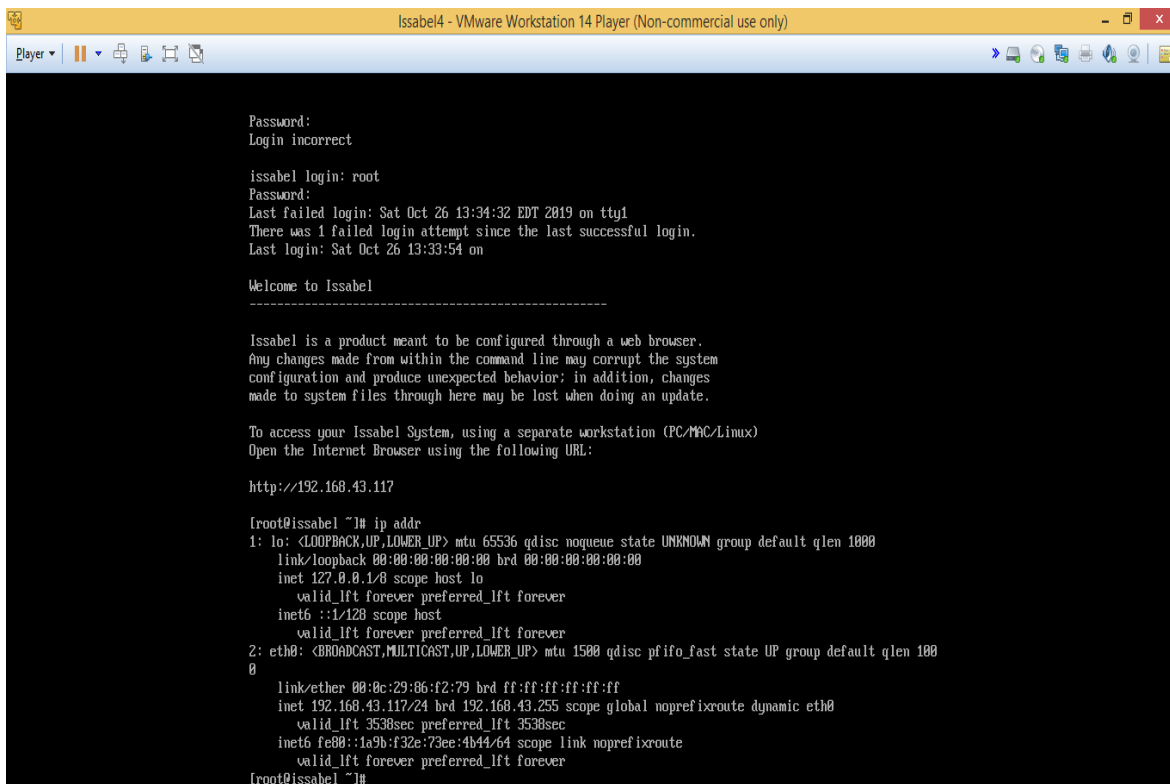
Welcome to Issabel
-----

Issabel is a product meant to be configured through a web browser.
Any changes made from within the command line may corrupt the system
configuration and produce unexpected behavior; in addition, changes
made to system files through here may be lost when doing an update.

To access your Issabel System, using a separate workstation (PC/MAC/Linux)
Open the Internet Browser using the following URL:

http://192.168.109.132

[root@issabel ~]# asterisk -vvvv
Asterisk 13.22.0, Copyright (C) 1999 - 2014, Digium, Inc. and others.
Created by Mark Spencer <markster@digium.com>
Asterisk comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY; type 'core show warranty' for details.
This is free software, with components licensed under the GNU General Public
License version 2 and other licenses; you are welcome to redistribute it under
certain conditions. Type 'core show license' for details.
=====
Connected to Asterisk 13.22.0 currently running on issabel (pid = 6404)
issabel*CLI>
```



```
Password:
Login incorrect

issabel login: root
Password:
Last failed login: Sat Oct 26 13:34:32 EDT 2019 on tty1
There was 1 failed login attempt since the last successful login.
Last login: Sat Oct 26 13:33:54 on

Welcome to Issabel
-----

Issabel is a product meant to be configured through a web browser.
Any changes made from within the command line may corrupt the system
configuration and produce unexpected behavior; in addition, changes
made to system files through here may be lost when doing an update.

To access your Issabel System, using a separate workstation (PC/MAC/Linux)
Open the Internet Browser using the following URL:

http://192.168.43.117

[root@issabel ~]# ip addr
1: lo: <LOOPBACK,UP,LOWER_UP> mtu 65536 qdisc noqueue state UNKNOWN group default qlen 1000
    link/loopback 00:00:00:00:00:00 brd 00:00:00:00:00:00
    inet 127.0.0.1/8 scope host lo
        valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 ::1/128 scope host
        valid_lft forever preferred_lft forever
2: eth0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc pfifo_fast state UP group default qlen 1000
    link/ether 08:0c:29:86:f2:79 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 192.168.43.117/24 brd 192.168.43.255 scope global noprefixroute dynamic eth0
        valid_lft 3538sec preferred_lft 3538sec
    inet6 fe80::1a9b:f32e:73ee:4b44:64 scope link noprefixroute
        valid_lft forever preferred_lft forever
[root@issabel ~]#
```

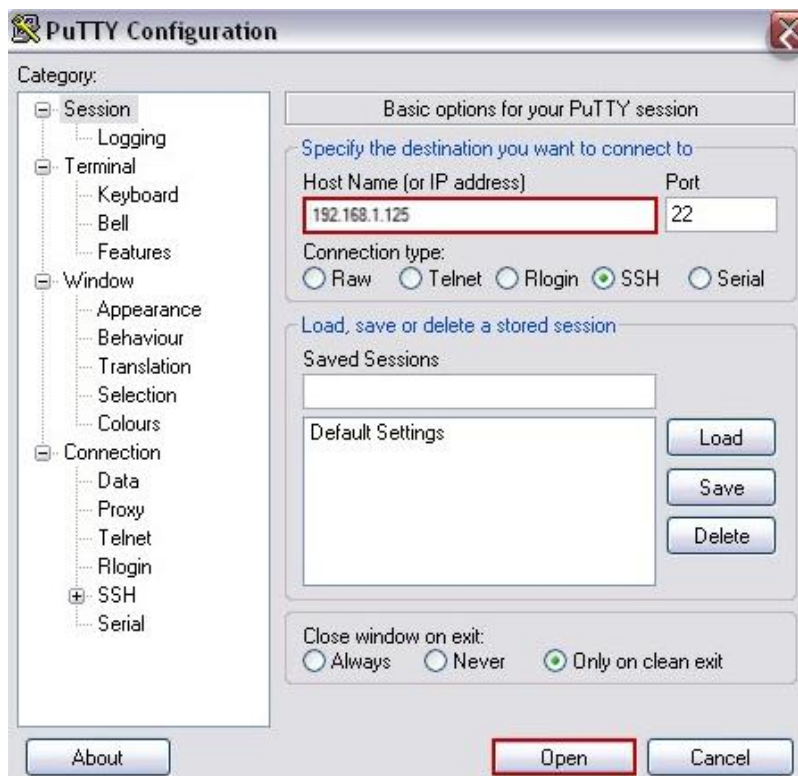
Una vez terminada la instalación del software, se tiene que verificar que Asterix esté operando sin novedades dentro de Issabel, para lo cual, se debe ejecutar el siguiente comando:

```
(root@issabel ~)# asterisk -rvvv
Asterisk 11.25.0, Copyright (C) 1999 - 2013 Digium, Inc. and others.
Created by Mark Spencer (markster@digium.com)
Asterisk comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY; type 'core show warranty' for details.
This is free software, with components licensed under the GNU General Public
License version 2 and other licenses; you are welcome to redistribute it under
certain conditions. Type 'core show license' for details.
=====
Connected to Asterisk 11.25.0 currently running on issabel (pid = 14583)
issabel>CLI> _
```

Posteriormente, es necesario verificar que el servidor Issabel Phone entregue una dirección IPv4a través de la interfaz Eth0, lo cual, se puede evidenciar mediante el siguiente comando:

```
(root@issabel ~)# ip addr
1: lo: <LOOPBACK,UP,LOWER_UP> mtu 65536 qdisc noqueue state UNKNOWN qlen 1
    link/loopback 00:00:00:00:00:00 brd 00:00:00:00:00:00
    inet 127.0.0.1/8 scope host lo
        valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 ::1/128 scope host
        valid_lft forever preferred_lft forever
2: eth0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc pfifo_fast state UP ql
en 1000
    link/ether 00:00:27:6a:f7:92 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 192.168.1.125/24 brd 192.168.1.255 scope global dynamic eth0
        valid_lft 86198sec preferred_lft 86198sec
    inet6 fdb1:ca1f:e5c9:0:a00:27ff:fe6a:f792/64 scope global noprefixroute dyna
mic
        valid_lft 7153sec preferred_lft 3553sec
    inet6 fe80::a00:27ff:fe6a:f792/64 scope link
        valid_lft forever preferred_lft forever
(root@issabel ~)# _
```

La dirección IPv4 podría cambiar de acuerdo al caso, una vez obtenida esta dirección IPv4, mediante el uso de un emulador de terminal como: putty, hyper terminal, etc., se debe conectar a Issabel Phone por el protocolo SSH.



A continuación, es recomendable actualizar los paquetes, plugins y demás servicios de Issabel mediante el comando que se muestra a continuación, este proceso podría demorar unos cuantos minutos:

```

root@issabel:~
login as: root
root@192.168.43.117's password:
Access denied
root@192.168.43.117's password:
Last failed login: Sat Oct 26 13:36:59 EDT 2019 from usuario on ssh:notty
There was 1 failed login attempt since the last successful login.
Last login: Sat Oct 26 13:34:43 2019

Welcome to Issabel
-----

Issabel is a product meant to be configured through a web browser.
Any changes made from within the command line may corrupt the system
configuration and produce unexpected behavior; in addition, changes
made to system files through here may be lost when doing an update.

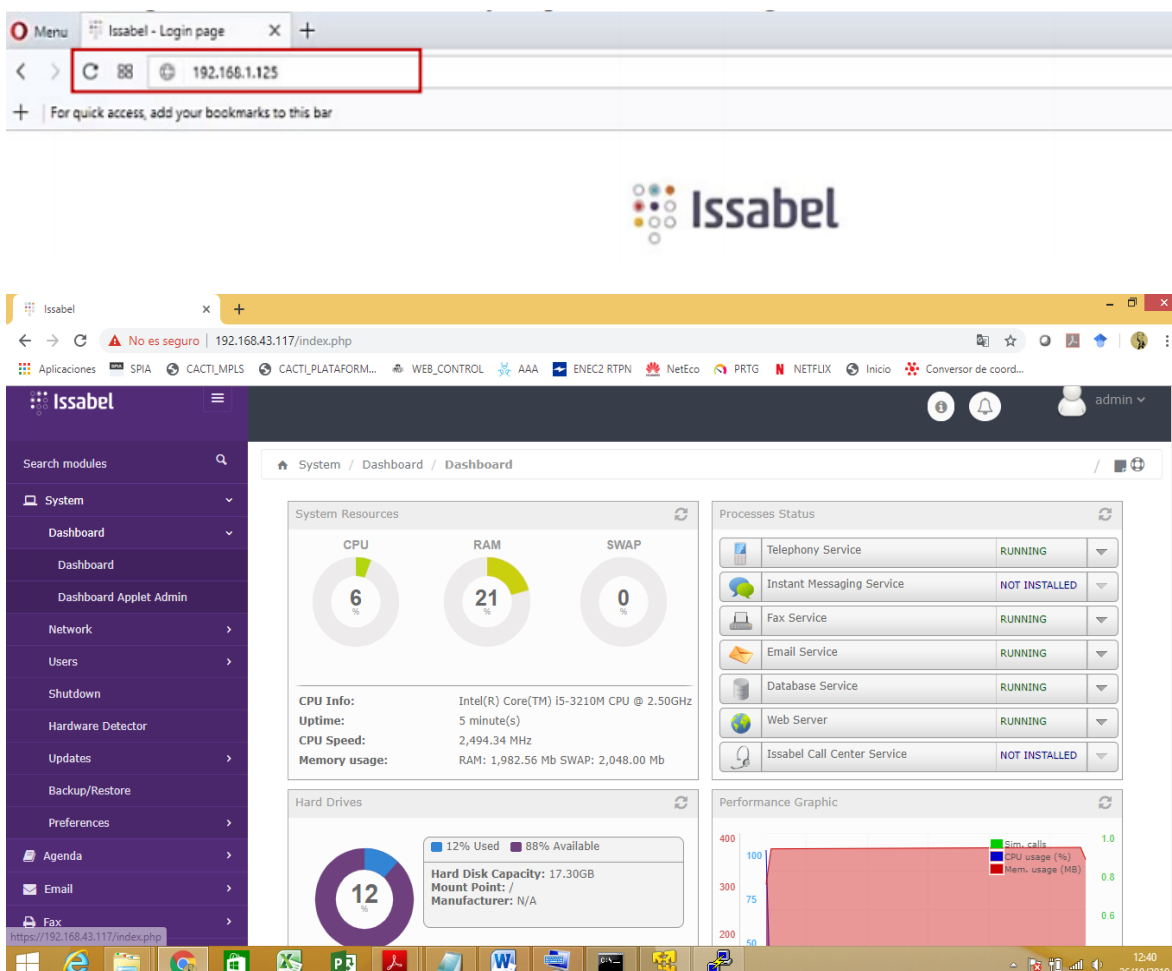
To access your Issabel System, using a separate workstation (PC/MAC/Linux)
Open the Internet Browser using the following URL:

http://192.168.43.117

[root@issabel ~]# yum -y update

```


Finalmente, mediante el uso del navegador web de su preferencia se puede ingresar a la interfaz gráfica de Issabel Phone, recuerde que para el ingreso se debe utilizar las credenciales de autenticación configuradas en los pasos anteriores.



INSTALACIÓN DE XUBUNTU

Procedemos a descargar el instalador desde cualquier navegador de Internet, sin embargo, es recomendable utilizar el siguiente enlace:

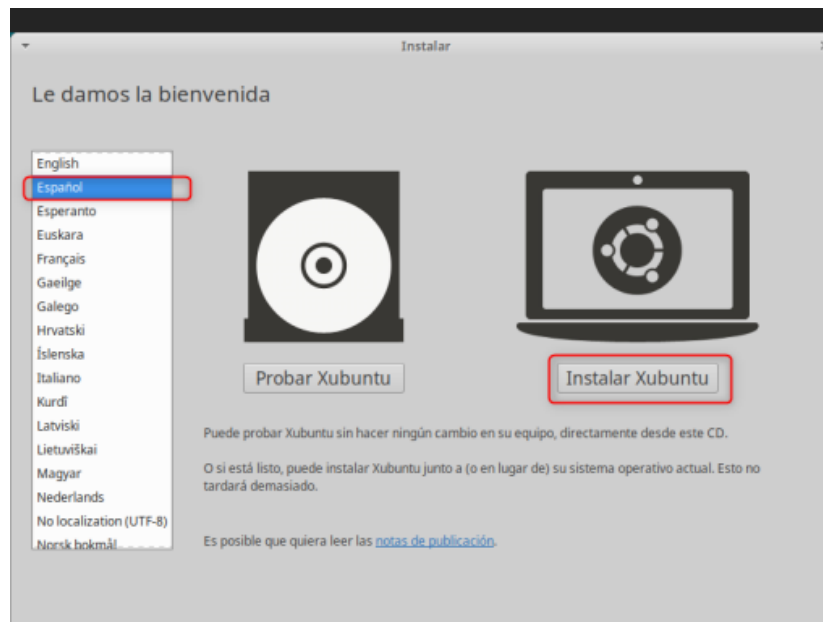
<https://xubuntu.org/download>

Es necesario indicar que los requisitos para la instalación de este Sistema Operativo son los siguientes:

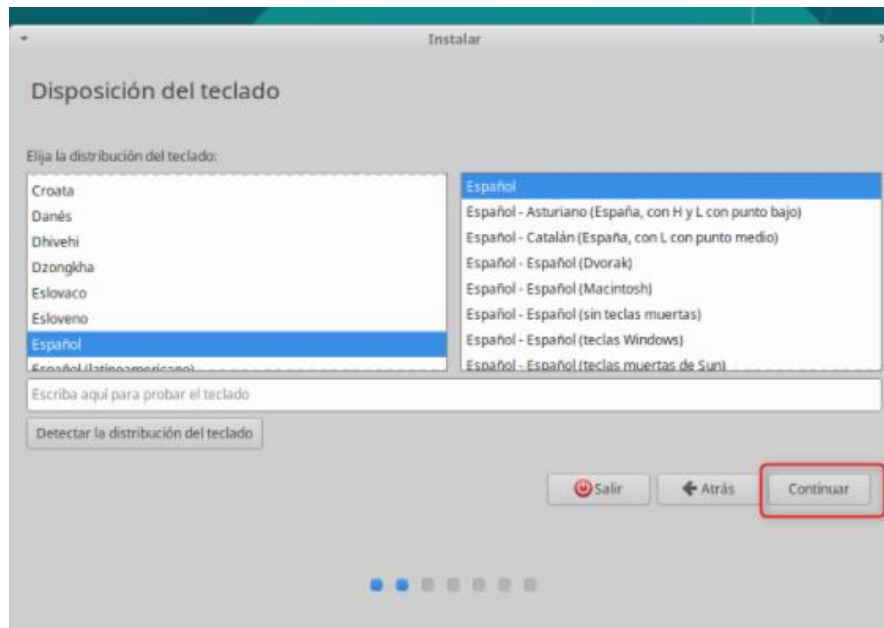
	MÍNIMO	RECOMENDADO
CPU	Procesador con soporte PAE	a partir de 2 Cores
RAM	512 MB	2 GB
DISCO DURO	8 GB	20 GB
GRÁFICA	800 X 600	1024 X 762

Tomando en cuenta las consideraciones expuestas, se procede con la instalación.

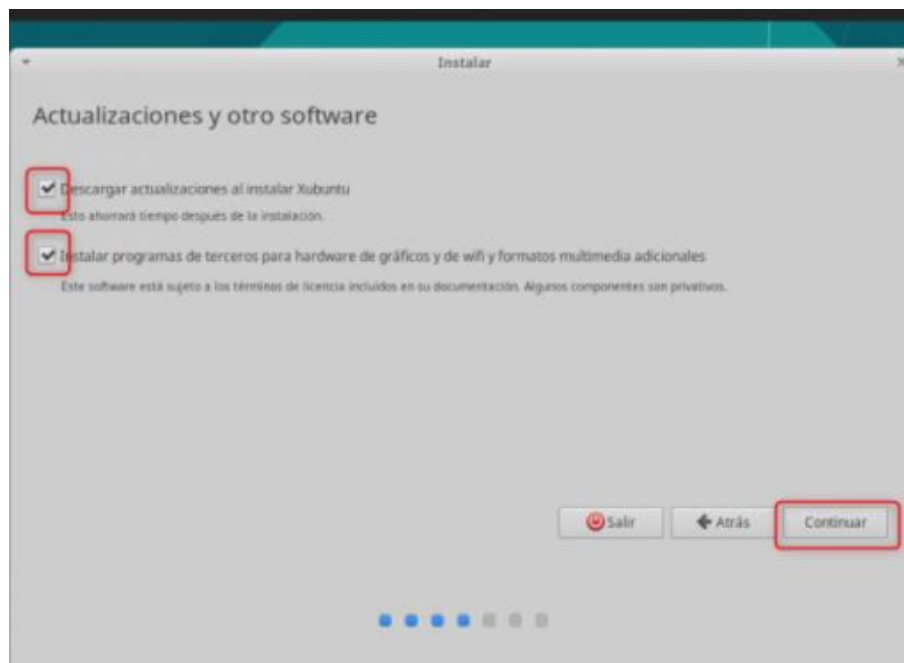
1. Seleccionamos el idioma con el cual se instalará el sistema operativo.



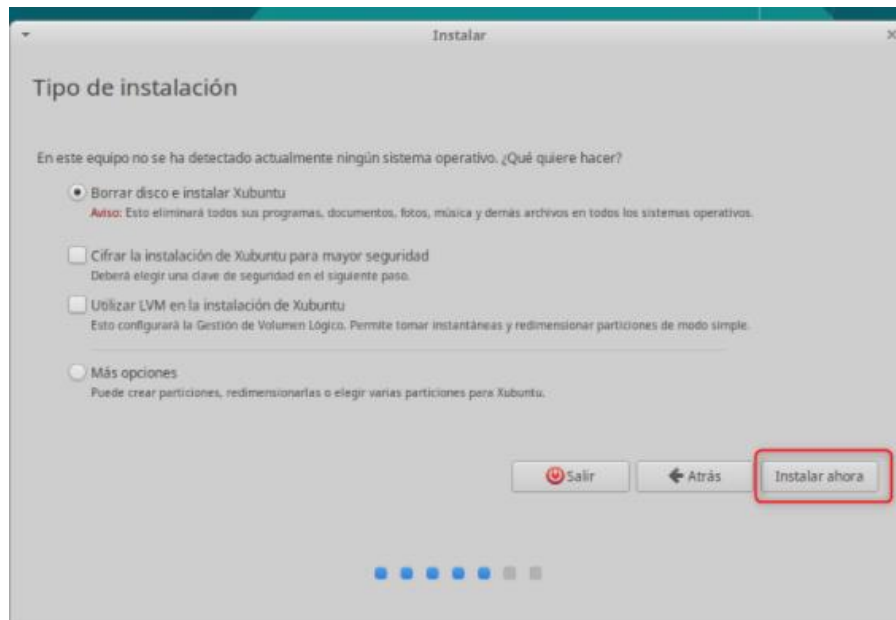
2. A continuación, se procede a elegir las características del teclado, es necesario considerar la distribución de los caracteres especiales del teclado de la computadora, ya que esto depende de cada fabricante.



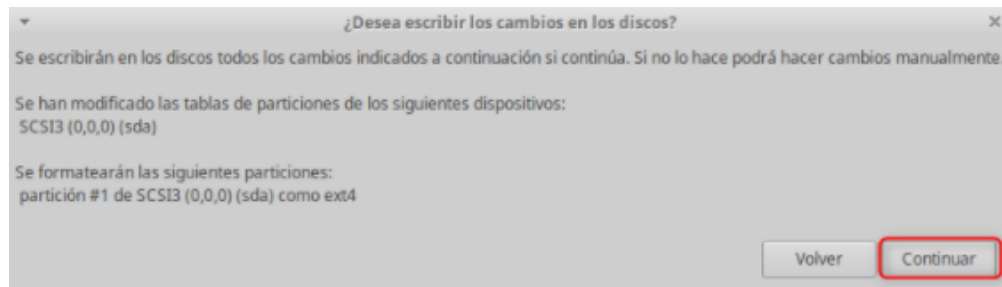
3. Se presenta un mensaje para actualizaciones automáticas del software mediante Internet, es recomendable instalar versiones actuales que vengan con las herramientas de trabajo.



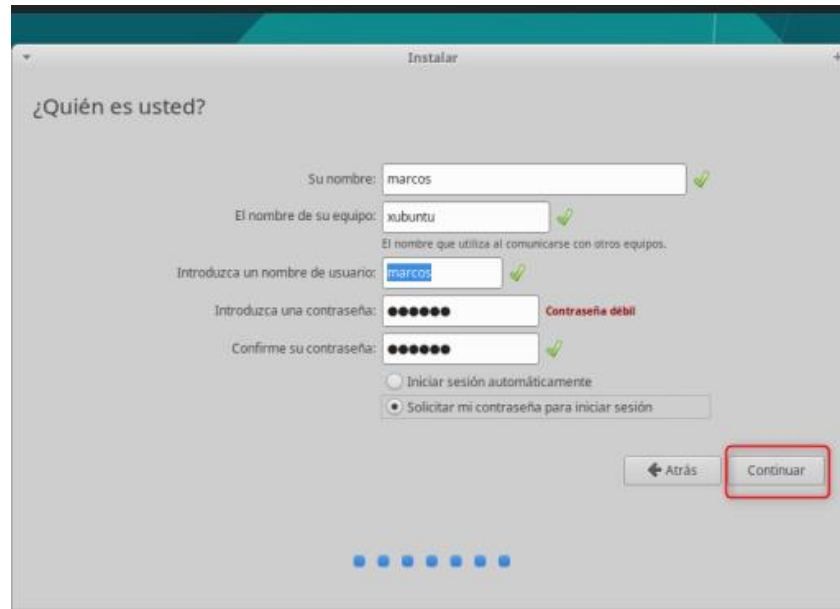
4. A continuación, debemos escoger el tipo de instalación que se desea poner en el equipo informático, se recomienda la opción Borrar Disco e instalar Xubuntu, esto debido a que mediante esta acción se garantiza que se defina un espacio específico para el alojamiento de la instalación del sistema operativo.



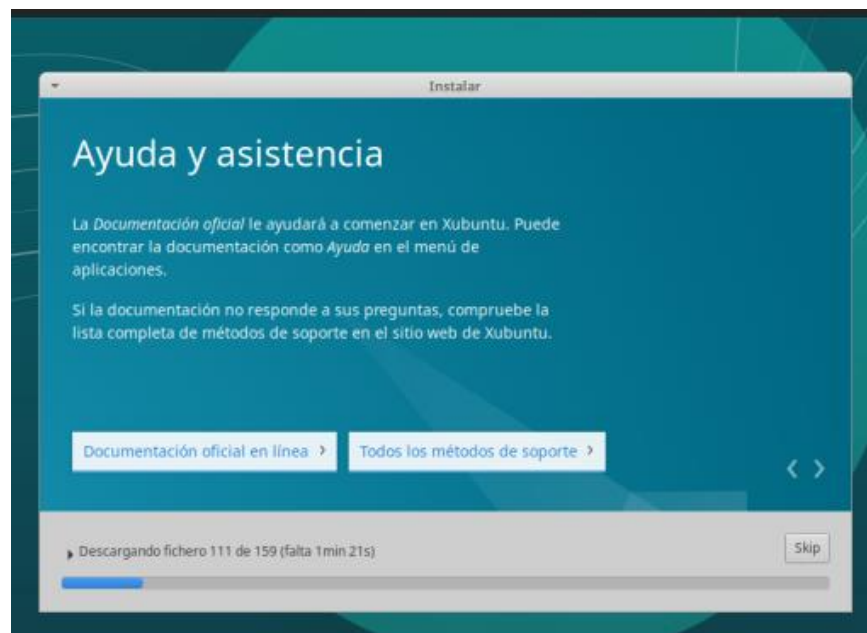
Se presentará un mensaje de advertencia, sobre los procesos que se realizarán para la instalación del sistema operativo, solo se da click en continuar.



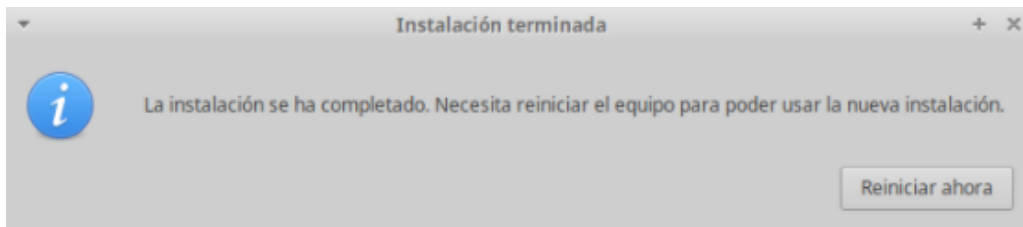
5. Al igual que cualquier otro Sistema Operativo, nos presenta la opción de crear un usuario y contraseña para inicio de sesión.



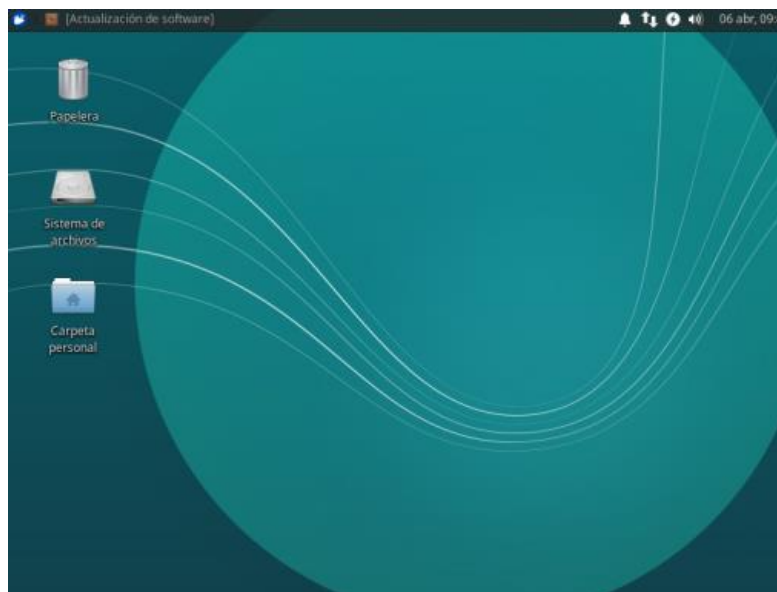
6. Terminado todos estos pasos, se empieza con la instalación.



7. Una vez terminado el proceso de instalación del sistema operativo, nos presentará el mensaje de instalación terminada y nos pedirá el reinicio de la computadora.



8. El Sistema Operativo arranca sin novedades, y de ser el caso nos solicitará las credenciales de inicio de sesión y nos presenta el escritorio de trabajo.



INSTALACIÓN DE ZOIPER

Mediante este software se emulará un terminal para telefonía VoIP, se recomienda descargar el instalador en el siguiente link:

<https://www.zoiper.com/en/voip-softphone/download/current>

A continuación, escogemos el instalador para el sistema operativo en el cual se va a trabajar, para nuestro caso, Linux.

Desktop



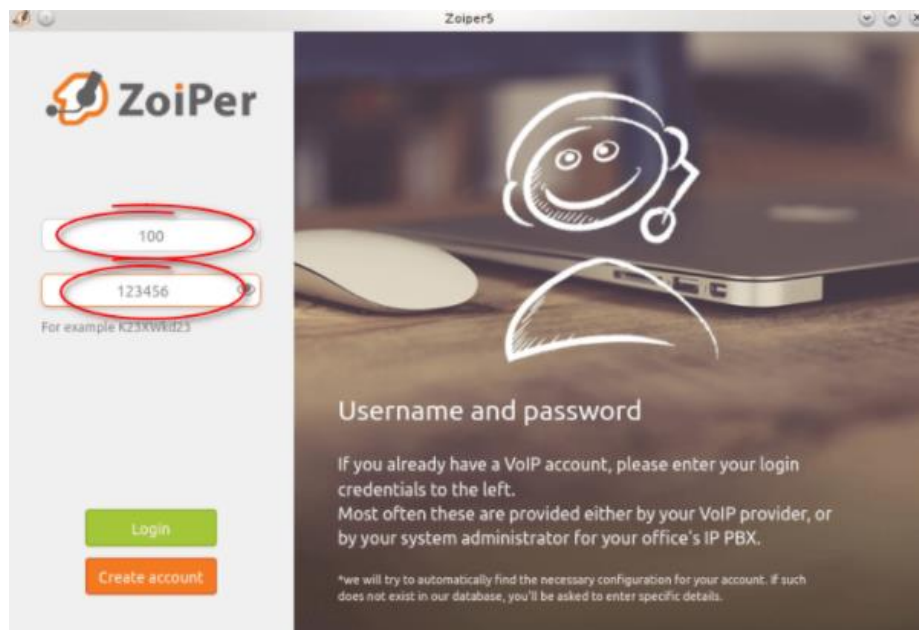
1. Se empieza con la descarga del instalador y posterior a la culminación de este proceso se presentará el mensaje en un pequeño cuadro para aceptar términos y condiciones de su uso.



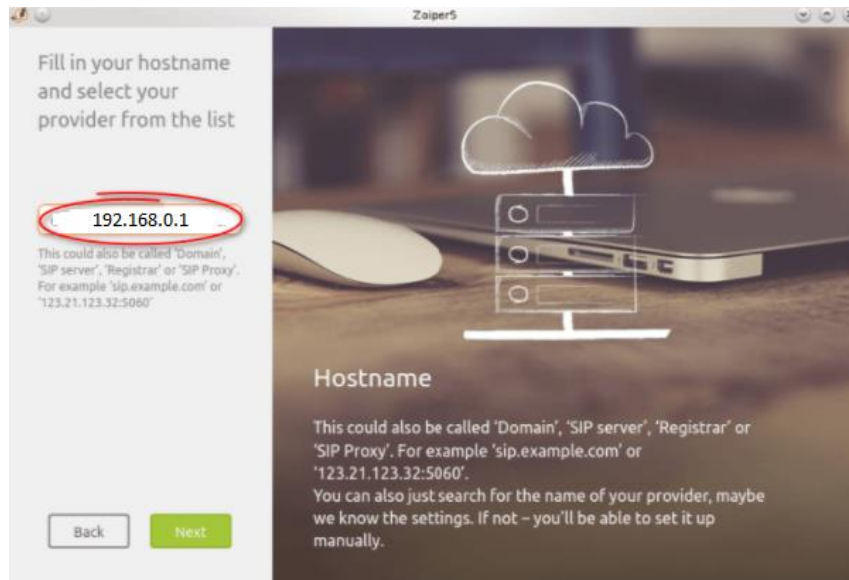
2. Debemos recordar que la aplicación es de uso gratuito, sin embargo, nos da la opción de comprar una cuenta Premium para potencializar el uso de esta aplicación, para el presente trabajo usaremos tan sólo la cuenta libre de usuario.



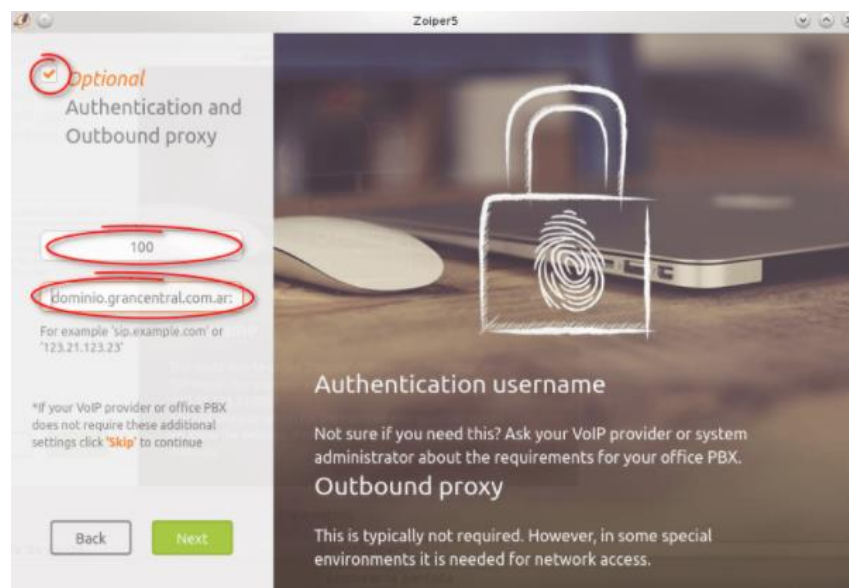
3. Como la mayoría de aplicaciones, nos solicita la creación de credenciales, mediante el uso de un usuario y contraseña para trabajar de manera segura.



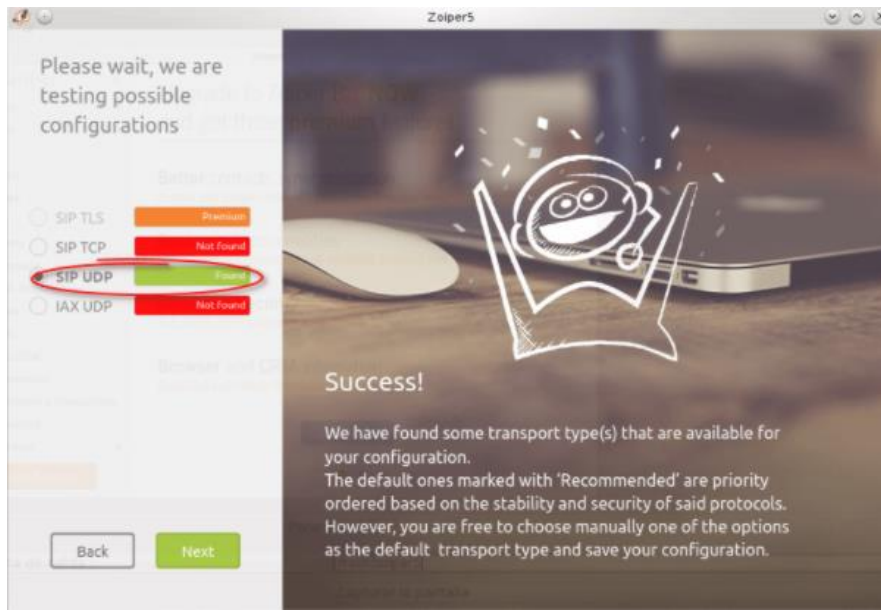
4. Posteriormente, nos pide el ingreso de dominios o direccionamiento IP de trabajo para conectarse con algún servidor VoIP, para este caso se usa el direccionamiento que ha sido configurado en el Servidor Issabel.



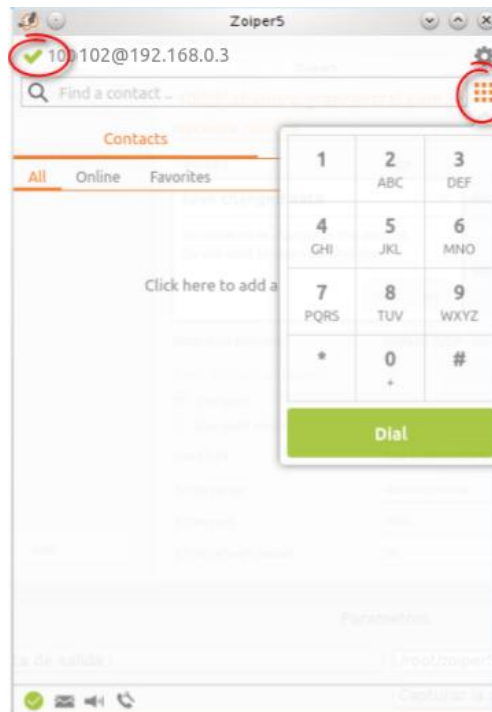
5. Una vez configurado estos parámetros, nos solicitará los datos del número de extensión telefónica VoIP que controlará esta aplicación.



6. Se empieza a establecer los protocolos de conexión TCP/UDP entre la aplicación y el servidor de VoIP, y si las configuraciones se encuentran de manera correcta se nos presentará un mensaje de establecimiento de conexión satisfactorio.



7. Finalmente, se presenta la pantalla de trabajo de un teléfono SIP, en donde se puede verificar que se encuentra listo para realizar llamadas telefónicas.



INSTALACIÓN DE CISCO IOU-L2/L3 APLLIANCES

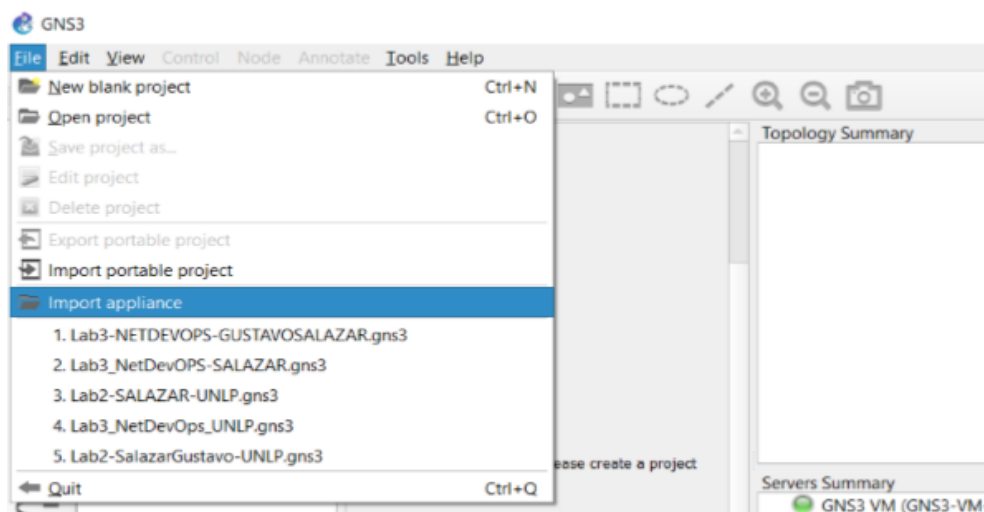
Para poder emular una red informática en GNS3 donde intervienen equipos Cisco, es necesario descargar las imágenes de los equipos L2 y L3 y subir estos instaladores a la plataforma de GNS3, para lo cual, se recomienda el siguiente link:

<https://www.gns3.com/marketplace/appliances>

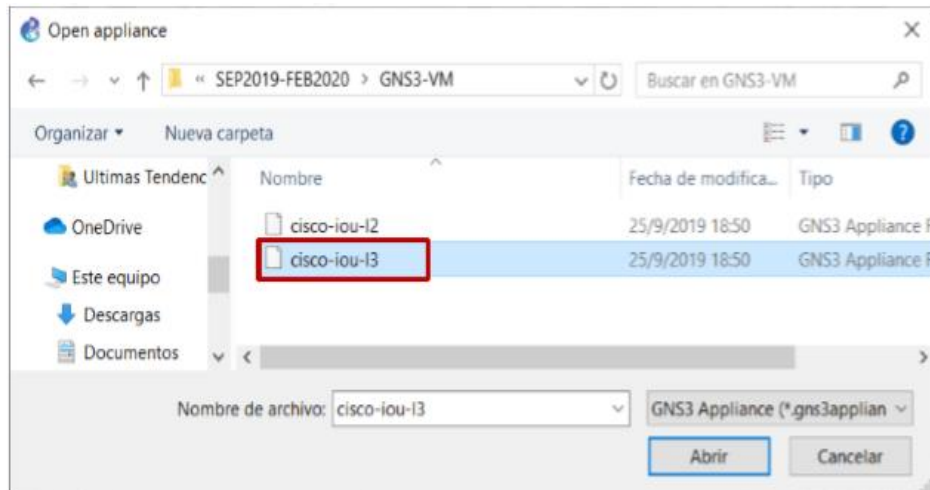
1. Para nuestro escenario, se debe descargar las imágenes para Router y Switch, para de esta manera, poder emular la red convergente, se recomienda ubicar los archivos descargados tipo Appliance y .bin de cierta manera que sea sencilla su localización.

Nombre	Fecha de modifica...	Tipo	Tamaño
cisco-iou-l2	25/9/2019 18:50	GNS3 Appliance Fi...	2 KB
cisco-iou-l3	25/9/2019 18:50	GNS3 Appliance Fi...	2 KB
GNS3 VM	14/6/2019 09:37	Open Virtualizatio...	339,740 KB
GNS3-2.1.21-all-in-one-regular	27/7/2019 19:11	Aplicación	66,452 KB
i86bi-linux-l2-ipbasek9-15.1g.bin	15/11/2017 12:33	Archivo BIN	60,681 KB
i86bi-linux-l3-adventerprisek9-15.4.2T.bin	15/11/2017 12:35	Archivo BIN	155,480 KB
iourc	19/11/2017 18:25	Documento de tex...	1 KB
VMware-player-12.5.7-5813279	12/9/2017 07:38	Aplicación	80,161 KB
VMware-VIX-1.15.0-2985596	31/10/2017 12:32	Aplicación	38,333 KB

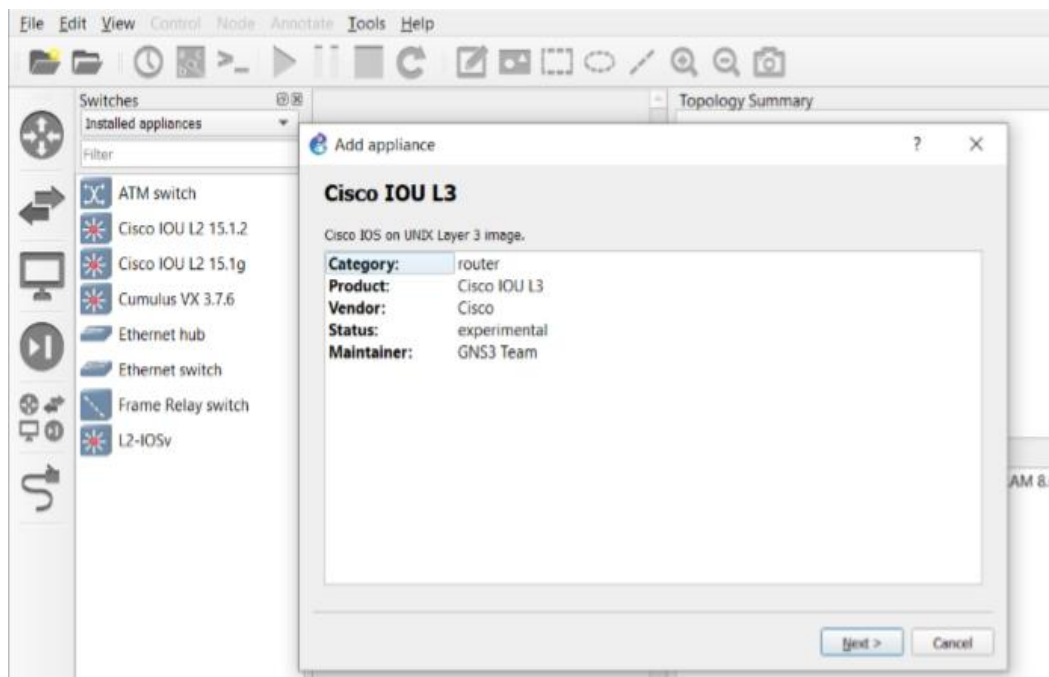
2. Una vez descargados estos archivos, se procede a importar las imágenes en GNS3.

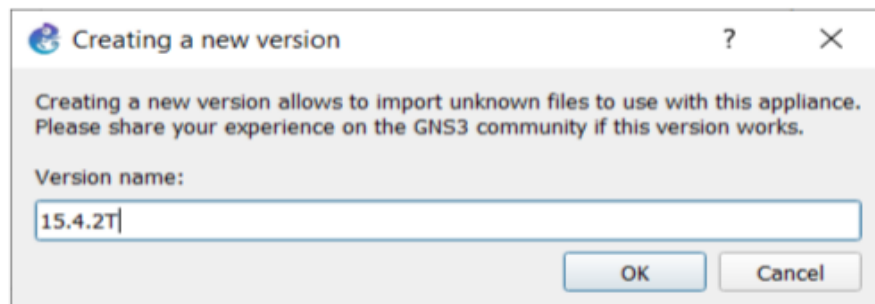
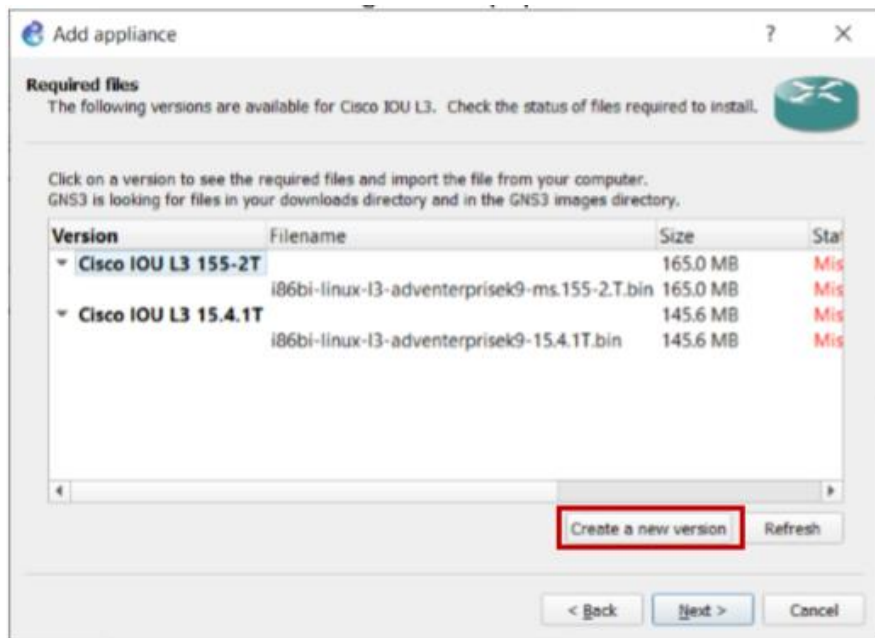
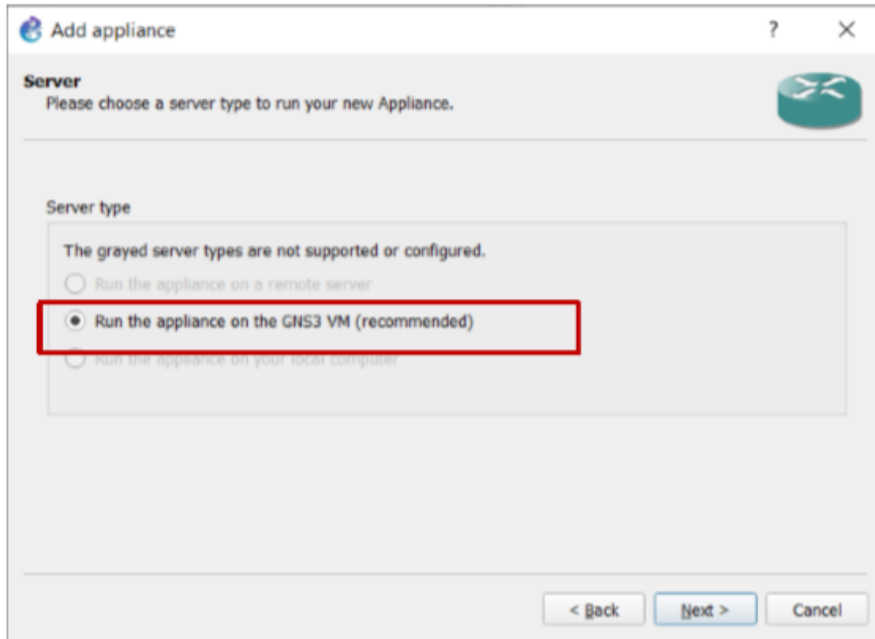


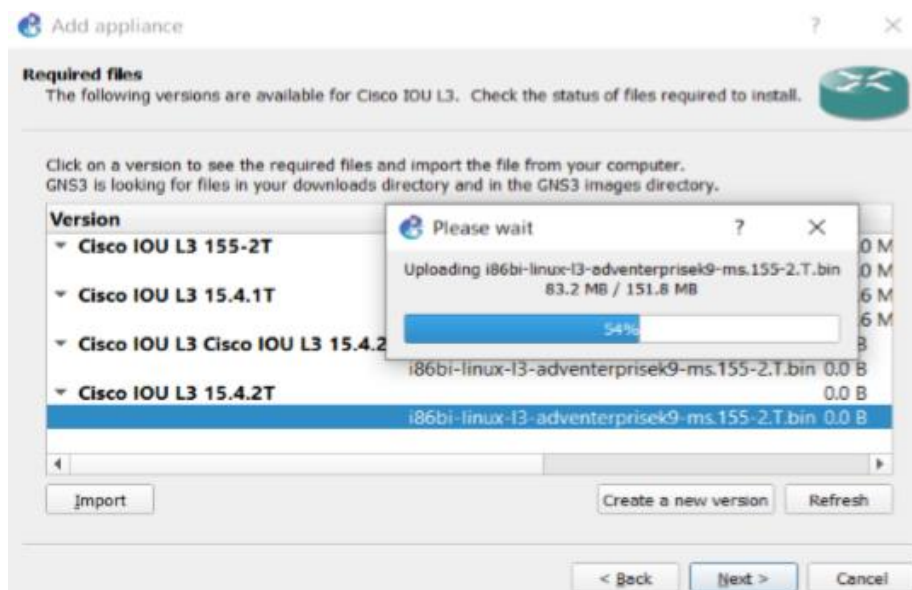
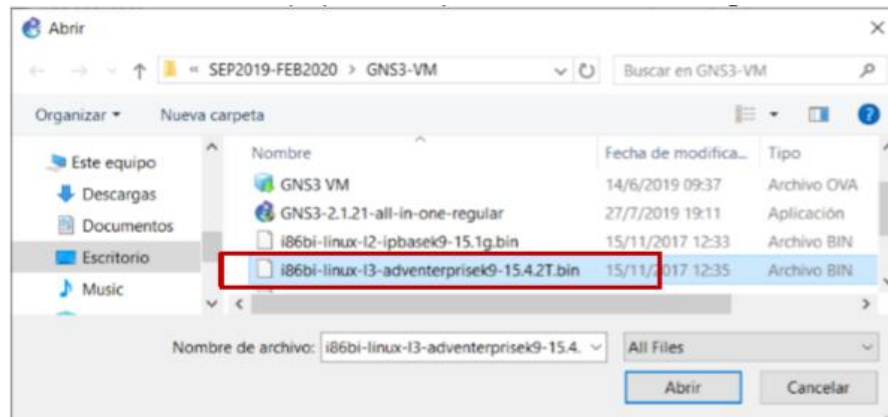
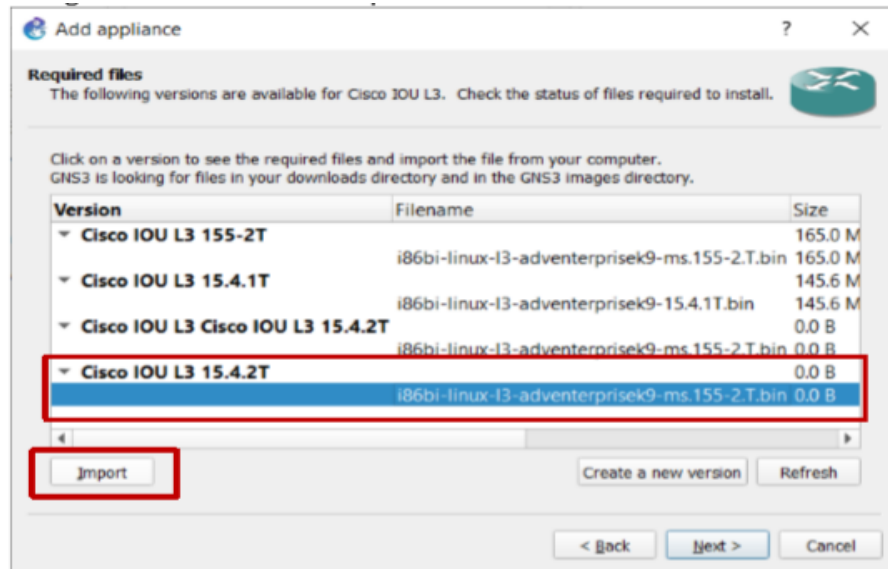
3. Aparecerá una ventana para la búsqueda del archivo que deseamos importar, seleccionamos las imágenes de Equipos Cisco L2 y L3.

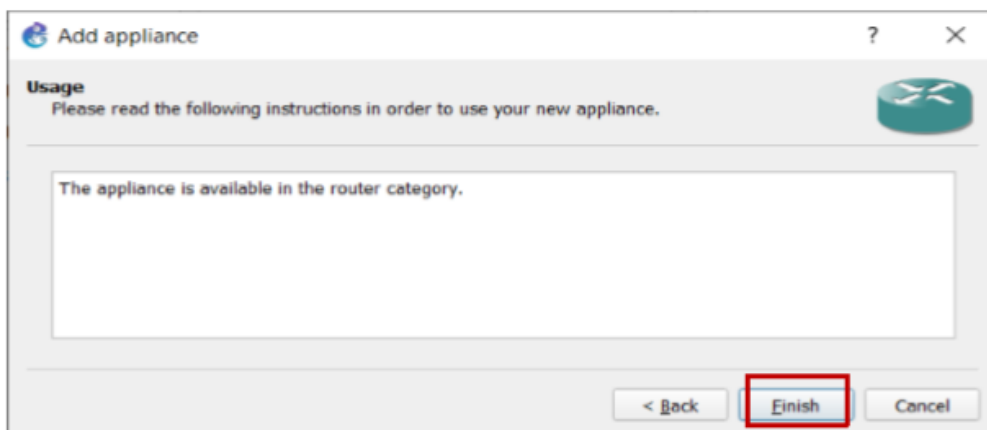
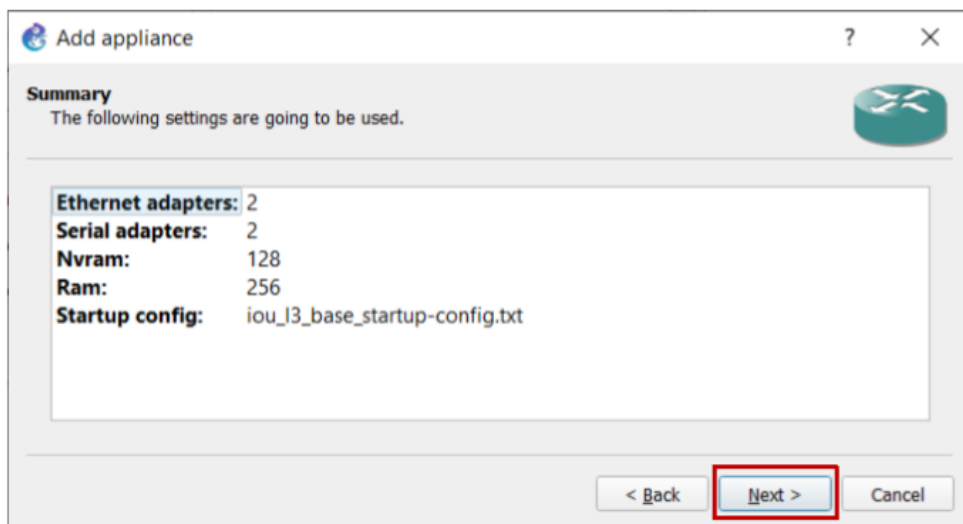
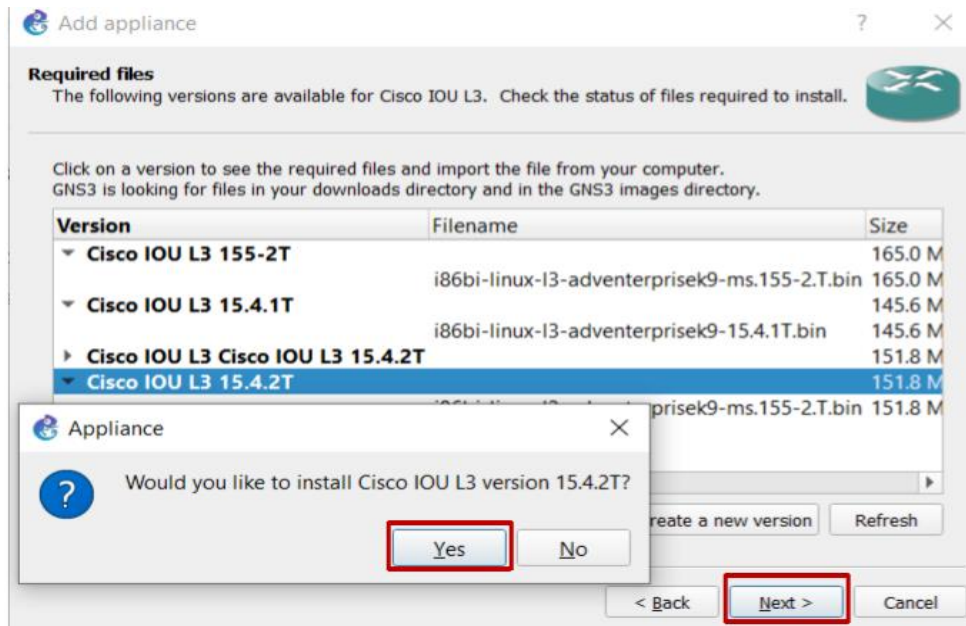


4. Una vez seleccionada la imagen de los equipos Cisco a instalarse dentro del emulador GNS3, siga las siguientes instrucciones:

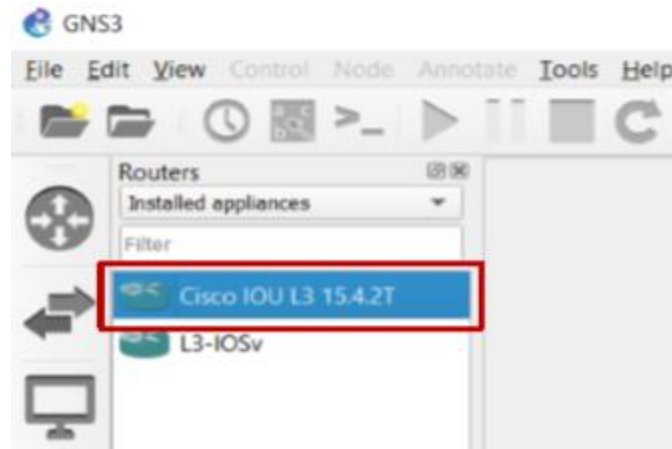




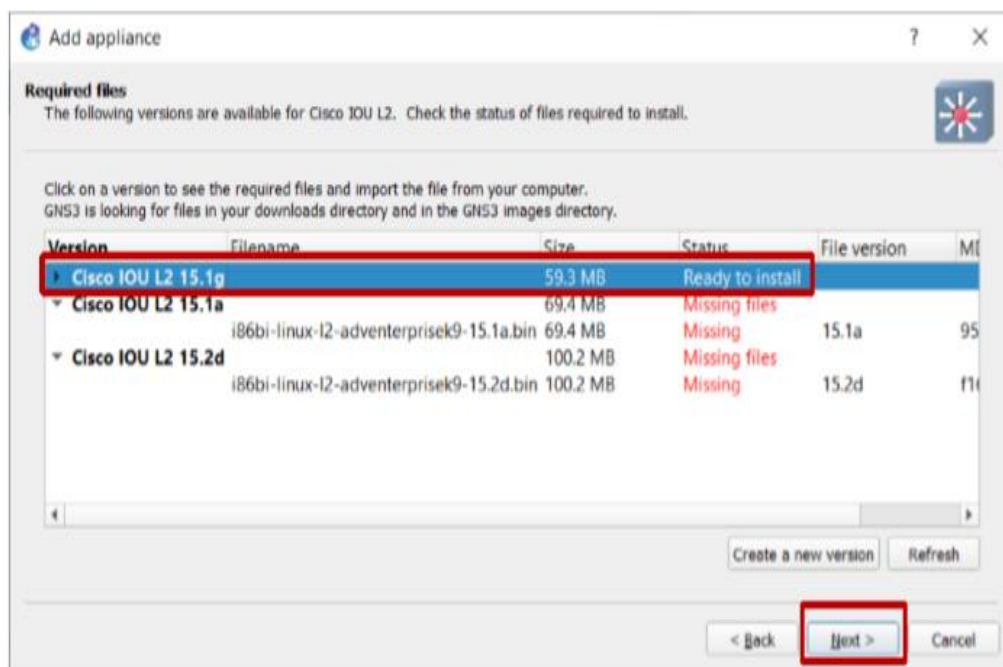




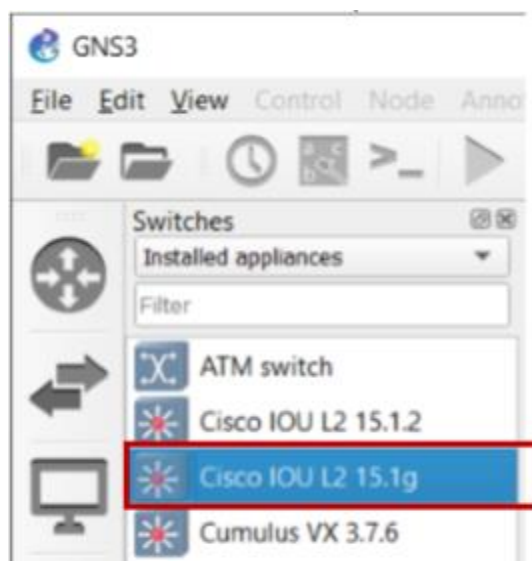
Finalizados todos estos procesos, el Router Cisco se encuentra instalado para su uso dentro de las emulaciones en GNS3, sin embargo, se debe continuar con el proceso de activación de los equipos, proceso que se indica posteriormente.



5. Se repiten los pasos descritos anteriormente para instalar la imagen correspondiente a los Switch Cisco, tomar en cuenta, que para esta ocasión la imagen es la 15.1g.



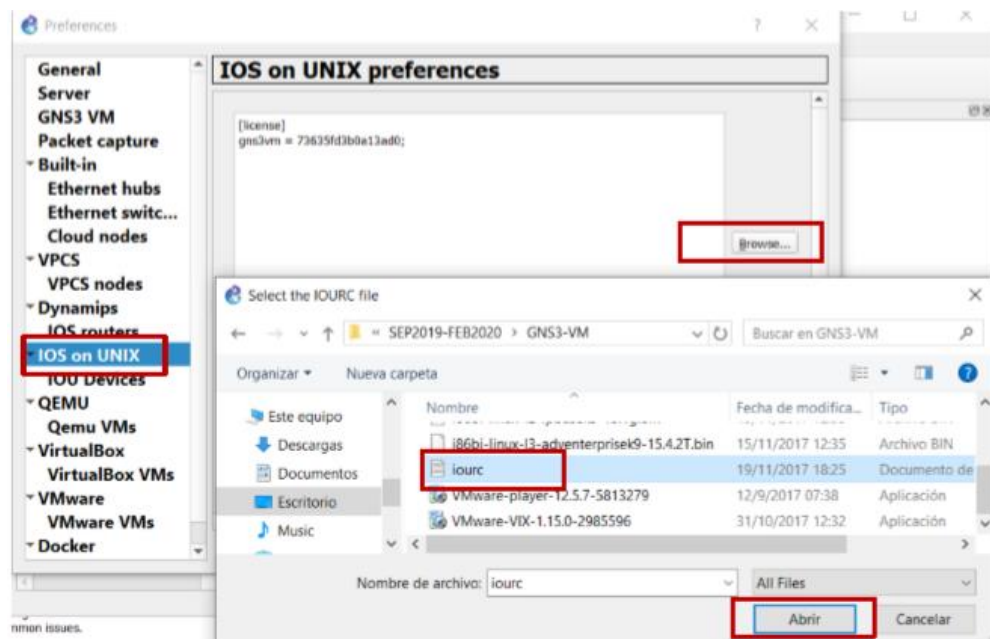
De igual manera, terminados los procesos referentes a la instalación de la imagen del Switch Cisco, este aparecerá dentro de GNS3, cabe indicar que es un SW L3.



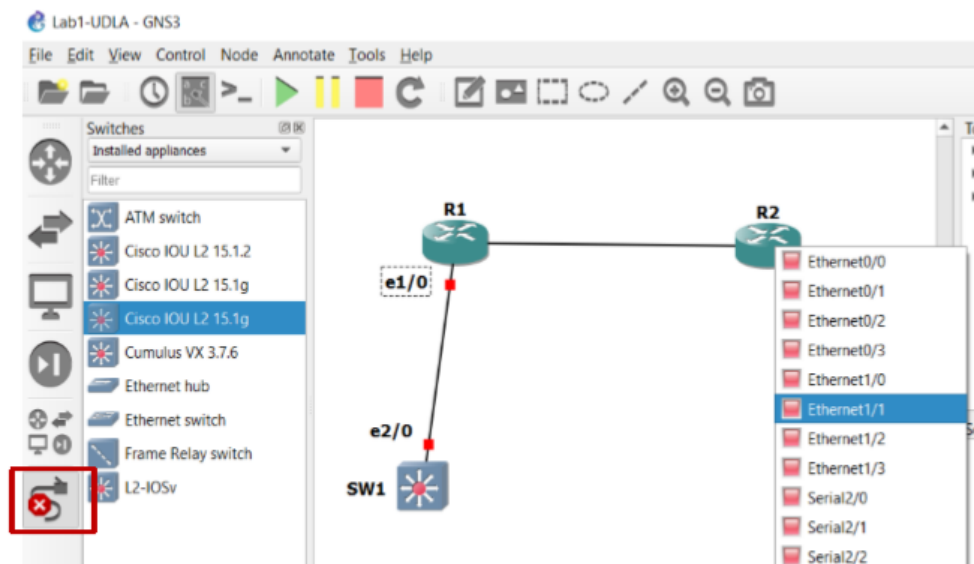
6. En lo que respecta a la activación de los Router y Switch instalados, es necesario cargar un archivo en GNS3 de nombre iourc.

Nombre	Fecha de modifica...	Tipo	Tamaño
cisco-iou-l2	25/9/2019 18:50	GNS3 Appliance Fi...	2 KB
cisco-iou-l3	25/9/2019 18:50	GNS3 Appliance Fi...	2 KB
GNS3 VM	14/6/2019 09:37	Open Virtualizatio...	339,740 KB
GNS3-2.1.21-all-in-one-regular	27/7/2019 19:11	Aplicación	66,452 KB
i86bi-linux-l2-ipbasek9-15.1g.bin	15/11/2017 12:33	Archivo BIN	60,681 KB
i86bi-linux-l3-adventerprisek9-15.4.2T.bin	15/11/2017 12:35	Archivo BIN	155,480 KB
iourc	19/11/2017 18:25	Documento de tex...	1 KB
VMware-player-12.5.7-5813279	12/9/2017 07:38	Aplicación	80,161 KB
VMware-VIX-1.15.0-2985596	31/10/2017 12:32	Aplicación	38,333 KB

7. Dentro de GNS3 es necesario activar este código, cuyo procedimiento se lo detalla a continuación:



Finalmente, los equipos se encuentran listos para su uso en las emulaciones.



CONFIGURACIÓN ROUTER Y SWITCH CISCO (SCRIPT)

ROUTER CE CISCO 881 DDE_SDT

```
hostname DDE_SDT
!
boot-start-marker
boot-end-marker
!
aqm-register-fnf
!
no aaa new-model
mmi polling-interval 60
no mmi auto-configure
no mmi pvc
mmi snmp-timeout 180
no ip icmp rate-limit unreachable
!
no ip domain lookup
!
multilink bundle-name authenticated
!
redundancy
!
ip tcp synwait-time 5
!
class-map match-all TRAFICO_VOIP
  match access-group 40
!
policy-map QoS_voip
  class TRAFICO_VOIP
    set ip dscp ef
!
crypto isakmp policy 10
  encr 3des
  hash md5
  authentication pre-share
  group 2
crypto isakmp key puce address 186.46.141.26
!
crypto ipsec transform-set TRANSFORM esp-des esp-md5-hmac
  mode tunnel
!
crypto ipsec profile VOIP
  set transform-set TRANSFORM
!
interface Tunnel0
  ip address 10.253.8.10 255.255.255.252
  tunnel source Ethernet0/1
  tunnel mode ipsec ipv4
  tunnel destination 186.46.141.26
  tunnel protection ipsec profile VOIP
```

```

service-policy output QoS_voip
!
interface Ethernet0/0
ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
ip nat inside
ip virtual-reassembly insh ru
!
interface Ethernet0/1
ip address 186.46.178.62 255.255.255.252
ip nat outside
ip virtual-reassembly in
!
interface Ethernet0/2
ip address 192.168.0.13 255.255.255.252
!
ip forward-protocol nd
!
no ip http server
no ip http secure-server
ip nat inside source list 1 interface Ethernet0/1 overload
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 186.46.178.61
ip route 192.168.0.0 255.255.255.248 Tunnel0
!
access-list 1 permit 192.168.1.0 0.0.0.255
access-list 40 permit 192.168.0.12 0.0.0.3
!
control-plane
!
line con 0
exec-timeout 0 0
privilege level 15
logging synchronous
line aux 0
exec-timeout 0 0
privilege level 15
logging synchronous
line vty 0 4
login
transport input none
!
end

```

ROUTER CE CISCO 881 UE ELOY ALFARO

```

hostname UE_ELOY_ALFARO
!
boot-start-marker
boot-end-marker
!
aqm-register-fnf
!
no aaa new-model

```

```

mmi polling-interval 60
no mmi auto-configure
no mmi pvc
mmi snmp-timeout 180
no ip icmp rate-limit unreachable
!
no ip domain lookup
!
multilink bundle-name authenticated
!
redundancy
!
ip tcp synwait-time 5
!
class-map match-all TRAFICO_VOIP
match access-group 40
!
policy-map QoS_voip
class TRAFICO_VOIP
set ip dscp ef
!
crypto isakmp policy 10
encr 3des
hash md5
authentication pre-share
group 2
crypto isakmp key puce address 186.46.178.62
!
crypto ipsec transform-set TRANSFORM esp-des esp-md5-hmac
mode tunnel
!
crypto ipsec profile VOIP
set transform-set TRANSFORM
!
interface Tunnel0
ip address 10.253.8.9 255.255.255.252
tunnel source Ethernet0/1
tunnel mode ipsec ipv4
tunnel destination 186.46.178.62
tunnel protection ipsec profile VOIP
service-policy output QoS_voip
!
interface Ethernet0/0
ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
ip nat inside
ip virtual-reassembly in
!
interface Ethernet0/1
ip address 186.46.141.26 255.255.255.252
ip nat outside
ip virtual-reassembly in
!
interface Ethernet0/2
no ip address

```

```

!
interface Ethernet0/2.40
 encapsulation dot1Q 40
 ip address 192.168.0.1 255.255.255.248
!
ip forward-protocol nd
!
no ip http server
no ip http secure-server
ip nat inside source list 1 interface Ethernet0/1 overload
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 186.46.141.25
ip route 192.168.0.12 255.255.255.252 Tunnel0
!
access-list 1 permit 192.168.1.0 0.0.0.255
access-list 40 permit 192.168.0.0 0.0.0.7
!
control-plane
!
line con 0
 exec-timeout 0 0
 privilege level 15
 logging synchronous
line aux 0
 exec-timeout 0 0
 privilege level 15
 logging synchronous
line vty 0 4
 login
 transport input none
!
end

```

ROUTER PE CISCO - L3 UE ELOY ALFARO

```

hostname STDSMTE01
!
boot-start-marker
boot-end-marker
!
no aaa new-model
mmi polling-interval 60
no mmi auto-configure
no mmi pvc
mmi snmp-timeout 180
no ip icmp rate-limit unreachable
!
ip vrf Internet
 description Internet
 rd 100:2
 route-target export 100:2
 route-target import 100:2
!

```

```

no ip domain lookup
!
multilink bundle-name authenticated
!
redundancy
!
ip tcp synwait-time 5
!
interface Loopback0
ip address 10.4.30.101 255.255.255.255
ip router isis
!
interface Ethernet0/0
ip vrf forwarding Internet
ip address 186.46.178.61 255.255.255.252
!
interface Ethernet0/1
ip address 172.20.3.2 255.255.255.0
ip router isis
mpls ip
isis circuit-type level-2-only
!
interface Ethernet0/2
ip vrf forwarding Internet
ip address 172.17.1.2 255.255.255.252
!
router isis
net 49.0001.0100.0403.0101.00
!
router bgp 100
bgp log-neighbor-changes
neighbor 10.4.30.102 remote-as 100
neighbor 10.4.30.102 update-source Loopback0
!
address-family vpnv4
neighbor 10.4.30.102 activate
neighbor 10.4.30.102 send-community both
neighbor 10.4.30.102 next-hop-self
exit-address-family
!
address-family ipv4 vrf Internet
redistribute connected
neighbor 172.17.1.1 remote-as 200
neighbor 172.17.1.1 update-source Ethernet0/2
neighbor 172.17.1.1 activate
neighbor 172.17.1.1 next-hop-self
exit-address-family
!
ip forward-protocol nd
!
no ip http server
no ip http secure-server
!
mpls ldp router-id Loopback0

```

```

!
control-plane
!
line con 0
exec-timeout 0 0
privilege level 15
logging synchronous
line aux 0
exec-timeout 0 0
privilege level 15
logging synchronous
line vty 0 4
login
transport input none
!
end

```

ROUTER PE CISCO - L3 DDE_SDT

```

hostname STDCNTE01
!
boot-start-marker
!
no aaa new-model
mmi polling-interval 60
no mmi auto-configure
no mmi pvc
mmi snmp-timeout 180
no ip icmp rate-limit unreachable
!
ip vrf Internet
description Internet
rd 100:2
route-target export 100:2
route-target import 100:2
!
no ip domain lookup
!
multilink bundle-name authenticated
!
redundancy
!
ip tcp synwait-time 5
!
interface Loopback0
ip address 10.4.30.102 255.255.255.255
ip router isis
!
interface Ethernet0/0
ip vrf forwarding Internet

```



```

ip address 186.46.141.25 255.255.255.252
!
interface Ethernet0/1
no ip address
shutdown
!
interface Ethernet0/2
ip address 172.20.2.2 255.255.255.0
ip router isis
mpls ip
isis circuit-type level-2-only
!
router isis
net 49.0002.0100.0403.0102.00
!
router bgp 100
bgp log-neighbor-changes
neighbor 10.4.30.101 remote-as 100
neighbor 10.4.30.101 update-source Loopback0
!
address-family vpnv4
neighbor 10.4.30.101 activate
neighbor 10.4.30.101 send-community both
neighbor 10.4.30.101 next-hop-self
exit-address-family
!
address-family ipv4 vrf Internet
redistribute connected
exit-address-family
!
ip forward-protocol nd
!
no ip http server
no ip http secure-server
!
mpls ldp router-id Loopback0
!
control-plane
!
line con 0
exec-timeout 0 0
privilege level 15
logging synchronous
line aux 0
exec-timeout 0 0
privilege level 15
logging synchronous
line vty 0 4
login
transport input none
!
end
*****

```

ROUTER P CISCO - CORE

```
hostname STDCNTP01
!
boot-start-marker
boot-end-marker
!
aqm-register-fnf
!
no aaa new-model
mmi polling-interval 60
no mmi auto-configure
no mmi pvc
mmi snmp-timeout 180
no ip icmp rate-limit unreachable
!
no ip domain lookup
!
multilink bundle-name authenticated
!
redundancy
!
ip tcp synwait-time 5
!
interface Loopback0
 ip address 10.4.30.201 255.255.255.255
 ip router isis
!
interface Ethernet0/0
 ip address 172.20.4.1 255.255.255.0
 ip router isis
 mpls ip
 isis circuit-type level-2-only
!
interface Ethernet0/1
 ip address 172.20.2.1 255.255.255.0
 ip router isis
 mpls ip
 isis circuit-type level-2-only
!
interface Ethernet0/2
 ip address 172.20.3.1 255.255.255.0
 ip router isis
 mpls ip
 isis circuit-type level-2-only
!
router isis
 net 49.0000.0100.0403.0201.00
!
ip forward-protocol nd
!
no ip http server
no ip http secure-server
!
```

```

mpls ldp router-id Loopback0
!
control-plane
!
line con 0
exec-timeout 0 0
privilege level 15
logging synchronous
line aux 0
exec-timeout 0 0
privilege level 15
logging synchronous
line vty 0 4
login
transport input none
!
end

```

```

*****

```

ROUTER BGP ISP

```

hostname TELIAGW1
!
boot-start-marker
boot-end-marker
!
aqm-register-fnf
!
no aaa new-model
mmi polling-interval 60
no mmi auto-configure
no mmi pvc
mmi snmp-timeout 180
no ip icmp rate-limit unreachable
!
no ip domain lookup
ip cef
no ipv6 cef
!
multilink bundle-name authenticated
!
redundancy
!
ip tcp synwait-time 5
!
interface Loopback0
ip address 200.107.10.100 255.255.255.255
!
interface Ethernet0/0
no ip address
shutdown
!

```

```

interface Ethernet0/1
ip address 172.17.1.1 255.255.255.252
!
router bgp 200
bgp log-neighbor-changes
neighbor 172.17.1.2 remote-as 100
neighbor 172.17.1.2 update-source Ethernet0/1
!
address-family ipv4
network 200.107.10.100 mask 255.255.255.255
neighbor 172.17.1.2 activate
exit-address-family
!
ip forward-protocol nd
!
no ip http server
no ip http secure-server
!
control-plane
!
line con 0
exec-timeout 0 0
privilege level 15
logging synchronous
line aux 0
exec-timeout 0 0
privilege level 15
logging synchronous
line vty 0 4
login
transport input none
!
end

```

SWITCH CISCO – DDE_SDT

```

hostname SW1
!
boot-start-marker
boot-end-marker
!
logging discriminator EXCESS severity drops 6 msg-body drops EXCESSCOLL
logging buffered 50000
logging console discriminator EXCESS
!
no aaa new-model
no ipv6 cef
ipv6 multicast rpf use-bgp
no ip icmp rate-limit unreachable
!
no ip domain-lookup
ip cef

```

```

!
spanning-tree mode pvst
spanning-tree extend system-id
!
vlan internal allocation policy ascending
!
ip tcp synwait-time 5
!
interface Ethernet0/0
description IP_PHONE_1
switchport access vlan 40
switchport mode access
duplex auto
!
interface Ethernet0/1
description SERVIDOR_ISSABEL
switchport access vlan 40
switchport mode access
duplex auto
!
interface Ethernet3/3
description HACIA_UE_JULIO_MORENO_Eth0/0
switchport trunk encapsulation dot1q
switchport trunk allowed vlan 40
switchport mode trunk
duplex auto
!
interface Vlan1
no ip address
shutdown
!
no ip http server
!
control-plane
!
line con 0
exec-timeout 0 0
privilege level 15
logging synchronous
line aux 0
exec-timeout 0 0
privilege level 15
logging synchronous
line vty 0 4
login
!
end

```