

IMPLEMENTACIÓN DE FRAMEWORK USANDO INFRAESTRUCTURA CLOUD  
COMPUTING PARA LABORATORIOS REMOTOS DE REDES DE NUEVA  
GENERACIÓN.

GABRIEL EDUARDO MEDINA TORRES

Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD)  
Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería (ECBTI)  
Ingeniería de Telecomunicaciones  
Zona Caribe  
2021

IMPLEMENTACIÓN DE FRAMEWORK USANDO INFRAESTRUCTURA CLOUD  
COMPUTING PARA LABORATORIOS REMOTOS DE REDES DE NUEVA  
GENERACIÓN.

GABRIEL EDUARDO MEDINA TORRES

Trabajo de grado para obtener el título de Ingeniero de Telecomunicaciones

Director:  
Efraín Alejandro Pérez Gaitán

Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD)  
Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería (ECBTI)  
Ingeniería de Telecomunicaciones  
Zona Caribe  
2021

**Nota de Aceptación**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Firma del jurado**

---

**Firma del jurado**

Bogotá, 22/10/2021

## **Dedicatoria**

Agradezco a Dios primeramente por su gran misericordia y amor al permitirme culminar esta nueva etapa con éxito. También, agradezco a mi familia por el apoyo incondicional, por su paciencia, amor y comprensión.

**Gabriel Eduardo Medina Torres**

## **Agradecimientos**

En primer lugar, el agradecimiento de este proyecto va dirigido a Dios, ya que me permitió tener la disciplina, paciencia, ganas y amor para culminar este objetivo. A mi familia por apoyarme incondicionalmente, a la UNAD por crear esta modalidad de aprendizaje y de esta manera permitir que los profesionales que no pueden asistir físicamente a la universidad obtengan el título de ingeniero de telecomunicaciones.

También agradezco al Ingeniero Efraín Alejandro Pérez, por su acompañamiento en el proceso como asesor del proyecto de grado; además por ser parte importantísima de nuestra formación ingenieril.

## TABLA DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN .....	14
DESCRIPCIÓN .....	16
<i>Planteamiento del Problema:</i> .....	16
<i>Justificación</i> .....	17
<i>Objetivos</i> .....	18
1. MARCO CONCEPTUAL.....	19
1.1 <i>¿Qué son las nubes?</i> .....	19
1.2 <i>El diseño de nubes</i> .....	19
1.3 <i>¿Qué es OpenStack?</i> .....	21
1.4 <i>¿Qué puedo hacer con OpenStack?</i> .....	23
1.5 <i>¿Qué es GNS3?</i> .....	23
2. METODOLOGÍA DEL PROYECTO.....	27
3. RESULTADOS DEL DESARROLLO DE LAS FASES .....	28
<i>Fase 1 – Recibir instancia virtual del proveedor de Cloud Computing</i> .....	28
<i>Fase 2: Preconfigurar CentOS7 para la instalación de OpenStack</i> .....	37
<i>Fase 3: Instalación de OpenStack</i> .....	38
<i>Fase 4: Instalación de GNS3 Server Usando Ubuntu</i> .....	45
<i>Fase 5: Creación de Laboratorios desde cliente de GNS3 conectado al Servidor.</i> .....	55
4. PROBLEMAS DE IMPLEMENTACIÓN Y ACTUALIZACIÓN.....	65
4.1 <i>Problemas en la instalación de OpenStack</i> .....	65
4.2 <i>Problemas en la creación de Imágenes</i> .....	65
4.3 <i>Problemas en la creación de instancias virtuales</i> .....	65
4.4 <i>Problemas con GNS3</i> .....	67
5. CONCLUSIONES.....	68
6. FUTUROS PROYECTOS.....	69
BIBLIOGRAFÍA .....	70

## TABLA DE FIGURAS

Figura 1 Arquitectura de OpenStack.....	22
Figura 2 Topología típica en el entorno GNS3 .....	24
Figura 3 Metodología del Proyecto. ....	27
Figura 4 VMware Creación de Máquina virtual.....	28
Figura 5 VMware Selección del sistema operativo. ....	29
Figura 6 VMware Selección de Almacenamiento. ....	29
Figura 7 VMware configuraciones personalizadas de CPU.....	30
Figura 8 VMware configuraciones personalizadas de Memoria y Disco Duro.....	30
Figura 9 VMware revisión de configuración. ....	31
Figura 10 Consola de Instalación de CentOS.....	32
Figura 11 Instalación de CentOS, Selección de Idioma .....	32
Figura 12 Instalación de CentOS, menú de instalación. ....	33
Figura 13 Instalación de CentOS, configuración de red. ....	33
Figura 14 Instalación de CentOS, Configuración de Direccionamiento IP. ....	34
Figura 15 Instalación de CentOS, Configuración de Direccionamiento IP. Confirmación.....	34
Figura 16 Instalación de CentOS, Comenzar Instalación. ....	35
Figura 17 Instalación de CentOS, Creación de Contraseña de Root y creación de usuario. ....	35
Figura 18 Instalación de CentOS, Creación de Contraseña de Root y creación de usuario completadas. ....	36
Figura 19 Instalación de CentOS, instalación Completada. ....	36
Figura 20 Línea de Comandos de CentOS.....	37
Figura 21 Arquitectura del Proyecto.....	39
Figura 22 Topología dentro de OpenStack.....	41
Figura 23 Diferencia entre red externa e interna. ....	41
Figura 24 OpenStack Horizon Dashboard .....	45
Figura 25 Arquitectura de la Solución.....	46
Figura 26 Creación de Imagen en Horizon. ....	47

Figura 27 Imágenes utilizadas para creación de instancias virtuales en OPS. Vista desde Horizon.....	47
Figura 28 Horizon Dashboard, Menú de Instancias Virtuales.....	49
Figura 29 Horizon Dashboard. Creación de Instancias, Detalles. ....	50
Figura 30 Horizon Dashboard. Creación de Instancias, Selección de Imagen.....	50
Figura 31 Horizon Dashboard. Creación de Instancias, Selección de Flavor.....	51
Figura 32 Horizon Dashboard. Creación de Instancias, Selección de Red. ....	51
Figura 33 Horizon Dashboard. Creación de Instancias, Configuración de Cloud..	52
Figura 34 Horizon Dashboard. Menú de Instancias.....	52
Figura 35 Estado del Servicio de GNS3 .....	54
Figura 36 Acceso Web al GNS3 Server.....	54
Figura 37 GNS3 Setup Wizard, Selección de Recursos de Simulación. ....	56
Figura 38 GNS3 Setup Wizard, configuración de IP de servidor y su respectiva autenticación. ....	56
Figura 39 GNS3 Setup Wizard, finalización de conexión al servidor.....	57
Figura 40 GNS3 Client, crear nuevo proyecto. ....	58
Figura 41 GNS3 Client, apertura de menú de preferencias.....	59
Figura 42 GNS3 Client, Menú de preferencias .....	59
Figura 43 Preferencias, Dynamips IOS Routers, imagen de Cisco 7200 .....	60
Figura 44 Preferencias, IOU Devices, Imagen de Cisco IOS. ....	61
Figura 45 GNS3 Client, menú de Routers. ....	62
Figura 46 GNS3 Client, routers seleccionados.....	62
Figura 47 GNS3 Client, conexión de interfaces.....	63
Figura 48 GNS3 Client, Iniciar Dispositivos. ....	63
Figura 49 GNS3 Client, Dispositivos Iniciados.....	64
Figura 50 GNS3 Client, Consola de Dispositivo Encendido. ....	64
Figura 51 Detalle de Instancia: General .....	66
Figura 52 Detalle de Instancia: Log .....	66
Figura 53 Error GNS3 Versión.....	67



## RESUMEN

El uso de laboratorios en las carreras de informática y telecomunicaciones es una herramienta muy valiosa para los estudiantes. Con la impactante evolución que han tenido las telecomunicaciones, es posible implementar laboratorios usando Internet los cuales no solo tienen la ventaja de estar disponibles para todos los estudiantes desde cualquier lugar del mundo, a cualquier hora. Si no por la ventaja de que ayudan a la reducción de costos de tener que lidiar con laboratorios físicos. El presente proyecto, tiene por objetivo demostrar la aplicación de dichos laboratorios virtuales usando herramientas de computación en la nube. En el caso particular de nuestro proyecto utilizaremos el sistema de código abierto para computación en la nube llamado OpenStack. La metodología para este proyecto es un estudio de tipo comparativo y con modelos analíticos, usando los recursos bibliográficos que permita definir los módulos generales que se requieren para la implementación del framework o marco referencial de la estructura de interconexión con una plataforma de cloud para la ejecución de aplicaciones.

**Palabras Claves:** Emuladores, Laboratorios de Red, Implementación, Computación en la nube.

## ABSTRACT

The use of laboratories in computer science and telecommunications careers is a very valuable tool for students. With the impressive evolution of telecommunications, it is possible to implement laboratories using the Internet, which not only have the advantage of being available to all students from anywhere in the world, at any time also due to the decrease on costs of having to deal with physical laboratories. The present project aims to demonstrate the application of these virtual laboratories using cloud computing tools. In the case of our project, we will use the open-source system for cloud computing called OpenStack. The methodology for this project is a comparative study with analytical models, using bibliographic resources that allow defining the general modules that are required for the implementation of the framework or referential framework of the interconnection structure with a cloud platform for execution of applications.

**Keywords:** Emulators, Network Labs, Implementation, Cloud Computing.

## GLOSARIO

**API:** La interfaz de programación de aplicaciones, conocida también por la sigla API, en inglés, application programming interface, es un conjunto de subrutinas, funciones y procedimientos que ofrece cierta biblioteca para ser utilizada por otro software como una capa de abstracción.

**BIG DATA:** Los macrodatos, también llamados datos masivos, inteligencia de datos, datos a gran escala o big data es un término que hace referencia a conjuntos de datos tan grandes y complejos que precisan de aplicaciones informáticas no tradicionales de procesamiento de datos para tratarlos adecuadamente.

**CCNA:** Certificación nivel asociado que ofrece la empresa Cisco Systems, para validar habilidades dentro de el estudio de las redes de computadores.

**CCNP:** Certificación nivel profesional que ofrece la empresa Cisco Systems, para validar habilidades dentro de el estudio de las redes de computadores.

**CENTOS 7:** CentOS (Community ENTERprise Operating System) es una distribución Linux que consiste en una bifurcación a nivel binario de la distribución GNU/Linux Red Hat Enterprise Linux RHEL, compilado por voluntarios a partir del código fuente publicado por Red Hat, siendo la principal diferencia con este la eliminación de todas las referencias a las marcas y logos propiedad de Red Hat.

**COMPUTACION EN LA NUBE (CLOUD COMPUTING):** Tecnología que permite acceso remoto a softwares, almacenamiento de archivos y procesamiento de datos por medio de Internet, siendo así, una alternativa a la ejecución en una computadora personal o servidor local. En el modelo de nube, no hay necesidad de instalar aplicaciones localmente en computadoras.

**CORTAFUEGOS:** En informática, un cortafuegos(firewall) es la parte de un sistema o una red informáticos que está diseñada para bloquear el acceso no autorizado, permitiendo al mismo tiempo comunicaciones autorizadas. Los cortafuegos. pueden ser implementados en hardware o software, o en una combinación de ambos

**CPU:** La unidad central de procesamiento o procesador es el hardware dentro de un computador, teléfonos inteligentes y otros dispositivos programables. Su trabajo es interpretar las instrucciones de un programa informático mediante la realización de las operaciones básicas aritméticas, lógicas y externas.

**DDOS:** En seguridad informática, un ataque de denegación de servicio, llamado también ataque DoS, es un ataque a un sistema de computadoras o red que causa que un servicio o recurso sea inaccesible a los usuarios legítimos.

**DISCO DURO:** En informática, la unidad de disco duro o unidad de disco rígido es un dispositivo de almacenamiento de datos que emplea un sistema de grabación magnética para almacenar y recuperar archivos digitales.

**DNS:** El sistema de nombres de dominio es un sistema de nomenclatura jerárquico descentralizado para dispositivos conectados a redes IP como Internet o una red privada. Este sistema asocia información variada con nombres de dominio asignados a cada uno de los participantes

**EMULADOR:** En informática, un emulador es un software que permite ejecutar programas en una plataforma diferente de aquella para la cual fueron escritos originalmente.

**FRAMEWORK:** Plataforma de software universal y reutilizable para desarrollar aplicaciones de software, productos y soluciones

**HARDWARE:** Conjunto de elementos físicos o materiales que constituyen una computadora o un sistema informático.

**HIPERVISOR:** Un hipervisor o monitor de máquina virtual es una capa de software para realizar una virtualización de hardware que permite utilizar, al mismo tiempo, diferentes sistemas operativos en una misma computadora.

**INTERFAZ DE RED:** En informática, una interfaz de red es una interfaz de software o hardware entre dos equipos o capas de protocolo en una red informática. Una interfaz de red generalmente tendrá algún tipo de dirección de red

**IOL:** Es una modificación del software diseñado para dispositivos Cisco (IOS) El cual puede correr de manera virtual sobre un ambiente linux.

**IOS:** (Originalmente Internetwork Operating System) es el software utilizado en la gran mayoría de routers (encaminadores) y switches (conmutadores) de Cisco Systems

**IOT:** La internet de las cosas es un concepto que se refiere a una interconexión digital de objetos cotidianos con internet. Es, en definitiva, la conexión de internet más con objetos que con personas. También se suele conocer como internet de todas las cosas o internet en las cosas

**ISO:** Una imagen ISO es un archivo informático donde se almacena una copia o imagen exacta de un sistema de archivos. Se rige por el estándar ISO 9660, que le da nombre. Algunos de los usos más comunes incluyen la distribución de sistemas operativos, por ejemplo: GNU/Linux, FISCH, BSD y Live CD.

**ISP:** Es la empresa que brinda conexión a Internet a sus clientes.

**KVM:** Kernel-based Virtual Machine o KVM, es una solución para implementar virtualización completa con Linux. Está formada por un módulo del núcleo y herramientas en el espacio de usuario, siendo en su totalidad software libre

**LAN:** Red de computadoras que abarca un área reducida a una casa, un departamento o un edificio

**LINUX:** GNU/Linux es la denominación técnica y generalizada que reciben una serie de sistemas operativos de tipo Unix, que también suelen ser de código abierto, multiplataforma, multiusuario y multitarea.

**MAQUINA VIRTUAL:** En informática, una máquina virtual es un software que simula un sistema de computación y puede ejecutar programas como si fuese una computadora real. También llamado Instancia Virtual.

**MEMORIA:** La memoria de acceso aleatorio se utiliza como memoria de trabajo de computadoras y otros dispositivos para el sistema operativo, los programas y la mayor parte del software.

**NAT:** La traducción de direcciones de red, también llamado enmascaramiento de IP o NAT, es un mecanismo utilizado por routers IP para cambiar paquetes entre dos redes que asignan mutuamente direcciones incompatibles. Consiste en convertir, en tiempo real, las direcciones utilizadas en los paquetes transportados.

**NETWORKING:** En el mundo de las computadoras, el concepto de networking aplica a las redes de cómputo para vincular dos o más dispositivos informáticos con el propósito de compartir datos. Las redes están construidas con una mezcla de hardware y software, incluyendo el cableado necesario para conectar los equipos.

**OPEN SOURCE:** El software de código abierto es el software cuyo código fuente y otros derechos que normalmente son exclusivos para quienes poseen los derechos de autor, son publicados bajo una licencia de código abierto o forman parte del dominio público.

**ROUTER:** Un rúter, enrutador, o encaminador, es un dispositivo que permite interconectar computadoras que funcionan en el marco de una red. Su función es la de establecer la ruta que destinará a cada paquete de datos dentro de una red informática.

**SCRIPT:** En informática, un script, secuencia de comandos o guion es un término informal que se usa para designar a un programa relativamente simple.

**SIMULADOR:** Un simulador es un aparato, por lo general informático, que permite la reproducción de un sistema. Los simuladores reproducen sensaciones y experiencias que en la realidad pueden llegar a suceder

**SOFTWARE DEFINED NETWORKING (SDN):** Las redes definidas por software son un conjunto de técnicas relacionadas con el área de redes computacionales, cuyo objetivo es facilitar la implementación e implantación de servicios de red de una manera determinista, dinámica y escalable, evitando al administrador de red gestionar dichos servicios a bajo nivel.

**SOFTWARE:** Conjunto de programas y rutinas que permiten a la computadora realizar determinadas tareas.

**TIC:** Es un término extensivo para la tecnología de la información (TI) que enfatiza el papel de las comunicaciones unificadas, la integración de las telecomunicaciones (líneas telefónicas y señales inalámbricas) y las computadoras, así como el software necesario, el middleware, almacenamiento y sistemas audiovisuales, que permiten a los usuarios acceder, almacenar, transmitir y manipular información.

**VCPU:** Un vCPU es un núcleo virtual que se asigna a una máquina virtual o a un núcleo de procesador físico si el servidor no está particionado para máquinas virtuales.

**VPN:** Una red privada virtual es una tecnología de red de ordenadores que permite una extensión segura de la red de área local sobre una red pública o no controlada como Internet.

**WAN:** Red de computadoras que une varias redes locales, aunque sus miembros no estén todos en una misma ubicación física.

## INTRODUCCIÓN

El uso de laboratorios de redes, arquitectura de computadoras, sistemas operativos, etcétera, en las carreras de informática y telecomunicaciones es de gran importancia para los estudiantes. En dichos laboratorios, se adquiere una visión y experiencia real en el campo que se está tratando de desarrollar diferente a la obtenida mediante la enseñanza en el aula de clases, la cual proporciona conocimientos teóricos. La inclusión de la tecnología en la educación sigue siendo un área muy poco explorada. A pesar de que hay muy pocos documentos o publicaciones afuera acerca del tema, no hay mucha información sobre virtualización en el marco educativo. Actualmente están identificados dos tipos de pensamiento principales con respecto al uso de la tecnología orientada a la virtualización. La primera data sobre el apoyo de la operación de la infraestructura de la escuela: optimización de hardware y software mediante el empleo de tecnología de virtualización de servidores, incluidos las soluciones en la nube (Hemanth y Mahammad, 2016). La segunda corriente trata principalmente de tareas específicas dirigidas a la creación y operación de laboratorios virtuales o entornos educativos virtuales (Pizzonia y Rimondini, 2016).

Este proyecto se basa sobre la última idea, ya que se considera importante el acceso a la infraestructura de laboratorios a través de Internet; en este caso, enfocándonos en el desarrollo de las habilidades en la ingeniería de redes. Ofrecer a los alumnos la posibilidad de realizar trabajos en un laboratorio en línea, tiene muchos efectos positivos para el desarrollo de actividades académicas en entornos universitarios a distancia. Basado en la investigación de (Zaldívar-Colado, 2019) La enseñanza de la ciencia, la tecnología y la ingeniería aún están relativamente atrasadas cuando se utilizan nuevos enfoques tecnológicos, especialmente para la educación a distancia en línea. La razón de esta discrepancia radica en el hecho de que estos campos frecuentemente requieren prácticas de laboratorio para proporcionar una adquisición efectiva de habilidades y experiencia real. A menudo es difícil hacer que estos laboratorios sean accesibles a través de Internet.

El cambio en el pensamiento y la motivación son factores importantes para poder realizar el cambio a laboratorios virtuales. En este caso, es importante mantener al estudiante y al docente entusiasmados con el hecho de poder tener acceso a nuevas herramientas para el desarrollo de sus capacidades. En el caso de nosotros como estudiante, esto nos permitiría poder dar una milla extra para realizar y aprovechar dichos entornos para aprender y dar mejores resultados de los esperados.

Hacer una planificación de las horas de practica en los laboratorios mediante el uso de su computador, redactar el trabajo en un procesador de textos, poder tener las

herramientas al alcance de la mano sin tener que desplazarse por periodos largos a los entornos de laboratorios, hacer búsquedas de información directamente en internet para complementar el estudio, motiva más al estudiante a realizarlos que tener que ir al aula a hacer las mismas actividades. En el caso de los laboratorios de redes físicos, uno de los problemas más comunes es el alto costo económico de construir y equipar adecuadamente un laboratorio utilizando software propietario, lo cual podría salvarse con la utilización de software libre. Actualmente, debido a los avances tecnológicos de las telecomunicaciones y la simulación de sistemas de red, es posible construir un laboratorio virtual para que los estudiantes de carreras de ingeniería de sistemas, electrónica y telecomunicaciones realicen prácticas sobre el desarrollo de software, telemática, robótica, etcétera, con una inversión mínima y con la posibilidad de dar acceso a cientos o miles de alumnos a la vez. Podría decirse que la única limitante es la computadora o dispositivo móvil desde el cual se accede al entorno de laboratorios y, obviamente, la capacidad del internet del usuario del entorno (ancho de banda).

Por lo anterior, este proyecto tiene como principal objetivo desarrollar una solución que permita desplegar un modelo de cloud computing con requerimientos óptimos para laboratorios remotos en redes de nueva generación usando máquinas o instancias virtuales, alojados en un servidor y con la posibilidad de acceder a ellos a través de Internet. Durante el proceso del proyecto se usó un enfoque tipo comparativo y con modelos analíticos, usando los recursos bibliográficos que permita definir los módulos generales que se requieren para la implementación del framework o marco referencial de la estructura de interconexión con una plataforma de cloud para la ejecución de aplicaciones.

## DESCRIPCIÓN

### Planteamiento del Problema:

Las tecnologías de la información y las comunicaciones TIC, o IT por sus siglas en inglés (Information Technology) es el pilar que sostiene una de nuestras mayores formas de comunicación que es el internet. Se estima que hay más equipos conectados a internet que personas en el mundo ya que por cada persona aproximadamente hay entre 5 a 10 dispositivos conectados a internet. Sumándole a todo esto, se encuentra la creciente demanda que hay en nuestro país de personal calificado para trabajar en ese ámbito de las redes. El Networking o administración de redes de computadores, es el campo de las telecomunicaciones en el cual se permite la interconexión entre múltiples usuarios ya sea que estén en una red de área local (LAN) o una red de área amplia (WAN), estén interconectados a internet mediante algún proveedor de servicios de internet (ISP) o tengan algún circuito privado a través del internet que permita la interconexión entre uno o más sitios, en los cuales se encuentran estos usuarios.

El Networking o redes, debido a todo esto, es un campo dentro de las telecomunicaciones que tiene diferentes diversificaciones, entre las cuales se encuentran: Empresarial, Seguridad, Centros de Datos, inalámbrica, Service Provider, Colaboración, Diseño, Desarrollo y Automatización. Todos y cada uno de estos campos requieren ingenieros que se especialicen en dichos ámbitos, debido a esto, estos ingenieros de redes, como se les conoce popularmente, requieren una infraestructura de equipos de laboratorio que cumplan sus necesidades al poder adquirir las habilidades necesarias para poder administrar sectores de las redes en estos ámbitos. Por ejemplo, un ingeniero dedicado al tema de seguridad requiere el conocimiento sobre cómo funcionan los cortafuegos o Firewalls. Dentro de esta rama hay muchos proveedores de equipos, que dependiendo la empresa en la que este, van a tener que hacer uso de ellos. Entre los más comunes están Cisco y Palo Alto. Para que un ingeniero se vea en la habilidad de entrar y trabajar con confianza los equipos reales de su empresa, debe ser capaz de saber cómo utilizar el Cisco ASA o el Palo Alto Firewall, antes de hacer algún cambio en el equipo real que pueda afectar la seguridad de la empresa y exponerla a ataques distribuidos de denegación de servicio (DDoS) o alguna otra vulnerabilidad.

Para la práctica de redes existen diferentes softwares académicos que simulan ambientes de aprendizaje y dan al estudiante una noción básica de los diferentes equipos y escenarios que se encontrarán. Por ejemplo, Cisco Packet Tracer ofrece diferentes equipos y diferentes versiones en las cuales se pueden simular muchas cosas y aprender lo esencial sobre cómo usarlos. Sin embargo, estos "Simuladores" carecen de muchas funciones fundamentales para el óptimo desarrollo en un ambiente de producción. Al no tener ninguna otra alternativa muchos estudiantes



acuden a estos para el aprendizaje básico, pero al llegar al campo laboral, no se encuentran preparados para enfrentar otros tipos de configuración y tienden a experimentar con la red del cliente, dando paso esto a malas prácticas y posibles fallos en configuración que luego se vuelven difíciles de corregir.

Por estas razones explicadas anteriormente se debe crear frameworks de practica más robustos con el uso de emuladores estos emuladores, simulan todas las funciones del equipo que están emulando. Sean Routers, Switches, Firewalls, sistemas operativos, entre otros. Los cuales hacen que la experiencia de aprendizaje sea mucho más amplia y permita usarlos no solo para prácticas de laboratorio, si no para probar configuraciones, realizar pruebas y encontrar posibles fallos antes de utilizarlos en los entornos reales de producción. Dando así al ingeniero mejores herramientas para mejorar sus habilidades en el área de estudio seleccionada.

En este caso, para la UNAD este problema en particular se tiene para los estudiantes de Ingeniería Electrónica, Sistemas o Telecomunicaciones. Los cuales cursamos los módulos de CCNA, CCNP o quizás alguna electiva en administración de Linux. Al contar solamente con Packet Tracer, el aprendizaje se ve limitado a lo que dicho software permita utilizar, y no da apertura a todo el repertorio que tiene para ofrecer un emulador como GNS3, igualmente por requerimientos de software muchos estudiantes no cuentan con una maquina con los recursos necesarios para realizar una práctica. El cual utiliza imágenes reales de equipos basadas en IOL (IOS over Linux) u otro tipo de emulación de imágenes en Linux o KVM para esto, las cuales simulan el equipo real a totalidad.

### **Justificación**

Los motivos que me llevaron a realizar este proyecto aplicado se centran en la mejora del aprendizaje de las TIC, y la adquisición de habilidades necesarias para afrontar el entorno laboral de la mejor manera. Esto debido a que las herramientas básicas como simuladores (Packet Tracer), aunque dan ciertos conocimientos teóricos y prácticos a la hora de trabajar en el ámbito de las redes, no proporcionan todas las herramientas para enfrentarse al mundo real. En el ámbito académico, el estudio y practica del Networking se ha venido incrementando en Colombia, debido a que han llegado compañías que requieren de talento humano con las habilidades necesarias en estas áreas, las cuales no solo se necesitan personas calificadas con el conocimiento básico, sino que también personas capaces de entender problemas más complejos. Aquí entra nuestro proyecto en acción. Dando las herramientas necesarias a los estudiantes para capacitarse de una manera más detallada logrando obtener conocimientos sobre las plataformas y protocolos en su totalidad. En el ámbito social, este proyecto tiene un gran impacto en la comunidad estudiantil y en general en las redes, donde se presenta un ambiente real o un entorno

profesional, los ingenieros o estudiantes suelen requerir equipos reales en un laboratorio para poder practicar todas las tecnologías necesarias. Estos equipos suelen ser muy costosos (Usualmente en el rango de los miles de dólares por equipo) y muchas veces una compañía o mucho menos una persona tiene los recursos para costear una cantidad necesaria de equipos, por lo que los emuladores como GNS3 ofrecen una solución mucho más económica y sostenible, ya estos corren sobre máquinas virtuales, las cuales pueden usar nuestro propio computador mediante (VirtualBox, VMware Workstation, VMware Fusion, entre otros) o equipos especializados de cómputo como servidores o en este caso cloud computing. Estos métodos suelen ofrecer altas cantidades de recursos por un precio mucho menor. Lo que lo hace accesible a todos.

En lo personal, siempre me ha llamado mucho la atención estos emuladores, los uso frecuentemente en mi trabajo debido a que me encargo de diseñar, resolver problemas e implementar nuevas soluciones de IT. y de Software Defined Networking. Y he logrado generar topologías de 70 u 80 dispositivos, los cuales me dan la flexibilidad de simular un entorno real. Me gustaría aportar mi granito de arena a la universidad para que muchos más estudiantes conozcan y hagan uso de ellos.

## **Objetivos**

### **Objetivo General.**

Desarrollar una solución de diseño que permita desplegar un modelo de cloud computing con requerimientos óptimos para laboratorios remotos en redes de nueva generación usando máquinas virtuales o instancias

### **Objetivos Específicos.**

- Definir un framework para una plataforma de cloud computing con fines educativos usando el emulador de redes llamado GNS3
- Diseñar un laboratorio sobre una plataforma de cloud computing para aplicaciones de servicios de telecomunicaciones que permitan realizar procesos de implementación de redes de nueva generación.
- Implementar el laboratorio y demostrar el funcionamiento de las diferentes funciones a aplicar.

## 1. MARCO CONCEPTUAL

### 1.1 ¿Qué son las nubes?

Las nubes son entornos de TI que extraen, agrupan y comparten recursos escalables en una red. Suelen crearse para habilitar el cloud computing, que consiste en ejecutar cargas de trabajo dentro del sistema. Sin embargo, las nubes y el cloud computing no son tecnologías en sí mismas.

- Las nubes son entornos: sitios donde se ejecutan las aplicaciones.
- El cloud computing es una acción: la función que se encarga de ejecutar cierta carga de trabajo en una nube.
- Las tecnologías son elementos: sistemas de software y hardware que se utilizan para diseñar y usar las nubes.

**Nubes públicas, privadas, híbridas y multiclouds.** Antes, la diferencia entre las nubes públicas, privadas, híbridas y multiclouds radicaba en la ubicación y la propiedad, pero ya no es tan simple. Por eso, aunque nos hemos esforzado por definir los principales tipos de nube, lo hacemos pensando en el futuro.

- **Nubes públicas.** Un entorno de nube creado a partir de recursos ajenos al usuario final que pueden redistribuirse a otros inquilinos.
- **Nubes privadas.** En líneas generales, se trata de un entorno de nube diseñado solo para el usuario final, generalmente dentro del firewall del usuario y, a veces, on-premise.
- **Nubes híbridas.** Varios entornos de nube con cierto nivel de portabilidad, organización y gestión de las cargas de trabajo entre ellos.
- **Multiclouds.** Sistemas de TI que incluyen más de una nube, pública o privada, y que pueden conectarse en red (o no).

### 1.2 El diseño de nubes

No hay una arquitectura o infraestructura de nube única e ideal. Todas las nubes necesitan sistemas operativos, como Linux®, pero la infraestructura de nube puede incluir varios sistemas de software sin sistema operativo, de virtualización o de contenedores que extraen, agrupan y comparten recursos escalables en una red. Por eso es mejor definir a las nubes por lo que hacen, y no por lo que están hechas. Puede estar seguro de que creó una nube si configuró un sistema de TI con las siguientes características:

- Otras computadoras pueden acceder a él a través de una red.

- Contiene un repositorio de recursos de TI.
- Puede implementarse y ampliarse rápidamente.

Puede diseñar una nube privada por su cuenta o utilizar una infraestructura de nube predefinida, como OpenStack®. Hay miles de proveedores de nube en todo el mundo, y estos son algunos de los más conocidos:

- Alibaba Cloud
- Amazon Web Services
- Google Cloud
- IBM
- Microsoft Azure

La creación de una nube híbrida requiere cierto nivel de portabilidad, organización y gestión de las cargas de trabajo. Las interfaces de programación de aplicaciones (API) y las redes privadas virtuales (VPN) son las formas estándares para crear estas conexiones. Muchos de los principales proveedores de nube incluso ofrecen a los clientes una VPN pre-configurada como parte de sus paquetes de suscripción:

- Google Cloud ofrece Dedicated Interconnect
- Amazon Web Services ofrece Direct Connect
- Microsoft Azure ofrece ExpressRoute
- OpenStack ofrece OpenStack Public Cloud Passport

Otra forma de crear una nube híbrida es simplemente ejecutar el mismo sistema operativo en todos los entornos y diseñar aplicaciones nativas de la nube basadas en contenedores que sean gestionadas por un motor de organización universal, como Kubernetes. El sistema operativo extrae todo el hardware, mientras que la plataforma de gestión extrae todas las aplicaciones. De esta manera, puede implementar casi cualquier aplicación en prácticamente todos los entornos sin tener que renovar la aplicación, volver a capacitar al personal, dividir la gestión ni sacrificar la seguridad.

## Servicios de la nube

**Infraestructura como servicio (IaaS).** La Infraestructura como servicio (IaaS) ofrece a los usuarios los recursos de la nube, como la informática, las redes y el almacenamiento en la nube, a través de una conexión de red. El auge del big data, las aplicaciones móviles y el Internet de las cosas (IoT) ha aumentado la cantidad de proveedores de almacenamiento de datos de IaaS, como DropBox.

**Plataforma como servicio (PaaS).** La Plataforma como servicio (PaaS) ofrece a los usuarios una plataforma de software de aplicaciones, además de toda la

infraestructura de TI que se necesita para ejecutarla, a través de una conexión de red. Normalmente así se ofrecen las plataformas de nube.

**Software como servicio (SaaS).** El Software como servicio (SaaS) ofrece a los usuarios una aplicación en completo funcionamiento, así como la plataforma en la que se ejecuta y la su infraestructura de TI que necesita, a través de una conexión de red. Normalmente esta es la forma en que se ofrecen las aplicaciones de nube.

### 1.3 ¿Qué es OpenStack?

OpenStack es una plataforma de tecnología open source que usa recursos virtuales agrupados para diseñar y gestionar nubes privadas y públicas. Las herramientas que componen la plataforma OpenStack se denominan "proyectos" y se encargan de los servicios principales de cloud computing: computación, redes, almacenamiento, identidad e imagen. Además, se pueden agrupar más de una docena de proyectos opcionales para crear nubes únicas que se pueden implementar.

En la virtualización, los recursos, como el almacenamiento, la CPU y la RAM, se extraen de distintos programas específicos de los proveedores y se dividen con un hipervisor antes de distribuirlos según sea necesario. OpenStack utiliza un conjunto uniforme de interfaces de programación de aplicaciones (API) para extraer todavía más recursos virtuales, los cuales distribuye en conjuntos distintos que se utilizan para potenciar las herramientas del cloud computing estándares que utilizan los administradores y los usuarios.

**¿Cómo funciona OpenStack?** Básicamente, OpenStack es una serie de comandos conocidos como scripts. Esos scripts están agrupados en paquetes llamados "proyectos", que transmiten tareas que generan entornos de nube. Para crear esos entornos, OpenStack depende de otros dos tipos de software:

- La virtualización, que crea recursos virtuales extraídos del hardware.
- Un sistema operativo (SO) base, que ejecuta los comandos provenientes de los scripts de OpenStack.

Piénselo de esta manera: OpenStack por sí solo no virtualiza los recursos, sino que los utiliza para diseñar nubes. Tampoco ejecuta los comandos, sino que los transmite al sistema operativo base. Las tres tecnologías (OpenStack, la virtualización y el sistema operativo base) deben trabajar en conjunto. Esta

dependencia explica por qué muchas nubes de OpenStack se implementan con Linux®, que inspiró la decisión de NASA y RackSpace de lanzar OpenStack como software open source.

## Los elementos de OpenStack.

La arquitectura de OpenStack está constituida por una gran cantidad de proyectos open source, los cuales se utilizan para establecer el undercloud y el overcloud de OpenStack, que emplean los administradores de sistemas y los usuarios de la nube, respectivamente. Los underclouds contienen los elementos clave que necesitan los administradores de sistemas para configurar y gestionar los entornos de OpenStack de los usuarios finales, conocidos como overclouds.

Hay seis servicios básicos estables que gestionan la informática, las conexiones en red, el almacenamiento, la identidad y las imágenes, y más de doce servicios opcionales que varían según la consolidación del desarrollo. Los seis servicios principales constituyen la infraestructura que permite al resto de los proyectos gestionar los paneles, la coordinación, el aprovisionamiento de equipos sin sistema operativo, la mensajería, los contenedores y la gobernabilidad.

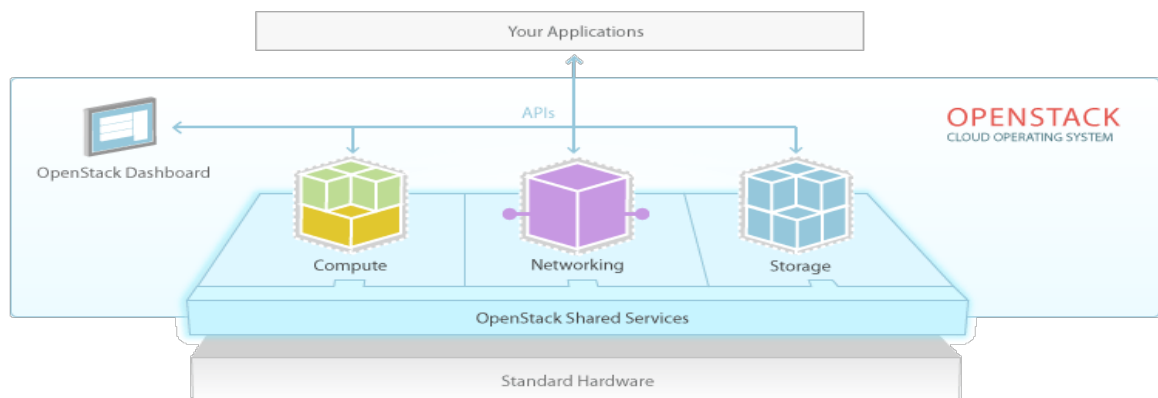


Figura 1 Arquitectura de OpenStack.

- **Nova:** Nova es una herramienta integral de gestión y acceso para los recursos de cómputo de OpenStack, que controla la planificación, la creación y la eliminación.
- **Neutrón:** Neutrón conecta las redes en los demás servicios de OpenStack.
- **Swift:** Swift es un servicio de almacenamiento de objetos con alta tolerancia a los errores que almacena y recupera objetos de datos no estructurados utilizando una API de RESTful.
- **Cinder:** Cinder proporciona almacenamiento persistente de bloques, y se puede acceder a él a través de una API de autoservicio.
- **Keystone:** Keystone autentica y autoriza todos los servicios de OpenStack. También es el catálogo de extremo de todos los servicios.

- **Glance:** Glance almacena y recupera imágenes del disco de la máquina virtual desde varias ubicaciones.

#### 1.4 ¿Qué puedo hacer con OpenStack?

- **Nubes privadas.** Está comprobado que las distribuciones de nubes privadas que se ejecutan en OpenStack son mejores que los enfoques creados por los propios usuarios. 451 Research descubrió que solo se necesita un aumento del 6 % en la cantidad de máquinas virtuales (lo cual es posible gracias a la fácil instalación y gestión de OpenStack) para que las distribuciones de OpenStack se vuelvan mucho más valiosas que las nubes privadas creadas por cuenta propia.
- **Virtualización de las funciones de red.** 451 Research descubrió que la próxima novedad importante puede ser el uso de OpenStack para la virtualización de las funciones de red (NFV), lo cual implica separar las funciones clave de una red para que se puedan distribuir en los entornos. Es la prioridad de prácticamente todos los servicios de comunicaciones globales encuestados por el analista.
- **Nubes públicas.** OpenStack es la principal opción de open source para crear entornos de nubes públicas. Ya sea que su empresa sea multimillonaria y cotice en bolsa, o que esté en sus inicios, puede utilizar OpenStack para instalar nubes públicas con servicios que compitan con los principales proveedores de nube pública.
- **Contenedores.** OpenStack es una base estable para las nubes públicas y privadas. Los contenedores aceleran la entrega de las aplicaciones, a la vez que simplifican su implementación y gestión. Ejecutar contenedores en OpenStack puede extender sus beneficios desde los equipos únicos en silos hasta las operaciones interdepartamentales en toda la empresa.

#### 1.5 ¿Qué es GNS3?

GNS3 es un simulador gráfico de red lanzado en 2008, que te permite diseñar topologías de red complejas y poner en marcha simulaciones sobre ellos,<sup>123</sup> permitiendo la combinación de dispositivos tanto reales como virtuales.

Para permitir completar simulaciones, GNS3 está estrechamente vinculada con:

- **Dynamips**, un emulador de IOS que permite a los usuarios ejecutar imágenes de IOS.<sup>4</sup>
- **Dynagen**, un front-end basado en texto para Dynamips

- **Qemu y VirtualBox**, para permitir utilizar máquinas virtuales como un firewall PIX o estaciones de trabajo
- **VPCS**, un emulador de PC con funciones básicas de Networking
- **IOU (IOS on Unix)**, compilaciones especiales de IOS provistas por Cisco para correr directamente en sistemas UNIX y derivados

¿Cuál es su arquitectura? GNS3 consta de dos componentes de software:  
 Software GNS3 todo en uno (GUI)  
 Servidor/Máquina Virtual GNS3

**Software GNS3 todo en uno.** Esta es la interfaz gráfica de usuario (GUI) de GNS3 y la parte de software necesaria para su operación. Este paquete instala el software todo en uno en su PC local (Windows, MAC, Linux), con lo cual puede crear sus topologías utilizando el software incluido. Esto es lo que generalmente se ve en capturas de pantalla como las siguientes:

### Topología típica en GNS3

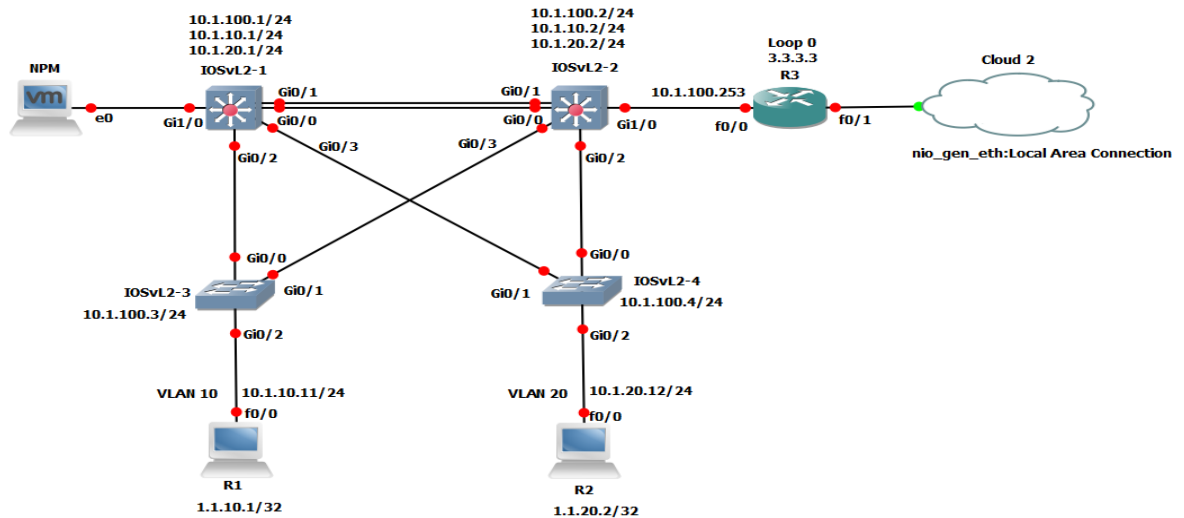


Figura 2 Topología típica en el entorno GNS3

**Máquina Virtual GNS3.** Cuando se crea topologías en GNS3 se está utilizando la interfaz gráfica de usuario (GUI), los dispositivos creados deben estar alojados y ejecutados por una máquina virtual o servidor. Se tiene algunas opciones:

**Servidor local GNS3.** Se ejecuta localmente en la misma PC donde instaló el software todo en uno GNS3. Si, por ejemplo, está utilizando una PC con Windows,



tanto la GUI como el servidor local se están ejecutando como procesos en Windows. Procesos adicionales como Dynamips también se ejecutarán en su PC.

**Máquina Virtual GNS3.** Si se decide usar la máquina virtual GNS3 (recomendado), puede ejecutar la máquina virtual localmente en su PC utilizando software de virtualización como VMware Workstation o VirtualBox; o puede ejecutar la máquina virtual GNS3 de forma remota en un servidor utilizando VMware ESXi o incluso en la nube.

Usted puede usar GNS3 sin usar la máquina virtual GNS3. Esta es una buena manera de comenzar desde el principio, pero esta configuración es limitada y no ofrece tantas opciones con respecto al tamaño de topología y los dispositivos admitidos. Si desea crear topologías más avanzadas o desea incluir dispositivos como los dispositivos Cisco VIRT (IOSvL2, IOSvL3, ASAv) u otros dispositivos que requieran Qemu, se recomienda la máquina virtual GNS3 (y a menudo se requiere).

**Emulación y Simulación en GNS3.** GNS3 admite tanto dispositivos simulados como emulados.

**Emulación.** GNS3 imita o emula el hardware de un dispositivo y ejecuta imágenes reales en el dispositivo virtual. Por ejemplo, puede copiar el IOS de Cisco desde un enrutador Cisco real y físico y ejecutarlo en un enrutador Cisco virtual emulado en GNS3.

**Simulación.** GNS3 simula las funciones y la funcionalidad de un dispositivo como un Smith. No está ejecutando sistemas operativos reales, como Cisco IOS, sino más bien un dispositivo simulado desarrollado por GNS3, como el conmutador GNS3 de capa 2.

### **Consideraciones entre la Simulación y Emulación en GNS3.**

Las líneas entre la simulación y la emulación se difuminan un poco en estos días. Ahora puede ejecutar imágenes Cisco VIRT que son imágenes de imágenes reales del sistema operativo de Cisco que se ejecutan en hardware virtual estandarizado. GNS3 emula el hardware que requieren las imágenes VIRT para ejecutarse.

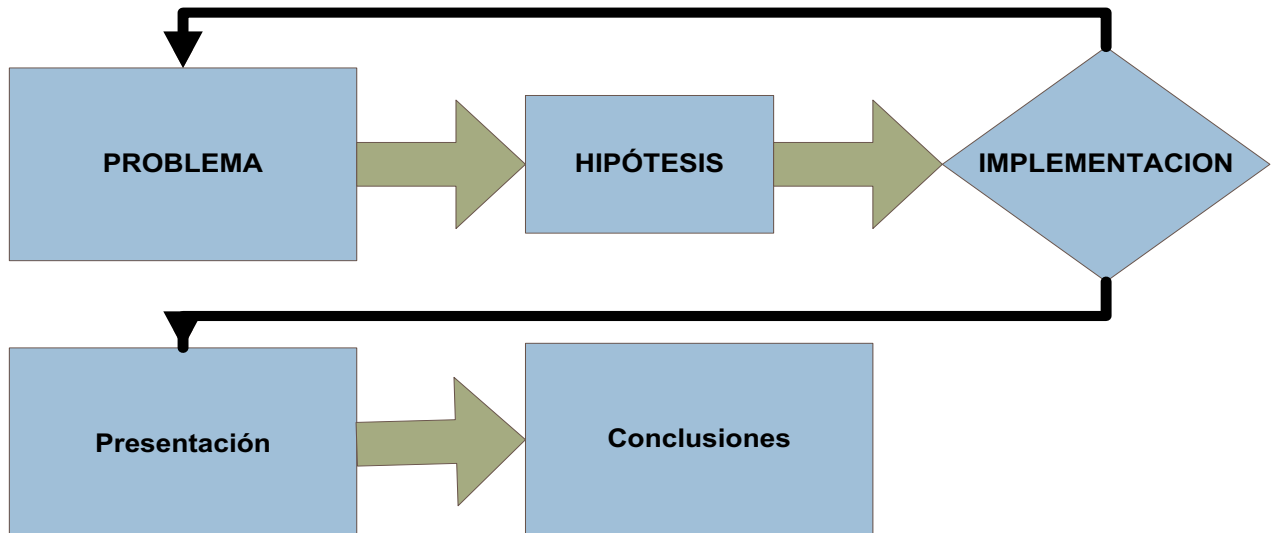
Dynamips es una tecnología más antigua que emula el hardware de Cisco. Utiliza imágenes reales de Cisco IOS. Es bueno para las topologías de tipo CCNA básico, pero tiene una serie de limitaciones, como el hecho de admitir únicamente versiones anteriores de Cisco IOS (12.X) que tampoco son compatibles o están actualizadas activamente por Cisco.

Las imágenes de Cisco recomendadas para usar son las de Cisco VIRT (IOSv, IOSvL2, IOS-XRv, ASA v). Estas imágenes son compatibles y Cisco las actualiza activamente. Las imágenes admiten versiones actuales de Cisco IOS (15.X) y brindan la mejor experiencia de usuario y escala.

## 2. METODOLOGÍA DEL PROYECTO.

La metodología para este proyecto es un estudio de tipo comparativo y con modelos analíticos, usando los recursos bibliográficos que permita definir los módulos generales que se requieren para la implementación del framework o marco referencial de la estructura de interconexión con una plataforma de cloud para la ejecución de aplicaciones, los conocimientos que requieren el uso de plataformas como servicio, siguientemente proceder a familiarizarse con un ambiente de pruebas los cuales se logra tener unos entornos de desarrollo. Donde se requiere hacer un análisis bien detallado del modo de trabajo de las plataformas como servicio y las posibilidades que ofrecen como ventajas que se tienen al realizar el desarrollo sobre este tipo de investigación

La siguiente figura es el modelo de trabajo para la propuesta de inicio del proyecto:



*Figura 3 Metodología del Proyecto.*

### 3. RESULTADOS DEL DESARROLLO DE LAS FASES

#### Fase 1 – Recibir instancia virtual del proveedor de Cloud Computing

En esta fase, se comunica con el proveedor de Cloud Computing los términos de la instancia virtual a entregar. En el caso práctico de este documento se está usando un proveedor privado que tiene como base de sus servidores físicos VMware. Este servidor nos ha provisto con una máquina de CentOS7 con las siguientes especificaciones.

- CPU: **8 CPUs Virtuales (vCPU)**
- Memoria: **32GB RAM**
- Disco Duro: **100GB**
- Virtualización Asistida: **SI**
- Interfaces de Red: **1 Interfaz (192.168.86.150/24)** // Esta IP en el escenario real, tendrá que venir asociada a una IP publica también.

#### Creación de Máquina Virtual

Se crea la máquina virtual de CentOS7 en el Servidor.

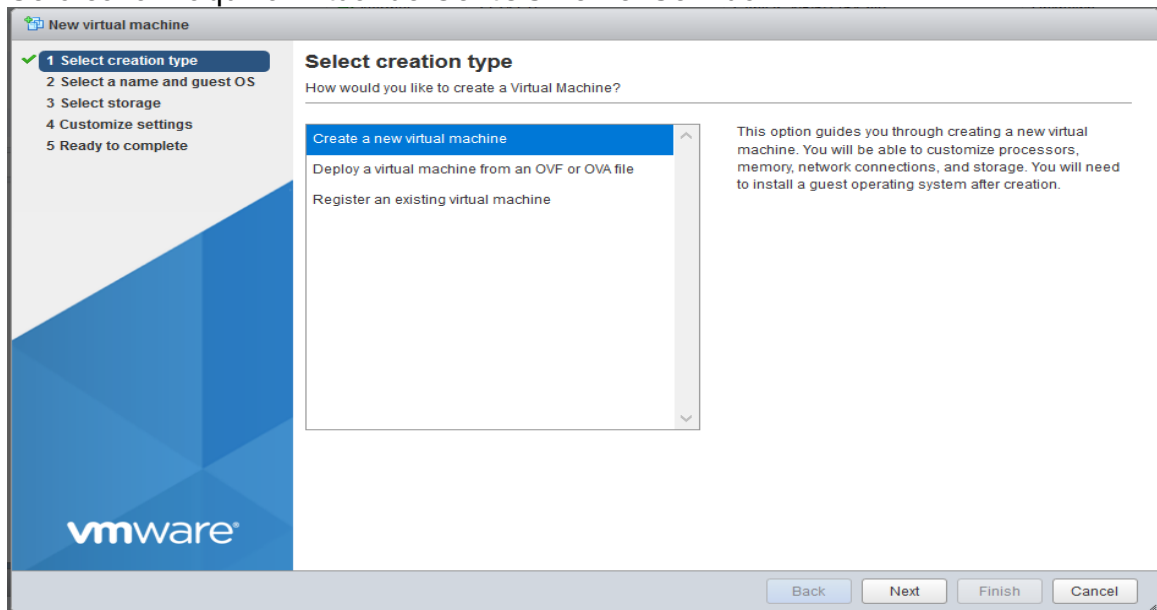


Figura 4 VMware Creación de Máquina virtual.

Se selecciona el sistema operativo

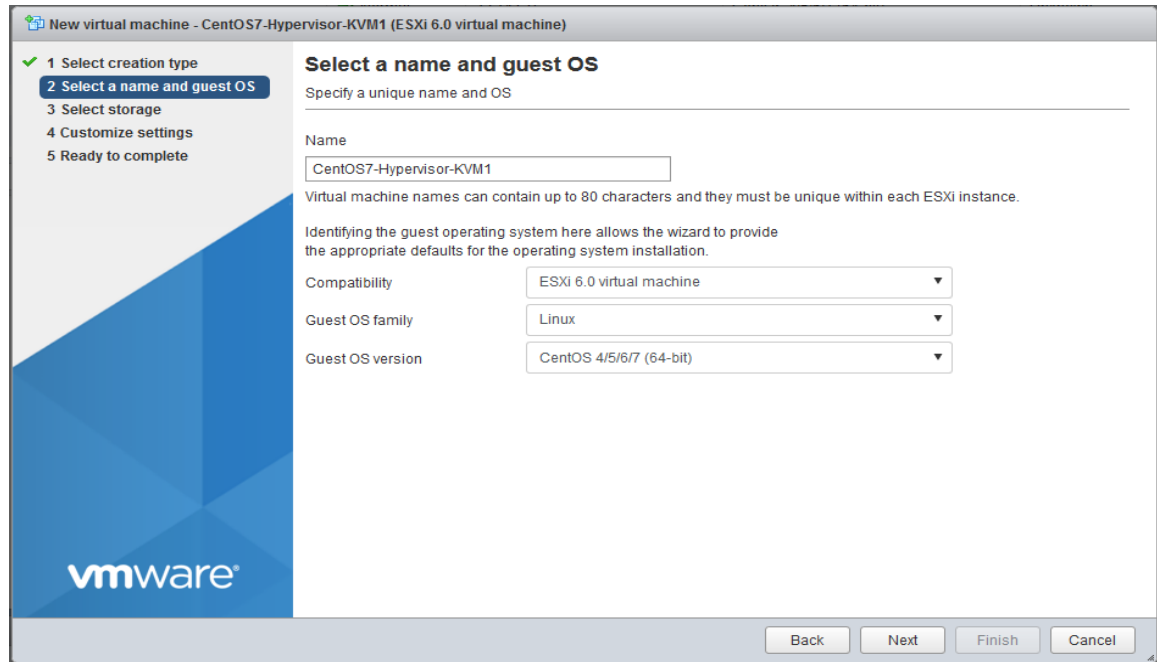


Figura 5 VMware Selección del sistema operativo.

Se selecciona el almacenamiento donde se creará el disco duro virtual.

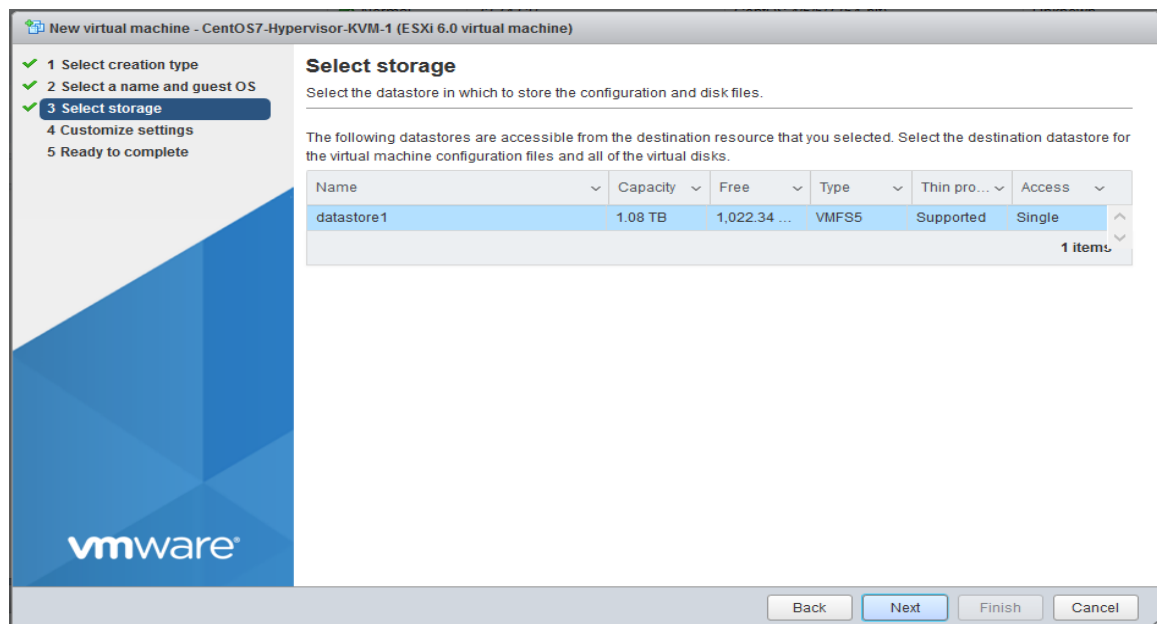


Figura 6 VMware Selección de Almacenamiento.

Se configura los valores de la máquina. En CPU se activa la virtualización asistida, para que dicha máquina de CentOS pueda virtualizar también.

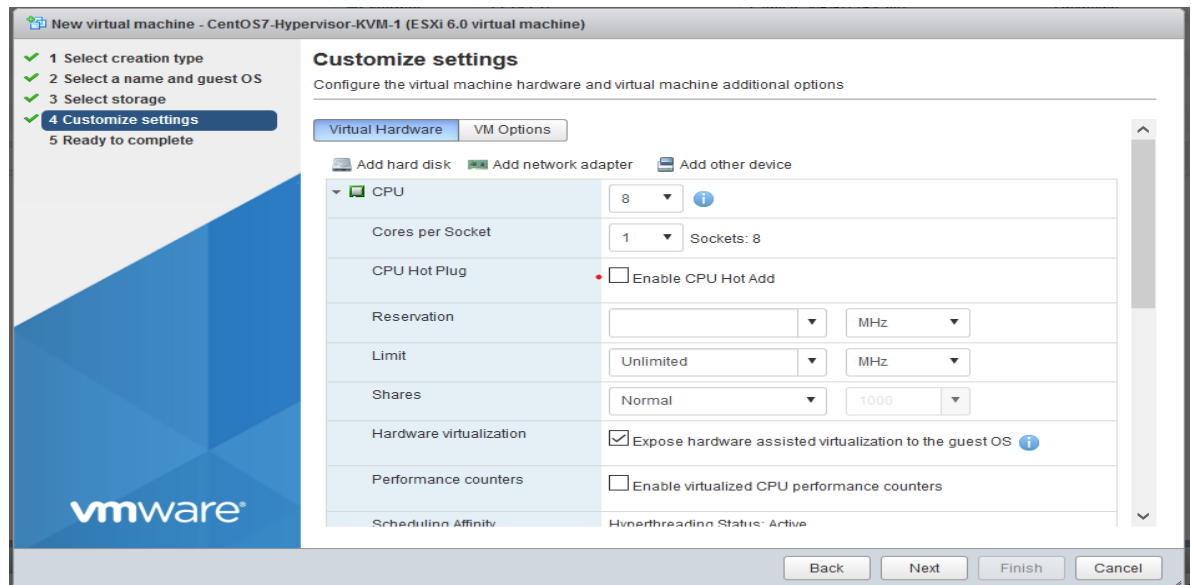


Figura 7 VMware configuraciones personalizadas de CPU

Se Seleccionan los valores de memoria y de disco. Y se agrega el ISO file del datastore con que instalar CentOS.

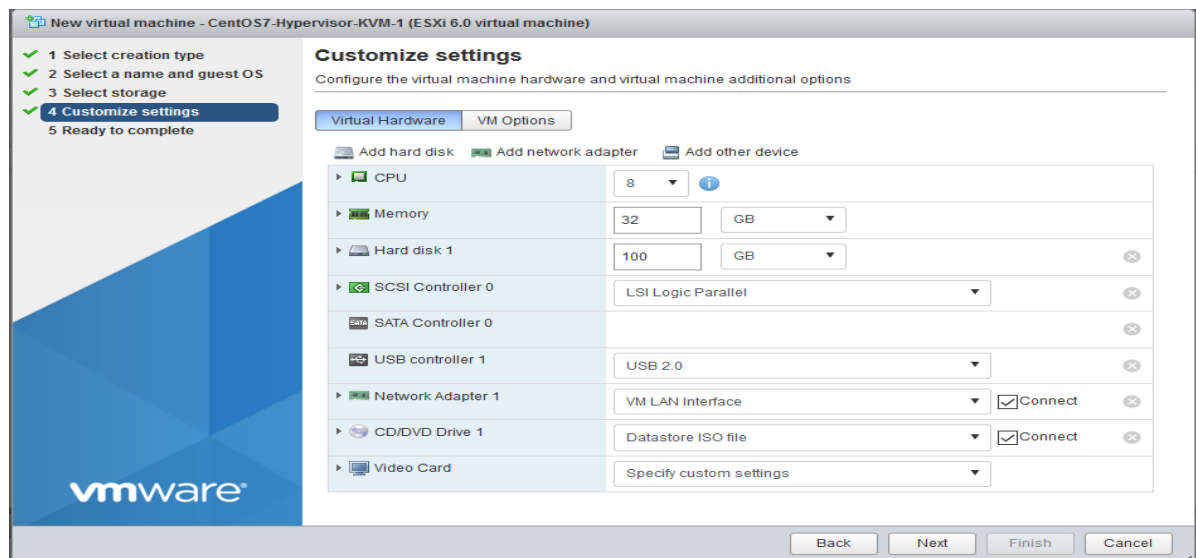


Figura 8 VMware configuraciones personalizadas de Memoria y Disco Duro.

Se revisa la configuración antes de darle completar.

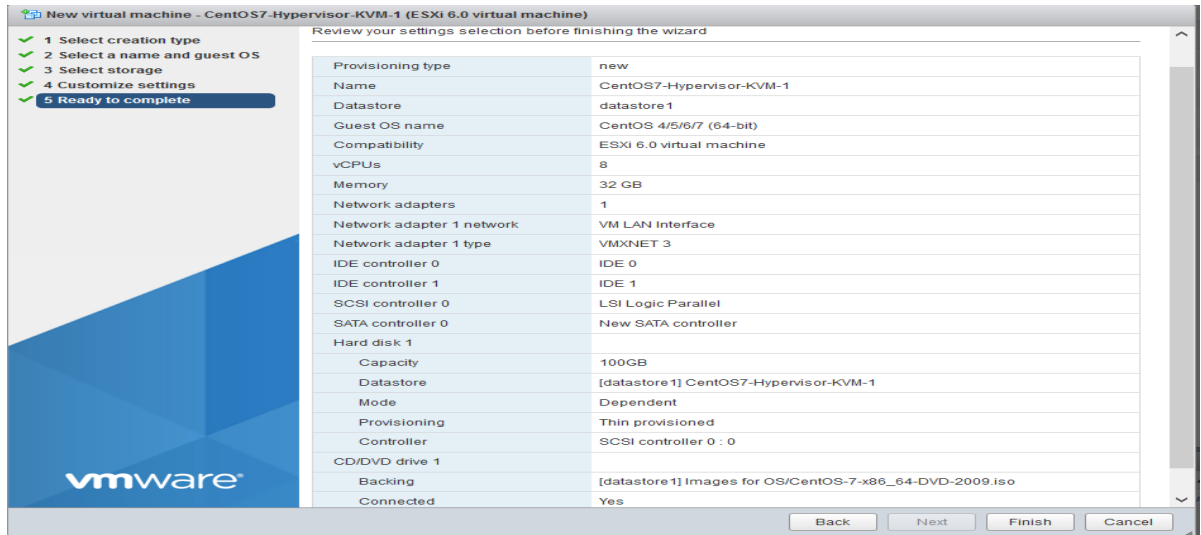


Figura 9 VMware revisión de configuración.

## Instalación de CentOS 7

Para la instalación de CentOS 7 se procede a entrar a la máquina virtual creada anteriormente mediante consola. Se procede a escoger el idioma, teclado, Particiones de Disco Duro, red y otros parámetros que deben ser configurados.

**Nota:** Tanto como la creación en el ambiente virtual como la instalación de CentOS dependen del proveedor de cloud. Si es uno público como AWS, por lo general la instalación la hará quien este creando la nube privada de OpenStack. Si es proveedor privado quien nos proporciona la máquina virtual de CentOS, ellos por lo general nos piden los requerimientos y nos entregan la maquina base instalada.

Se selecciona la instalación de CentOS 7

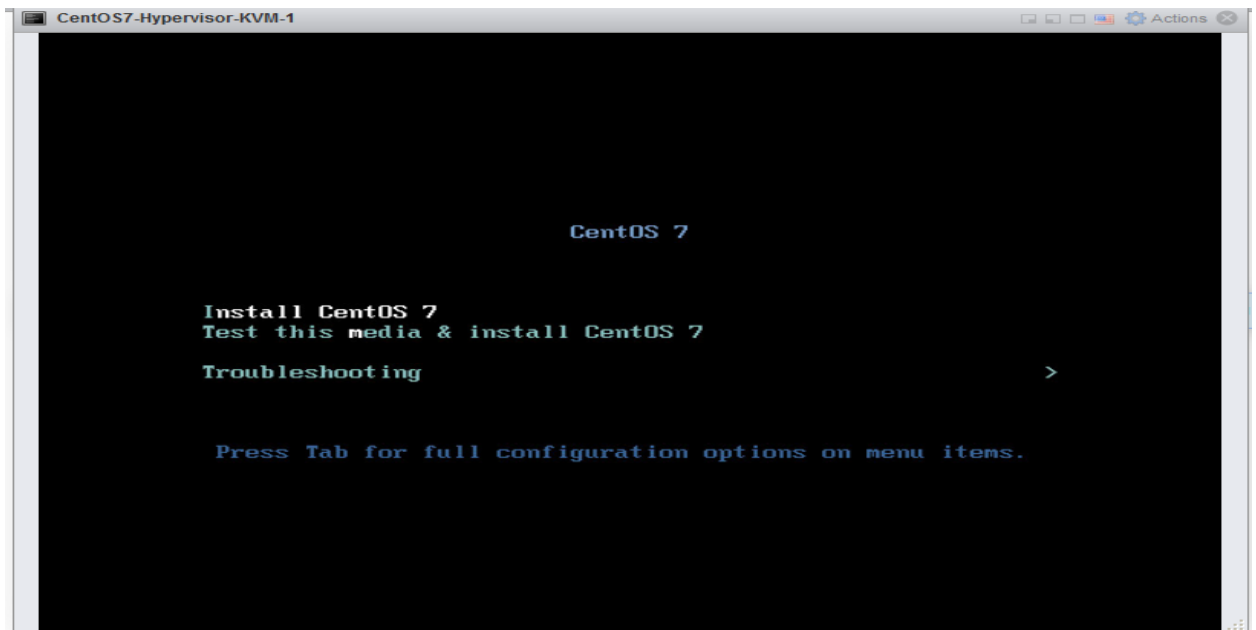


Figura 10 Consola de Instalación de CentOS

Se selecciona el idioma, en este caso Ingles de Estados Unidos.

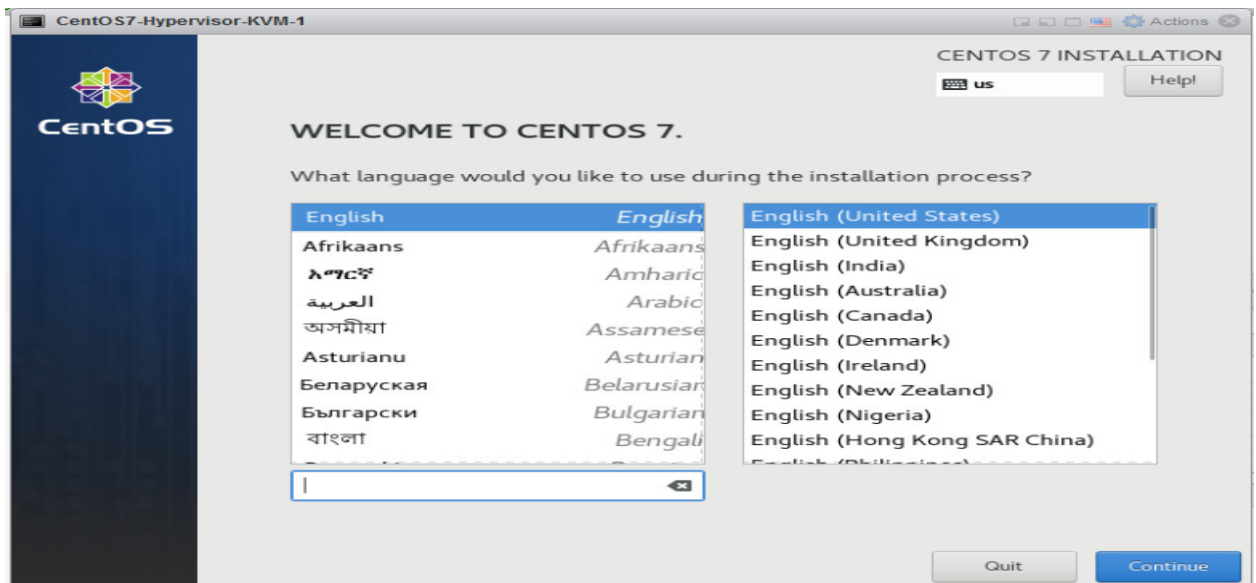


Figura 11 Instalación de CentOS, Selección de Idioma

En el menú de Instalación se permitirá escoger las opciones de Selección de Software. En este caso dejamos la opción de **Minimal Install** que no va a instalar interfaz gráfica. Se selecciona el destino de la instalación. Aquí nos dará la opción de particionar el disco duro. Se recomienda usar las opciones por defecto.



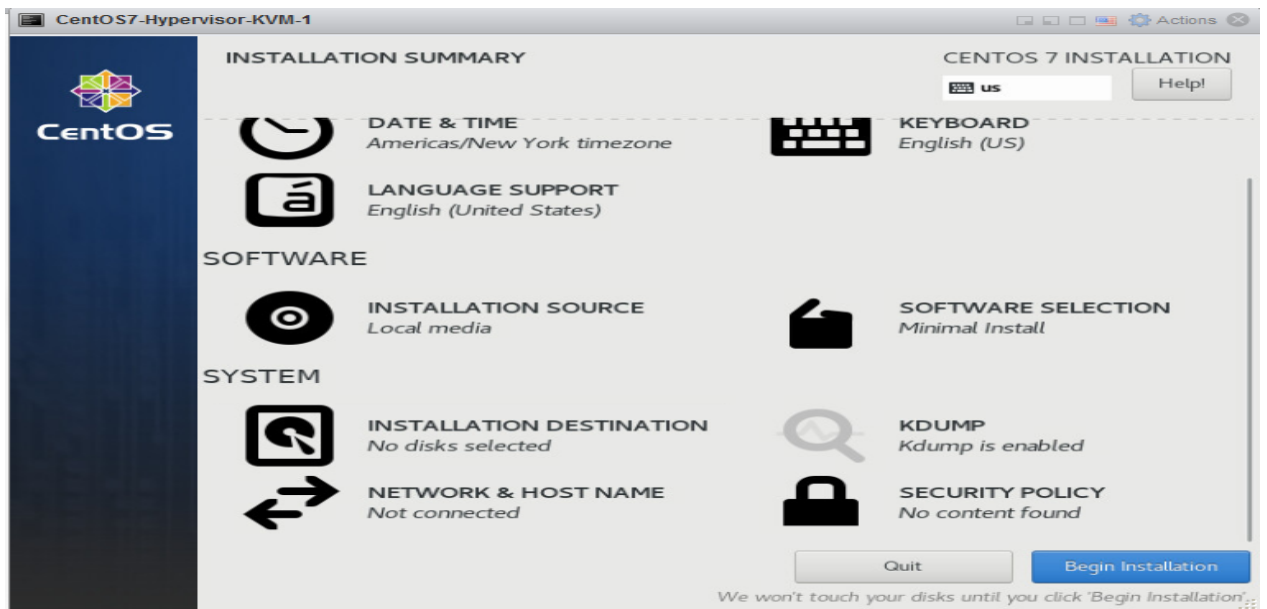


Figura 12 Instalación de CentOS, menú de instalación.

Seleccionamos la configuración de red y le damos Click en configurar.

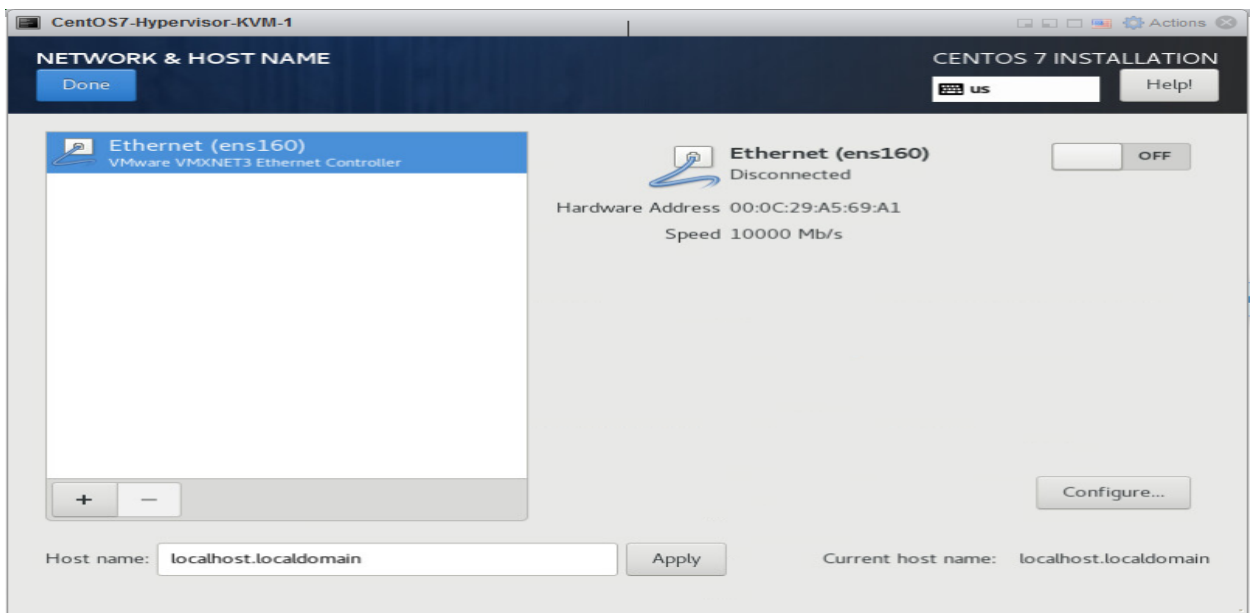


Figura 13 Instalación de CentOS, configuración de red.

Configuramos las opciones de direccionamiento IPv4. Aquí se configura manualmente la IP privada, la máscara de red y la puerta de enlace. Además de servidor de DNS. Luego confirmamos la configuración y se continua con la instalación de CentOS.

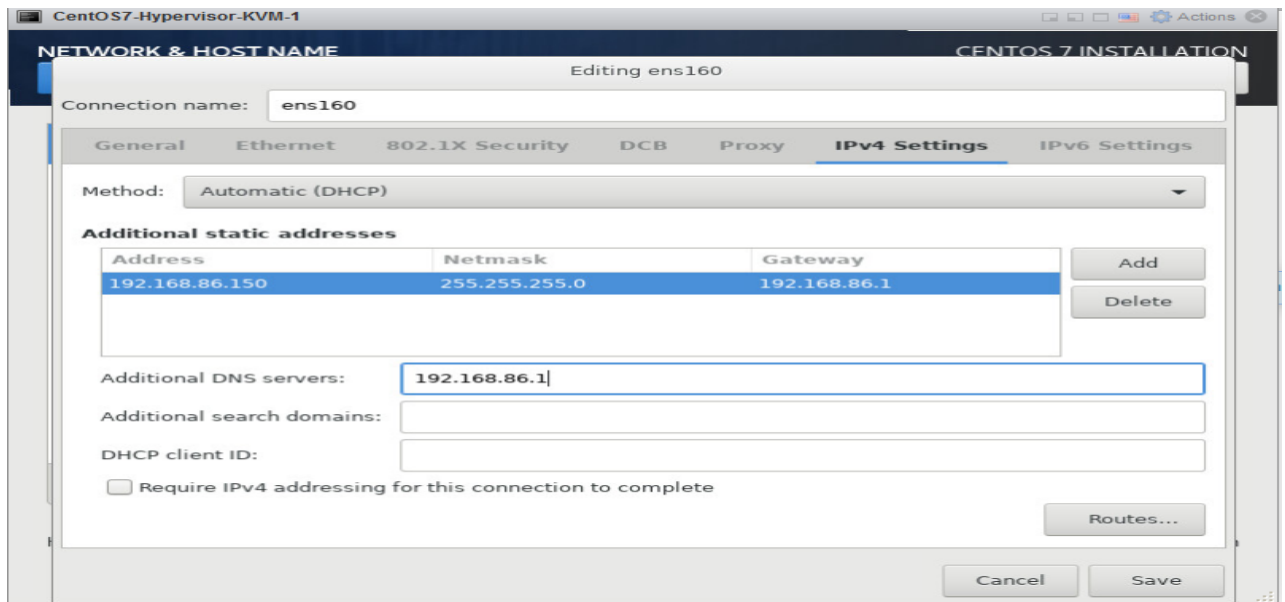


Figura 14 Instalación de CentOS, Configuración de Direccionamiento IP.

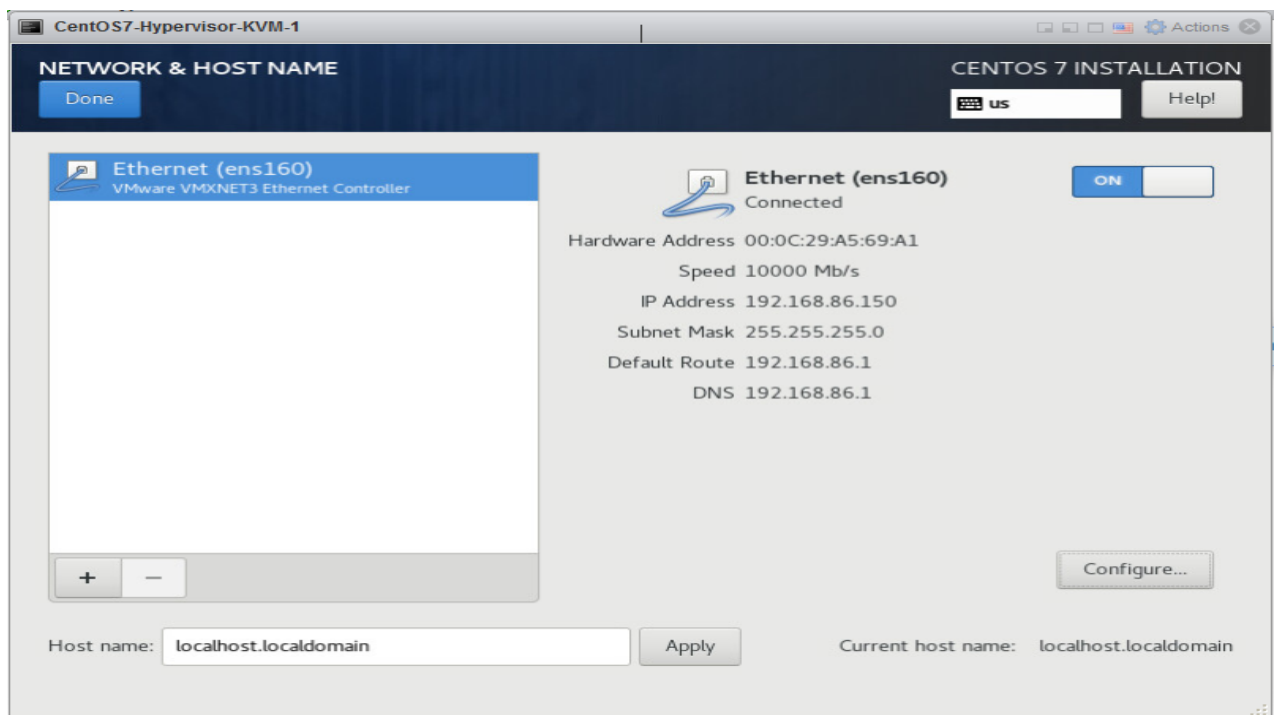


Figura 15 Instalación de CentOS, Configuración de Direccionamiento IP. Confirmación

Una vez las configuraciones estén listas, se procede a empezar la instalación.

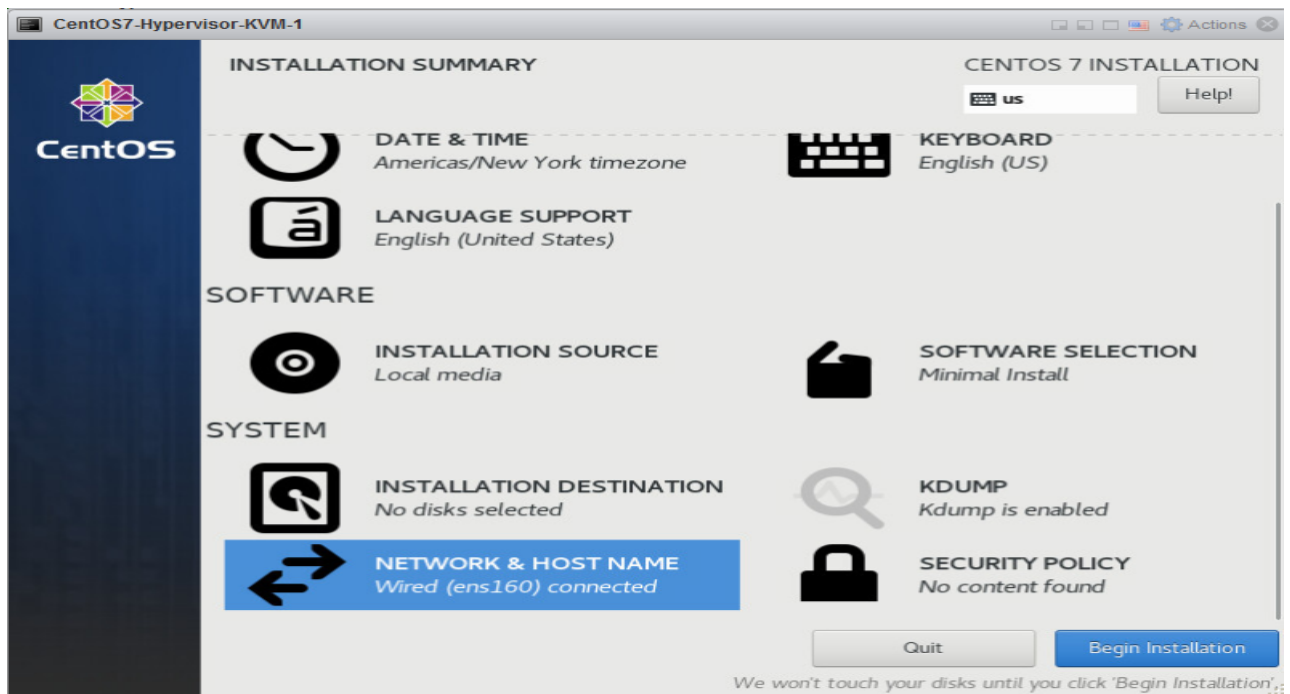


Figura 16 Instalación de CentOS, Comenzar Instalación.

Una vez la instalación empiece, se proceden a crear las contraseñas para root y para un usuario adicional.

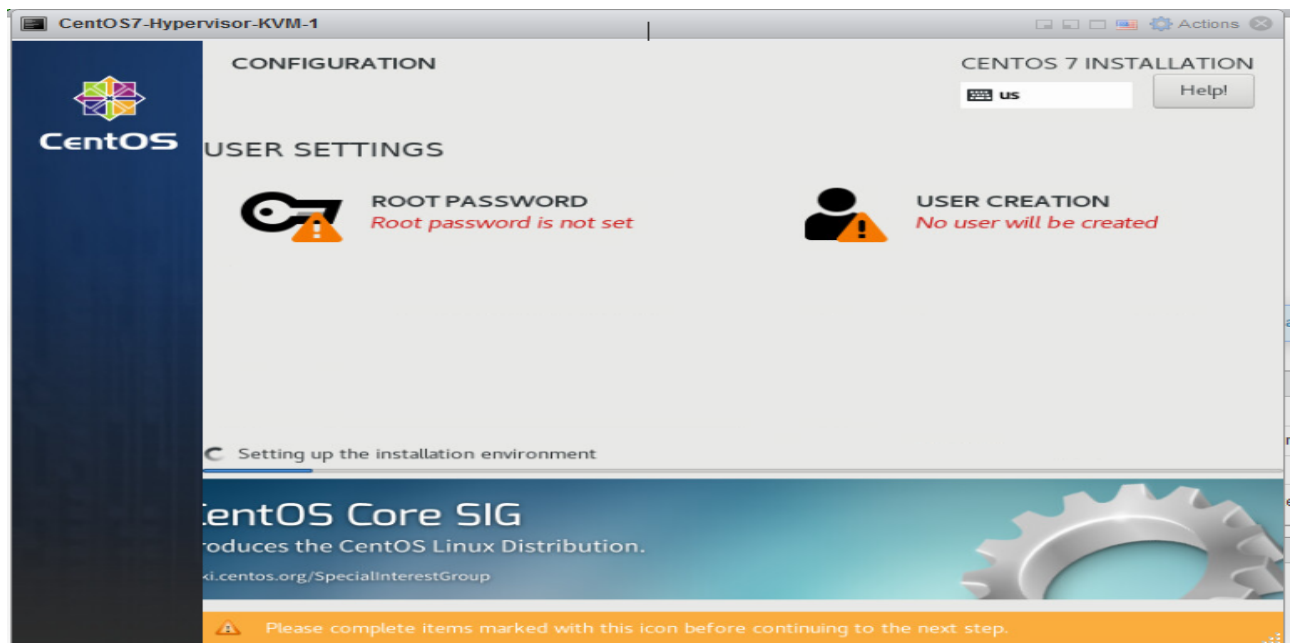


Figura 17 Instalación de CentOS, Creación de Contraseña de Root y creación de usuario.

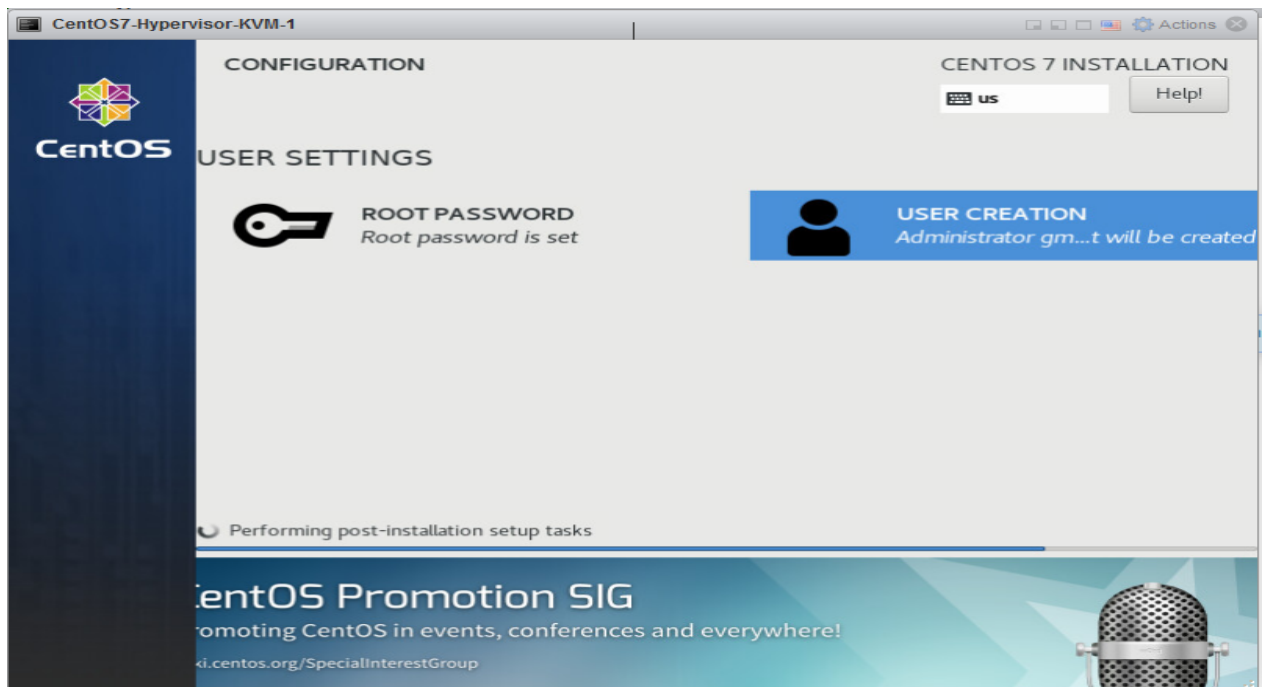


Figura 18 Instalación de CentOS, Creación de Contraseña de Root y creación de usuario completadas.

Una vez la instalación este completada, procederemos a reiniciar el sistema. Desde aquí el sistema cargara en línea de comandos y procederemos a la siguiente fase.

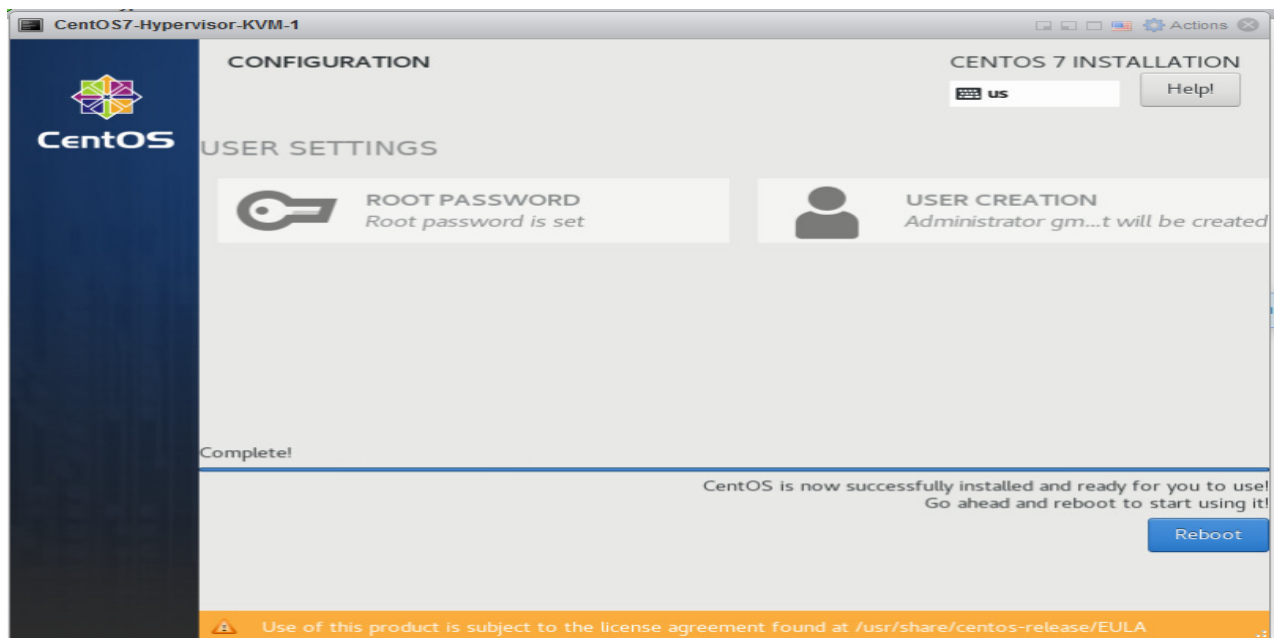


Figura 19 Instalación de CentOS, instalación Completada.

```
CentOS Linux 7 (Core)
Kernel 3.10.0-1160.el7.x86_64 on an x86_64

localhost login: root
Password:
Last login: Sat Mar 13 15:50:47 on tty1
[root@localhost ~]# ip a
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: ens160: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc mq state UP group default qlen 1000
    link/ether 00:0c:29:a5:69:a1 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 192.168.86.150/24 brd 192.168.86.255 scope global noprefixroute ens160
        valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 fe80::e699:78d5:508:40d7/64 scope link noprefixroute
        valid_lft forever preferred_lft forever
[root@localhost ~]# _
```

Figura 20 Línea de Comandos de CentOS

## Fase 2: Preconfigurar CentOS7 para la instalación de OpenStack

Una vez que se reciba la máquina virtual del proveedor de Cloud Computing, empezamos a hacer las modificaciones pertinentes para realizar nuestra propia nube privada.

### Corroborar los requerimientos de la configuración de la máquina.

Actualizar el sistema e instalar las utilidades básicas.

```
[root@localhost ~]# sudo yum -y update
Loaded plugins: fastestmirror
Determining fastest mirrors
 * base: mirror.jaleco.com
 * extras: mirror.umd.edu
 * updates: repos-va.psychz.net
----- Omitted Output -----

Complete!
[root@localhost ~]#
[root@localhost ~]# sudo yum -y install vim wget curl telnet
bash-completion unzip python3

Loaded plugins: fastestmirror
```

```

Loading mirror speeds from cached hostfile
 * base: mirror.jaleco.com
 * extras: mirror.umd.edu
 * updates: repos-va.psychz.net
----- Omitted Output -----

;Complete!
[root@localhost ~]#
[root@localhost ~]# sudo yum -y update
Loaded plugins: fastestmirror
Loading mirror speeds from cached hostfile
 * base: mirror.jaleco.com
 * extras: mirror.umd.edu
 * updates: repos-va.psychz.net
No packages marked for update
[root@centos-hyperv1 ~]#

```

Detener y deshabilitar NetworkManager y Firewalld

```

[root@localhost ~]# systemctl stop firewalld.service
[root@localhost ~]# systemctl stop NetworkManager
[root@localhost ~]# systemctl disable firewalld.service
NetworkManager

```

Deshabilitar SELinux

```

[root@localhost ~]# sudo sed -i
's/^SELINUX=.*SELINUX=disabled/g' /etc/selinux/config
[root@localhost ~]#

```

Configurar el server host name.

```

[root@localhost ~]# sudo hostnamectl set-hostname centos-
hyperv1.example.com --static
[root@localhost ~]#

```

Reiniciar el servidor para aplicar las configuraciones.

```

[root@localhost ~]# sudo reboot

```

### Fase 3: Instalación de OpenStack.

Descargar el repositorio de OpenStack para la versión de Linux que estemos usando. Para Centos7 usamos OpenStack Train.

```

[root@localhost ~]# sudo yum install -y centos-release-
openstack-train

```

## Actualizar el sistema después de haber descargado OpenStack y descargar Packstack.

Packstack es una herramienta que usa módulos de Puppet para desplegar varias partes de OpenStack en múltiples servidores automáticamente usando SSH. En la actualidad solamente CentOS y Red Hat Enterprise Linux (RHEL) y sus derivados son soportados. Con Packstack seremos capaces de implementar un servidor de OpenStack todo en uno (AIO por sus siglas en inglés.). La documentación acerca de su uso se encuentra en el sitio web del RDO Project. (<https://www.rdoproject.org/install/packstack/>)

```
[root@localhost ~]# yum -y update
[root@localhost ~]# yum -y install openstack-packstack
```

## Instalar Packstack con configuración de red existente.

Debido a que en la Fase 1, el proveedor de Cloud Computing nos incluyó en una subred dentro de su red, es necesario tener en cuenta que requerimos una dirección IP dentro de ese mismo rango, sea asociada a una IP pública para poder acceder a nuestras máquinas virtuales. Esto debido a la siguiente topología:

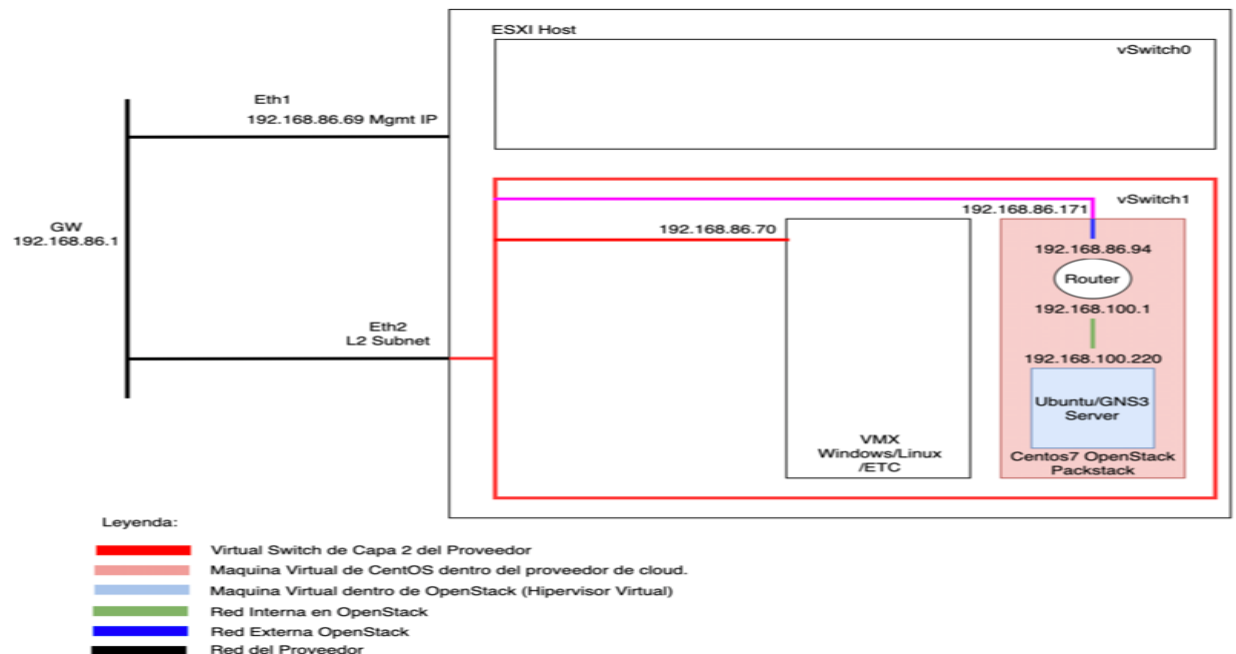


Figura 21 Arquitectura del Proyecto.

Consideremos el siguiente escenario. Como podemos ver en el diagrama. Llamaremos a la máquina virtual de CentOS el Hipervisor debido a que dentro de

dicha maquina se estarán creando máquinas virtuales usando virtualización anidada (Nested VM) En nuestro propio entorno de Cloud Usando OpenStack. Es decir, el CentOS o sea el Hipervisor en este caso actúa como si tuviéramos un servidor físico. En este caso, es una máquina virtual cumpliendo dichas funciones. Este **Hipervisor Virtual**, se creó a su vez en una nube sea pública o privada, pero en este caso ese **Hipervisor Virtual**, está alojado en un entorno de virtualización dentro de un servidor físico o sea el **Servidor Bare Metal**. Dicho servidor, es una unidad de cómputo física, con recursos limitados, que están siendo distribuidos de alguna forma por el proveedor de cloud. (Esa parte, que es explicada en la fase 1, nosotros no tenemos control sobre ella ni como se crea nuestro hipervisor virtual, solamente recibimos nuestro CentOS o Hipervisor virtual, ya con los requerimientos que solicitamos).

Como se puede ver en la figura, el proveedor entrega una maquina CentOS con las siguientes especificaciones:

- CPU: **8 CPUs Virtuales (vCPU)**
- Memoria: **32GB RAM**
- Disco Duro: **100GB**
- Virtualización Asistida: **SI**
- Interfaces de Red: **1 Interfaz (192.168.86.171/24)** // Esta IP en el escenario real, tendrá que venir asociada a una IP publica también.

Es decir, para nosotros acceder al sistema operativo CentOS7 tenemos que usar la IP pública. Dicha IP nos conecta solamente a dicho CentOS, y sus paquetes instalados ahí. En este caso como OpenStack, va a ser instalado directamente en CentOS, podremos usar dicha IP publica (en el caso de prueba seria 192.168.1.171) para conectarnos a la interfaz gráfica de OpenStack, debido a que ya tiene asignada una IP pública. Sin embargo, para las máquinas virtuales dentro de nuestra nube privada de OpenStack, van a tener otra subred (192.168.100.0/24 es la red interna de las máquinas de OpenStack). Para que nuestras maquinas dentro de OpenStack se conecten a la red pública del proveedor tenemos dos opciones:

- Que las maquinas dentro de OpenStack, adquiera direccionamiento IP mediante DHCP directamente desde el proveedor creando un bridge.
- Que las maquinas dentro de OpenStack, utilicen su subnet privada y que se les asigne una IP flotante del rango de IPs privadas del proveedor, que, a su vez, se asocien a una pública.
- Crear un router virtual, y asignar la IP extra que nos den a dicho router y hacer NAT en el mismo.



En la siguiente imagen podremos ver dicha explicación:

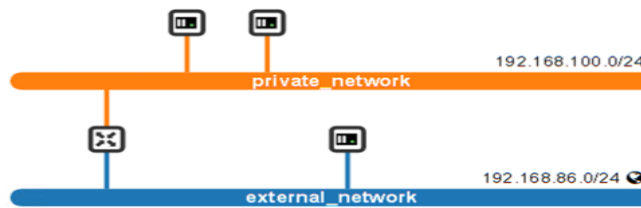


Figura 22 Topología dentro de OpenStack.

Como se puede ver, tenemos dos redes. Una **external\_network** y una **private\_network**. La externa, tiene asignado el mismo rango que nuestro rango dentro del proveedor, y la privada tiene el rango interno de OpenStack. Tenemos una máquina que recibe IP directamente del proveedor y otras dos que no. Por flexibilidad lo mejor es usar la red privada para nuestras máquinas y luego solicitar una IP la cual pondremos como flotante en nuestro servidor. Así se podrá asignar a algún equipo que deseemos.

<input type="checkbox"/>	Instance Name	Image Name	IP Address
<input type="checkbox"/>	gns3server-ubuntu-img-int1	Ubuntu-18.04	192.168.100.104, 192.168.86.199
<input type="checkbox"/>	cirros-internal	cirros image	192.168.100.180
<input type="checkbox"/>	gns3server-ubuntu-img4	Ubuntu-18.04	192.168.86.197

Figura 23 Diferencia entre red externa e interna.

Como se puede ver con la instancia de **gns3server-ubuntu-img-int1**, este equipo tiene dos IPs, la privada y la flotante. A diferencia de **gns3server-ubuntu-img4** que solo tiene la asignada por el proveedor. El usar una IP flotante, permite el menor consumo de direcciones IPs requeridas al proveedor y garantiza que se puedan reutilizar dichas IPs si se necesitan en otra instancia. A este concepto se le conoce también como **Elastic IP** en proveedores públicos como Amazon Web Services (AWS). Por dicha razón, debemos instalar Packstack para que se acomode a los requerimientos de red existentes.

### Ejecución de Packstack con la modificación de red.

Después de haber descargado Packstack y OpenStack en nuestra maquina CentOS, procederemos a instalarlo. Este método, permitirá a cualquier equipo en la red, acceder las máquinas virtuales creadas usando sus **IPs flotantes**.

```
[root@localhost ~]# packstack --allinone --os-neutron-l2-agent=openvswitch --os-neutron-ml2-mechanism-drivers=openvswitch --os-neutron-ml2-tenant-network-types=vxlan --os-neutron-ml2-type-drivers=vxlan,flat --provision-demo=n --os-neutron-ovs-bridge-mappings=extnet:br-ex --os-neutron-ovs-bridge-interfaces=br-ex:ens160 <<<tu interfaz>
[root@localhost ~]#
```

Esto va a definir un nombre lógico para nuestro segmento físico de Capa 2 con el nombre de “extnet”. Mas adelante, haremos referencia a nuestra red del proveedor con este nombre cuando creemos redes externas en OpenStack.

Este comando también agrega un tipo de red ‘flat’ a la lista de tipos de red soportados por la instalación. Esto es necesario cuando tu red del proveedor es una red plana simple (Caso más común para pruebas de concepto). Si estas usando una VLAN para conectividad externa, debes agregar ‘vlan’ a la lista de tipos de controladores soportados.

Después de que se complete la instalación de los paquetes usando Packstack, hay que modificar la configuración de red de nuestro Hipervisor CentOS, asignando los valores que estaban en la interfaz física (en este caso ens160) a la br-ex.

Modificar /etc/sysconfig/network-scripts/ifcfg-br-ex:

```
DEVICE=br-ex
DEVICETYPE=ovs
TYPE=OVSBridge
BOOTPROTO=static
IPADDR=192.168.86.171 # IP Antigua debido a que no queremos
que el reseteo de                                # la configuración de red no mate la
conexión actual
NETMASK=255.255.255.0 # tu mascara de red
GATEWAY=192.168.86.1 # tu Puerta de enlace
DNS1=192.168.86.1 # tu nombre de dominio
ONBOOT=yes
```

El archivo de arriba moverá los parámetros de red de ens160 a br-ex. Modificar el archive de configuración de la interfaz física /etc/sysconfig/network-scripts-ifcfg-ens160.

**Nota:** aquí hay que prestar atención a nuestra interfaz física. En el caso de este ejemplo es ens160, pero puede ser, eth0, enp2s0 o cualquier otra interfaz.

```
DEVICE=ens160
TYPE=OVSPort
DEVICETYPE=ovs
OVS_BRIDGE=br-ex
ONBOOT=yes
```

También es posible usar un bond. En este caso, `/etc/sysconfig/network-scripts/ifcfg-bond0` se vería de esta forma.

```
DEVICE=bond0
DEVICETYPE=ovs
TYPE=OVSPort
OVS_BRIDGE=br-ex
ONBOOT=yes
BONDING_MASTER=yes
BONDING_OPTS="mode=802.3ad"
```

Esto significa que levantaremos la interfaz y la conectaremos al OVS bridge “br-ex” como un puerto, lo cual nos proveerá la conectividad hacia el enlace al proveedor.

Luego de esto reiniciaremos el servicio de red.

```
# service network restart
```

O, alternativamente

```
# reboot
```

Ahora, procedemos a crear la red externa usando Neutron.

```
# . keystone_admin
# neutron net-create external_network --provider:network_type flat
--provider:physical_network extnet --router:external
```

**Nota:** `extnet` es el segmento L2 que definimos anteriormente con `--os-neutron-ovs-bridge-mappings` arriba.

Tenemos luego que crear una subnet publica con un rango de alojamiento fuera del rango de DHCP de nuestra red pública (Aquí es donde pediremos al proveedor un rango de IPs privadas a utilizar) y configurar el default Gateway, al que tenemos configurado en nuestra red.

**Nota:** `192.168.86.1/24` es el router y el CIDR que definimos en `/etc/sysconfig/network-scripts/ifcfg-br-ex` para conectividad externa.

```
# neutron subnet-create --name public_subnet --enable_dhcp=False -
-allocation-pool=start=192.168.86.10,end=192.168.86.20 \
--gateway=192.168.86.1 external_network
192.168.86.0/24
```

Esta parte es opcional, pero debido a que no configuramos usuario demo descargamos la imagen de cirros

```
curl -L http://download.cirros-cloud.net/0.3.4/cirros-0.3.4-
x86_64-disk.img | glance \
image-create --name='cirros image' --visibility=public --
container-format=bare --disk-format=qcow2
```

Luego, creamos un router y configuramos la puerta de enlace usando la red externa que acabamos de crear anteriormente.

```
# neutron router-create router1
# neutron router-gateway-set router1 external_network
```

Luego creamos una red privada y una subred en ella

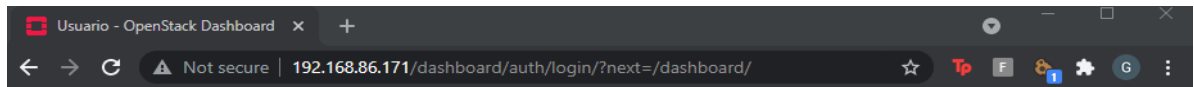
```
# neutron net-create private_network
# neutron subnet-create --name private_subnet private_network
192.168.100.0/24
openstack subnet set --dns-nameserver 192.168.100.1 private_subnet
openstack subnet set --dns-nameserver 192.168.86.1 private_subnet
openstack subnet set --dns-nameserver 8.8.8.8 private_subnet
```

Finalmente, conectamos la red privada a la red pública a través del router, el cual va a proveer las **Direcciones IP flotantes**.

La conexión al router en sí, solamente da NAT de dentro hacia afuera. Para acceso de afuera hacia adentro, se usan las IPs flotantes.

```
# neutron router-interface-add router1 private_subnet
```

La manera más fácil de ver la red y crear instancias es mediante **Horizon**, el cual fue configurado usando Packstack.



  
**openstack®**

Conectarse

Usuario

Contraseña

Iniciar sesión

*Figura 24 OpenStack Horizon Dashboard*

#### **Fase 4: Instalación de GNS3 Server Usando Ubuntu.**

Una vez que se ha instalado OpenStack en CentOS, se ha completado la creación de la nube privada dentro de algún proveedor de Cloud o virtualización en la nube. Ahora se procede a crear la o las instancias de GNS3 server usando Ubuntu, como se puede apreciar en esta imagen:

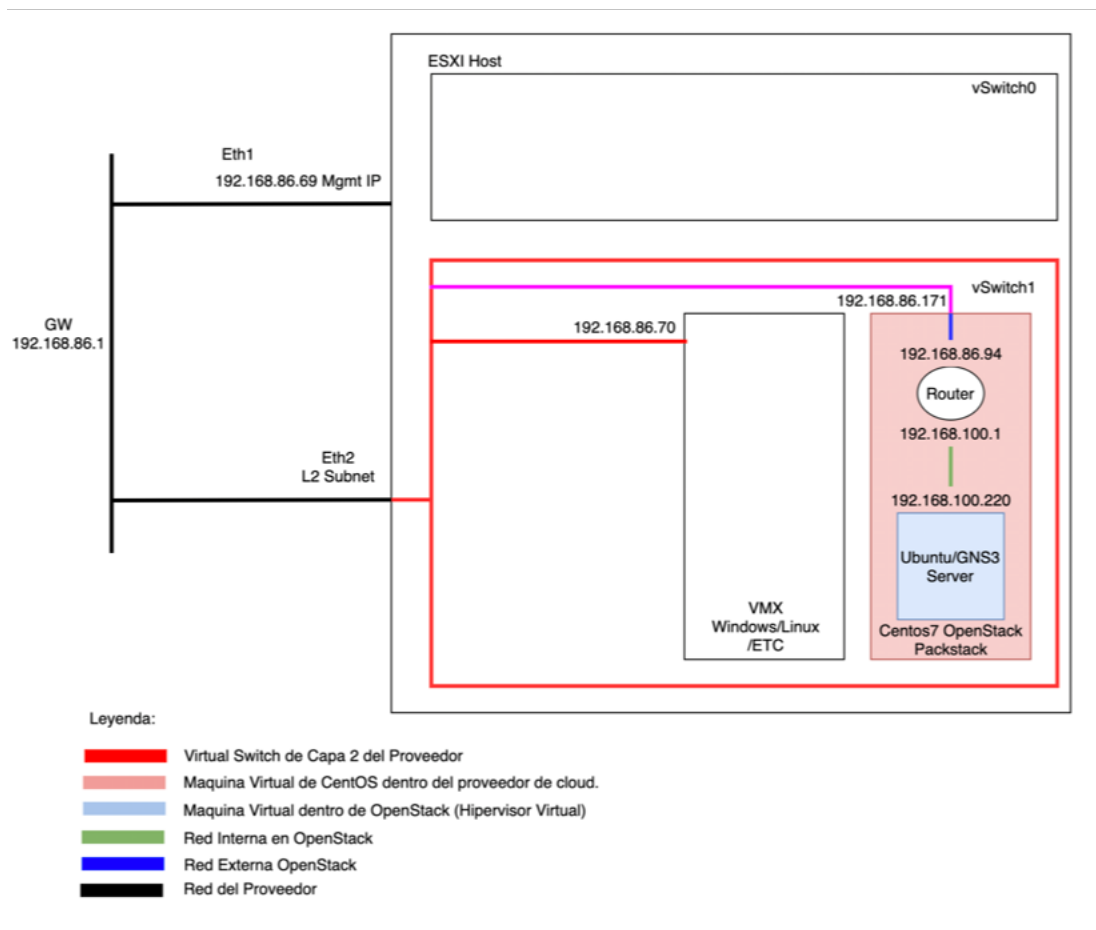


Figura 25 Arquitectura de la Solución.

Como se puede apreciar, la parte roja de clara representa OpenStack, que viene siendo la nube privada. Dentro de dicha nube, tenemos la instancia de color azul claro, que representa la instancia de GNS3 que crearemos a continuación.

**Creación de Imagen Cloud de Ubuntu 18.04.** Primeramente, se descarga la Imagen de Ubuntu 18.04, de la página oficial de Ubuntu a nuestro PC. Luego, en Horizon, se va al menú de **Compute/Images** y luego se selecciona **Create Image**. Aparecerá lo siguiente:

Create Image

**Image Details**

Specify an image to upload to the Image Service.

**Image Name**  
ubuntu-16-04

**Image Description**

**Image Source**

**File\***  
Browse... ubuntu-16.04-server-cloudimg-amd64-d

**Format\***  
QCOW2 - QEMU Emulator

**Image Requirements**

**Kernel**  
Choose an image

**Architecture**

**Image Sharing**

**Visibility**  
Private Shared Community **Public**

**Protected**  
Yes No

**Ramdisk**  
Choose an image

**Minimum Disk (GB)**  
0

**Minimum RAM (MB)**  
0

Cancel < Back Next > Create Image

Figura 26 Creación de Imagen en Horizon.

Para verificar si la imagen fue creada satisfactoriamente, podemos hacerlo desde Horizon, o desde la línea de comandos.

openstack. admin

Project / Compute / Images

## Images

Click here for filters or full text search. + Create Image Delete Images

Displaying 4 items

Owner	Name	Type	Status	Visibility	Protected	Disk Format	Size	
admin	cirros image	Image	Active	Public	No	QCOW2	12.67 MB	Launch
admin	Ubuntu-16.04	Image	Active	Shared	No	QCOW2	299.13 MB	Launch
admin	Ubuntu-18.04	Image	Active	Shared	No	QCOW2	348.31 MB	Launch
admin	Ubuntu-18.04-custom	Image	Active	Shared	No	QCOW2	3.14 GB	Launch

Displaying 4 items

Figura 27 Imágenes utilizadas para creación de instancias virtuales en OPS. Vista desde Horizon

Para la versión de línea de comandos:

```
[root@opsai01 ~ (keystone_admin)]# openstack image list
+-----+
| ID | Name | Status |
+-----+
| 7227257b-e733-462d-ad07-a607704a454f | Ubuntu-16.04 | active |
| 7e16053b-7da0-4a98-ae66-909e803991f1 | Ubuntu-18.04 | active |
|<<<<
| 0d98f656-d33e-4a70-94c5-91a3ef6c1782 | Ubuntu-18.04-custom | active |
| 7bb409d7-fe77-4474-ac86-92aafaf69469 | cirros image | active |
+-----+
```

**Creación de Máquina Virtual de Ubuntu.** Una vez, creada la imagen con la que se virtualizara, se procede a crear la respectiva máquina virtual.

Verificar los Security Groups disponibles en OpenStack.

```
[root@opsai01 ~ (keystone_admin)]# openstack security group list
+-----+
| ID | Name | Description | Project | Tags |
+-----+
| 2d5d492c-9c07-419c-bb4a-96950a632066 | default | Default security group | 580c8c936a924aa8a15c507e3d5453f9 | [] |
| b6d44012-a08c-4518-b3ee-7882a3bbee6b | default | Default security group | ea00dada37594251b84ac335f13a9264 | [] |
| edd4bc9-dfd6-4705-86f9-b969c41d2bca | default | Default security group | 580c8c936a924aa8a15c507e3d5453f9 | [] |
+-----+
[root@opsai01 ~ (keystone_admin)]#
```

Verificar el proyecto

```
[root@opsai01 ~ (keystone_admin)]# openstack project list
+-----+
| ID | Name |
+-----+
| 580c8c936a924aa8a15c507e3d5453f9 | admin |
| ea00dada37594251b84ac335f13a9264 | services |
+-----+
```

Verificar la red a utilizar.

```
[root@opsai01 ~ (keystone_admin)]# openstack network list
+-----+
| ID | Name | Subnets |
+-----+
| 4bdccb0f-8285-463f-a1f7-ffd815d109bd | private_network | 9293a272-
bee2-452a-9422-c32663137619 |
| 5c492681-7a9b-4857-8a51-775f766a8b67 | external_network | cc88b106-
9b5f-4e30-9132-0cbb9c1fb342 |
+-----+
```



Configurar la imagen con la meta-data para cambiar la contraseña por defecto.

```
[root@opsaiol ~(keystone_admin)]# vi userdata1.txt
#cloud-config
password: password
chpasswd: { expire: False }
ssh_pwauth: True
```

### Crear Máquina Virtual: Opción 1 – Línea de Comandos.

```
openstack server create --flavor 2 \
--image 7e16053b-7da0-4a98-ae66-909e803991f1 \
--security-group 2d5d492c-9c07-419c-bb4a-96950a632066 \
--network 5c492681-7a9b-4857-8a51-775f766a8b67 \
--key-name test --user-data /root/userdata1.txt \
gns3server-ubuntu-img4
```

### Crear Máquina Virtual: Opción 2 – Horizon Dashboard.

Para crear la máquina virtual mediante Horizon, se deben seguir los siguientes pasos.

En la sección de Instancias, seleccionar Launch Instance.

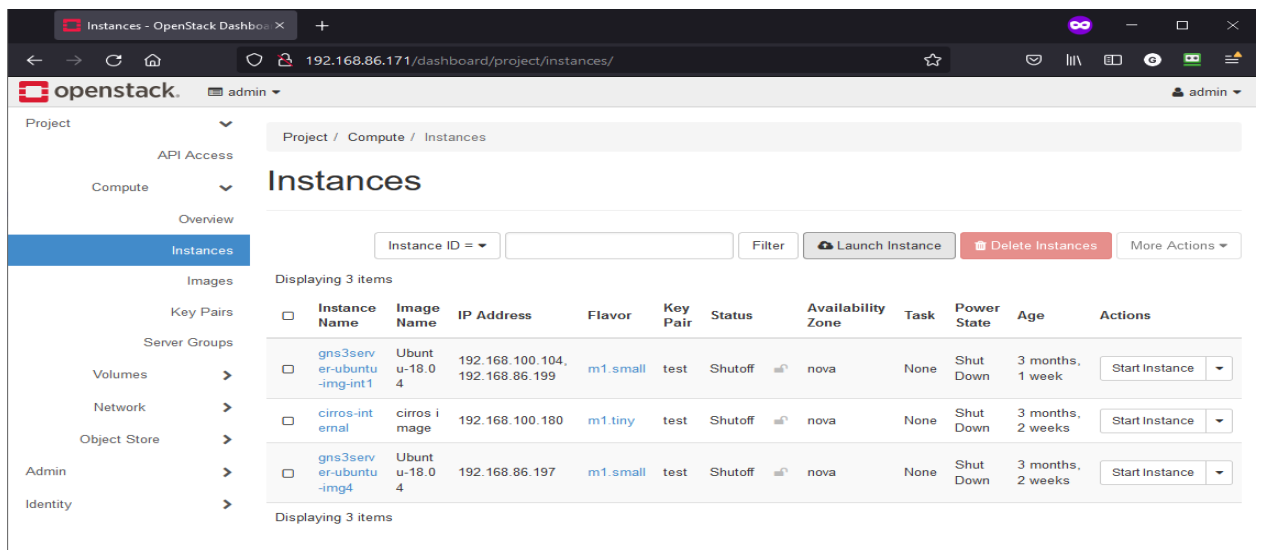


Figura 28 Horizon Dashboard, Menú de Instancias Virtuales.

Una vez dentro de la sección, colocar nombre a la instancia y hacer Click en **Next**

Launch Instance

Please provide the initial hostname for the instance, the availability zone where it will be deployed, and the instance count. Increase the Count to create multiple instances with the same settings.

**Instance Name \***  
gns3-server-ubuntu-horizon

**Description**  
[Empty field]

**Availability Zone**  
nova

**Count \***  
1

Total Instances (10 Max)  
40%  
3 Current Usage  
1 Added  
6 Remaining

Cancel < Back Next > Launch Instance

Figura 29 Horizon Dashboard. Creación de Instancias, Detalles.

En la sección siguiente, hay que seleccionar el **Boot Source** como **image** y en **Create Boot Volume** decir que no. Esto para que no cree un nuevo disco en blanco, ya que vamos a bootear desde una imagen.

Luego, se selecciona la imagen que queremos. En este caso usaremos la de **Ubuntu-18.04** que creamos anteriormente.

Launch Instance

Instance source is the template used to create an instance. You can use an image, a snapshot of an instance (image snapshot), a volume or a volume snapshot (if enabled). You can also choose to use persistent storage by creating a new volume.

**Select Boot Source**  
Image

**Create New Volume**  
Yes No

**Allocated**

Name	Updated	Size	Type	Visibility
> Ubuntu-18.04	4/24/21 12:44 PM	348.31 MB	qcow2	Shared

**Available 3**

Click here for filters or full text search.

Name	Updated	Size	Type	Visibility
> cirros image	4/24/21 12:19 PM	12.67 MB	qcow2	Public
> Ubuntu-16.04	4/25/21 1:48 AM	299.13 MB	qcow2	Shared
> Ubuntu-18.04-custom	4/25/21 12:57 AM	3.14 GB	qcow2	Shared

Cancel < Back Next > Launch Instance

Figura 30 Horizon Dashboard. Creación de Instancias, Selección de Imagen.

Seleccionamos el **flavor** de CPU, memoria y disco duro ya preconfigurado a nuestra discreción.

Launch Instance

Flavors manage the sizing for the compute, memory and storage capacity of the instance.

**Allocated**

Name	VCPUS	RAM	Total Disk	Root Disk	Ephemeral Disk	Public
> m1.medium	2	4 GB	40 GB	40 GB	0 GB	Yes

**Available 4** Select one

Click here for filters or full text search.

Name	VCPUS	RAM	Total Disk	Root Disk	Ephemeral Disk	Public
> m1.tiny	1	512 MB	1 GB	1 GB	0 GB	Yes
> m1.small	1	2 GB	20 GB	20 GB	0 GB	Yes
> m1.large	4	8 GB	80 GB	80 GB	0 GB	Yes
> m1.xlarge	8	16 GB	160 GB	160 GB	0 GB	Yes

Buttons:

Figura 31 Horizon Dashboard. Creación de Instancias, Selección de Flavor.

Seleccionamos la red.

Launch Instance

Networks provide the communication channels for instances in the cloud.

**Allocated** Select networks from those listed below.

Network	Subnets Associated	Shared	Admin State	Status
Select an item from Available items below				

**Available 2** Select at least one network

Click here for filters or full text search.

Network	Subnets Associated	Shared	Admin State	Status
> private_network	private_subnet	No	Up	Active
> external_network	public_subnet	No	Up	Active

Buttons:

Figura 32 Horizon Dashboard. Creación de Instancias, Selección de Red.

Copiamos la meta data de cloud-config para la contraseña de la imagen de Ubuntu. Y hacemos Crick en Launch Instance.

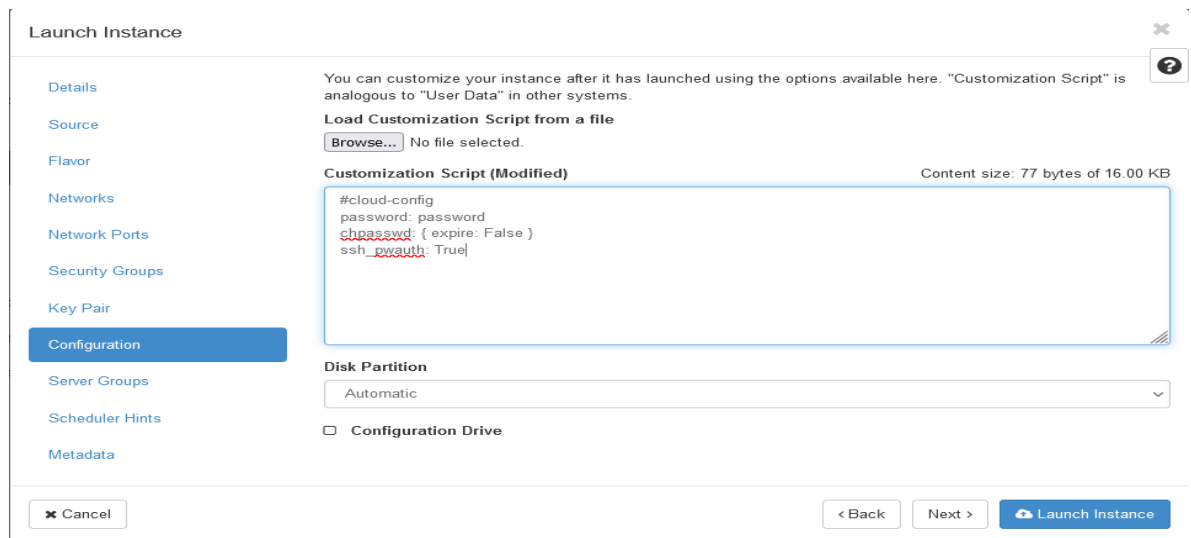


Figura 33 Horizon Dashboard. Creación de Instancias, Configuración de Cloud

Verificar que la imagen se cree y aparezca en estado **Active y Running**.

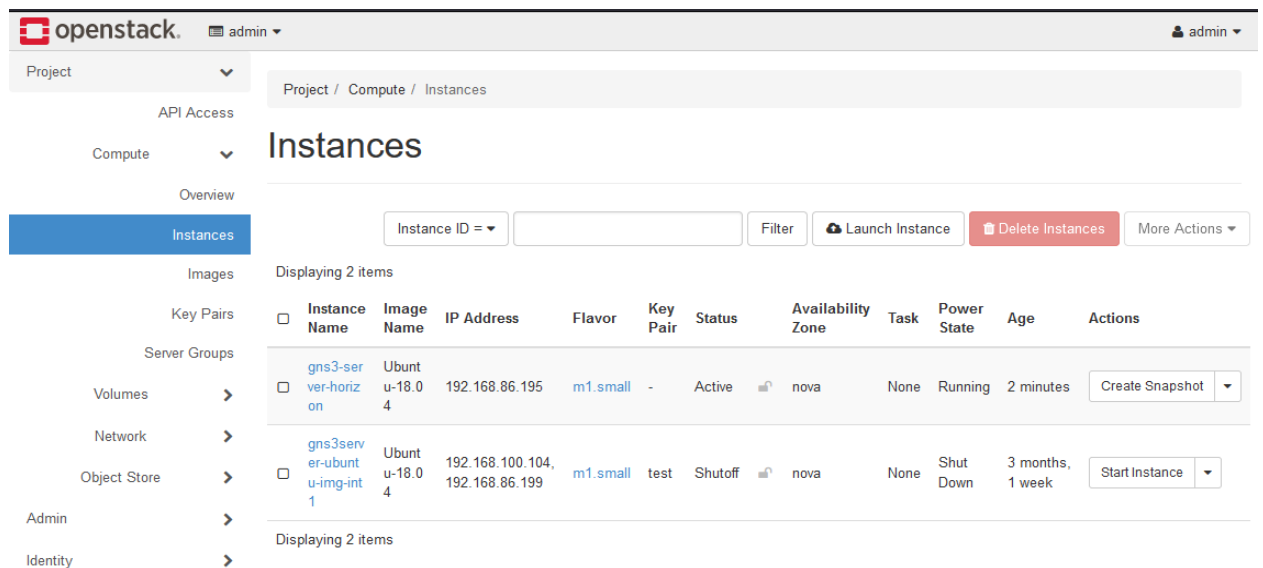


Figura 34 Horizon Dashboard. Menú de Instancias

## Instalar GNS3 server dentro de la máquina virtual de Ubuntu en OpenStack.

Una vez se crea la instancia virtual de Ubuntu, se procede a entrar a la línea de comandos de dicha maquina mediante SSH.

Las instrucciones detalladas de la instalación de GNS3 server, se encuentran en: <https://docs.gns3.com/docs/getting-started/installation/remote-server/>

```
cd /tmp
curl https://raw.githubusercontent.com/GNS3/gns3-server/master/scripts/remote-install.sh > gns3-remote-install.sh
sudo bash gns3-remote-install.sh --with-iou --with-i386-repository
```

Estos comandos harán lo siguiente:

- Primeramente, se accederá al directorio de **/tmp**
- Segundo, se descargará el script de instalación de **gns3-remote-install** en el directorio.
- Luego ejecutaremos dicho script .
- Este script instalara todos los paquetes necesarios para el funcionamiento de nuestro server de GNS3.

Los parámetros que podemos pasarle al script son los siguientes:

- **--with-openvpn**: Instala OpenVPN para permitir acceso a través de redes inseguras (**Opcional**)
- **--with-iou**: Instala IOU (**Requerido**)
- **--with-i386-repository**: Agrega los repositorios de i386 requeridos por IOU si estos no están disponibles en el sistema. (**Requerido**)
- **--help**: Muestra la ayuda
- **--unstable**: Usa el repositorio inestable (Mas que todo para uso de betas)

La opción **with-i386-repository** es requerida solamente para ciertos proveedores donde el Ubuntu mirror no incluye los paquetes de 32 bits. Pero se puede usar sin problema en cualquier host. En este caso, la usaremos por defecto.

```
sudo bash gns3-remote-install.sh --with-iou --with-i386-repository
-----Example output-----

=> Add GNS3 repository
Executing: /tmp/apt-key-gpghome.xjS4IcATnO/gpg.1.sh --keyserver
hkp://keyserver.ubuntu.com:80 --recv-keys A2E3EF7B
gpg: key 9A2FD067A2E3EF7B: public key "Launchpad PPA for GNS3"
imported
gpg: Total number processed: 1
```

```

gpg:          imported: 1
=> Update system packages
Get:1 http://security.ubuntu.com/ubuntu bionic-security InRelease [88.7 kB]
Get:2 http://archive.ubuntu.com/ubuntu bionic InRelease [242 kB]
Get:3 http://ppa.launchpad.net/gns3/ppa/ubuntu bionic InRelease [15.4 kB]
Hit:4 http://nova.clouds.archive.ubuntu.com/ubuntu bionic InRelease
----Omitted-Output-----
Get:62 http://ppa.launchpad.net/gns3/ppa/ubuntu bionic/main Translation-en [1044 B]
Fetched 58.9 MB in 4min 31s (217 kB/s)

```

Una vez terminada la instalación, podrás acceder al servidor de dos formas. La primera mediante Web y la segunda, y recomendada que es usando el cliente de GNS3. Para validar la instalación se ejecutan los siguientes comandos.

Verificar el estado del servicio.

```

ubuntu@gns3vm:~$ systemctl status gns3.service
● gns3.service - GNS3 server
   Loaded: loaded (/lib/systemd/system/gns3.service; enabled; vendor preset: enabled)
   Active: active (running) since Tue 2021-08-10 21:45:20 UTC; 33min ago
     Process: 749 ExecStartPre=/bin/chown -R gns3:gns3 /var/log/gns3 /var/run/gns3 (code=exited, status=0/SUCCESS)
     Process: 701 ExecStartPre=/bin/mkdir -p /var/log/gns3 /var/run/gns3 (code=exited, status=0/SUCCESS)
    Main PID: 761 (gns3server)
       Tasks: 1 (limit: 2361)
      CGroup: /system.slice/gns3.service
              └─761 /usr/share/gns3/gns3-server/bin/python /usr/bin/gns3server --log /var/log/gns3/gns3.log

Aug 10 21:45:09 gns3vm systemd[1]: Starting GNS3 server...
Aug 10 21:45:20 gns3vm systemd[1]: Started GNS3 server.

```

Figura 35 Estado del Servicio de GNS3

Aquí podemos ver que está corriendo el servidor de GNS3 y cuando se inició el proceso.

Acceso Web Temporal. (Usando el puerto por defecto 3080)

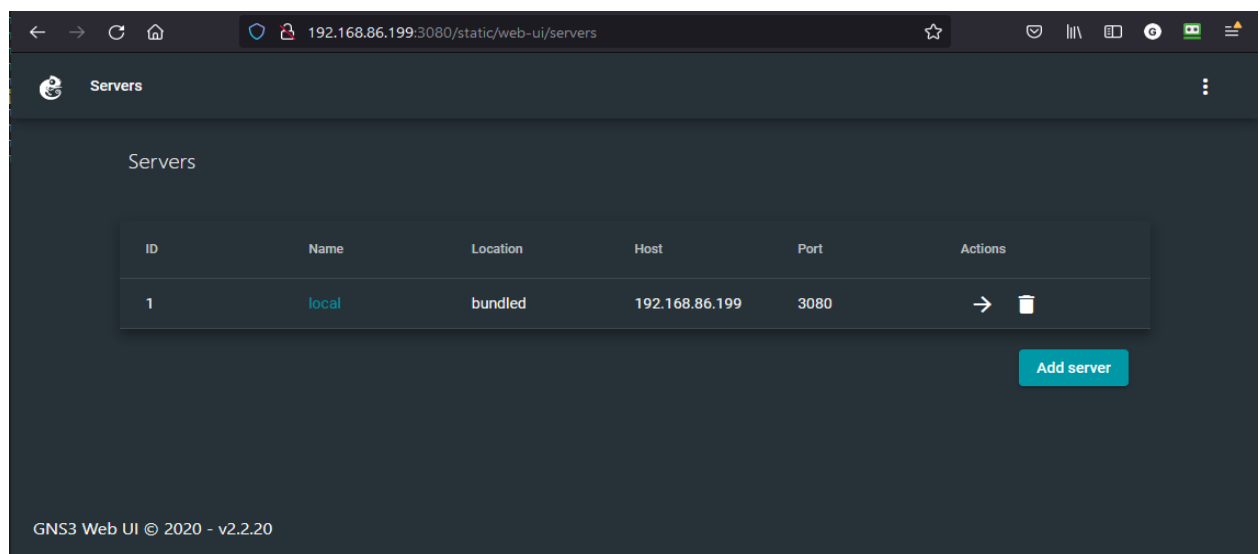


Figura 36 Acceso Web al GNS3 Server.

Para cambiar el puerto de conexión hay que modificar el archivo de configuración **gns3\_server.conf**. ubicado en el directorio **/etc/gns3** y luego reiniciar o el servicio o Ubuntu. Para más configuración acerca de los parámetros <https://docs.gns3.com/docs/using-gns3/administration/gns3-server-configuration-file/>

```
[Server]
host = 0.0.0.0
port = 3080
images_path = /opt/gns3/images
projects_path = /opt/gns3/projects
appliances_path = /opt/gns3/appliances
configs_path = /opt/gns3/configs
report_errors = True

[Qemu]
enable_kvm = True
require_kvm = True
```

### **Fase 5: Creación de Laboratorios desde cliente de GNS3 conectado al Servidor.**

Para la última fase del proyecto, necesitamos descargar e instalar GNS3 en nuestro ordenador. Este software, actuara como cliente el cual utilizara los recursos alojados en el servidor que ha sido creado en las Fases 1 a 5.

La información acerca de cómo descargar, instalar y operar el cliente se encuentran en <https://docs.gns3.com/docs/> . En este documento omitiremos la instalación del software, debido a que se encuentran ya documentadas en la página oficial.

**Conectarse al servidor de GNS3 desde el cliente.** Una vez completada la instalación del software siguiendo los pasos dictados en la página oficial de GNS3, procedemos a conectar el cliente al servidor para que este use los recursos alojados en dicho servidor. En el servidor se guardarán los proyectos, las imágenes y todo lo relacionado con la ejecución de los laboratorios de red. El cliente es solo un medio de comunicación y visualización de la información, pero de este método no utilizaremos ningún recurso de nuestro ordenador. Al instalar GNS3 en nuestro ordenador y ejecutarlo nos aparecerá un asistente de instalación, el cual nos guiará durante la finalización de las configuraciones.

Primeramente, nos pedirá escoger donde se van a ejecutar las simulaciones. En este caso, utilizaremos la última opción que dice **Run appliances on a remote server**. Esto debido a que ya lo hemos creado anteriormente.

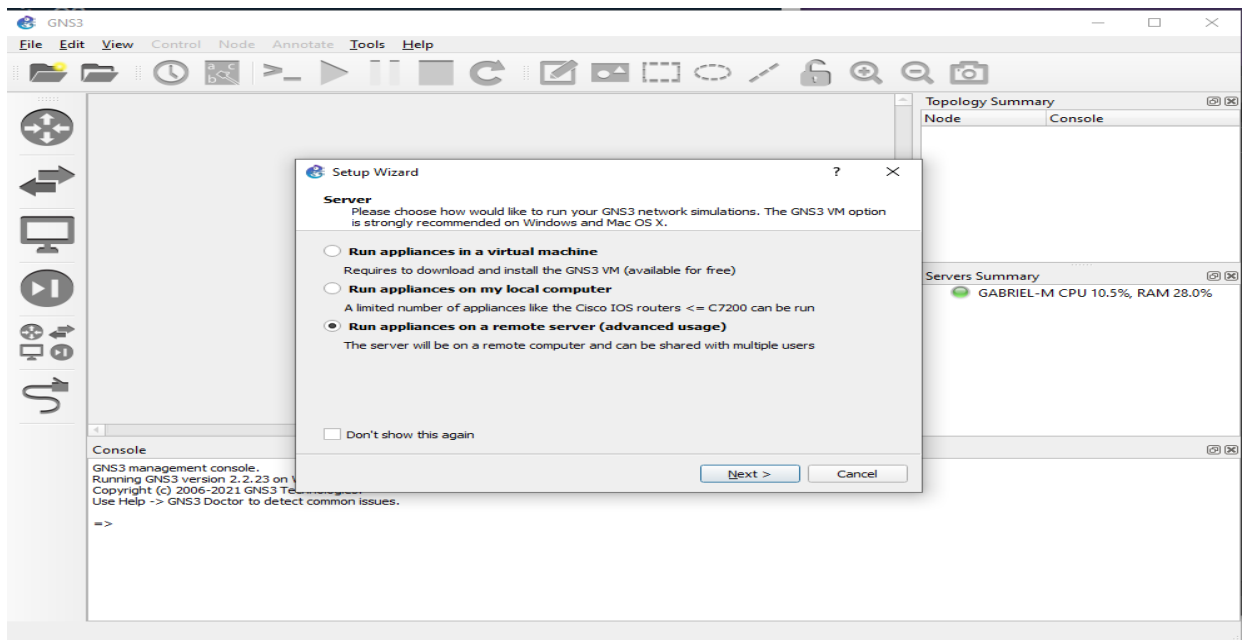


Figura 37 GNS3 Setup Wizard, Selección de Recursos de Simulación.

La siguiente ventana te pedirá la configuración del servidor. Se configura su dirección IP o nombre de dominio, el puerto a conectar y por último si tiene autenticación, se habilita y se especifica usuario y clave. **Nota:** el puerto por defecto de GNS3 es 3080 y no tiene autenticación. Esto se puede cambiar en el archivo de configuración que se modificó en pasos anteriores.

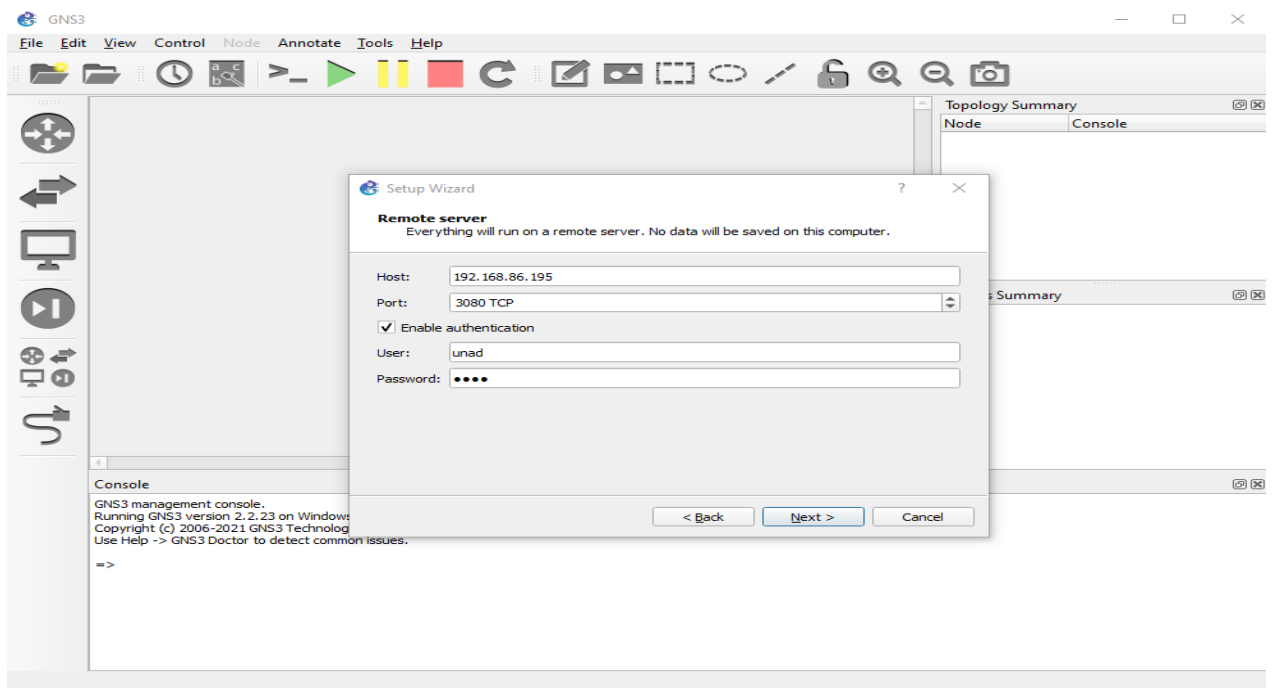


Figura 38 GNS3 Setup Wizard, configuración de IP de servidor y su respectiva autenticación.



En la siguiente ventana se confirman las configuraciones y se conecta al servidor. Cuando complete se da en **finalizar** y tendremos nuestro cliente conectado al servidor.

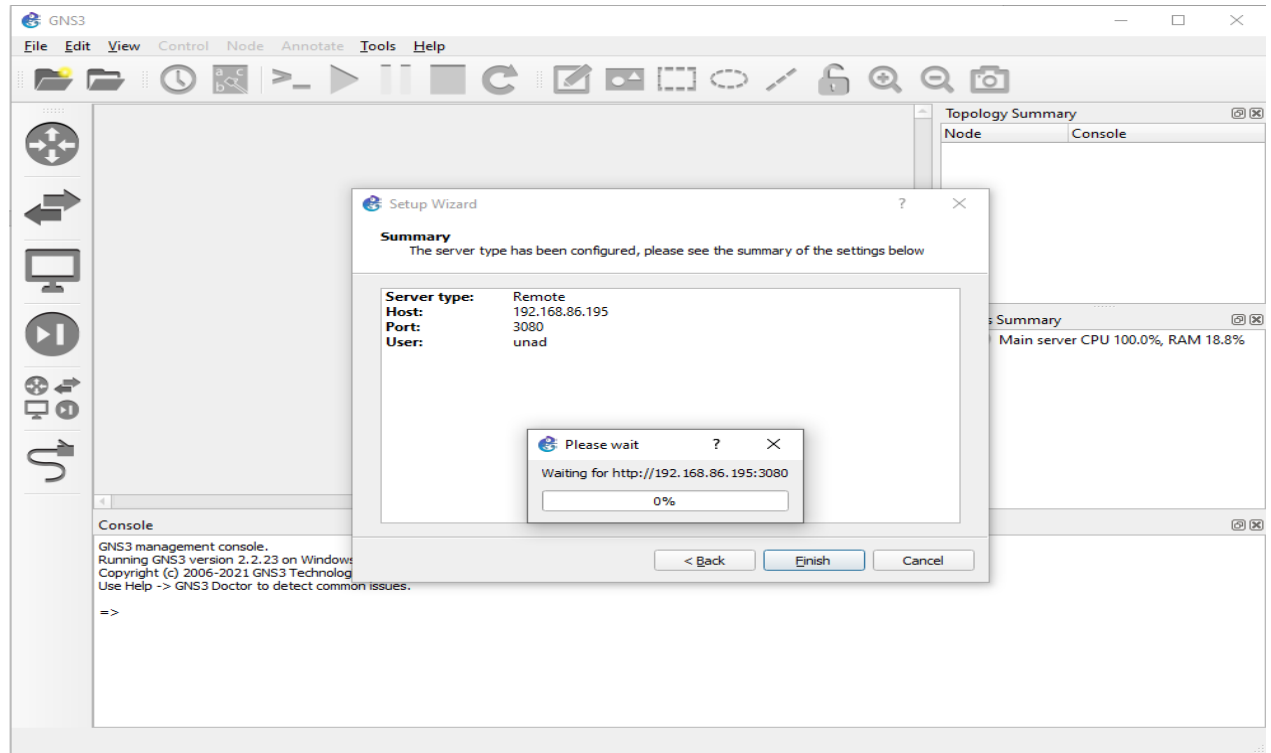


Figura 39 GNS3 Setup Wizard, finalización de conexión al servidor.

## Creación de Proyectos e Instalación de Imágenes.

Una vez que tengamos el servidor conectado a nuestro cliente, procederemos a crear un proyecto en el cual podremos crear topologías y usar las imágenes de sistemas operativos de diferentes proveedores como Cisco, Juniper, Palo Alto, entre otros para la creación de nuestros laboratorios.

Nota: Las imágenes de los sistemas operativos utilizadas en este documento son propietarias de compañías externas (Cisco). Para el uso de dichas imágenes el usuario debe tener una licencia o acceso a dichas imágenes por su cuenta.

Para crear un proyecto, le damos Click a File y luego **New Blank Project**. Nos aparecerá la siguiente ventana, donde pondremos el nombre del proyecto y le damos click en OK.

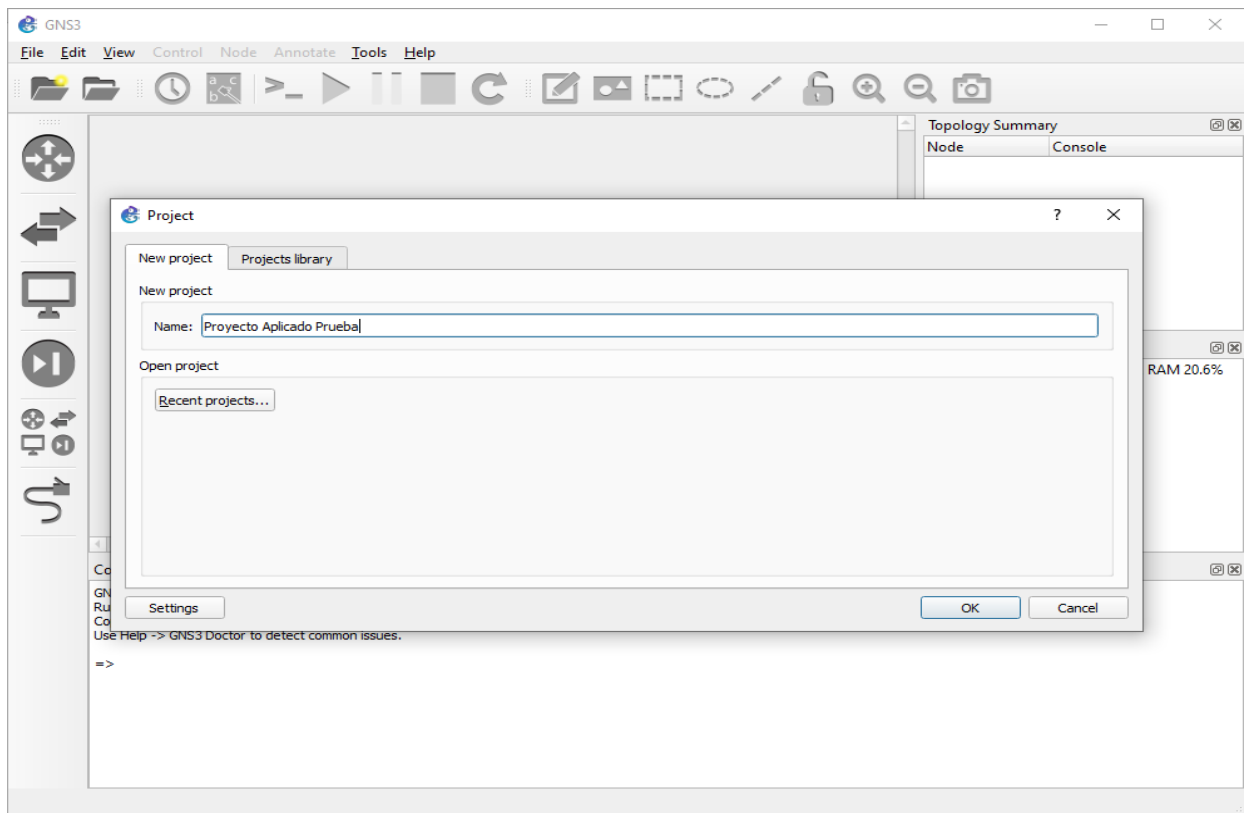


Figura 40 GNS3 Client, crear nuevo proyecto.

Para confirmar que el proyecto fue creado en el servidor, podemos ir a la línea de comandos del servidor, acceder al directorio **/opt/gns3/projects** y ejecutar un **ls** y veremos el identificador de nuestro proyecto.

```
ubuntu@gns3vm:/opt/gns3/GNS3$ cd /opt/gns3/projects/
ubuntu@gns3vm:/opt/gns3/projects$ ls
ccf2575e-70b7-47cf-bb1c-1fc21600237a <<< Proyecto que creamos arriba.
ubuntu@gns3vm:/opt/gns3/projects$
```

Para instalar las imágenes en GNS3 hay que acceder a las preferencias del software. Para esto hay que hacer click a **Edit** y luego a **Preferences**

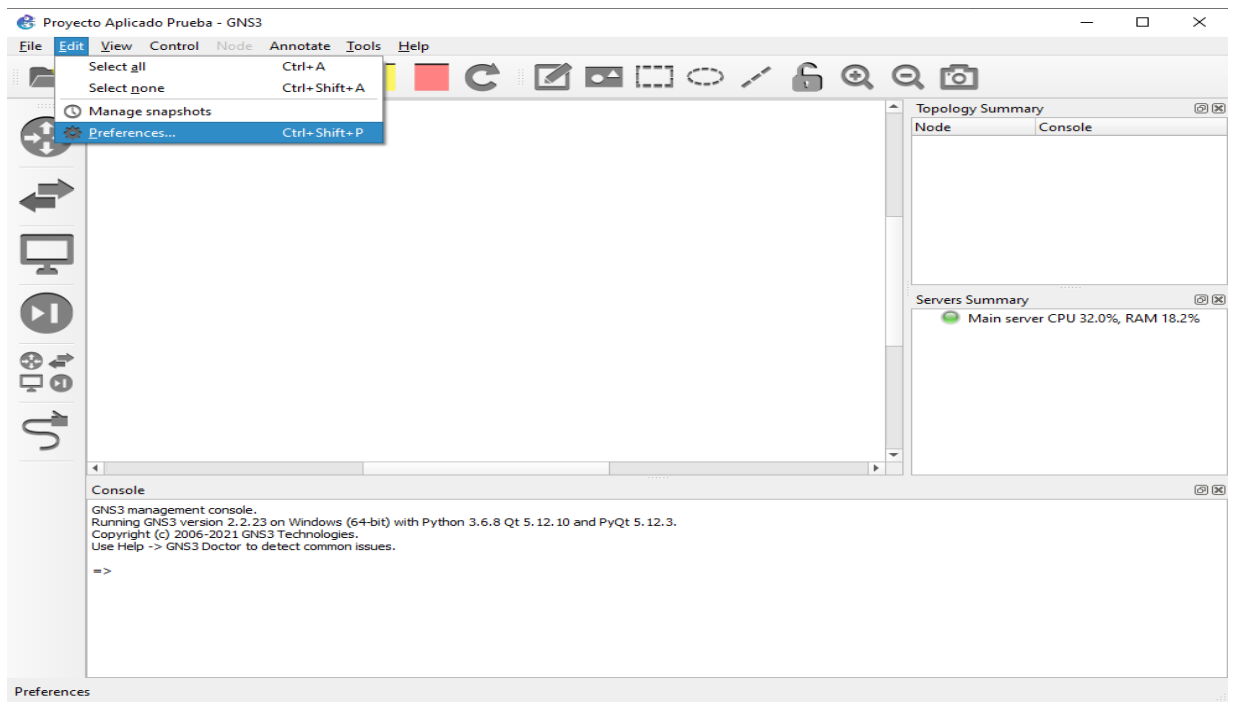


Figura 41 GNS3 Client, apertura de menú de preferencias.

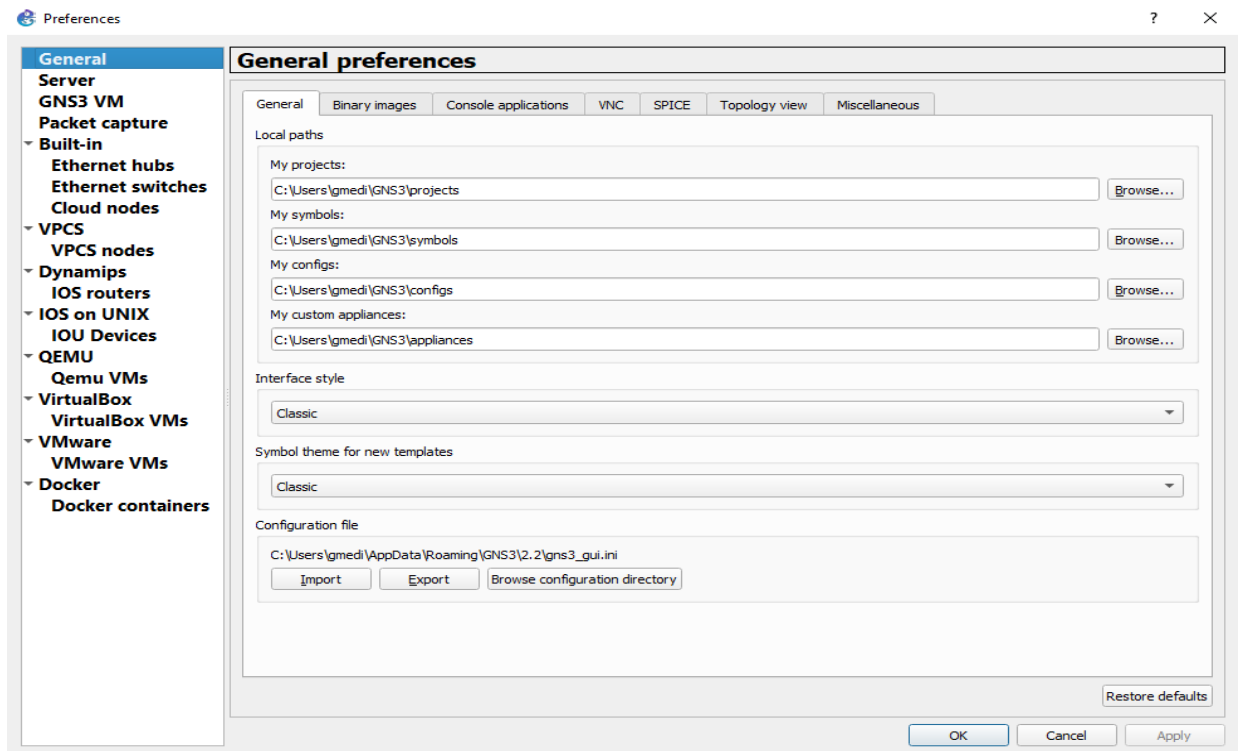


Figura 42 GNS3 Client, Menú de preferencias

En las preferencias podremos ver todas las configuraciones del sistema. Entre esto se puede apreciar lo siguiente:

- VPCS
- Dynamips
- IOS on UNIX
- QEMU
- VirtualBox
- VMware
- Docker

Estas son las opciones de imágenes que se pueden utilizar en GNS3. En el caso de los laboratorios de redes la mayoría del tiempo se utilizarán imágenes de **Dynamips, IOU o QEMU**. Siendo las dos primeras enfocadas en sistemas operativos Cisco y las de QEMU, para Cisco y otros proveedores.

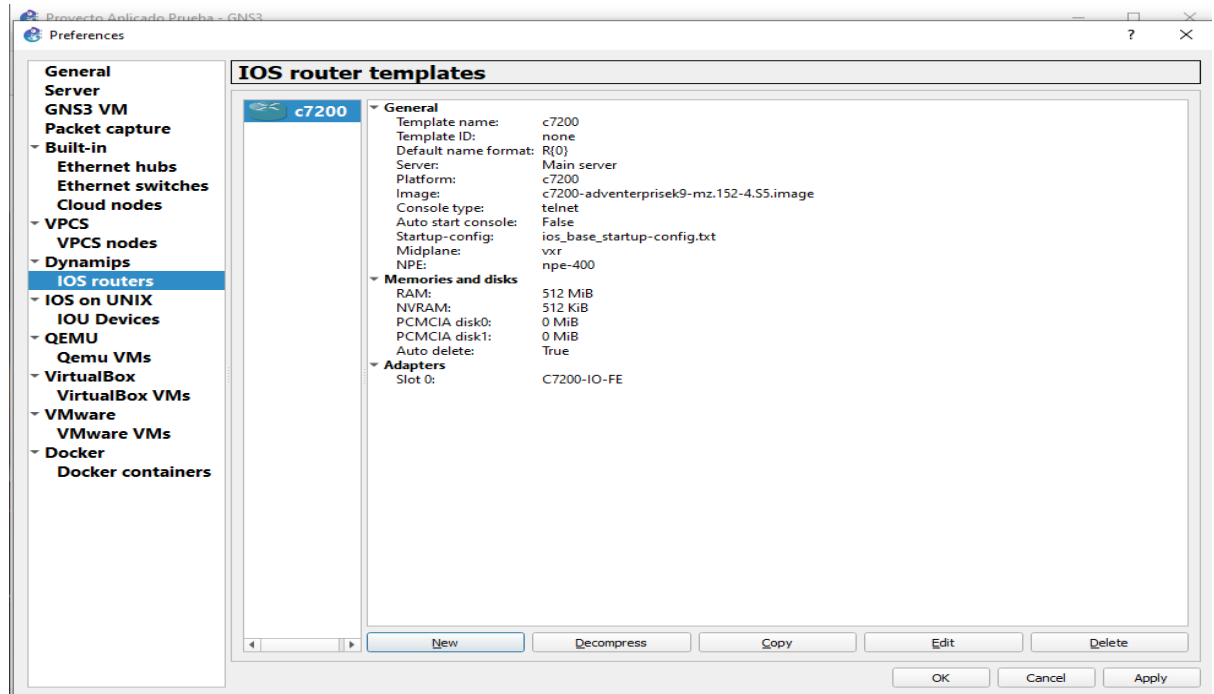


Figura 43 Preferencias, Dynamips IOS Routers, imagen de Cisco 7200

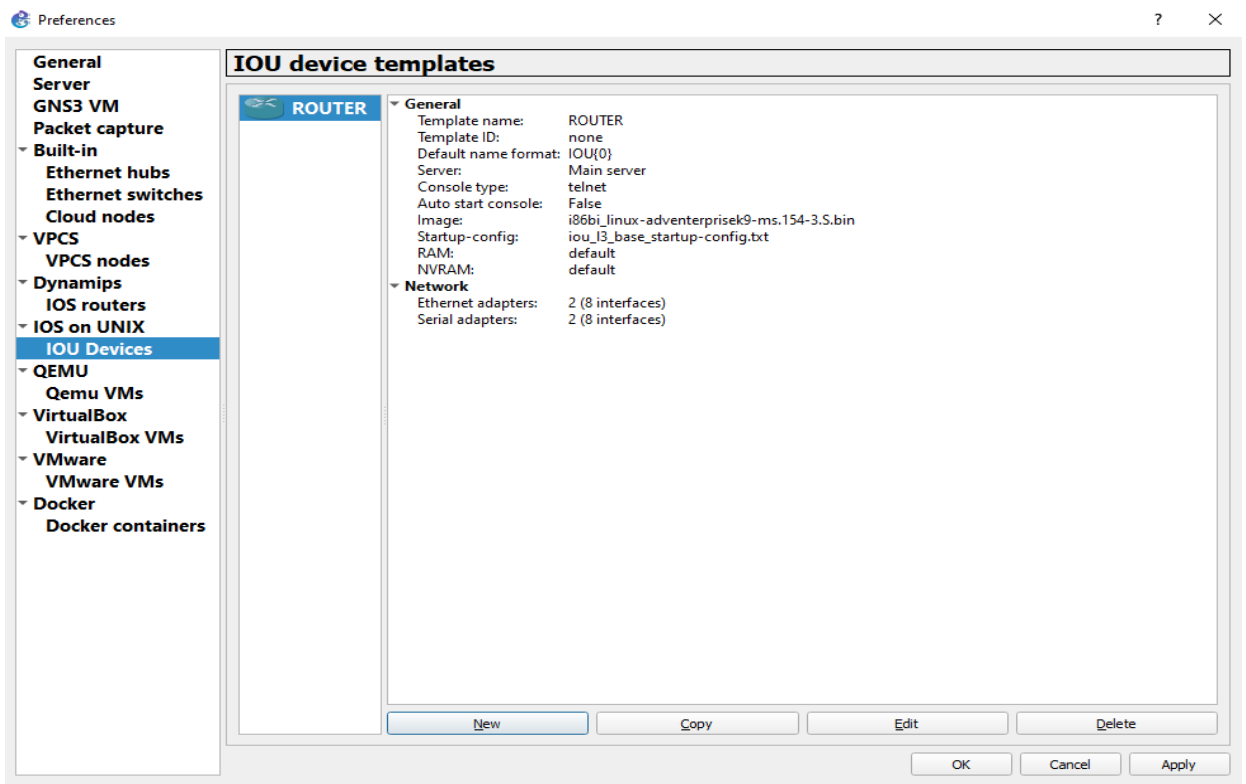


Figura 44 Preferencias, IOU Devices, Imagen de Cisco IOS.

**Nota:** En este documento no exploraremos la instalación de dichas imágenes, para su respectiva documentación utilizando GNS3 acceder a <https://docs.gns3.com/docs/> en la sección de **Emulators** se encuentra dicha información. Adicionalmente para las diferentes imágenes soportadas, acceder a <https://www.gns3.com/marketplace/> donde se encuentra la documentación pertinente.

### Creación de Topología y Ejecución de Imágenes.

Una vez instaladas las imágenes ya se encuentra todo listo para crear una topología y ejecutar las imágenes en el servidor. En esta parte se procederá a comprobar su correcto funcionamiento. Una vez esto se haya realizado, se pueden realizar las configuraciones pertinentes dependiendo de cada tipo de caso o asignación del tutor de la universidad.

En nuestro Proyecto, le damos click al icono del router, para buscar todos los routers disponibles. Si queremos ver todos los dispositivos disponibles, le damos click a el icono con múltiples dispositivos.

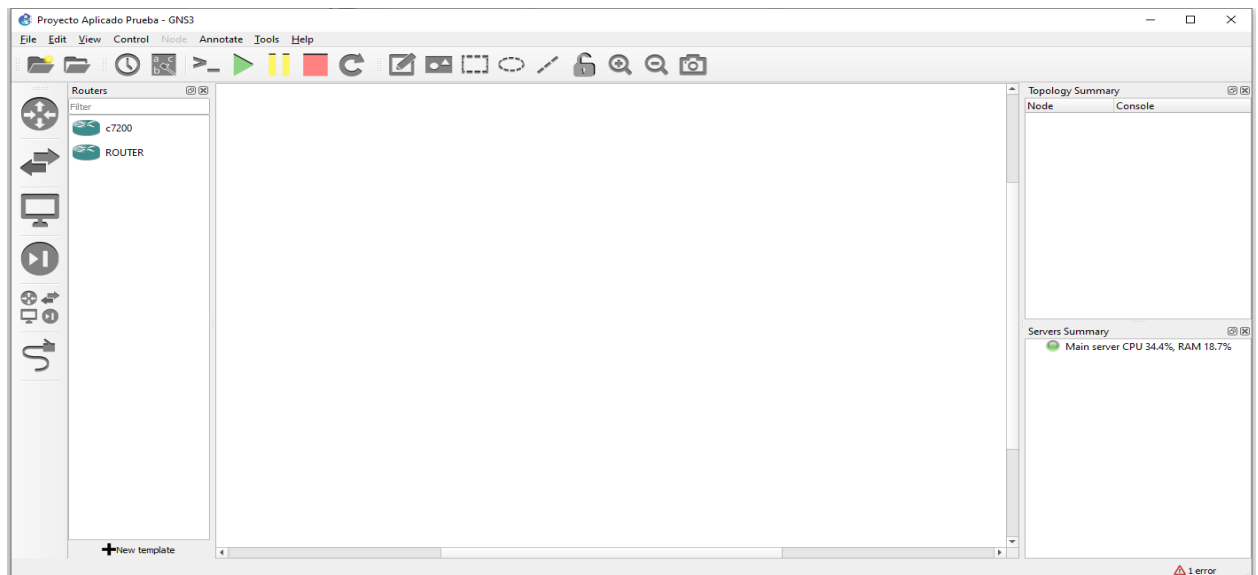


Figura 45 GNS3 Client, menú de Routers.

Para utilizar un router, se selecciona de los que están disponibles y se arrastra al centro. A la derecha se puede ver el **Topology Summary** donde nos damos cuenta de que los routers están alojados en nuestro servidor, debido a la dirección IP y el puerto que se usa para la consola de dicho router.

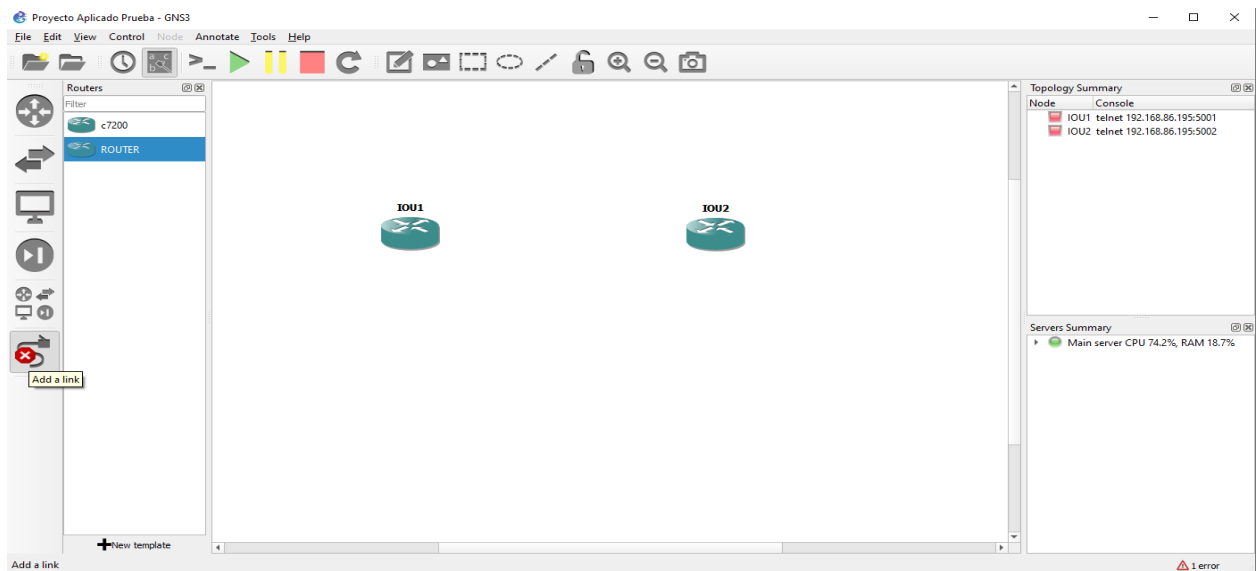


Figura 46 GNS3 Client, routers seleccionados.

Para conectar los dispositivos, se debe hacer click en el botón de la izquierda donde se muestra el icono de un cable de red. Se hace click en el router, se escoge la interfaz a utilizar y se selecciona el otro dispositivo a conectar y también se selecciona su interfaz. Se repite la operación para otros dispositivos.

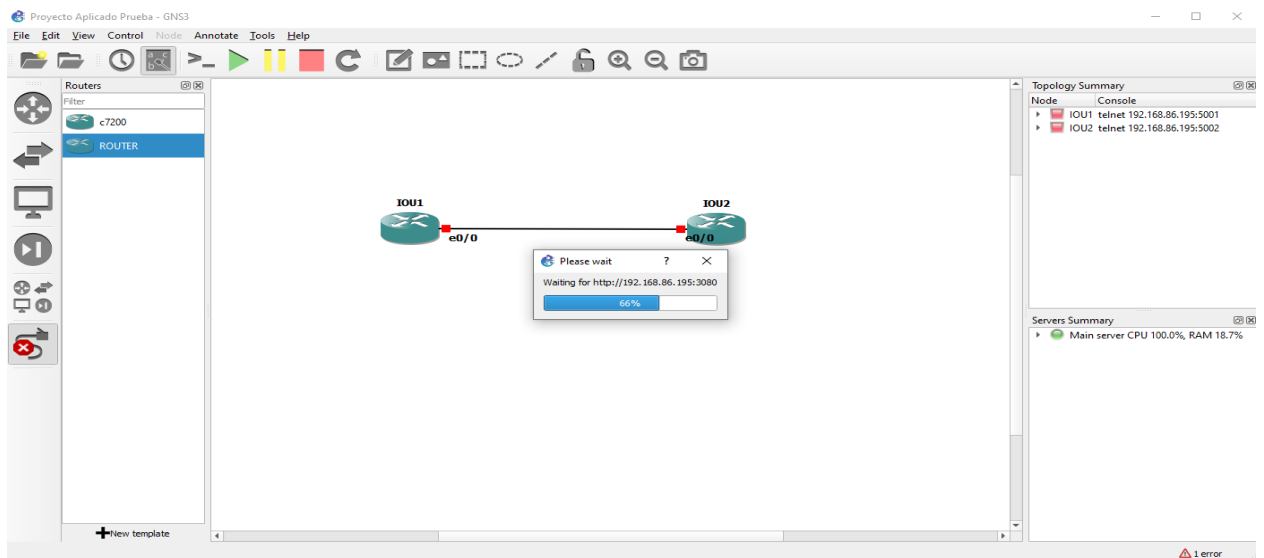


Figura 47 GNS3 Client, conexión de interfaces.

Una vez conectados, procedemos a encender los dispositivos. Para esto hay que hacer click en el icono de **Play** de color verde.

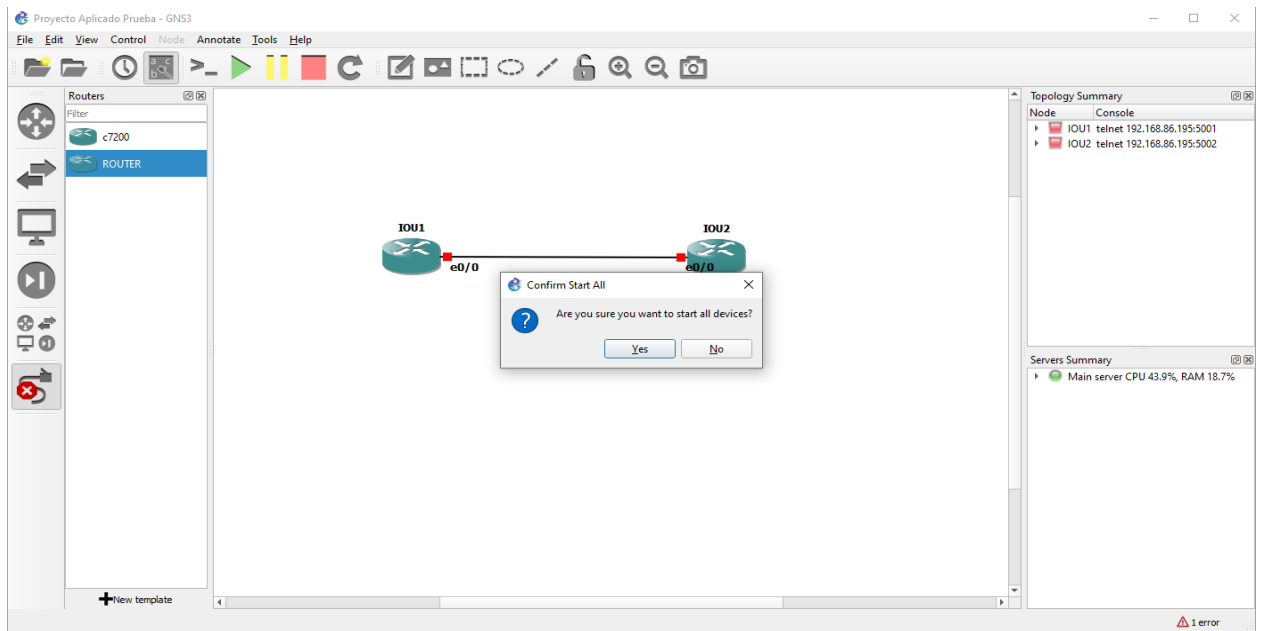


Figura 48 GNS3 Client, Iniciar Dispositivos.

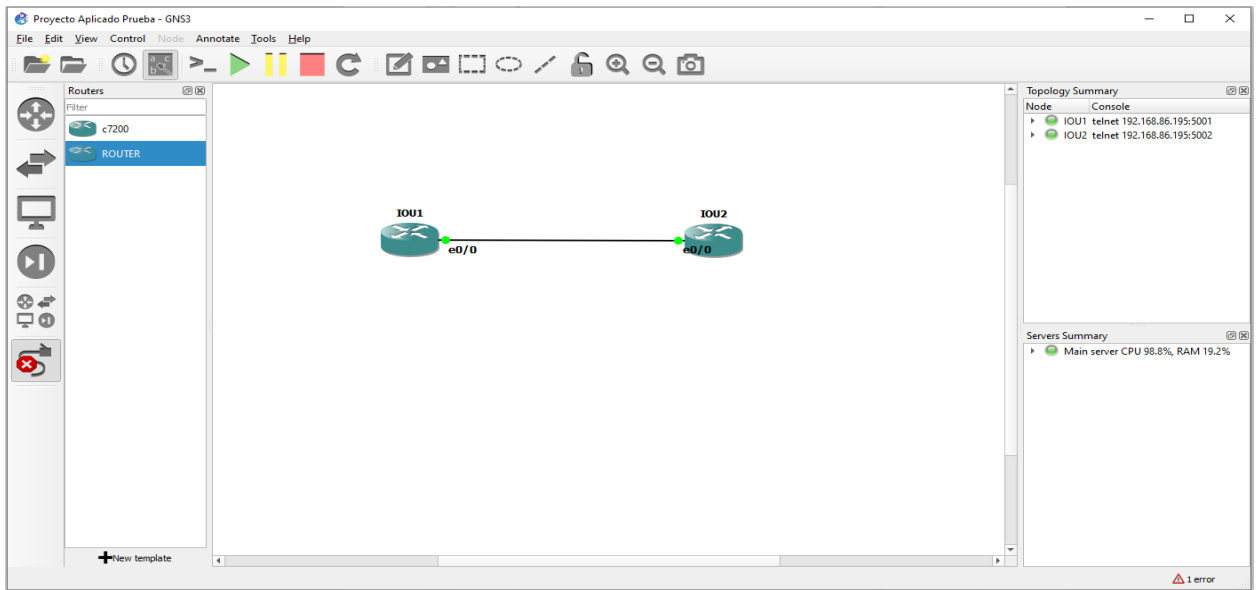


Figura 49 GNS3 Client, Dispositivos Iniciados

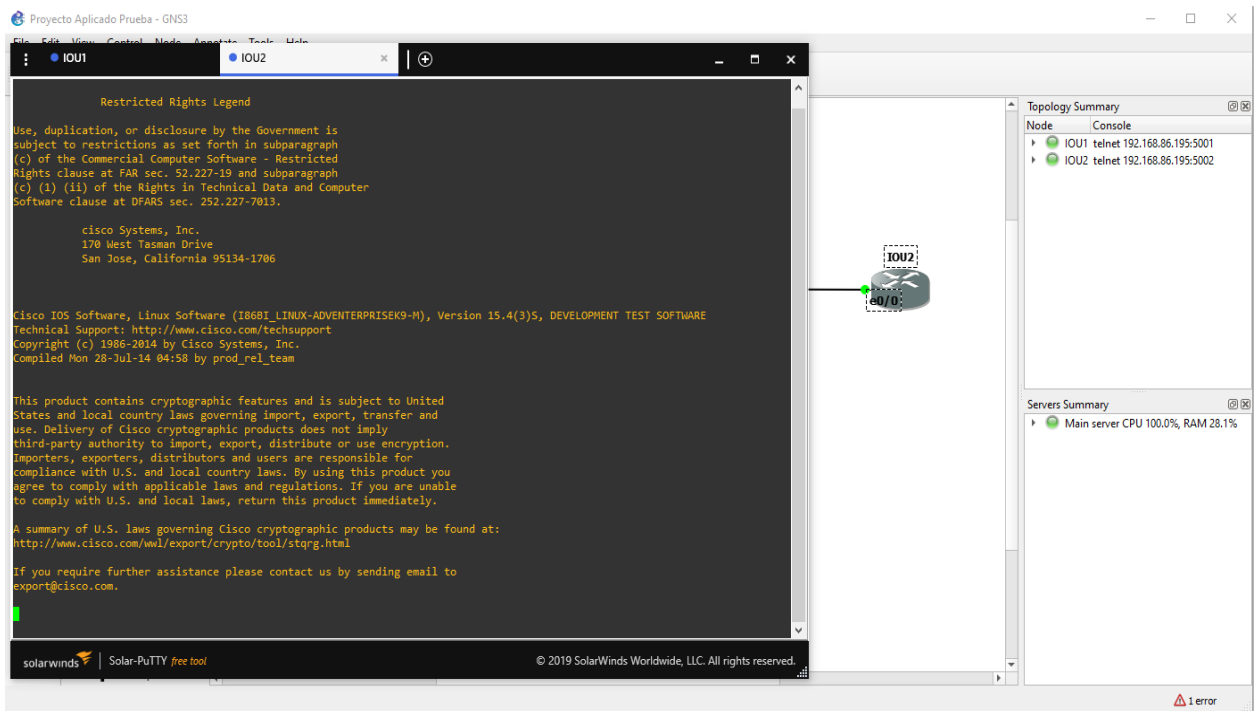


Figura 50 GNS3 Client, Consola de Dispositivo Encendido.



## 4. PROBLEMAS DE IMPLEMENTACIÓN Y ACTUALIZACIÓN

Durante la implementación del proyecto hay que tener en cuenta ciertos problemas que pueden suceder en el transcurso del proyecto. Aquí nombraremos los más comunes.

### 4.1 Problemas en la instalación de OpenStack.

La instalación de OpenStack en CentOS es bastante sencilla. Este documento referencia detalladamente los pasos a seguir para su instalación. Por lo general durante la instalación de esta y otras instancias de OpenStack, no se encontraron errores al seguir este documento.

### 4.2 Problemas en la creación de Imágenes

La creación de las imágenes en Glance, suele bastante sencilla. En este documento se explica la creación de las imágenes usando Horizon. Sin embargo, si queremos utilizar la línea de comandos, aquí se incluye la configuración.

```
wget http://cloud-images.ubuntu.com/bionic/current/bionic-server-cloudimg-  
amd64.img  
  
openstack image create \  
  --container-format bare \  
  --disk-format qcow2 \  
  --file bionic-server-cloudimg-amd64.img \  
  Ubuntu-18.04
```

### 4.3 Problemas en la creación de instancias virtuales

Tomando como base la sección **4.4.2.6 Crear Máquina Virtual: Opción 2 – Horizon Dashboard**. Al momento de crear la instancia de Ubuntu, debemos utilizar cierta configuración de **cloud-config** para poder modificar la contraseña por defecto de Ubuntu, o alguna otra configuración base. En este caso al momento de realizar dicha configuración, nuestra maquina no tomaba los comandos que le asignamos en el cloud-init.

Para verificar el estado de la maquina después de haberla creado. Seleccionar **Compute>Instances**. Luego estando ya en las instancias, se va a poder ver el estado en la columna de **Status**. Si está en estado **Spawning** esperar a que se coloque en **Active**. Una vez esto pase, hacer click en el nombre de la instancia. Esto llevara a un menú más detallado de la misma.

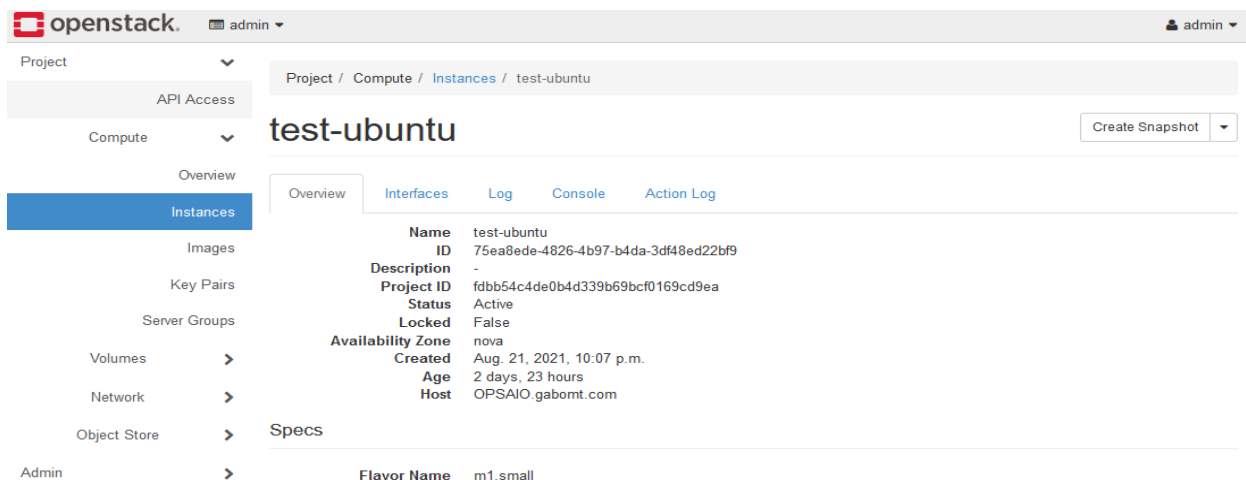


Figura 51 Detalle de Instancia: General

En dicho menú, procedemos a acceder a la sección de **Log**, donde veremos los logs de inicio de la máquina. Una vez ahí, para poder ver todo a detalle, hacemos click en **View Full Log** esto abrirá el log en una pestaña nueva y podremos refrescarlo.

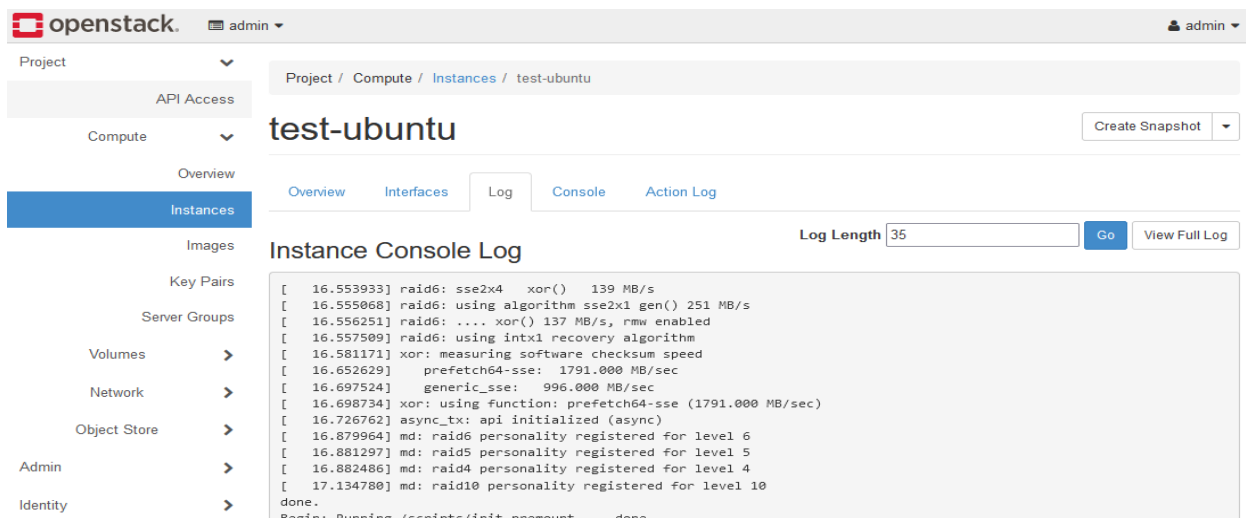


Figura 52 Detalle de Instancia: Log

En los logs, podremos buscar si encontramos los siguientes logs:

```
util.py[WARNING]: No active metadata service found
```

O,

```
url_helper.py[WARNING]: Calling 'http://169.254.169.254/2009-04-04/meta-data/instance-id' failed [1/120s]: request error
```

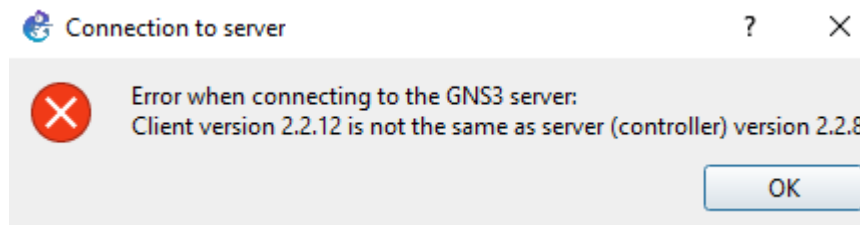
El problema se debe a que no tenemos conexión al **Metadata Service** el cual nos facilita la creación de dichas meta datos y colocarlas en nuestras imágenes. Para arreglar esto hay que habilitar el modo aislado de la metadata. Además de configurar DNS y DHCP en nuestra red privada. (Esto ya se realizó en pasos anteriores).

Para esto, hay que acceder al directorio `/etc/neutron/dhcp_agent.ini`. Ahí se modifica **enable\_isolated\_metadata = True** y **enable\_metadata\_network = False**. Una vez se cambien estos parámetros, se reinicia el servidor.

Una vez hecho esto, este problema desaparecerá y nuestras configuraciones de cloud init serán cargadas a nuestra máquina virtual.

#### 4.4 Problemas con GNS3.

El error más común en GNS3 es que nuestro cliente de GNS3 y server no estén en la misma versión.



*Figura 53 Error GNS3 Versión.*

Para esto, hay que actualizar nuestro GNS3 server en caso tal el servidor este en una versión inferior. Esto se realiza primero realizando un **sudo apt update**. Una vez termine de correr el comando, se realiza un **sudo apt upgrade**. Esto hará la actualización del sistema de manera satisfactoria.

## 5. CONCLUSIONES

En este proyecto se definió el framework para nuestra plataforma de cloud computing, con fines educativos, usando el emulador de redes GNS3. Dentro de la definición, se aprendió acerca de muchos conceptos, como lo son: Linux, Cloud Computing, Laboratorios Virtuales, entre otras cosas.

Durante la investigación, se diseñó un laboratorio sobre una plataforma de cloud computing, para darle aplicación en las telecomunicaciones que nos permitan realizar implementaciones de nueva generación. Para esto, aprender a utilizar OpenStack da un valor agregado a nuestra carrera. Esto, debido a la creciente ola de tecnologías moviéndose a la nube. Tener dicho conocimiento en esta área, nos ayudara en el entorno en que trabajamos, a tener una mejor transición hacia dichas tecnologías.

Durante el diseño e implementación del framework pudimos abarcar la virtualización. Aprender acerca de vCPUs, memoria virtual, vSwitch y todas estas tecnologías que conforman un Hipervisor, nos da un amplio espectro no solamente para trabajar en el área de Cloud Computing, pero también para virtualizar en ambientes locales. Sea usando algún tipo de Hipervisor como KVM, RedHat, VMware, Entre otros disponibles en el mercado. Y nos prepara como profesionales para dichos retos que se puedan presentar en el entorno.

Además, se mostro la utilidad que GNS3 tiene para abordar temas de Networking usando dichos laboratorios. Ya que nos da mucha mas flexibilidad a la hora de mejorar nuestras habilidades en el aprendizaje de las telecomunicaciones, en especial de las redes. Esto nos permitió demostrar el funcionamiento de las funciones que se pueden aplicar en este entorno.

## 6. FUTUROS PROYECTOS

Además de GNS3, existen otros tipos de entornos virtuales para la generación de laboratorios que pueden ser implementados en OpenStack, como son EVE-NG, y PNETLab. Estos cumplen la misma función que GNS`3, sin embargo, poseen otras características. Futuros proyectos de investigación en el entorno de creación de laboratorios pueden establecerse utilizando dichas herramientas en vez de usar GNS3. Debido a que cada una ofrece sus retos, documentarlos también sería necesario.

Futuros proyectos con este framework de OpenStack pueden ser los siguientes.

- Implementación de EVE-NG utilizando OpenStack como solución de cloud computing.
- Implementación de PNETLab utilizando OpenStack/KVM como solución de cloud computing
- Creación de Front End y Back End para la automatización de la implementación de Laboratorios de Nueva Generación Utilizando OpenStack SDKs y Python como Back End y HTML o Web como front End.

Hay un montón de utilizades aun por abordar en dicho espacio que pueden traer muchos beneficios a los estudiantes de la universidad. Estos solo son algunos ejemplos de proyectos que se pueden realizar.

## BIBLIOGRAFÍA

All-In-One Single Machine — DevStack documentation. OpenStack.org” {En línea}. {Recuperado 14 de agosto de 2021} disponible en:

<https://docs.openstack.org/devstack/latest/guides/single-machine.html#network-configuration>

COLLIJS, Jan. “Openstack vlan based flat neutron network provider” {En línea} 29 de Septiembre de 2015) disponible en: <https://visibilityspots.org/vlan-flat-neutron-provider.html>

Configure DevStack with KVM-based Nested Virtualization” {En línea} {6 de Enero de 2017} disponible en:

<https://docs.openstack.org/devstack/latest/guides/devstack-with-nested-kvm.html>

Creating RHEL Images” {En línea} {Recuperado 14 de agosto de 2021} disponible en: <https://wiki.openstack.org/wiki/CreatingRHELImages>

DEKENS, Luc. “Cloud-init – Part 1 – The Basics” {En línea} {6 de Diciembre de 2019} disponible en: <https://www.lucd.info/2019/12/06/cloud-init-part-1-the-basics/>

Evaluating OpenStack: Simple Networking in Red Hat OpenStack Platform 10” {En línea} {29 de Septiembre de 2017} disponible en:

<https://access.redhat.com/articles/3188582>

Evaluating OpenStack: Single-Node Deployment”. {En línea} {5 de Octubre de 2018} <https://access.redhat.com/articles/1127153>

Floating Port Forwarding”. {En Línea} {Recuperado 14 de agosto de 2021” disponible en: <https://docs.openstack.org/python-openstackclient/latest/cli/command-objects/floating-ip-port-forwarding.html>

GNS3 server configuration file” {En Línea} {Recuperado 14 de agosto de 2021} disponible en: <https://docs.gns3.com/docs/using-gns3/administration/gns3-server-configuration-file/>

How to enable ssh password authentication in cloud init configuration? {En línea} {10 de Noviembre de 2019} <https://forum.proxmox.com/threads/how-to-enable-ssh-password-authentication-in-cloud-init-configuration.60014/>

How would work changing “enable\_isolated\_metadata” from false to true” {En Línea} {4 de Octubre de 2015} disponible en:

[https://bderzhavets.wordpress.com/2015/10/04/how-would-work-changing-enable\\_isolated\\_metadata-from-false-to-true-on-the-fly-on-rdo-liberty/](https://bderzhavets.wordpress.com/2015/10/04/how-would-work-changing-enable_isolated_metadata-from-false-to-true-on-the-fly-on-rdo-liberty/)

Install GNS3 on a remote server. {En línea} {Recuperado 14 de agosto de 2021} disponible en: <https://docs.gns3.com/docs/getting-started/installation/remote-server/>

Install GNS3 on a remote server” {En línea} {Recuperado 9 de mayo de 2021} disponible en: <https://docs.gns3.com/docs/getting-started/installation/remote-server/>

Install Packstack.{En línea} {Recuperado 9 de mayo de 2021}, disponible en <https://www.rdo-project.org/install/packstack/>

Instance Cannot Contact Metadata Service. {En línea} {10 de agosto de 2020}.

Platform9. <https://support.platform9.com/hc/en-us/articles/360025051593-Instance-Cannot-Contact-Metadata-Service-Ubuntu-16-04->

JOY, Naveen. GEORGE, Shalu. "Open Infrastructure Summit - Neutron Networking Demystified. {En línea} {6 de Noviembre de 2017} disponible en <https://www.openstack.org/videos/summits/sydney-2017/neutron-networking-demystified-for-beginners>

KUMAR, Pradeep. "OpenStack Deployment using Devstack on CentOS 7 / RHEL 7" {En línea} {5 de Febrero de 2020} <https://www.linuxtechi.com/openstack-deployment-devstack-centos-7-rhel-7/>

MATEI, Cezar "How to Configure OpenStack Network to Enable Access to OpenStack Instances" {En línea}. {28 de Abril de 2016} disponible en: <https://www.tecmint.com/openstack-networking-guide/>

MATEI, Cezar. "How to Install Your Own Cloud Platform with OpenStack in RHEL/CentOS 7". {En línea}. {25 de Agosto de 2016} disponible en: <https://www.tecmint.com/openstack-installation-guide-rhel-centos/>

MEDINA, Gabriel. "Install GNS3 in OpenStack. GNS3 Forum". {27 marzo 2021} <https://www.gns3.com/initiatives/does-someone-have-a-guide-on-how-to-install-gns3-vm-on-openstack>

MUTAI, Josphat. "How To add Glance Cloud images to OpenStack." {En línea} {2 de Julio de 2021} disponible en: <https://computingforgeeks.com/adding-images-openstack-glance/>

MUTAI, Josphat. "How To Install GNS3 on Ubuntu 18.04|16.04|20.04" {En línea} {21 de May de 2021} <https://computingforgeeks.com/how-to-install-latest-gns3-network-simulator-on-ubuntu-linux/>

MUTAI, Josphat. "OpenStack Deployment on CentOS 7 With Packstack." {En línea} {16 de agosto de 2021} disponible en: <https://computingforgeeks.com/deploy-openstack-cloud-on-centos-rhel-with-packstack-rdo/>

MUTAI, Josphat. "OpenStack Deployment on CentOS 7 With Packstack" {En línea} {16 de Agosto de 2021} disponible en: <https://computingforgeeks.com/deploy-openstack-cloud-on-centos-rhel-with-packstack-rdo/>

Neutron with existing external network". {En línea} {Recuperado 9 de mayo de 2021} disponible en: <https://www.rdoproject.org/networking/neutron-with-existing-external-network/>

OpenStack Docs: dhcp\_agent.ini. (s. f.-a). OpenStack. Recuperado 9 de mayo de 2021, de [https://docs.openstack.org/ocata/config-reference/networking/samples/dhcp\\_agent.ini.html](https://docs.openstack.org/ocata/config-reference/networking/samples/dhcp_agent.ini.html)

OpenStack Docs: dhcp\_agent.ini" {En línea} {Recuperado 14 de agosto de 2021} disponible en: [https://docs.openstack.org/ocata/config-reference/networking/samples/dhcp\\_agent.ini.html](https://docs.openstack.org/ocata/config-reference/networking/samples/dhcp_agent.ini.html)

OpenStack Docs: Guest Images via Cloud-Init" {En línea} {26 de Octubre de 2019}. [https://docs.openstack.org/trouve/pike/admin/guest\\_cloud\\_init.html](https://docs.openstack.org/trouve/pike/admin/guest_cloud_init.html)

OpenStack Docs: KVM" {En línea} {9 de Agosto de 2021} disponible en: <https://docs.openstack.org/nova/rocky/admin/configuration/hypervisor-kvm.html>

Packstack - OpenStack. (s. f.). Openstack. Recuperado 9 de mayo de 2021, de <https://wiki.openstack.org/wiki/Packstack>

PERRYMAN, Mark. "Cloud-init not finding metadata server (Openstack)." {En línea} {29 de Septiembre de 2017, 29 septiembre} disponible en: <https://serverfault.com/questions/876165/cloud-init-not-finding-metadata-server-openstack>

PRONK, Eddy. "How do I set a password on an Ubuntu cloud image?" {En línea} {9 de Julio de 2018} disponible en: <https://serverfault.com/questions/920117/how-do-i-set-a-password-on-an-ubuntu-cloud-image>

R, Lingeswaran. "How to create a custom image for Openstack" {En línea} {29 de Agosto de 2015} disponible en: <https://www.unixarena.com/2015/08/how-to-create-a-custom-image-for-openstack.html/>

Raj. "How to Configure OpenStack Networking to Enable Access to VM Instances" {En línea} {12 de Febrero de 2020} disponible en: <https://www.itzgeek.com/how-tos/linux/centos-how-tos/configure-openstack-networking-enable-access-vm-instances.html>

SHOVON, Shahriar "Install OpenStack on VMware ESXi" {En línea} {Recuperado 14 de agosto de 2021} disponible en: [https://linuxhint.com/install\\_openstack\\_vmware\\_esxi/](https://linuxhint.com/install_openstack_vmware_esxi/)

Step by Step Red Hat Linux 7.0 installation (64 bit) with screenshots" {En línea} {3 de Junio de 2020} disponible en: <https://www.golinuxhub.com/2014/11/step-by-step-red-hat-linux-70/>

Step-by-Step Tutorial: Install OpenStack on CentOS 7 using Packstack" {En línea} {15 de Julio de 2021} disponible en: <https://www.golinuxcloud.com/openstack-installation-packstack-centos-linux-7/>

Virtual Machine Image Guide documentation {En línea } {Recuperado 14 de agosto de 2021} disponible en <https://docs.openstack.org/image-guide/index.html>

Virtual Machine Image Guide documentation.{En línea} {Recuperado 14 de agosto de 2021} disponible en: <https://docs.openstack.org/image-guide/create-images-automatically.html>

ZALDÍVAR-COLADO, Anibal. "Laboratorios reales versus laboratorios virtuales en las carreras de ciencias de la computación"{En línea} {2019} disponible en: [https://doi.org/10.33010/ie\\_rie\\_rediech.v10i18.454](https://doi.org/10.33010/ie_rie_rediech.v10i18.454)