

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE CUENCA

CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

TRABAJO DE TITULACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO DE
SISTEMAS

PROYECTO TÉCNICO:

CURSAE-V: SISTEMA DE AMBIENTES DE ESTUDIO Y ESCRITORIOS VIRTUALES
BASADOS EN LA NUBE.

AUTORES:

PAOLA ADRIANA VALVERDE GALÁN
PAÚL ESTEBAN CALLE ROMERO

TUTOR:

ING. PABLO LEONIDAS GALLEGOS SEGOVIA

CUENCA – ECUADOR
2018

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotros Paola Adriana Valverde Galán con C.I.: 010464291-3 y Paúl Esteban Calle Romero con C.I.:010561539-7, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana, la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de titulación: **“CurSAE-V: Sistema de ambientes de estudio y escritorios virtuales basados en la nube.”**, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de Ingeniero de Sistemas, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en nuestra condición de autores, nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, diciembre del 2018

Paola Adriana Valverde Galán
C.I.: 010464291-3

Paúl Esteban Calle Romero
C.I.: 010561539-7

CERTIFICACIÓN

Yo, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **“CurSAE-V: Sistema de ambientes de estudio y escritorios virtuales basados en la nube.”**, realizado por los autores Paola Adriana Valverde Galán y Paúl Esteban Calle Romero, obteniendo el *Proyecto Técnico*, que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, diciembre del 2018.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Pablo Leónidas Gallegos Segovia', with a stylized flourish at the end.

Ing. Pablo Leónidas Gallegos Segovia

CI: 0102593589

TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, Paola Adriana Valverde Galán con número de cédula 0104642913 y Paúl Esteban Calle Romero con número de cédula 0105615397, autores del trabajo de titulación: **“CurSAE-V: Sistema de ambientes de estudio y escritorios virtuales basados en la nube.”**, certificamos que el total contenido de este *Proyecto Técnico* es de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Cuenca, diciembre del 2018.

Paola Adriana Valverde Galán
C.I.: 010464291-3

Paúl Esteban Calle Romero
C.I.: 010561539-7

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. RESUMEN.....	7
2. ABSTRACT.....	8
3. INTRODUCCIÓN	9
4. OBJETIVOS.....	10
4.1 GENERAL.....	10
4.2 ESPECÍFICOS.....	11
5. MARCO TEÓRICO	12
5.1 Cloud Computing.....	12
5.2 Tipos de Cloud Computing	12
5.3 Características de Cloud Computing	13
5.4 Componentes de Cloud Computing.....	13
5.5 Virtualización	13
5.6 Ventajas de la virtualización	14
5.7 Escritorios alojados en la nube	14
5.8 Ventajas de los escritorios en la nube como servicio	14
5.9 Dockers.....	14
5.10 Diferencia entre dockers y máquinas virtuales	15
5.11 VPN (Virtual Private Network)	15
5.12 Papers Relacionados	15
6. MANUAL TÉCNICO.....	17
6.1 Componente de Virtualización: Ambiente de Nube Privada	17
6.2 Entorno De Nube Privada: OpenNebula	18
6.2.1 Características de OpenNebula	18
6.2.2 Por qué se eligió OpenNebula	18
6.3 Implementación de la Nube privada	18
6.4 Instalación de OpenNebula	19
6.5 Ambiente de OpenNebula	19
6.5.1 Dashboard (ventana de control)	20
6.5.2 Instancias	20
6.5.3 Laboratorios	21
6.5.4 Opciones de Máquinas Virtuales	21
6.5.5 Plantillas.....	22
6.5.6 Almacenamiento.....	23
6.5.7 Red.....	23
6.5.8 Clúster y Hosts	25
6.5.9 Usuarios y Grupos.....	25
6.6. Componente de Contenedores: Ambiente de Docker	26
6.7 Herramienta Cockpit.....	27
6.8 Cockpit.....	27
6.9 Administración de Dockers	27
6.10 Ambiente de la herramienta Cockpit	27

6.10.1	Descripción del menú de Login.....	27
6.10.2	Descripción del menú principal	28
6.10.3	Descripción de opción Contenedores.....	28
6.10.4	Descarga de una nueva imagen.....	29
6.10.5	Iniciar una nueva imagen	30
6.11	Configuración de docker	31
7.	PRUEBAS Y RESULTADOS	33
7.1	Pruebas de Contexto	33
7.1.1	Medidas de Rendimiento	33
7.1.2	Propagación de retardo y longitud de paquetes	37
8.	CONCLUSIONES.....	38
9.	RECOMENDACIONES.....	39
10.	TRABAJO FUTURO.....	39
ANEXO 1	41
ANEXO 2	49
ANEXO 3	62

1. RESUMEN

Las tecnologías de información y comunicación han tomado un papel de gran importancia en la actualidad debido a que se encuentran inmersas dentro de la mayoría de actividades, en este caso dentro del ámbito de la educación. El principal desafío que se presenta es el de poder aprovechar este tipo de tecnología para que se puedan convertir en un componente básico dentro del proceso de aprendizaje, permitiendo que los estudiantes puedan adquirir conocimientos de una forma más eficiente y de esta manera poderlos aplicar como herramientas que permitan la eficiencia de procesos.

El presente proyecto propone el diseño de una infraestructura controlada en la que se implemente y configure un sistema de ambientes de estudio y escritorios virtuales cuya arquitectura se encuentre alojada y virtualizada en una nube privada que incluye un repositorio de contenedores (máquinas comprimidas) que contienen herramientas preinstaladas que permitan desarrollar diversas prácticas de diferentes áreas educativas, las mismas que se encuentren descritas en manuales digitales que son incluidos dentro del ambiente virtual.

Este ambiente de estudio propuesto, conforma una línea base de escritorios virtuales de aprendizaje en laboratorios, ya que en el caso que se pueda dar seguimiento en un nuevo proyecto de implementación en un ambiente real puede servir como un gran recurso para la realización de prácticas e investigación para las carreras de Computación e Ingeniería en Sistemas.

2. **ABSTRACT**

Information and communication technologies have been taken in a role of great importance at present. The main challenge is to use this type of technology to be able to become in a basic component in the learning process, allowing students to acquire knowledge in a more efficient way and thus be able to apply them as tools that allow the efficiency of processes.

This project proposes the design of a controlled infrastructure with an implementation and configuration of a system of study environments and virtual desktops whose architecture is hosted and virtualized in a private cloud that has a repository of containers (compressed machines) that contain pre-installed tools that will allow the development of different practices from different educational areas, which will be described in digital manuals that will be included in the virtual environment.

This proposed study environment forms a baseline of virtual learning desktops in laboratories, in the case that it can be followed up on a new implementation project in a real environment it can serve as a great resource for the realization of practical Research for Computer Science and Systems Engineering.

3. INTRODUCCIÓN

Según la definición de [1] la productividad es la manera en cómo se puede ser más exitoso utilizando todos los recursos (humanos, económicos y naturales) a nuestro favor, es decir que se puedan unificar actividades que antes estaban separadas por secciones obteniendo una mejor producción y permitiendo que se pueda innovar para poder provocar un impacto que permita tener una posición competitiva favorable dentro del mercado.

Este concepto aplicado en el presente proyecto, se entiende que la agrupación de todos los elementos que conforman la infraestructura propuesta van más allá de los componentes de hardware y que incluyen tecnologías de comunicación que permiten la adaptación de cada uno de los ambientes virtuales a la necesidades de los estudiantes, de la unión de todos estos aspectos se obtienen ventajas como son: disminución de tiempo en la realización de prácticas de las materias de Aplicaciones Distribuidas y Diseño de Redes debido a que ya se encuentran configurados los ambientes con los paquetes básicos necesarios para el desarrollo de tareas y la optimización de recursos de hardware y software ya que al ser ambientes virtuales no se requiere el uso más que del ordenador en donde se vaya a realizar las prácticas.

Las ventajas expuestas soportan la idea general de que al utilizar todos los componentes que conforman un proyecto se pueden obtener resultados bastante favorables ya que aprovechan los beneficios de cada uno de ellos.

En la actualidad existen varias plataformas de aprendizaje virtual tales como: Moodle, Blackboard, etc., sin embargo, están orientadas de manera general y no se centra en necesidades específicas a la hora de proponer prácticas para el refuerzo de la teoría a diferencia de los ambientes virtuales propuestos que fueron desarrollados en base al estudio de los requerimientos de las materias antes mencionadas.

El aprendizaje en nuestros días tiene como una de las fuentes principales el uso de Internet para la consulta de información y aprendizaje, sin embargo según la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación SENECYT señala que gran cantidad de jóvenes no pueden acceder a la educación superior y mucho menos a una educación presencial [2] por lo que han tenido que recurrir a métodos de autoeducación basado en tutoriales o cursos online pero debido al desconocimiento de las ventajas de uso de las TIC en la educación puede llevar a :

- Escasa creación de contenido online de calidad.
- Falta de eficiencia en el tiempo por parte del docente ya que un solo docente no puede gestionar varios grupos grandes de estudiantes.
- Falta de comunicación entre actores de la educación (Estudiantes y Docentes)
- Subutilización de recursos disponibles.

- Contenidos poco adecuados para cada tipo de estudiante y tipos de aprendizaje.
- Aprendizaje atado al horario de disponibilidad de un docente.

El desconocimiento del uso de las TIC para la educación lleva a que se desprecien varios conceptos, entre ellos Cloud Computing, es decir, la computación en nube y de cómo esta ha comenzado a solucionar los diversos retos que enfrentan los centros de educación (básica, secundaria y superior), no sólo en términos de la disminución de problemas internos, sino en la oferta de nuevas oportunidades. Por lo tanto, esto ha causado que el horizonte donde la enseñanza no tiene que ser presencial, ni siquiera en tiempo real o donde las actividades pueden ser transmitidas a distancia en forma de seminarios virtuales, no sea bien observado. [3]

Basados en toda esta información presentada, se propone un sistema de ambientes de estudio y escritorios virtuales cuya arquitectura está alojada y virtualizada en una nube privada que además contará con un repositorio de máquinas comprimidas (contenedores) con las herramientas preinstaladas para poder realizar distintas prácticas las cuales estarán descritas en un manual digital que se encontrará dentro de este ambiente virtual.

En las próximas secciones de este documento se irán detallando cómo se realizó el proceso de instalación y administración de OpenNebula con su respectivo aprovisionamiento y despliegue de máquinas virtuales, además de la obtención de imágenes, configuración de servicios y despliegue de dockers a través del uso de una herramienta de administración llamada Cockpit, todos estos procesos serán descritos para que el lector pueda tener una idea más clara de cómo se desarrolló el proyecto y si fuera el caso pueda dar seguimiento a un nuevo proyecto de implementación dentro de un ambiente real.

4. OBJETIVOS

4.1 GENERAL

Diseñar y desarrollar una línea base de un sistema de escritorios virtuales basados en la nube privada que permite acceder a entornos de laboratorio y prácticas para las materias de sistemas distribuidos y aplicaciones distribuidas que además contará con un repositorio de máquinas comprimidas en contenedores con todos los paquetes y/o software necesario para desarrollar dichas prácticas que estarán descritas en un manual digital.

4.2 ESPECÍFICOS

OE1. Implementar y configurar una arquitectura de nube privada que estará alojado en un servidor físico sin la intervención de un hipervisor.

OE2. Instalar y configurar un entorno de escritorios virtuales dentro de la nube privada con servicios orientados al exterior.

OE3. Configurar contenedores con los paquetes y/o software necesario para prácticas de laboratorio orientados a redes y programación.

OE4. Crear un repositorio digital para que se encuentren todas las máquinas comprimidas en contenedores.

OE5. Realizar pruebas de contexto (rendimiento, ancho de banda, latencia, jitter, throughput) de los escritorios virtuales que se encuentran en la nube privada.

OE6. Diseñar y crear un manual digital de prácticas de laboratorio orientadas a temas relacionados con redes y programación.

OE7. Elaborar los manuales técnicos y de usuario del sistema desarrollado.

5. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se van a realizar una breve introducción a algunos de los conceptos que son necesarios para comprender la arquitectura del sistema.

5.1 Cloud Computing

Según expone [4] es un modelo tecnológico basado en el concepto de ubicuidad que significa que se puede acceder a diferentes recursos compartidos a través de Internet desde cualquier lugar del mundo y en cualquier momento.

Otra definición según [5] define a Cloud Computing como un conjunto de redes que permiten que tanto la calidad del servicio como las aplicaciones web puedan contar con la seguridad e impulsos necesarios en cualquier lugar y a cualquier hora.

Haciendo un resumen de estas dos definiciones se puede definir a Cloud Computing como un modelo tecnológico basado en un conjunto de redes que puede acceder a recursos compartidos en Internet que permiten proporcionar seguridad e impulso bajo el concepto de ubicuidad.

5.2 Tipos de Cloud Computing

En lo expuesto por [6] los tipos de Cloud Computing son:

- **Cloud Público:** está constituido por los servicios de computación virtualizados (bases de datos, sistemas operativos, aplicaciones, etc) que los proveedores ofertan a diversos clientes a través de Internet o de VPN (redes privadas virtuales).
- **Cloud Privado:** este tipo de servicio se caracteriza porque los entornos virtualizados que son ofertados por el proveedor y su infraestructura puede ser implementada, administrada y consumida exclusivamente por una organización.
- **Cloud Comunitario:** se conforma de clouds que son utilizados por varias organizaciones que tienen servicios y aplicaciones en común, lo que les permite fundamentar la colaboración y da lugar a la creación de grupos de interés, las infraestructuras se encuentran en cada una de las organizaciones.
- **Cloud Híbrido:** permite la unión de dos o más tipos de cloud (Público, Privado o Comunitario) sin embargo esta unión significa que las entidades únicamente se encuentran interconectadas y cada una de ellas mantiene sus principios de funcionamiento, estas conexiones se realizan mediante el uso de tecnologías que permiten la transmisión de datos y el aprovechamiento de los beneficios que cada uno de los tipos de cloud que posee.

5.3 Características de Cloud Computing

Según lo expuesto por [7] dentro de Cloud Computing se pueden destacar las siguientes características:

- Es un servicio pagado debido a que el proveedor cobra por el servicio ofrecido a los clientes ya que dependiendo el contrato adquirido se pueden acceder a los recursos contratados por un determinado tiempo.
- Los servicios y aplicaciones se ofrecen bajo demanda, es decir que pueden aumentar o disminuir en base a las necesidades de los clientes sin la necesidad de establecer un nuevo contrato.
- Permite aislar los recursos informáticos a través de la virtualización pues se puede abstraer recursos de software para poder brindar el servicio de hardware.
- Posibilita la capacidad de acceso de diferentes usuarios a los recursos informáticos y redes desde diferentes lugares y en cualquier momento.
- No limita el acceso debido a que los recursos dentro de la nube no se encuentran restringidos y se encuentran abiertos para cualquier dispositivo que cuente con acceso a Internet.

5.4 Componentes de Cloud Computing

Cloud Computing está conformado por tres componentes según indica [8]:

- **Software como Servicio (SaaS):** su infraestructura se encuentra alojada en el proveedor y permite el acceso y utilización de múltiples clientes.
- **Plataforma como servicio(PaaS):** ofrece diferentes herramientas que permiten a los usuarios construir y desplegar sus propias aplicaciones sin la necesidad de tener dichas herramientas dentro de sus propios ordenadores, sino que pueden adquirirlos a través de conexiones mediante Internet. [9]
- **Infraestructura como servicio (IaaS):** constituyen las aplicaciones finales que se ofrecen como servicios, estas aplicaciones se encuentran alojadas en los servidores del proveedor y en la nube. [10]

5.5 Virtualización

La virtualización se define como la tecnología que emula los recursos informáticos físicos como servidores y equipos en un entorno virtual. [11]

En otra definición presentada por [13] esta tecnología permite particionar el hardware de un sistema de manera que se crean diferentes entornos virtuales que alojan subsistemas que son independientes.

5.6 Ventajas de la virtualización

- En una implementación de tipo empresarial, permite distribuir la carga laboral entre varios trabajadores de manera equitativa.
- Permite una mejor administración ya que se puede controlar el acceso y las actividades de los usuarios en los recursos y la información con el uso de tecnologías de computadoras remotas.
- Proporciona una mayor seguridad en la información debido a que el almacenamiento de los datos no se realiza de manera local y así son menos vulnerables al acceso de terceros. [14]

5.7 Escritorios alojados en la nube

La virtualización que tuvo comienzo en los servidores pudo tener lugar en el entorno de escritorio y se puede implementar dentro de la infraestructura de escritorio en la actualidad. [15]

5.8 Ventajas de los escritorios en la nube como servicio

- Apoya en la reducción de costos ya que la infraestructura física que constituye el respaldo de los escritorios virtuales no se encuentra dentro de la misma empresa que lo realiza sino dentro de la nube, además permite el retorno de la inversión pues los escritorios remotos al encontrarse en la nube únicamente generarían gastos operacionales pues se pagaría por los servicios que se contratan.
- Facilita la administración pues elimina la complejidad del diseño, implementación y mantenimiento de los escritorios virtuales ya que los proveedores asignan por medio de acuerdos de nivel de servicio (SLA) en los que se garantiza la seguridad, la disponibilidad y la recuperación ante posibles errores en un menor tiempo.
- Mantiene la característica de ubicuidad ya que los usuarios no tienen limitaciones en cuanto al acceso hacia los recursos puesto que pueden conectarse a ellos a través de Internet sin limitaciones de lugar o de tiempo.
- Son más escalables gracias a la facilidad de poder aumentar o disminuir los escritorios en un corto tiempo adaptándose a las necesidades. [15]

5.9 Dockers

Según expone [16] docker se define como un proyecto que ayuda en la creación de aplicaciones con la utilización de contenedores con las características de portabilidad, autosuficiencia y con el uso de una menor cantidad de recursos.

Por contenedores se entiende a paquetes de elementos que posibilitan la creación de entornos en donde se pueden desplegar aplicaciones que funcionan independientemente de un sistema operativo.

Para una mejor comprensión, la diferencia entre un docker con los entornos de virtualización radica en que los dockers utilizan contenedores en lugar de máquinas virtuales.

5.10 Diferencia entre dockers y máquinas virtuales

Para poder comprender esta diferencia, se detalla de manera resumida los funcionamientos tanto de dockers como de máquinas virtuales:

Las máquinas virtuales son sistemas operativos completo que funcionan de una manera aislada dentro de otro sistema operativo y que gracias a su tecnología integrada puede compartir el hardware para que varios sistemas operativos puedan utilizarlo al mismo tiempo; por otra parte, los dockers generan un entorno que comparte un solo núcleo y lo demás delega al hipervisor en lugar de albergar un sistema operativo completo como en el caso de las máquinas virtuales, este proceso permite que los recursos del host en el que está implementado se puedan compartir lo que representa una carga más liviana dentro del sistema.[17]

5.11 VPN (Virtual Private Network)

Se define como VPN a la estructura de red virtual que interconecta usuarios o sitios de manera remota a través del uso de conexiones virtuales que son enrutadas a través de Internet que van desde la red privada de origen hasta el destino que representa el sitio remoto. [18]

5.12 Papers Relacionados

En [19] expone de cómo el almacenamiento en la nube es uno de los servicios de infraestructura que se puede brindar en una Nube Privada cuando se requiere la interoperabilidad entre las tecnologías de los sistemas de almacenamiento para que los usuarios puedan compartir sus datos. Habla además de cómo definir un conjunto de pruebas que permitan validar las potencialidades del sistema de almacenamiento independientes de las tecnologías subyacentes, así como definir un conjunto de métricas con sus respectivos umbrales que permitan monitorizar el estado de los sistemas. Nos dice también que, sin embargo, a pesar de los avances realizados, aún no se cuenta con un conjunto de pruebas de validación estandarizadas.

En [20] trata de la utilización de una plataforma que permite desplegar recursos computacionales sobre la nube específicamente configurada para soportar actividades educativas. Indica cómo el instructor declara las necesidades hardware, software y de configuración del entorno de prácticas, que puede ser desplegado automáticamente tanto en un Cloud privado existente en la organización educativa o sobre un Cloud público. Esto permite flexibilidad en la gestión de recursos de cómputo para actividades educativas.

En [21] presenta el proceso de enseñanza en las aulas de clase es necesario la utilización de nuevas tecnologías como lo es el Cloud Computing la cual tiene como objetivo ofrecer una infraestructura dando acceso a los recursos de cómputo a través de internet. Habla además de las ventajas de la implementación de una plataforma de Cloud Computing para ofrecer una infraestructura como servicio ya que los estudiantes pueden tener acceso a los recursos de cómputo de un servidor ubicado en un centro de datos especializado con lo que pueden crear una máquina virtual que ejecute cualquier sistema operativo teniendo acceso desde cualquier computador y desde cualquier lugar en el que se encuentre ya que se accede a los recursos a través de internet.

En [22] muestra cómo la investigación que realizaron tuvo como objetivo explorar la implicación de la computación en la nube en la educación en informática y cómo desarrollar un entorno de aprendizaje cooperativo en la nube. Obtuvieron como resultado desarrollar un entorno de aprendizaje cooperativo en la nube, integrando Las técnicas, los fenómenos y los conceptos de la nube en el aprendizaje cooperativo como necesarios para lograr un propósito educativo.

6. MANUAL TÉCNICO

A continuación, se presenta todas las especificaciones técnicas del sistema desarrollado es decir una guía con todas las operaciones y procesos que se realizaron para la constitución del sistema.

6.1 Componente de Virtualización: Ambiente de Nube Privada

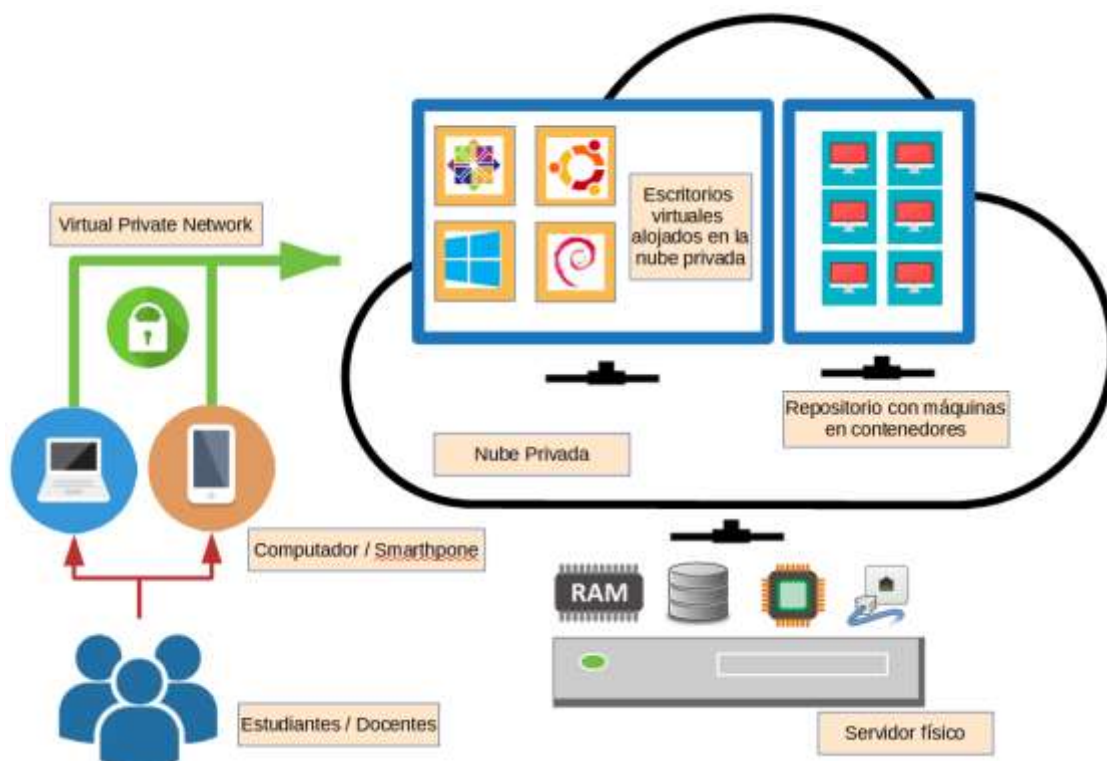


Fig. 1 Principales componentes del ambiente de nube privada

Interacción con el sistema, los usuarios tienen acceso a los escritorios virtuales con fines educativos, además acceso al repositorio de contenedores para poder descargar y desarrollar las prácticas de laboratorio propuestas.

- Interacción con el sistema, el administrador tiene acceso a los escritorios virtuales para compartir material didáctico con fines de enseñanza, además acceso al repositorio para compartir y/o descargar máquinas comprimidas en contenedores.
- Dispositivos Móviles son computadoras y Smartphone que pueden acceder a los escritorios virtuales.
- VPN, permite una extensión segura del área local sobre una red pública es decir internet.
- Servidor Físico es donde va a estar alojado el sistema, va a ser el encargado de brindar recursos como memoria, procesamiento, red, etc.
- Escritorios Virtuales Alojados en el Cloud es en donde se encontrará los recursos y el material disponible para consultar y desarrollar las diferentes prácticas de laboratorio.
- Nube Privada van a prestar los servicios requeridas, es en donde se encontrarán los escritorios virtuales, presta las facilidades para crear, aprovisionar o detener los servicios que se van a prestar.

6.2 Entorno De Nube Privada: OpenNebula

OpenNebula es una plataforma de nube con licencia de software de fuente abierta que proporciona una infraestructura virtual para poder desplegar ambientes de nube pública, privada e híbrida. Este software cumple las funciones de orquestador de recursos de almacenamiento, procesamiento o red en el aprovisionamiento y despliegue de máquinas virtuales.

6.2.1 Características de OpenNebula

OpenNebula permite utilizar herramientas y características para la integración, administración, escalabilidad, seguridad y contabilidad de recursos, de la misma manera cuenta con componentes para la estandarización, la interoperabilidad y la portabilidad, proporcionando a los usuarios y administradores de la nube las funciones de:

- Redes y máquinas virtuales
- Gestión de Clúster, hosts y datastore
- Monitorización de recursos

6.2.2 Por qué se eligió OpenNebula

En cuanto a herramientas similares en el mercado se encontró que OpenNebula gestiona de mejor manera la utilización de los recursos existentes ya que ofrece una infraestructura que incorpora los recursos heterogéneos en el ambiente de datos.

Tiene mayores beneficios en temas de ahorros operativos con la agrupación del servidor a un número reducido de sistemas físicos anfitriones, lo que reduce el espacio, el esfuerzo de administración, los requisitos de energía y refrigeración además de que posee una licencia de software libre amparado en apache 2 que hace posible utilizar todas sus características sin restricciones.

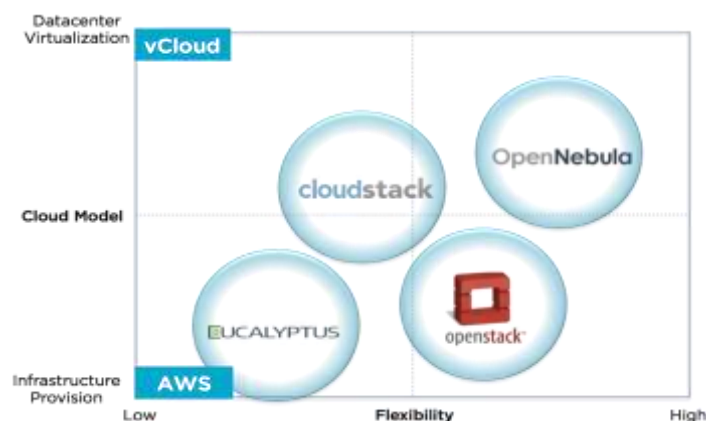


Fig. 2 Comparación de soluciones tomada de la web oficial de OpenNebula

6.3 Implementación de la Nube privada

Para la instalación del software OpenNebula se utilizaron dos servidores que harán las funciones de Front y Nodo. El front se utiliza para instalar la interfaz de OpenNebula Sunstone (una GUI diseñada para usuarios y administradores, que simplificará las operaciones de administración típicas en infraestructuras de nube) esto es para que se pueda gestionar la nube mediante un explorador web, por otra parte, el nodo es el que presta todos

los recursos subyacentes es decir los recursos físicos para el despliegue de las máquinas virtuales, por lo tanto este componente presta el almacenamiento y procesamiento para que las máquinas virtuales puedan funcionar.

El servidor Front cuenta con las siguientes características:

Procesador: Intel Core i5-4570 3.2Ghz

Ram: 8 Gigabytes

HDD: 1.6 Terabytes

S.O. CentOS 7 x64

El servidor Nodo cuenta con las siguientes características:

Procesador: Intel Xeon E3-1225 3.30Ghz

Ram: 32 Gigabytes

HDD: 1.5 Terabytes

S.O. CentOS 7 x64

6.4 Instalación de OpenNebula

En esta sección se presenta algunas consideraciones para la instalación de este software cuyo manual completo se encuentra a detalle en el ANEXO 1

- Adicionar de repositorios de OpenNebula
- Instalación del Software del repositorio oficial
- Deshabilitar SELinux en CentOS 7
- Configurar las llaves de acceso mediante SSH (Secure Shell)
- Configuración de la Red
- Configuración de almacenamiento
- Adicionar el Host de OpenNebula
- Verificar la instalación desplegando una máquina virtual de ejemplo

6.5 Ambiente de OpenNebula

Desde un navegador web se puede ingresar al entorno de OpenNebula al introducir lo siguiente: *http://IP-front:puerto/* por defecto viene configurado el puerto 9869 pero por cuestiones de administración se ha cambiado al 8080 en el archivo */etc/one/sunstone-server.conf*.



Fig. 3 Inicio de Sesión de OpenNebula

6.5.1 Dashboard (ventana de control)

En esta ventana se tiene toda la información acerca del sistema (Recursos, Máquinas Virtuales, Estado), desde aquí se puede ver el estado de CPU y memoria también del anfitrión.

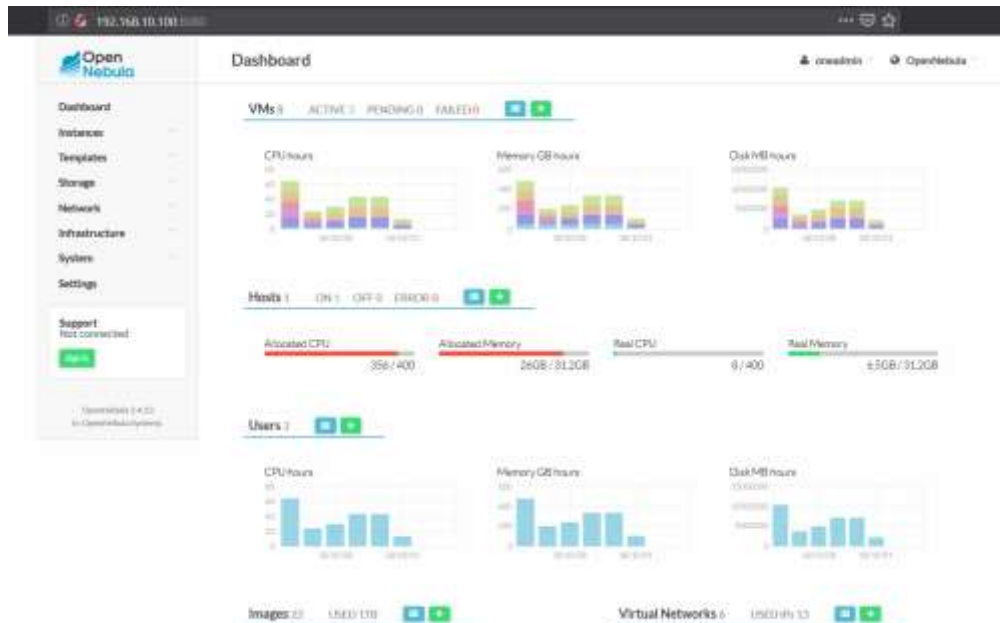


Fig. 4 Dashboard de OpenNebula

6.5.2 Instancias

En esta sección se encuentran las máquinas virtuales que están disponibles para administrar y utilizar, en este caso para el proyecto se han creado ocho máquinas virtuales las cuales están separadas por subredes diferentes y organizadas por laboratorios.

The screenshot shows the 'VMs' section of the OpenNebula interface. It displays a table of virtual machines with the following columns: ID, Name, Owner, Group, Status, Host, and IPs. The table contains 8 entries. Below the table, it shows 'Showing 1 to 8 of 8 entries'. At the bottom, there is a summary: '8 TOTAL', '3 ACTIVE', '5 OFF', '0 PENDING', and '0 FAILED'.

ID	Name	Owner	Group	Status	Host	IPs
20	CentosLab1	laboratorio	oneadmin	POWEROFF	rack.local	192.168.100.2
19	CentosMatriz	oneadmin	oneadmin	RUNNING	rack.local	192.168.100.4
18	Win32125RV	oneadmin	oneadmin	RUNNING	rack.local	192.168.100.3
13	UbuntuLab2	oneadmin	oneadmin	POWEROFF	rack.local	192.168.100.2
12	UbuntuLab4	oneadmin	oneadmin	POWEROFF	rack.local	192.168.100.2
11	CentosLab0	oneadmin	oneadmin	POWEROFF	rack.local	192.168.100.2
4	IsabelMatriz	oneadmin	oneadmin	POWEROFF	rack.local	192.168.100.3 192.168.10.254 192.168.100.1 192.168.100.1 192.168.100.1 192.168.100.1
2	routerART	oneadmin	oneadmin	RUNNING	rack.local	192.168.100.1 192.168.100.1 192.168.100.1

Fig. 5 Máquinas Virtuales existentes

6.5.3 Laboratorios

Para una mejor administración se han ordenado cada grupo de máquinas en laboratorios diferentes de la siguiente manera:

Matriz

- Máquina Virtual con CentOS 7
- Máquina Virtual con Windows 2012 Server
- Máquina Virtual con Issabel (VozIP)

Laboratorio 1

- Máquina Virtual con CentOS 7

Laboratorio 2

- Máquina Virtual con Ubuntu 16.04

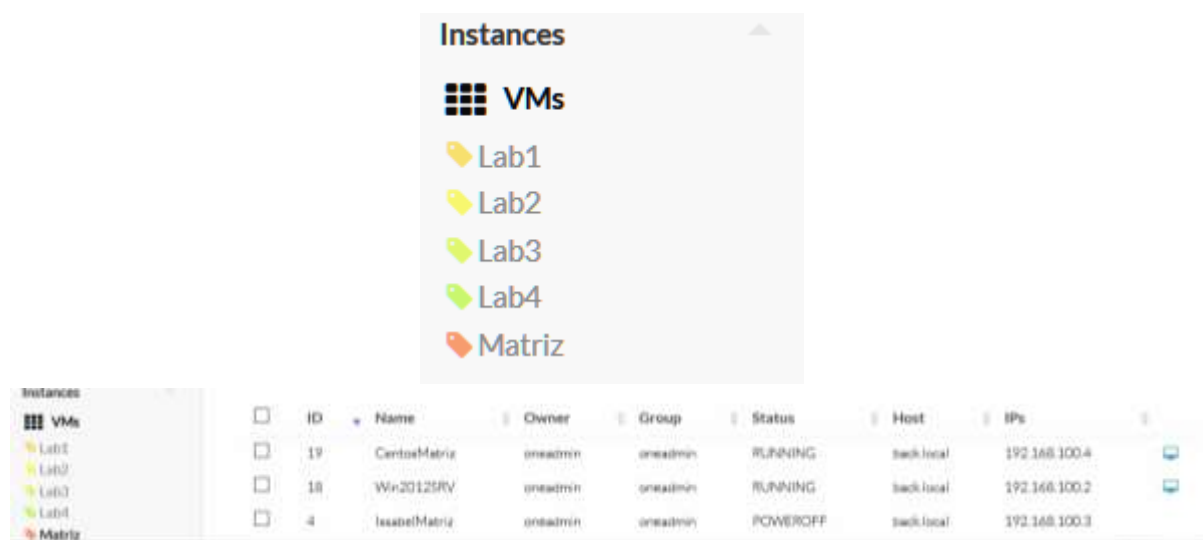
Laboratorio 3

- Máquina Virtual con CentOS 7 Server

Laboratorio 4

- Máquina Virtual con Ubuntu 16.04 Server

Una máquina virtual corresponde al virtual router que se basa en GNU/Linux y cumple funciones de routing, switching y firewall



ID	Name	Owner	Group	Status	Host	IPs
19	CentosMatriz	oneadmin	oneadmin	RUNNING	back.local	192.168.100.4
18	Win2012SRV	oneadmin	oneadmin	RUNNING	back.local	192.168.100.2
4	issabelMatriz	oneadmin	oneadmin	POWEROFF	back.local	192.168.100.3

Fig. 6 Máquinas Virtuales agrupadas por laboratorios

6.5.4 Opciones de Máquinas Virtuales

Permite a los administradores y usuarios de OpenNebula realizar acciones sobre cada máquina virtual cuenta con opciones para administración (encendido – apagado, información, almacenamiento, red, respaldo de estado, acciones, tareas, plantilla, log) ANEXO 2

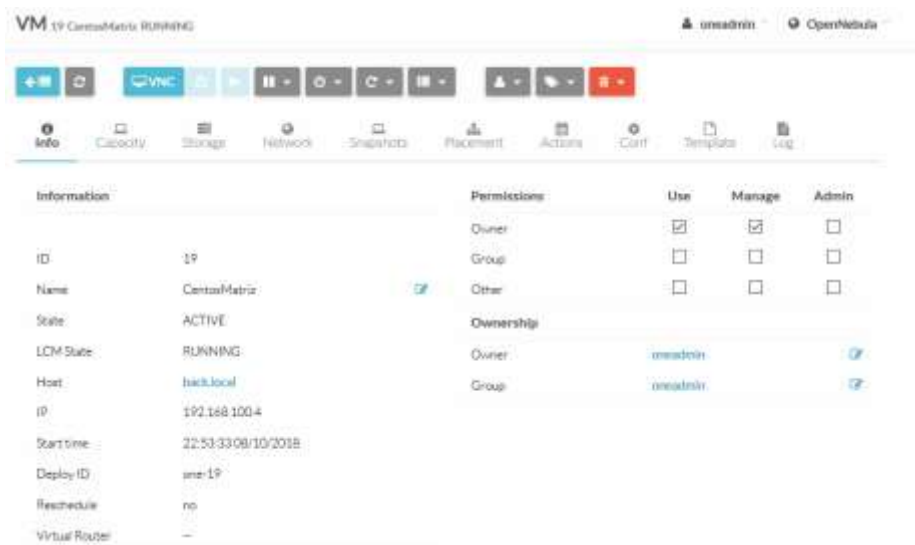


Fig. 7 Opciones de Máquinas Virtuales

6.5.5 Plantillas

Permite a los administradores y usuarios de OpenNebula registrar los archivos de definición de máquinas virtuales en el sistema, para luego ser instanciadas y aprovisionadas como máquinas virtuales. En estas plantillas se pueden crear instancias varias veces y también se pueden compartir con otros usuarios.

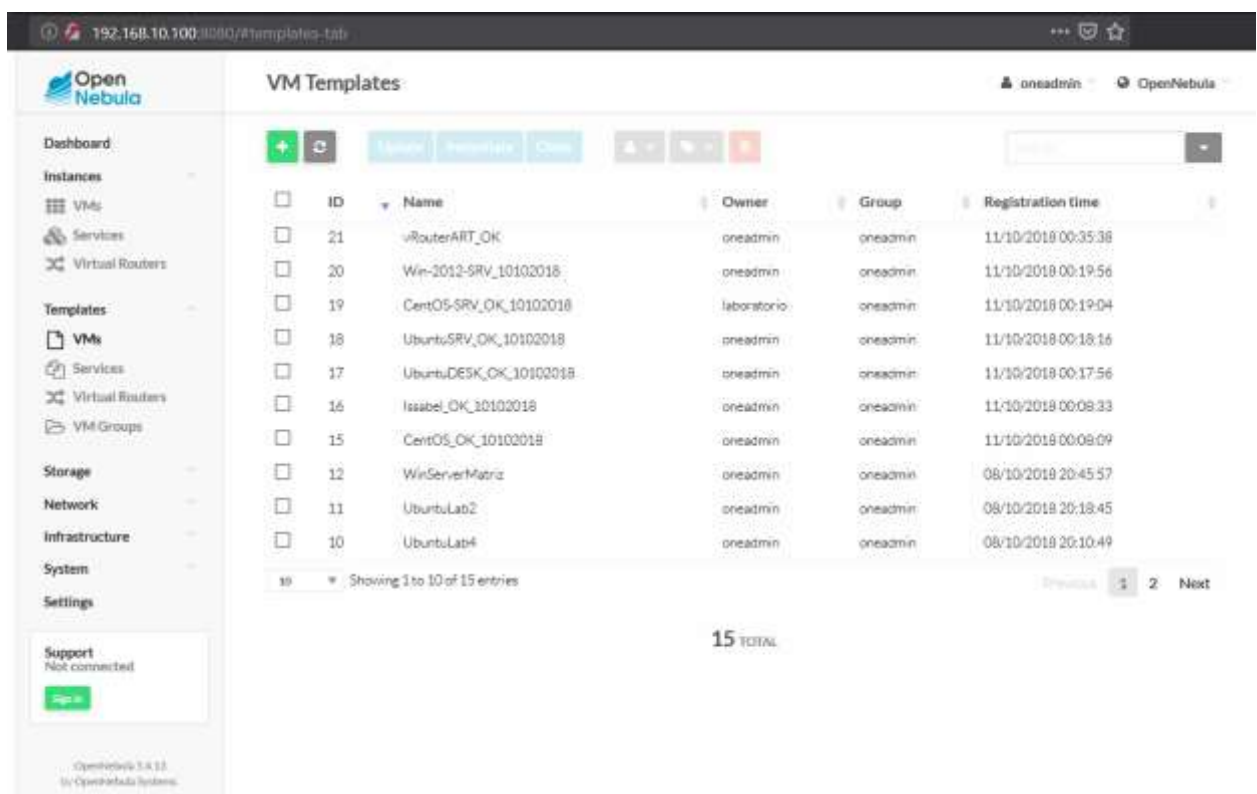


Fig. 8 Opciones de Máquinas Virtuales

Para este proyecto se han creado las siguientes plantillas:

Laboratorio	Nombre	Ram GB	Disco GB	CPU %	Direccionamiento
Matriz	Windows	4	100	0.57	192.168.100.0/24
	Linux	4	80	0.57	
	Isabel	4	100	0.57	
Lab 1	Centos	4	80	0.57	192.168.101.0/24
Lab 2	Ubuntu	4	80	0.57	192.168.102.0/24
Lab 3	Centos T	2	50	0.3	192.168.103.0/24
Lab 4	Ubuntu T	2	50	0.3	192.168.104.0/24

Tabla 1 Asignación de Recursos a plantillas para Máquinas Virtuales

6.5.6 Almacenamiento

El almacenamiento de OpenNebula está estructurado en torno al concepto Datastore. Un almacén de datos es cualquier medio de almacenamiento para almacenar imágenes de disco. OpenNebula ofrece tres tipos diferentes de almacén de datos:

- El almacén de datos de imágenes, almacena el repositorio de imágenes de sistema operativo. Para el proyecto almacena todos los instaladores de sistemas operativos en formato .iso.
- El sistema Datastore contiene el disco para ejecutar máquinas virtuales. Los discos se obtienen desde el almacén de datos de Imágenes de sistema operativo cuando las máquinas virtuales se aprovisionan. Para este proyecto dispone de 1.5 Terabytes de almacenamiento
- El almacén de datos de archivos y núcleos para almacenar archivos simples y no imágenes de disco. Los archivos sin formato se pueden utilizar como núcleos, discos RAM o archivos de contexto.



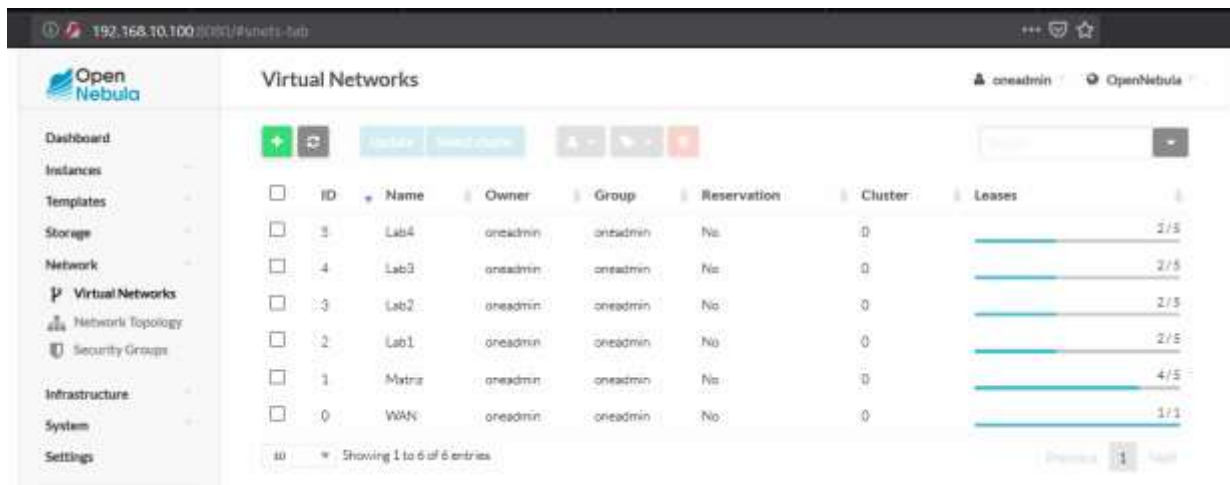
Fig. 9 Almacenamiento de OpenNebula

6.5.7 Red

Un host puede estar conectado a una o más redes que están disponibles para las máquinas virtuales a través de los puentes correspondientes, existe también la posibilidad de creación de redes virtuales asignándolas sobre las físicas, para definir una de red virtual se necesita de tres partes:

- La infraestructura de red física subyacente que admitirá la red virtual.

- El espacio de direcciones lógicas disponible. Las direcciones asociadas a una red virtual pueden ser IPv4 o IPv6.
- Los atributos de configuración del anfitrión para configurar la red de la Máquina Virtual, que pueden incluir, por ejemplo, máscaras de red, servidores DNS o puertas de enlace.



ID	Name	Owner	Group	Reservation	Cluster	Leases
5	Lab4	oneadmin	oneadmin	No	0	2/5
4	Lab3	oneadmin	oneadmin	No	0	2/5
3	Lab2	oneadmin	oneadmin	No	0	2/5
2	Lab1	oneadmin	oneadmin	No	0	2/5
1	Matrix	oneadmin	oneadmin	No	0	4/5
0	WAN	oneadmin	oneadmin	No	0	1/1

Fig. 10 Configuraciones de Red en OpenNebula

Para este proyecto se ha creado un router virtual que va a ser el encargado de que las máquinas que están en la nube formando una red interna se comuniquen con la red externa, este router está compuesto de seis interfaces de red, una de ellas se comunica con la red interna y las otras sirven de Gateway para las diferentes subredes. Todas estas redes tienen sus rutas configuradas para que estén comunicadas entre sí y con la red externa.

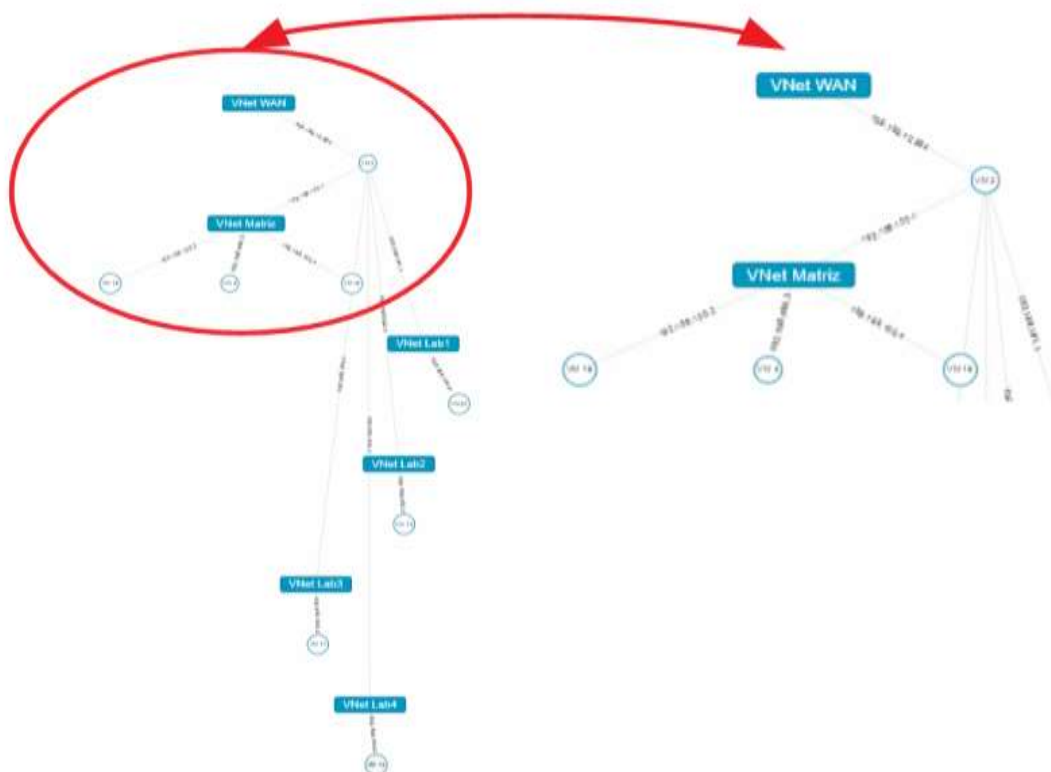


Fig. 11 Configuraciones de Red en OpenNebula

6.5.8 Clúster y Hosts

Para utilizar nodos físicos existentes, se deben agregar al sistema como Hosts. Para agregar un host solo se necesita un nombre y tipo de host por lo general estos suelen estar organizados en clústeres.

Un Clúster es un grupo de Hosts. Los clústeres pueden tener almacenes de datos y redes virtuales asociados, así es como el administrador puede establecer qué hosts tienen los requisitos subyacentes disponibles para cada almacén de datos y red virtual configurados.

Este proyecto cuenta con un único host (back.local) que tiene una utilización de 89% de CPU y 83% de memoria RAM.

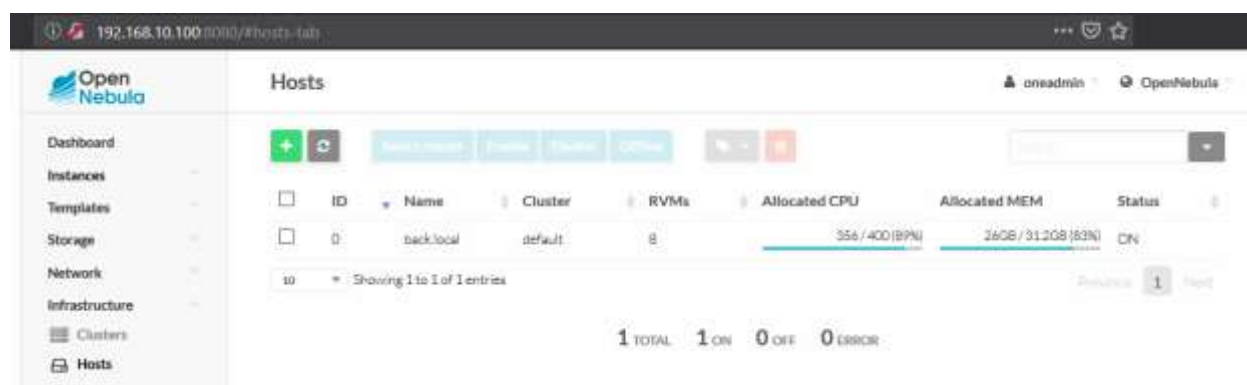


Fig. 12 Configuraciones de Hosts en OpenNebula

6.5.9 Usuarios y Grupos

Después de la instalación se tendrá dos cuentas administrativas, oneadmin y serveradmin; y dos grupos por defecto. Un usuario en OpenNebula está definido por un nombre de usuario y contraseña, cada usuario tiene una ID única y pertenece a un grupo. No es necesario crear una nueva cuenta en el sistema operativo en el servidor front para cada usuario de OpenNebula, los usuarios de OpenNebula se autentican utilizando una cadena de sesión incluida en cada operación, que se verifica mediante el núcleo de OpenNebula.

Además, se ha creado un usuario Laboratorio con funciones limitadas para poder asignarles algunas máquinas virtuales para su administración y utilización.



Fig. 13 Configuraciones de Usuarios en OpenNebula

6.6. Componente de Contenedores: Ambiente de Docker

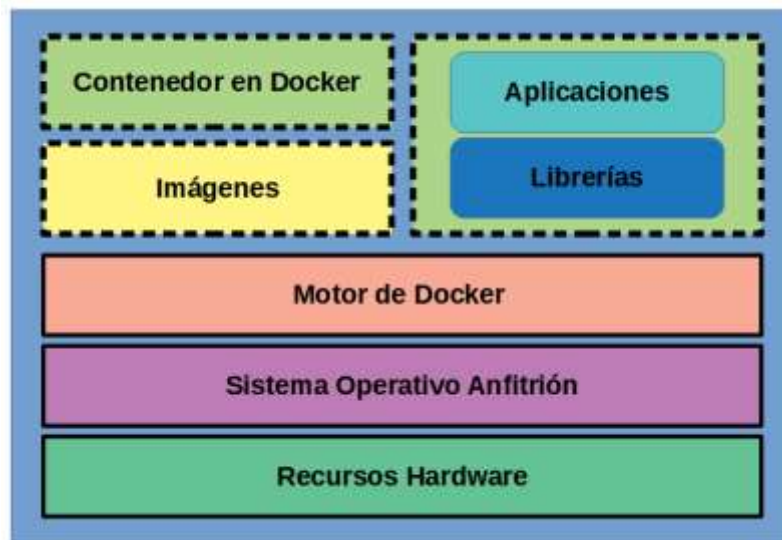


Fig. 14. Diagrama de funcionamiento de dockers.

- **Contenedor de docker:** constituyen sistemas aislados que contienen componentes que son esenciales para la ejecución de algún programa o aplicación.
- **Imágenes:** representa al código fuente de los contenedores ya que contiene un conjunto de comandos y configuraciones de parámetros que son ejecutados en el momento que se levanta el contenedor.
- **Aplicaciones:** representan los servicios que son implementados de manera aislada en cada uno de los contenedores.
- **Librerías:** son los paquetes necesarios para poder instalar los servicios en cada uno de los contenedores, estos se descargan a través de Internet con comandos específicos.
- **Motor de Docker:** es el encargado de arrancar y gestionar los contenedores que contienen las respectivas aplicaciones, además comparte los recursos de hardware de la máquina física permitiendo optimizar su utilización.
- **Sistema Operativo Anfitrión:** es el sistema operativo que se encuentra instalado en la máquina anfitriona que puede ser: Windows, GNU/Linux, MAC.
- **Recursos de hardware:** está conformado por el hardware subyacente que son: el disco duro, memoria RAM, CPU y red.

6.7 Herramienta Cockpit

Para la administración de Docker se presenta la herramienta Cockpit, su definición y utilización se describe a continuación.

6.8 Cockpit

Es una herramienta usada a través de la web que ayuda a la administración tanto de servicios como de contenedores, además de almacenamiento y configuración de la red. El uso de esta herramienta dentro del proyecto facilitó varias tareas, puesto que se pudo realizar la descarga, creación y administración de varios dockers que contienen los servicios que constituirán los ambientes de aprendizaje virtuales.

6.9 Administración de Dockers

En esta sección nos centraremos en la administración de dockers; Cockpit permite varias acciones con dockers facilitando su uso y aprendizaje, dentro de estas acciones tenemos:

- Descargar imágenes desde Docker Hub.
- Crear nuevos contenedores.
- Iniciar los contenedores creados.
- Administrar los recursos que consumen como memoria RAM y CPU.

6.10 Ambiente de la herramienta Cockpit

Para poder ingresar a la herramienta es necesario tomar en cuenta dos aspectos:

- Que el servicio esté corriendo en la máquina virtual principal donde fue instalado.
- Saber cuál es la IP de la máquina virtual principal para poder establecer la conexión.

Cuando se ha tomado en cuenta esos dos aspectos, en un navegador se ingresa la IP de la máquina principal seguido de dos puntos y el puerto 9090.

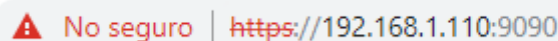


Fig15. Captura de pantalla de barra de búsqueda en el navegador

6.10.1 Descripción del menú de Login

La pantalla que se presenta a continuación permite el ingreso al menú principal de Cockpit a través del ingreso de credenciales, las mismas que fueron previamente configuradas en la instalación y configuración de la herramienta.

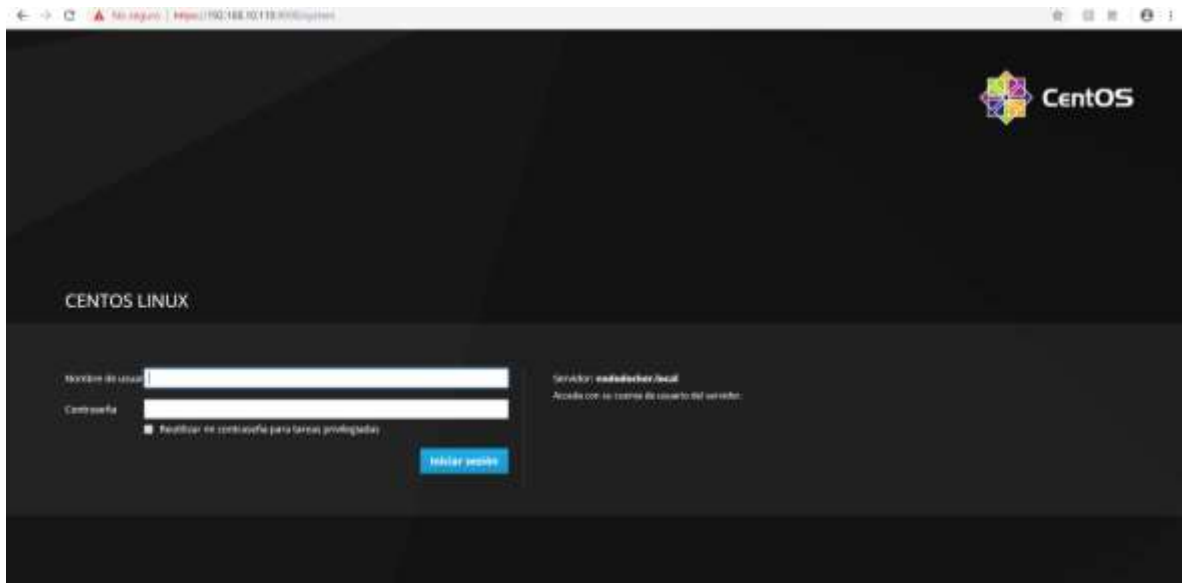


Fig. 16. Captura de pantalla de Login

6.10.2 Descripción del menú principal

Una vez que se hayan ingresado las credenciales de nombre de usuario y contraseña se despliega la pantalla de menú principal, en donde se encuentra un menú lateral con varias opciones, se mencionará las opciones utilizadas en este proyecto.



Fig. 17. Captura de pantalla de menú principal

6.10.3 Descripción de opción Contenedores

En la opción de *Contenedores*, se despliega una pantalla donde se puede administrar los dockers tal como se presenta a continuación:



Fig. 18. Captura de pantalla de la opción Contenedores.

6.10.4 Descarga de una nueva imagen

Dentro de esta pantalla la opción “+ obtener nueva imagen” se puede buscar una nueva imagen para un contenedor.

En este caso se está realizando una búsqueda de una imagen de Ubuntu, se escribe el nombre en la barra de búsqueda y en la parte inferior se presentan todas las opciones de las imágenes disponibles.

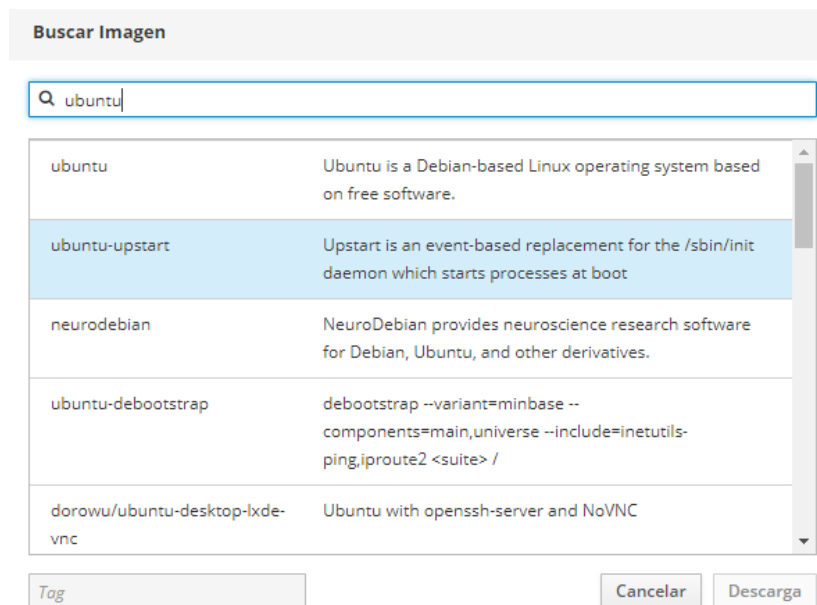


Fig. 19. Captura de pantalla de opción de Obtener nueva imagen.

Se elige la imagen y presionando la opción Descarga, comienza el proceso de descarga de la imagen.

Para constatar que el proceso se realiza correctamente, en la página del menú principal en la parte inferior se debe presentar una línea de descarga con la palabra *Downloading* conjuntamente con el peso de la imagen y la velocidad de descarga, tal como se presenta a continuación:

ubuntu: Downloading (2,49 MiB / 30,6 MiB)

Fig. 20. Captura de pantalla del proceso de descarga de la imagen.

Se debe tener pendiente que la imagen se descargue correctamente y no se presente ningún error, cuando la descarga se ha finalizado de manera correcta se debe presentar el nombre del nuevo contenedor como se presenta a continuación:

Imágenes + Obtener nueva imagen



Nombre	Creado	Tamaño	
docker.io/ubuntu:latest	18/10/2018	81.9 MB	

Fig. 21. Captura de pantalla del nuevo contenedor.

6.10.5 Iniciar una nueva imagen

Una vez descargada la imagen, para poder iniciarla se debe presionar el botón , y se tiene la siguiente pantalla:

Ejecutar imagen

Imagen: docker.io/ubuntu:latest

Nombre del Contenedor:

Orden:

Limite de Memoria: ☐ 512 MB

Prioridad del CPU: ☐ 1024 competiciones

Con terminal: ☒

Vinculos: ☐ Enlazar con otro contenedor

Puertos: ☐ Exponer puertos de contenedores

Volúmenes: ☐ Montar volúmenes de contenedores

Entorno: ☒ Ajustar variables de entorno del contenedor

clave: valor:

Normativa de reinicios:

Fig. 22. Captura de pantalla de inicio del contenedor.

En esta pantalla se deben realizar las respectivas configuraciones para que el docker pueda arrancar como el cambio de nombre y la exposición de los puertos que son necesarios para poder brindar los respectivos servicios.

Para poder cambiar el nombre se debe realizar en el campo llamado *Nombre del Contenedor*.

Nombre del Contenedor

Fig. 23. Captura de pantalla para cambio del nombre del contenedor.

Para poder configurar los puertos necesarios, se debe activar el check de la opción de *Exponer puertos de contenedores*, donde se activan los cuadros respectivos para poder llenar los puertos necesarios.

Fig. 24. Captura de pantalla para ingreso de los puertos para ofrecer los servicios.

Para poder agregar los puertos se debe llenar los campos que contienen la palabra ninguno:

Fig. 25. Captura de pantalla para ingreso de los puertos para ofrecer los servicios.

En este caso se está exponiendo el puerto 8080, si se quisiera redireccionar el puerto 8080 a otro puerto se debería llenar de la siguiente manera:

Fig. 26. Captura de pantalla para redireccionar el puerto.

Una vez realizadas todas las configuraciones, para poder levantar el docker se debe presionar la opción “Ejecutar”.

Cuando no se ha presentado ningún error y el docker se ha levantado correctamente, se debe presentar algo parecido a lo siguiente:

Nombre	Imagen	Orden	CPU	Memoria	Estado
ubuntup	docker.io/ubuntu:latest	/bin/bash	0%	444 KB	running

Fig. 27. Captura de pantalla de constancia del docker corriendo.

Se presenta el nombre del docker, la memoria utilizada y el estado en running.

6.11 Configuración de docker

Al comprobar que el docker se encuentra corriendo correctamente, para poder acceder a él, se debe hacer click sobre el nombre y se despliega la siguiente pantalla:

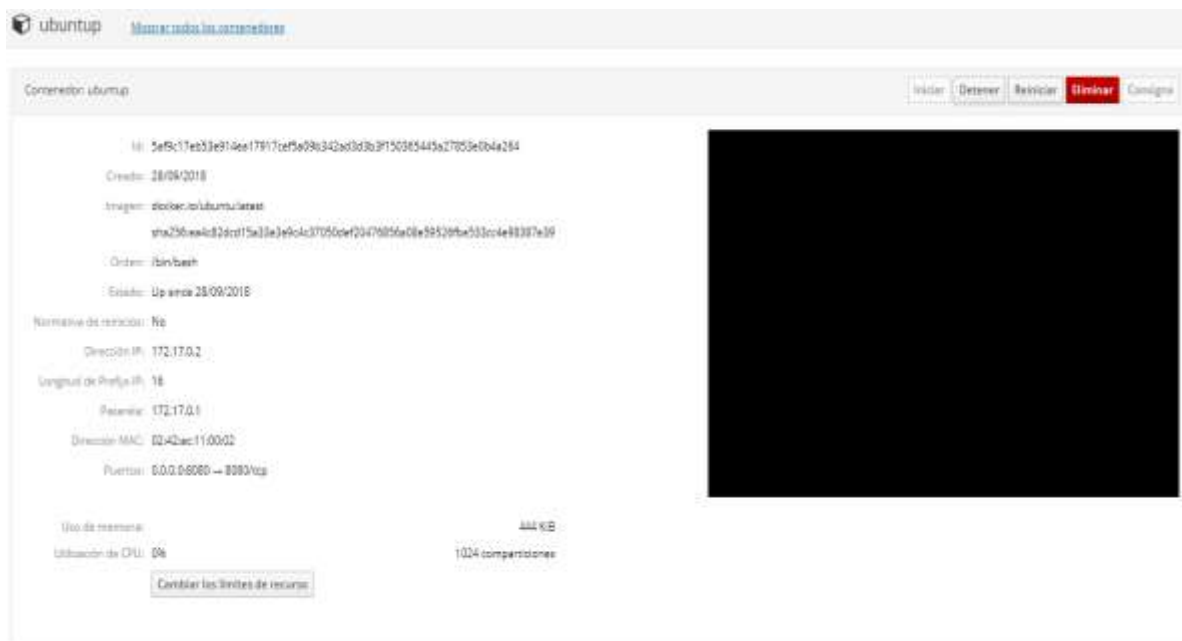


Fig. 28. Captura de pantalla del docker corriendo.

Al hacer click en la pantalla negra se puede empezar a trabajar sobre el docker, se debe comprobar que tiene internet y comenzar a descargar los paquetes necesarios.

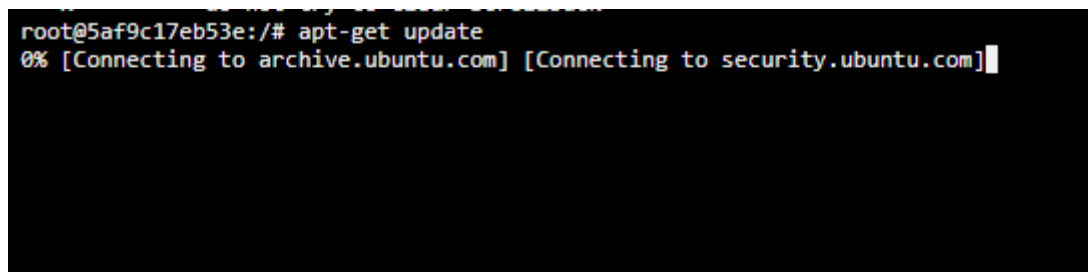


Fig. 29. Captura de pantalla de docker.

7. PRUEBAS Y RESULTADOS

En este capítulo se presenta un protocolo de pruebas que se realizaron al rendimiento de la red ya que es importante que se pueda garantizar una sesión estable desde un cliente hacia el ambiente de máquinas virtuales en la nube privada, los valores que se presentarán permiten validar los indicadores clave del rendimiento como latencia, la pérdida de paquetes y las fluctuaciones en la red.

7.1 Pruebas de Contexto

Las pruebas de contexto se realizaron para conocer aspectos de rendimiento de red, ancho de banda, latencia, jitter, throughput, de los escritorios virtuales que se encuentran en la nube privada.

7.1.1 Medidas de Rendimiento

Para esta prueba se utilizó la herramienta IPERF para evaluar la transferencia de paquetes y el ancho de banda de esta manera probar el rendimiento de la conexión entre dos estaciones.

La primera prueba se realizó dentro del ambiente de red con tráfico normal desde un cliente Windows 10 que hacia la función de servidor se IPERF (iperf -s) hacia el laboratorio Matriz de la nube privada que hacia la función de cliente IPERF (iperf -c)

Cliente IPERF			Servidor IPERF		
Windows 2012 server			Windows 10		
Intervalo	envío	0.00 - 10.00 s	Intervalo	envío	0.00 - 10.04 s
	recepción	0.00 - 10.00 s		recepción	0.00 - 10.04 s
Transferencia	envío	124 MB	Transferencia	envío	0.00 MB
	recepción	124 MB		recepción	124 MB
Ancho de Banda	envío	104 Mbits/s	Ancho de Banda	envío	0.00 Mbits/s
	recepción	104 Mbits/s		recepción	104 Mbits/s

Tabla 2 Descripción de los resultados de las pruebas con IPERF entre el servidor Windows 10 y el cliente Windows Server

Cliente IPERF			Servidor IPERF		
CentOS 7			Windows 10		
Intervalo	envío	0.00 - 10.00 s	Intervalo	envío	0.00 - 10.04 s
	recepción	0.00 - 10.00 s		recepción	0.00 - 10.04 s
Transferencia	envío	131 MB	Transferencia	envío	0.00 MB
	recepción	131 MB		recepción	131 MB
Ancho de Banda	envío	110 Mbits/s	Ancho de Banda	envío	0.00 Mbits/s
	recepción	110 Mbits/s		recepción	109 Mbits/s

Tabla 3 Descripción de los resultados de las pruebas con IPERF entre el servidor Windows 10 y el cliente CentOS7

Cliente IPERF			Servidor IPERF		
Issabel PBX			Windows 10		
Intervalo	envío	0.00 - 10.00 s	Intervalo	envío	0.00 - 10.04 s
	recepción	0.00 - 10.00 s		recepción	0.00 - 10.04 s
Transferencia	envío	132 MB	Transferencia	envío	0.00 MB
	recepción	132 MB		recepción	132 MB
Ancho de Banda	envío	111 Mbits/s	Ancho de Banda	envío	0.00 Mbits/s
	recepción	111 Mbits/s		recepción	110 Mbits/s

Tabla 4 Descripción de los resultados de las pruebas con IPERF entre el servidor Windows 10 y el cliente Issabel PBX

Para la siguiente prueba se tomó los parámetros de intervalo de tiempo de IPERF con la opción -u (prueba con paquetes UDP) y las transferencias para graficar el flujo de datos y la variación del tiempo de entrega de paquetes, obteniendo los siguientes resultados:

Cliente IPERF		Servidor IPERF	
CentOS7		Windows 10	
Intervalo	0.00 - 10.00 s	Intervalo	0.00 - 10.04 s
Transferencia	1.24Mbytes	Transferencia	0Mbytes
Ancho de Banda	1.04Mbits/sec	Ancho de Banda	0Mbytes
Jitter	0.269 ms	Jitter	0.269 ms
Paquetes Perdidos	0%	Paquetes Perdidos	0%
Total Datagramas	889	Total Datagramas	889

Tabla 5 Descripción de los resultados de las pruebas con IPERF entre el servidor Windows 10 y el cliente CentOS7

Cliente IPERF		Servidor IPERF	
Windows 2012 server		Windows 10	
Intervalo	0.00 - 10.00 s	Intervalo	0.00 - 10.05 s
Transferencia	1.25Mbytes	Transferencia	0Mbytes
Ancho de Banda	1.05Mbits/sec	Ancho de Banda	0Mbytes

Jitter	42.185 ms	Jitter	42.185 ms
Paquetes Perdidos	0%	Paquetes Perdidos	0%
Total Datagramas	159	Total Datagramas	159

Tabla 6 Descripción de los resultados de las pruebas con IPERF entre el servidor Windows 10 y el cliente Windows Server

Cliente IPERF		Servidor IPERF	
Issabel PBX		Windows 10	
Intervalo	0.00 - 10.00 s	Intervalo	0.00 - 10.04 s
Transferencia	1.24Mbytes	Transferencia	0Mbytes
Ancho de Banda	1.04Mbits/sec	Ancho de Banda	0Mbytes
Jitter	0.211 ms	Jitter	0.211 ms
Paquetes Perdidos	0%	Paquetes Perdidos	0%
Total Datagramas	889	Total Datagramas	889

Tabla 7 Descripción de los resultados de las pruebas con IPERF entre el servidor Windows 10 y el cliente Issabel PBX

Como conclusión se puede determinar que el ancho de banda presenta una condición muy aceptable en cuanto a estabilidad para realizar una sesión hacia una máquina virtual en la nube y se puede ver el rendimiento de la conexión dependiendo de los paquetes que transiten en ella.

7.1.2 Propagación de retardo y longitud de paquetes

Para esta prueba se realizó un ping con una carga de 65500 Bytes durante el tiempo de 10 minutos desde un cliente Windows 10 hacia el laboratorio Matriz de la nube privada.

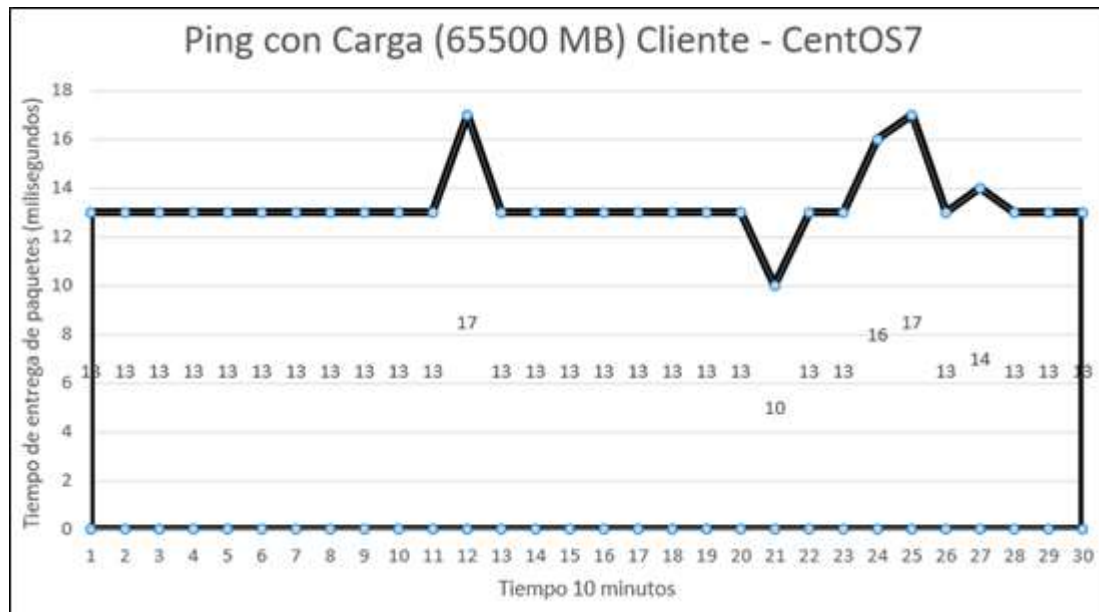


Fig. 30. Descripción de los resultados de las pruebas de ping con carga entre el Windows 10 y CentOS7

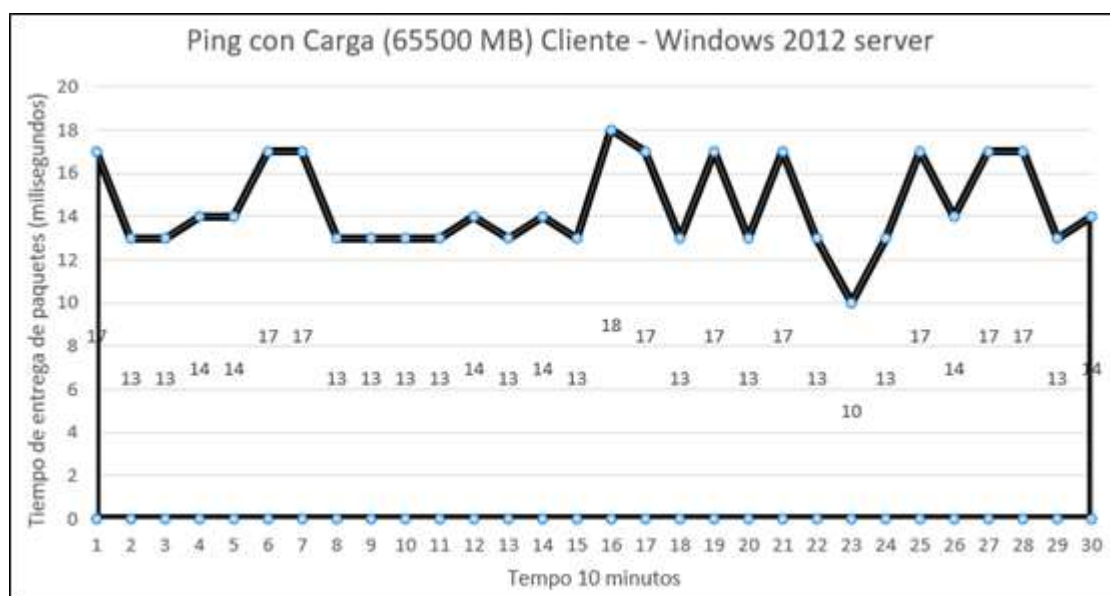


Fig. 31. Descripción de los resultados de las pruebas de ping con carga entre el Windows 10 y Windows 2012 server

Como conclusión se puede decir que al momento de añadir carga a los paquetes naturalmente el tiempo de entrega se eleva, del mismo modo se puede observar que no se presenta pérdida de paquetes por lo que en las pruebas no existen colisiones o caducidad de los paquetes.

8. CONCLUSIONES

En este proyecto se han alcanzado varios propósitos y en el desarrollo de cada una de sus etapas se han comprobado varios aspectos que deben considerar y mencionar:

- Se debe tener presente las características de hardware de los servidores sean las adecuadas, es decir que cuenten con los suficientes recursos de memoria RAM y procesamiento para poder implementar y desplegar el ambiente virtual con todos sus servicios.
- En la etapa de despliegue de las máquinas virtuales dentro del ambiente de OpenNebula, se pudo constatar que al utilizar la imágenes con formato RAW el tiempo de aprovisionamiento de 3 horas y con el uso del formato QCOW2 el tiempo de aprovisionamiento fue de 6 minutos, esto se debe a que el formato QCOW2 tiene como característica que su crecimiento depende de los datos que se vayan agregando permitiendo archivos de tamaño más pequeños, además permite la realización de instantáneas para los respectivos respaldos a diferencia del formato RAW.
- Para la realización de instantáneas se debe tener en cuenta que la máquina esté encendida.
- Tener en cuenta que se debe fragmentar los recursos del CPU y para ello se debe asignar porcentajes de memoria a utilizar entre todas las máquinas a desplegarse dependiendo las necesidades de cada una de ellas.
- Una vez que se han inicializado las máquinas virtuales en el ambiente de OpenNebula es importante hacer una revisión del log para constatar que la máquina se despliegue correctamente y para la identificación de posibles errores.
- En el aspecto de la red del ambiente virtual, pese a que en el Marketplace de OpenNebula están disponibles routers virtuales, para este proyecto se creó un router virtual basado en GNU/Linux facilitando la administración de tareas que puedan surgir en cuanto a enrutamiento, switching y firewall se refiere, actualmente las subredes están configuradas con un pool de 5 direcciones, sin embargo, se puede configurar para admitir más direcciones dependiendo las necesidades.
- En el ámbito de los usuarios existe un usuario administrador que tiene todos los permisos y accesos a todas las tareas y existe otro usuario laboratorio al que se le pueden designar una o más máquinas específicas.
- Se pueden crear tantas máquinas virtuales en cuanto el hardware subyacente lo permita.
- Para la conexión hacia la nube en este caso como es un ambiente de pruebas se utiliza una IP pública configurada por nosotros.
- En cuanto a las pruebas realizadas a través de VPN tuvieron resultados satisfactorios, ya que al ser una VPN PPTP se establece un canal de transmisión seguro para el transporte de información con acceso a través del uso de credenciales (usuario y contraseña).
- En el ámbito de dockers, en cuanto a la configuración de la herramienta Cockpit se debe tener en cuenta la instalación de todos los paquetes necesarios para que se active

el ambiente gráfico y cada una de los servicios que se necesitan para la instalación, configuración y funcionamiento de los dockers.

- Al momento que se vaya a descargar una imagen para un docker se debe monitorear que el proceso de descarga se finalice correctamente debido a que varias imágenes contienen permisos que interrumpen la descarga.
- Para el despliegue de un docker, se debe tener en cuenta los puertos que el servicio a instalarse requiere ya que una vez configurado el servicio si los puertos no se encuentran abiertos, los usuarios no tendrán acceso externo.
- El ambiente virtual con las máquinas cumple las expectativas de los docentes ya que se han realizado las entrevistas planteadas dentro de los objetivos de este proyecto teniendo como resultado observaciones favorables que apoyan y sustentan el fin planteado.
- De igual manera el presente proyecto cumple con los objetivos planteados ya que cada etapa de desarrollo fue supervisada y aprobada por el tutor a cargo.
- Las máquinas virtuales desplegadas son utilizables debido a que respondieron de manera adecuada a todas las pruebas realizadas dando resultados favorables para la implementación dentro de prácticas de laboratorio.
- Las pruebas de contexto fueron realizadas dieron resultados satisfactorios pues presentaron un rango de ancho de banda aceptable, una entrega de paquetes sin pérdida dando un rendimiento estable a la conexión.

9. RECOMENDACIONES

Una vez que se han realizado cada una de las pruebas planteadas y se han obtenido resultados favorables como ya se ha presentado con anterioridad, se puede constatar que el proyecto es viable para poder continuar e implementarlo en un ambiente real, de manera que pueda ser utilizado dentro del proceso de enseñanza tomando en cuenta cada una de las observaciones propuestas.

10. TRABAJO FUTURO

Considerar el escenario actual del proyecto e intentar explotar más beneficios que trae el poder configurar y consumir servicios en un ambiente de una nube privada.

En base al proyecto planteado se sugiere ampliar, desarrollar más herramientas o utilizar las existentes para que se pueda aprovechar las TICs en beneficio de la educación.

11. REFERENCIAS

- [1] Porter M., "The competitive advantage of nations", Free Press 1990.
- [2] Instituto de Fomento al Talento Humano, disponible en:
<https://www.fomentoacademico.gob.ec/la-educacion-virtual-una-excelente-alternativa/>
- [3] Comunidad IEBS disponible en: <https://comunidad.iebschool.com/gestioneducativa/2015/11/24/lo-que-nos-ha-dado-el-cloudcomputing-en-la-educacion/>
- [4] Arana. L, Ruiz. M, La Serna. N, "Análisis de aplicaciones empleando la computación en la nube de tipo PaaS y la metodología ágil Scrum", 2015.
- [5] De Pablos. C, Montes. J, Soret, "Coordinación relacional y resultados empresariales: aplicación a las prácticas de computación en la nube".
- [6] Curiel Mariela, Universidad Pontificio Javeriana, "Evaluation of monitoring tools for cloud computing environments ", 2012.
- [7]Pulgarín. S, "Las aplicaciones empresariales se cambian a la nube ventajas y desventajas. ", 2018.
- [8]López. M, Albanese. D, Sánchez. M, "Gestión de riesgo para la adopción de la computación en la nube en entidades financieras de la República Argentina. Contaduría y Administración ". 2014.
- [10] León. A, Rosero. M, "Recomendaciones para contratar servicios en la nube. "2014.
- [11] Proaño. I, "Computación en nube. RETOS ".2011.
- [12] Reis. D, Trend Micro, "Seguridad para la nube y la virtualización for Dummies ".
- [13]Peña. J, "Virtualización "
- [14] Rueda. M, "Escritorios Virtuales en entornos educativos ".2013.
- [15] VMWare, "Traslado de escritorios virtuales a la nube ".2014.
- [16] Miell. I, Hobson Sayers A. "Docker in Practice", Manning Publications, 2016
- [17] GuiaDev, disponible en: "<https://guiadev.com/docker-vs-maquinas-virtuales-mejor/>"
- [18] Reyes, E. "Lineamientos para la creación de una VPN (Virtual Private Network) Red Privada Virtual".
- [19] García, Freddy A. Poll, et al. "Métricas y pruebas de validación para sistemas de almacenamiento." Revista Telem@tica 14.1 (2015): 24-38.
- [20] Moltó, Germán, J. Damian Segrelles, and Miguel Caballer. "Gestión de recursos computacionales en el Cloud para actividades educativas." *Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática (20es: 2014: Oviedo)* (2014).
- [21] Bolaños, Espinoza, and Joseph Stalin. Implementación de un cloud privado para mejorar el aprendizaje en los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Electrónica y Redes de Comunicación de la materia de Sistemas Operativos mediante la utilización de software a través de la Nube. BS thesis. 2018.
- [22] E-Soon Lin ; Chih-Yung Juan ; Ching-Hsien Shang ; Ching-Yang Chou Implications of cloud computing for computer science education. 2011 2nd International Conference on Artificial Intelligence, Management Science and Electronic Commerce (AIMSEC)

12. ANEXOS

ANEXO 1

MANUAL DE INSTALACIÓN DE OPENNEBULA

La instalación de este software consta de dos partes el Frontend y el Backend, el Frontend maneja la interfaz gráfica que se desplegará en el navegador, mientras que el backend representa el nodo que designa los recursos a las máquinas virtuales.

CONFIGURACIONES PRELIMINARES

Se utilizaron dos CentOS 7 en las versiones de consola, cada una de las máquinas necesitan las actualizaciones respectivas mediante la ejecución del comando:

```
yum -y update
```

Después de las respectivas actualizaciones, es necesario la instalación de varios paquetes y herramientas para poder ejecutar varias funciones, los mismos se instalan con la ejecución del comando:

```
[root@front ~]# yum -y install vim net-tools nfs-utils bridge-utils
```

Fig. 1. Captura de comando de instalación de paquetes y herramientas necesarios

Una vez instalados los paquetes y las herramientas, es necesario designar una dirección IP estática para ello se debe acceder a los archivos de configuración de red, agregar la IP estática, su máscara de red y su Gateway, guardar las configuraciones y reiniciar las interfaces de red con la ejecución del comando:

```
service network restart
```

cuando se ha designado la IP, se comprueba que el servicio se reinicie correctamente y con el comando ipconfig

Cuando se ha designado la IP, es necesario detener y deshabilitar el firewall con la ejecución de los siguientes comandos:

```
[root@front ~]# systemctl stop firewalld
```

Fig.2. Captura de comando para detener el firewall

```
[root@front ~]# systemctl disable firewalld
Removed symlink /etc/systemd/system/dbus-org.fedoraproject.FirewallD1.service.
Removed symlink /etc/systemd/system/basic.target.wants/firewalld.service.
```

Fig. 3. Captura de comando para deshabilitar el firewall

INSTALACIÓN DE FRONTEND DE OPENNEBULA

1. Como primer paso de la instalación de OpenNebula, se requiere la deshabilitación de SELINUX, ya que si no se deshabilita puede causar problemas con el usuario administrador por defecto de OpenNebula llamado oneadmin.

Para deshabilitar esta función, es necesario ingresar al repositorio de configuración de SELINUX con la ejecución del comando:

```
[root@back ~]# vim /etc/selinux/config
```

Fig. 4. Captura de comando para ingresar al repositorio de configuración de SELINUX.

Dentro del repositorio se cambia la línea de SELINUX a disabled, tal como se presenta a continuación:

```
# disabled - No SELinux policy is loaded.
SELINUX=disabled
# SELINUXTYPE= can take one of these two values:
# targeted - Targeted processes are protected,
# minimum - Modification of targeted policy. Only selected processes are protected
# mls - Multi Level Security protection.
SELINUXTYPE=targeted
```

Fig. 5. Captura de repositorio de SELINUX.

Ya deshabilitado, se guardan los cambios y se cierra el repositorio.

2. Para poder descargar los paquetes requeridos por OpenNebula, se accede al repositorio con la ejecución del siguiente comando:

```
[root@front ~]# vim /etc/yum.repos.d/opennebula.repo_
```

Fig.6. Captura de comando para acceder a repositorio de OpenNebula.

El repositorio se encuentra en blanco, pero se deben ingresar las siguientes líneas de comando:

```
name=opennebula
baseurl=https://downloads.opennebula.org/repo/5.4/CentOS/7/x86_64
enabled=1
gpgkey=https://downloads.opennebula.org/repo/repo.key
gpgcheck=1
#repo_gpgcheck=1
```

Fig.7. Captura de repositorio de OpenNebula.

3. OpenNebula necesita del repositorio de EPEL, por lo cual se debe instalar con el comando

```
[root@front ~]# yum install epel-release
```

Fig.8. Captura de comando de instalación del repositorio EPEL.

Con el comando ejecutado se instalan varios paquetes requeridos por el frontend de OpenNebula.

4. Para la instalación de OpenNebula y algunas de sus herramientas se debe ejecutar:

```
[root@front ~]# yum install -y opennebula-server opennebula-sunstone opennebula-ruby opennebula-gate
opennebula-flow
```

Fig.9. Captura de comando de instalación de OpenNebula.

- Una vez instaladas las herramientas, se requiere la instalación de librerías Ruby para ello se ejecuta:

```
[root@front ~]# /usr/share/one/install_gems
Fetching: bundler-1.16.2.gem (100%)
Successfully installed bundler-1.16.2
Parsing documentation for bundler-1.16.2
Installing ri documentation for bundler-1.16.2
1 gem installed
lsb_release command not found. If you are using a RedHat based
distribution install redhat-lsb

Select your distribution or press enter to continue without
installing dependencies.

0. Ubuntu/Debian
1. CentOS/RedHat/Scientific

1
```

Fig.10. Captura de comando de instalación de librerías Ruby.

Durante la instalación de las librerías, se debe elegir el sistema operativo en el cual se está trabajando para que se instalen las dependencias necesarias, en este caso se elige la opción 1 que pertenece al sistema operativo CentOS.

- Cuando se ha elegido el sistema operativo, se instalan sus dependencias y si el proceso termina de manera correcta se despliega el siguiente mensaje:

```
Distribution "redhat" detected.
About to install these dependencies:
* gcc
* rubygem-rake
* libxml2-devel
* libxslt-devel
* patch
* gcc-c++
* sqlite-devel
* curl-devel
* mysql-devel
* openssl-devel
* ruby-devel
* make

Press enter to continue...
```

Fig.11. Captura de pantalla de mensajes de confirmación de instalación de dependencias del sistema operativo CentOS.

Cambio de contraseña de usuario oneadmin

Para poder configurar al usuario oneadmin y darle los permisos necesarios, se requiere ingresar al mismo a través del comando:

```
[root@front ~]# su oneadmin
[oneadmin@front root]$
```

Fig.12. Captura de pantalla de ingreso a usuario de oneadmin en el front.

Se requiere cambiar la contraseña de este usuario, por lo cual ingresamos al fichero one_auth, con el uso del comando:

```
[oneadmin@front root]$ vim /var/lib/one/.one/one_auth _
```

Fig.13. Captura de pantalla de ingreso a fichero para cambio de contraseña de usuario oneadmin en el front

Una vez dentro del fichero, se encontrará una clave alfanumérica, la cual se debe modificar para comodidad al momento de ingresar, se puede designar cualquier contraseña, en este caso se designó la contraseña oneadmin.

```
oneadmin:oneadmin
```

Fig.14. Captura de pantalla de cambio de contraseña de usuario oneadmin en el front

Para poder realizar las demás acciones, es necesario salir del perfil del usuario oneadmin mediante el comando exit.

INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE NODO KVM

La instalación del nodo es similar a la del frontend, se debe realizar las configuraciones preliminares de igual manera e incluso deshabilitar SELINUX y deshabilitar el firewall.

Después de haber realizado los pasos anteriores, se procede a la instalación de nodo como tal con la ejecución del comando:

```
[root@back ~]# yum install opennebula-node-kvm
```

Fig.15. Captura de pantalla de cambio de comando para la instalación del nodo kvm.

```
[root@back ~]# service libvirtd restart
Redirecting to /bin/systemctl restart libvirtd.service
[root@back ~]# _
```

Fig.16. Captura de pantalla de cambio de comando para la instalación del nodo kvm.

Una vez que se ha instalado el nodo, se procede a ingresar como usuario oneadmin mediante el comando:

```
[root@back ~]# su oneadmin _
```

Fig.17. Captura de pantalla de ingreso a usuario oneadmin.

Proceso de generación e intercambio de llaves

Generación de llave de Front

Para la generación de la llave en el Front

Cuando se ha ingresado al perfil del usuario, se genera su respectiva llave:

```

[oneadmin@back root]$ ssh-keygen -t rsa
Generating public/private rsa key pair.
Enter file in which to save the key (/var/lib/one/.ssh/id_rsa):
Created directory '/var/lib/one/.ssh'.
Enter passphrase (empty for no passphrase):
Enter same passphrase again:
Your identification has been saved in /var/lib/one/.ssh/id_rsa.
Your public key has been saved in /var/lib/one/.ssh/id_rsa.pub.
The key fingerprint is:
SHA256:1K12ncTIUCDBEgGM7ZaFDDMC6gox9uDF017Hw4L/Rs oneadmin@back.local
The key's randomart image is:
+----[RSA 2048]-----+
|X@=+|
|X9+.o|
|0+*o.o|
|t=0o=.E|
|+*+.o.S|
|o.o..|
|..o|
|..+|
|..|
+----[SHA256]-----+
[oneadmin@back root]$

```

Fig.18. Captura de pantalla de generación de clave de nodo KVM.

De la misma manera en la máquina donde está el front se genera la llave dentro del perfil del usuario oneadmin.

```

[oneadmin@front root]$ ssh-keygen -t rsa
Generating public/private rsa key pair.
Enter file in which to save the key (/var/lib/one/.ssh/id_rsa):
/var/lib/one/.ssh/id_rsa already exists.
Overwrite (y/n)? y
Enter passphrase (empty for no passphrase):
Enter same passphrase again:
Your identification has been saved in /var/lib/one/.ssh/id_rsa.
Your public key has been saved in /var/lib/one/.ssh/id_rsa.pub.
The key fingerprint is:
SHA256:xLT1KqSQwQf/wsnlc7wEf/Fg4Q1hzgyAYiF0woK83qc oneadmin@front.local
The key's randomart image is:
+----[RSA 2048]-----+
|=. . . .o.o o|
|o*.=+.o +*|
|,=o.o +.*|
|..+B.o.+|
|..*+S o.=|
|..o o +o +|
|o..o..|
|E..|
+----[SHA256]-----+
[oneadmin@front root]$ _

```

Fig.19. Captura de pantalla de generación de clave de nodo KVM.

Se designa las respectivas contraseñas tanto en el usuario oneadmin del Front como del Nodo

```

[root@front ~]# passwd oneadmin
Cambiando la contraseña del usuario oneadmin.
Nueva contraseña:
CONTRASEÑA INCORRECTA: La contraseña tiene menos de 8 caracteres
Vuelva a escribir la nueva contraseña:
passwd: todos los símbolos de autenticación se actualizaron con éxito.
[root@front ~]#

```

Fig.20. Captura de pantalla de generación de contraseña del front.

```
[root@back ~]# pass oneadmin
-bash: pass: no se encontró la orden
[root@back ~]# passwd oneadmin
Cambiando la contraseña del usuario oneadmin.
Nueva contraseña:
CONTRASEÑA INCORRECTA: La contraseña tiene menos de 8 caracteres
Vuelva a escribir la nueva contraseña:
passwd: todos los símbolos de autenticación se actualizaron con éxito.
[root@back ~]#
```

Fig.21. Captura de pantalla de generación de contraseña del nodo

A continuación, es necesario agregar los hosts tanto en el front como en el nodo.

Primero ingresamos al fichero mediante el comando:

```
[root@front ~]# vim /etc/hosts
```

Fig.22. Captura de pantalla de comando para ingresar a fichero de agregación de hosts.

Este comando se aplica de igual manera tanto para el ingreso al Front como al Nodo.

Una vez dentro del fichero se agregan las siguientes líneas de comandos, donde se especifica la IP tanto de la máquina del front como la del Nodo.

El mismo proceso y las mismas líneas de código se aplican a las dos máquinas.

```
127.0.0.1    localhost localhost.localdomain localhost4 localhost4.localdomain4
::1         localhost localhost.localdomain localhost6 localhost6.localdomain6
192.168.10.55 front.local
192.168.10.52 back.local
```

Fig.23. Captura de pantalla de comando para ingresar a fichero de agregación de hosts.

Generación de las llaves

Para poder levantar de manera correcta OpenNebula y poder dar los permisos requeridos al usuario oneadmin, es necesario la generación del respectivo fichero que contienen las llaves tanto del front como del back dentro de los directorios correspondientes como se presenta a continuación:

```
[root@front ~]# scp -rp /var/lib/one/.ssh/id_rsa.pub back.local:/var/lib/one/.ssh/llavefront
The authenticity of host 'back.local (192.168.10.52)' can't be established.
ECDSA key fingerprint is SHA256:hcINKi71YkMu2r40NvnsyIzjUo7qJj787I84qBmq1s0.
ECDSA key fingerprint is MD5:cb:cb:37:e5:b5:76:21:20:a6:11:f0:07:83:18:57:3d.
Are you sure you want to continue connecting (yes/no)? y
Please type 'yes' or 'no': yes
Warning: Permanently added 'back.local,192.168.10.52' (ECDSA) to the list of known hosts.
root@back.local's password:
id_rsa.pub                                100% 402  149.5KB/s  00:00
[root@front ~]#
```

Fig.24. Captura de pantalla de comando para generación de llaves del front


```

[root@back ~]# scp -rp /var/lib/one/.ssh/id_rsa.pub front.local:/var/lib/one/.ssh/llaveback
root@front.local's password:
id_rsa.pub                                100% 401    6.1KB/s  00:00
[root@back ~]#

```

Fig.25. Captura de pantalla de comando para generación de llaves del nodo

Una vez generadas las llaves, se requiere agregarlas al final del fichero `authorized_keys` para que se puedan reconocer a través de los siguientes comandos:

```

[root@front ~]# cd /var/lib/one/.ssh/
[root@front .ssh]# ls
authorized_keys id_rsa id_rsa.pub llaveback
[root@front .ssh]# cat llaveback >> authorized_keys
[root@front .ssh]# cat id_rsa.pub >> authorized_keys
[root@front .ssh]#

```

Fig.26. Captura de pantalla de comando para agregar las llaves creadas

El mismo proceso se realiza tanto para el Front como el Nodo, pero con la diferencia en los nombres con que se creó las respectivas llaves.

Ingreso a través de SSH

Una vez que se han creado las respectivas llaves y se han agregado al fichero, se hacen pruebas de ingreso mediante ssh desde el front hacia el nodo y viceversa.

```

[oneadmin@front .ssh]$ ssh oneadmin@front.local
ssh: Could not resolve hostname front.local: Name or service not known
[oneadmin@front .ssh]$ ssh oneadmin@front.local
The authenticity of host 'front.local (192.168.10.55)' can't be established.
ECDSA key fingerprint is SHA256:QUQmkZ04tLfNcotsA2yhCU9FV8EbdzywMkn9h6UscE8.
ECDSA key fingerprint is MD5:d6:55:c7:8b:9d:b6:2a:f7:fa:83:05:c0:dd:fa:ec:b2.
Are you sure you want to continue connecting (yes/no)? yes
Warning: Permanently added 'front.local,192.168.10.55' (ECDSA) to the list of known hosts.
Last login: Sun Jun 3 00:42:21 2018
[oneadmin@front ~]$

```

Fig.27. Captura de pantalla de comando para agregar desde el nodo hacia el front

```

[oneadmin@back .ssh]$ su oneadmin
Contraseña:
[oneadmin@back .ssh]$ exit
exit
[oneadmin@back .ssh]$ ssh oneadmin@front.local
The authenticity of host 'front.local (192.168.10.55)' can't be established.
ECDSA key fingerprint is SHA256:QUQmkZ04tLfNcotsA2yhCU9FV8EbdzywMkn9h6UscE8.
ECDSA key fingerprint is MD5:d6:55:c7:8b:9d:b6:2a:f7:fa:83:05:c0:dd:fa:ec:b2.
Are you sure you want to continue connecting (yes/no)? yes
Warning: Permanently added 'front.local,192.168.10.55' (ECDSA) to the list of known hosts.
Last login: Sun Jun 3 00:43:05 2018 from front.local
[oneadmin@front ~]$

```

Fig.28. Captura de pantalla de comando para agregar desde el front hacia el nodo.

Cuando se ha podido establecer las conexiones respectivas, se comprueba el estado del usuario `oneadmin`.

```

[root@front .ssh]# su oneadmin
[oneadmin@front .ssh]$ openuser show
bash: openuser: no se encontró la orden
[oneadmin@front .ssh]$ oneuser show
USER 0 INFORMATION
ID           : 0
NAME        : oneadmin
GROUP       : oneadmin
PASSWORD    : 7bc8559a8fe509e680562b85c337f170956fcb06
AUTH_DRIVER : core
ENABLED     : Yes

TOKENS

USER TEMPLATE
TOKEN_PASSWORD="9342276e1007d0099cae238a3a2badce17903d85"

RESOURCE USAGE & QUOTAS
[oneadmin@front .ssh]$ _

```

Fig.29.Captura de pantalla de comando para comprobar usuario oneadmin.

Creación de KVM para el nodo

Para el despliegue del nodo es necesario crear KVM desde el front mediante el comando.

```

[oneadmin@front .ssh]$ onehost create back.local -i kvm -v kvm
ID: 0
[oneadmin@front .ssh]$ _

```

Fig.30.Captura de pantalla de creación de KVM.

Una vez que se ha creado, se requiere otorgar los permisos necesarios tanto en el front como en el nodo.

```

[root@front .ssh]# chown -R oneadmin:oneadmin /var/lib/*
[root@front .ssh]#

```

Fig.31.Captura de pantalla de otorgación de permisos en el front

```

[root@back .ssh]# chown -R oneadmin:oneadmin /var/lib/*
[root@back .ssh]# _

```

Fig.32.Captura de pantalla de otorgación de permisos en el nodo

Para la comprobación del estado del nodo se realiza con el siguiente comando, si el comando devuelve el estado OK es que se ha desplegado de manera correcta.

```

[oneadmin@front .ssh]$ onehost create back.local -i kvm -v kvm
ID: 5
[oneadmin@front .ssh]$ onehost list
ID NAME CLUSTER RAM ALLOCATED_CPU ALLOCATED_MEM STAT
5 back.local default 0 - - init
[oneadmin@front .ssh]$ onehost list
ID NAME CLUSTER RAM ALLOCATED_CPU ALLOCATED_MEM STAT
5 back.local default 0 - - init
[oneadmin@front .ssh]$ onehost list
ID NAME CLUSTER RAM ALLOCATED_CPU ALLOCATED_MEM STAT
5 back.local default 0 - - init
[oneadmin@front .ssh]$ onehost list
ID NAME CLUSTER RAM ALLOCATED_CPU ALLOCATED_MEM STAT
5 back.local default 0 0 / 100 (0%) 0K / 1.0G (0%) OK
[oneadmin@front .ssh]$

```

Fig.33.Captura de pantalla de estado de nodo.

ANEXO 2

Manual de Utilización de OpenNebula

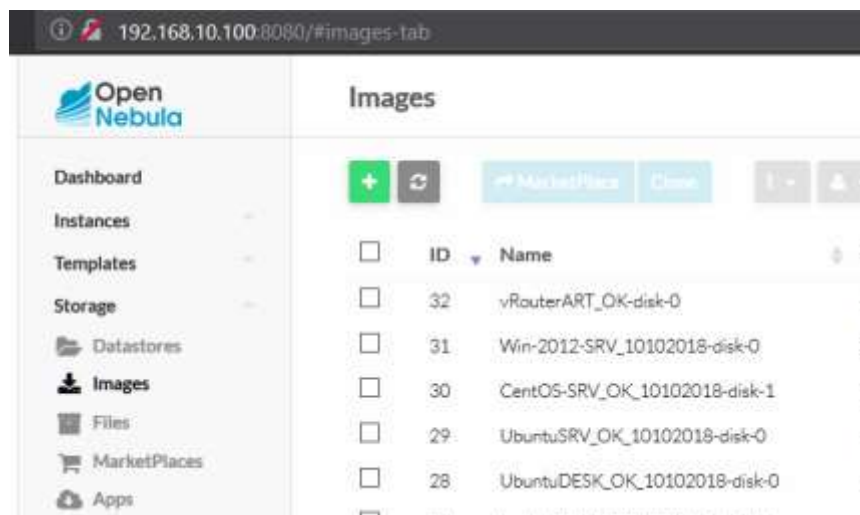
1. En un explorador web (Mozilla, Chrome, Edge, etc) introducimos la dirección <http://192.168.10.100:8080>



Username: oneadmin

Password: oaPPnubecita42

2. En el menú principal nos dirigimos al menú Storage y a continuación Images, aquí es donde vamos a subir la imagen de sistema operativo que vamos a utilizar y además vamos a crear el disco duro virtual para desplegar la máquina virtual



3. Para subir una imagen de sistema operativo (.iso) damos click en el icono verde con el signo “+”, se abre una ventana en la que vamos a poner la siguiente información

Create Image

oneadmin OpenNebula

+ New Reset Create

Wizard Advanced

Name:

Description:

Type: Operating System Image

Datastore: 1: default

☐ This image is persistent

Image location

☒ Path in OpenNebula server ☐ Upload ☐ Empty disk image

Path:

Advanced Options

Name: el nombre del sistema operativo que vamos a utilizar

Type: Readonly CD-ROM

Datastore: Default, en caso de tener más nodos seleccionar en el que se quiera guardar el archivo

Image Location: Upload – click en examinar y buscar el archivo .iso que se va a utilizar

Importante: desplegar la pestaña Advanced Option y cambiar Image mapping driver de raw a qcow2

Create Image

oneadmin OpenNebula

+ New Reset Create

Wizard Advanced

Name: ejemplo

Description:

Type: Readonly CD-ROM

Datastore: 1: default

☐ Path in OpenNebula server ☒ Upload ☐ Empty disk image

Advanced Options

Image mapping driver: qcow2

Click en Create y esperar unos segundos mientras se sube la imagen



4. Para crear un disco duro virtual damos click en el icono verde con el signo “+”, se abre una ventana en la que vamos a poner la siguiente información

Name: el nombre del disco duro virtual que vamos a utilizar posteriormente

Type: Generic Storage Datablock

Datastore: Default, en caso de tener más nodos seleccionar en el que se quiera guardar el archivo

Image Location: Empty disk image – poner un tamaño de disco duro en Gigabytes

Importante: desplegar la pestaña Advanced Option y cambiar Image mapping driver de raw a qcow2

Click en Create y esperar unos segundos mientras se crea el disco duro virtual

ID	Name	Owner	Group	Datastore	Type	Status	#VMS
34	disco-ejemplo	onedadmin	onedadmin	default	DATABLOCK	LOCKED	0

- El menú principal seleccionamos Templates y a continuación VMs aquí es donde vamos a crear una plantilla para poder aprovisionar y desplegar tantas máquinas virtuales como se desee.

- Para crear una nueva plantilla damos click en el icono verde con el signo “+”, se abre una ventana con varios menús en los cuales se definirá las características de la máquina virtual que vamos a desplegar.

Create VM Template

createdby OpenHelm

Wizard Advanced

General Storage Network OS & CPU Input/Output Actions Content Scheduling Hybrid

VM Group Other

Name

Description

Memory (GB)

Cost: 0.00 over memory

CPU (%)

Cost: 0.00 over cpu

VCPU (v)

Cost: 0.00 over vcpu

Memory modification (GB)

CPU modification (%)

VCPU modification (v)

Memory (GB)

CPU (%)

Disk (GB)

7. Menú General

Name: el nombre que le vamos a dar a la plantilla

Memory: es la asignación de la memoria RAM en gigabytes

CPU: porcentaje del CPU físico dividido para 100, ejemplo 0,5

VCPU: este valor es opcional, indica un procesador virtual para la máquina virtual

General Storage Network OS & CPU Input/Output Actions Content Scheduling Hybrid

VM Group Other

Name

Description

Memory (GB)

Cost: 0.00 over memory

CPU (%)

Cost: 0.00 over cpu

VCPU (v)

Cost: 0.00 over vcpu

Memory modification (GB)

CPU modification (%)

VCPU modification (v)

Hypervisor

Logo

CentOS

8. Menú Storage

En el submenú Disk 0 se elige la imagen de sistema operativo que creamos anteriormente

Disk 0

Disk 1

Image Volatile disk

You selected the following image: ejemplo

ID	Name	Owner	Group	Datastore	Type	Status	#VMS
34	disco-ejemplo	oneadmin	oneadmin	default	DATABLOCK	READY	0
33	ejemplo	oneadmin	oneadmin	default	CDROM	READY	0

El en submenú Disk 1 se elige el disco duro virtual que creamos anteriormente



9. Menú Network

En el submenú Nic0 seleccionamos la subred a la que queremos que pertenezca nuestra máquina virtual, tener en cuenta que haya direcciones IP disponibles



10. Menú OS&CPU

Seleccionamos la imagen de sistema operativo para que arranque el instalador cuando se despliegue la máquina virtual.



11. Menú Input/Output

En este menú se especifica cómo se accederá a la máquina, por default esta VNC es la opción que vamos a utilizar, en caso de que se vaya a desplegar una máquina virtual con sistema operativo con escritorio, adicionar la detección de un mouse usb



Click en Create y esperar unos segundos mientras se crea la plantilla

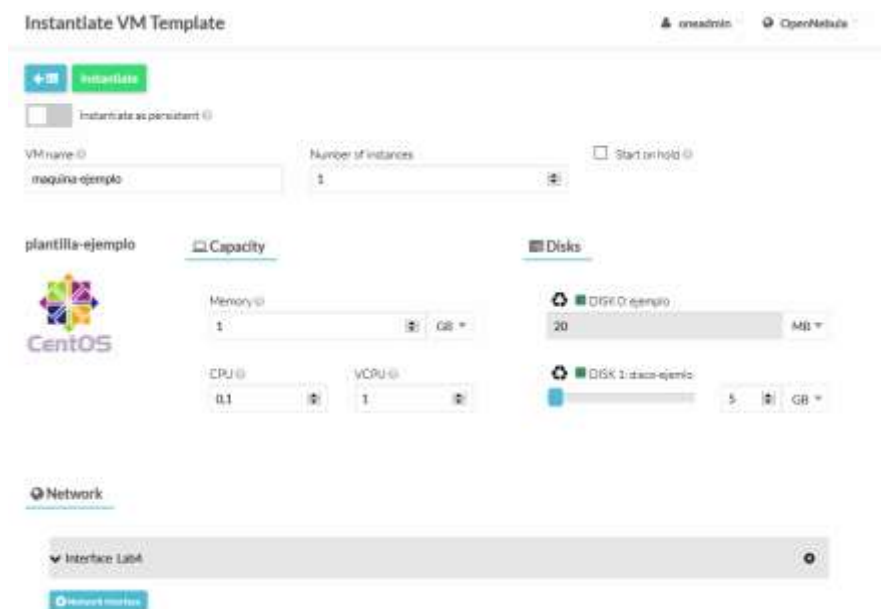


12. En el menú Templates - VMs damos click en la plantilla que acabamos de crear



Se abre una ventana de contextualización de la definición de la plantilla para la máquina virtual

Damos click en icono azul Intantiate



Le damos un nombre a la máquina virtual

Importante: Desplegar Advanced Options y seleccionar el Host y el Datastore específico para desplegar la máquina virtual

Advanced options

Deploy VM in a specific Host

You selected the following hosts: **backlocal**

ID	Name	Cluster	RVMs	Allocated CPU	Allocated MEM	Status
0	backlocal	default	0	356 / 400 (89%)	24GB / 31.2GB (83%)	ON

Showing 1 to 1 of 1 entries

Expression (Q)

ID="0"

Deploy VM in a specific Datastore

You selected the following datastores: **system**

ID	Name	Owner	Group	Capacity	Cluster	Type	Status
0	system	oneadmin	oneadmin	~ / 0	0	SYSTEM	ON

Showing 1 to 1 of 1 entries (filtered from 3 total entries)

Expression (Q)

ID="0"

Damos click en el icono verde Instantiate y esperamos el mensaje de confirmación de creación en la parte inferior derecha de la ventana

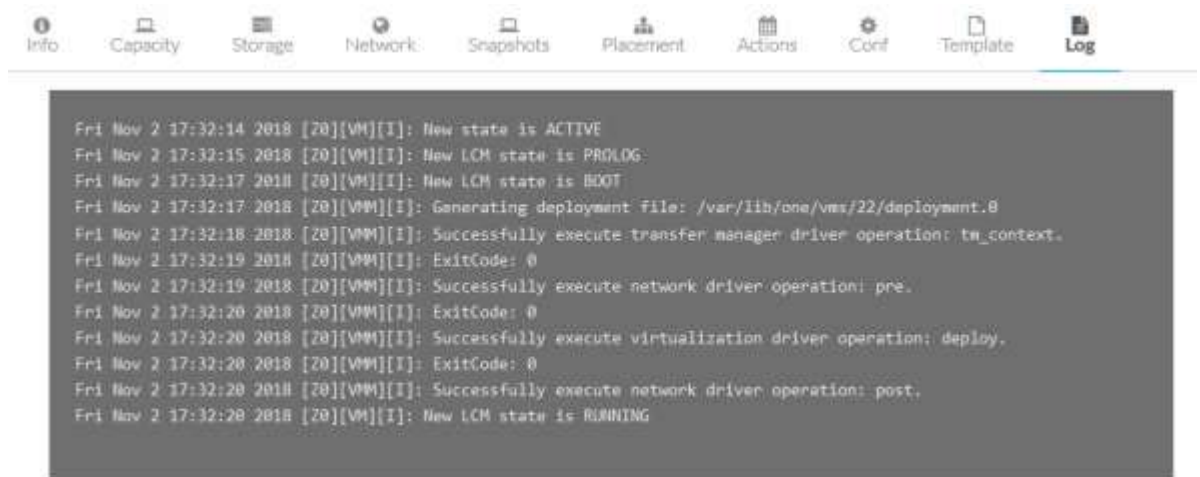
- En el menú Intances – VMs tenemos la lista de máquinas virtuales creadas, en este caso aparecerá la máquina que acabamos de crear, el Status es PENDING por que se están copiando los archivos necesarios para el despliegue además de que se hacen comprobaciones de si existen los recursos subyacentes para su correcto funcionamiento

VMs

oneadmin Opennebula

ID	Name	Owner	Group	Status	Host	IPs
22	maquina-ejemplo	oneadmin	oneadmin	PENDING	-	192.168.104.3

Podemos ingresar a la máquina virtual y dirigirnos al menú Log ahí se muestra el paso a paso de los estados y acciones de nuestra máquina virtual, también podremos observar a que se debe los errores en caso de que la máquina virtual no se despliegue y su status sea FAILED



Como se puede observar en este caso el despliegue fue satisfactorio, ya se puede utilizar la máquina virtual verificando que el status diga RUNNING

VM 22 maquina-ejemplo RUNNING oneadmin OpenNebula

Info Capacity Storage Network Snapshots Placement Actions Conf Template Log

Information

ID	22
Name	maquina-ejemplo
State	ACTIVE
LCM State	RUNNING
Host	back.local
IP	192.168.104.3
Start time	17:31:45 02/11/2018
Deploy ID	one-22
Reschedule	no
Virtual Router	--

Permissions

	Use	Manage	Admin
Owner	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Group	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Other	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

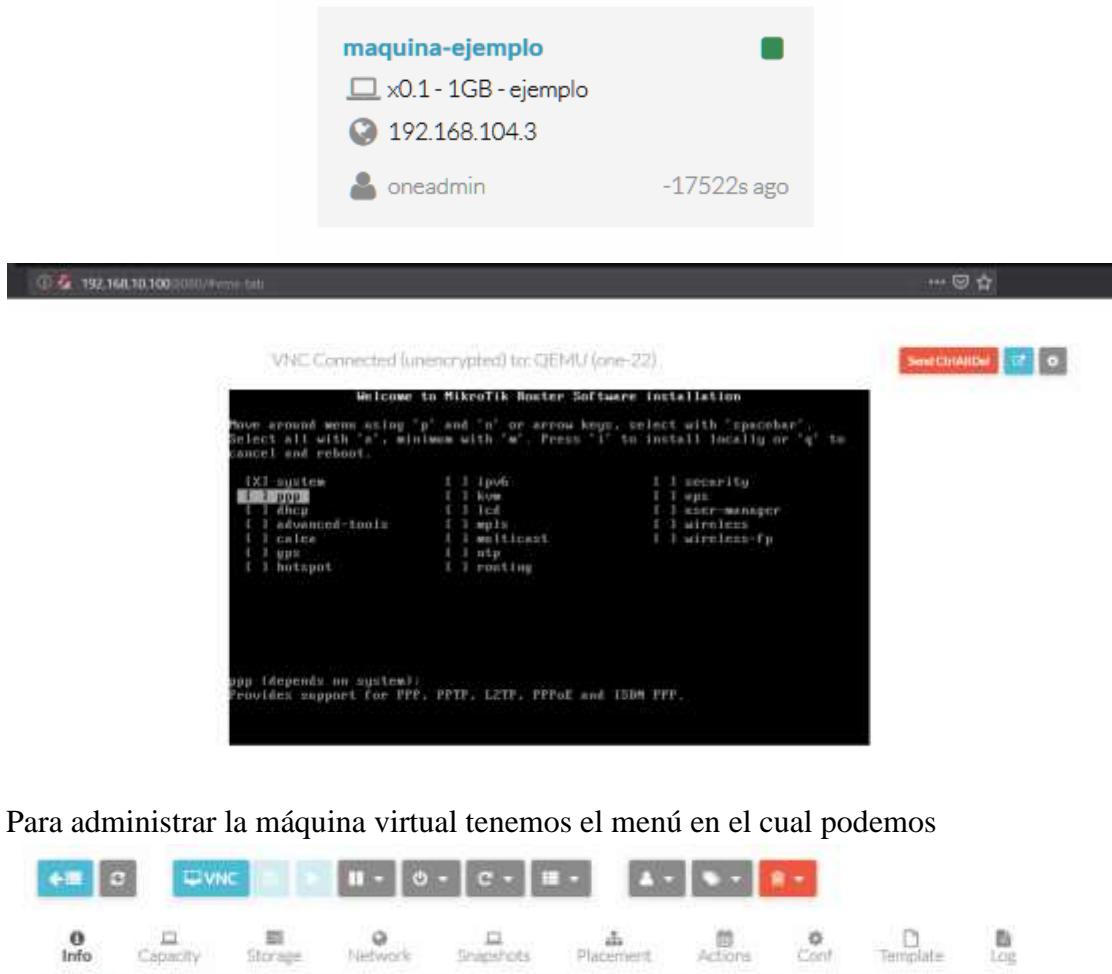
Ownership

Owner	oneadmin
Group	oneadmin

ID	22
Name	maquina-ejemplo
State	ACTIVE
LCM State	RUNNING
Host	back.local
IP	192.168.104.3
Start time	17:31:45 02/11/2018
Deploy ID	one-22
Reschedule	no
Virtual Router	--

Para comenzar a trabajar en la máquina virtual damos click en el icono de monitor que aparece al lado de la máquina virtual en la lista

Virtual Machines



The screenshot shows the 'Virtual Machines' interface. At the top, there is a list of VMs. The first VM is 'maquina-ejemplo', which has a status of 'x0.1 - 1GB - ejemplo', IP address '192.168.104.3', and is owned by 'oneadmin'. It was last updated '-17522s ago'. Below the list, there is a VNC console view for the selected VM. The console shows the 'Welcome to MikroTik Router Software Installation' screen. The console text includes instructions on how to navigate and install the software. The console also lists various system components that can be installed, such as 'system', 'dhcp', 'advanced-tools', 'calice', 'gps', 'hotspot', 'ipof', 'low', 'l2l', 'mpls', 'multicast', 'ntp', 'routing', 'security', 'vpn', 'user-manager', 'wireless', and 'wireless-fp'. At the bottom of the console, it mentions 'app (depends on system): Provides support for PPP, PPTP, L2TP, PPPoE and ISDN PPP.'

maquina-ejemplo

x0.1 - 1GB - ejemplo

192.168.104.3

oneadmin -17522s ago

VNC Connected (unencrypted) to QEMU (one-22)

Serial Ctrl+Alt+Del

Welcome to MikroTik Router Software Installation

Move around menu using 'p' and 'n' or arrow keys, select with 'spacebar'.
Select all with 'a', minimize with 'm'. Press 'i' to install locally or 'q' to
cancel and reboot.

[X] system	[] ipof	[] security
[] dhcp	[] low	[] vpn
[] advanced-tools	[] l2l	[] user-manager
[] calice	[] mpls	[] wireless
[] gps	[] multicast	[] wireless-fp
[] hotspot	[] ntp	
	[] routing	

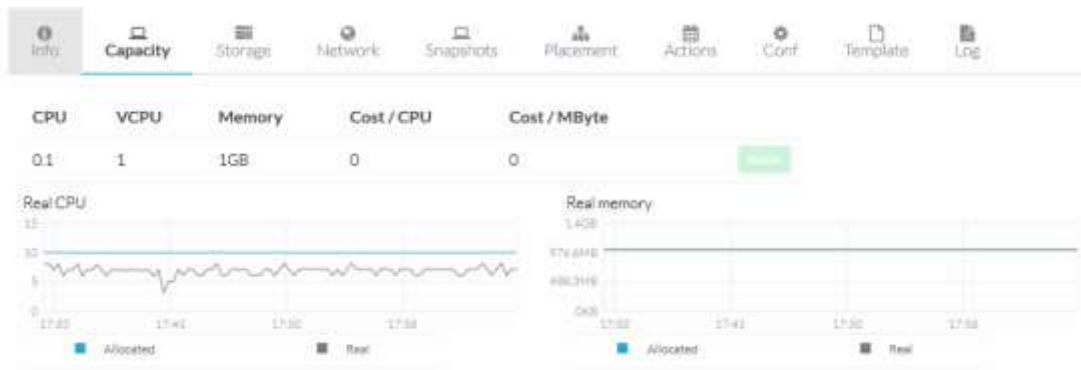
app (depends on system):
Provides support for PPP, PPTP, L2TP, PPPoE and ISDN PPP.

Info Capacity Storage Network Snapshots Placement Actions Conf Template Log

Para administrar la máquina virtual tenemos el menú en el cual podemos

- Suspender – parar la máquina virtual
- Apagar – Desplegar
- Reiniciar
- Migrar – Recuperar
- Cambiar de usuario – Grupo
- Borrar

En el menú Capacity tenemos la información sobre la utilización de recursos que tiene la máquina virtual



En el menú Storage se tiene la información acerca de los discos duros virtuales que utiliza la máquina virtual. De ser necesario aquí también se puede modificar la capacidad del disco duro

Importante: una vez que se haya instalado el sistema operativo se debe eliminar el CD-ROM dando click en icono con una “x”

ID	Target	Image / Size-Format	Size	Persistent	Actions
0	hda	ejemplo	20MB/20MB	NO	[Icons]
1	hdc	disco-ejemplo	1MB/5GB	NO	[Icons]
2	hdb	Context	1MB/	NO	[Icons]

Showing 1 to 3 of 3 entries

En el menú Network se tiene información sobre la red de la máquina y como esta se comporta



En el menú Snapshot se puede realizar instantáneas de la máquina virtual de forma que no se pierda el trabajo ya realizado.

Importante: La máquina virtual debe estar encendida para poder realizar estas acciones

ID	Name	Timestamp	Actions
No snapshots to show			

En el menú Placement tenemos una contabilidad de sucesos importantes de la máquina virtual como por ejemplo cuanto se demoró en aprovisionarse o cuando se apagó o prendió

#	Host	Datastore	Action	UID	GID	ReqID	Change time	Total time	Prolog time
0	backlocal	system	none	-	-	-	17:32:15 02/11/2018	19h 34m	0m

En el menú Conf y template tenemos la información de definición de la máquina virtual en caso de que se quiera modificar opciones avanzadas esta información se encuentra en formato JSON

OS BOOT: <input type="text" value="sata0"/>	INPUT BUS: <input type="text" value="usb"/> TYPE: <input type="text" value="mouse"/>
GRAPHICS LISTEN: <input type="text" value="0.0.0.0"/> PORT: <input type="text" value="5922"/> TYPE: <input type="text" value="VNC"/>	CONTEXT DISK_ID: <input type="text" value="2"/> ETH0_CONTEXT_FORCE_IPV4: <input type="text"/> ETH0_DNS: <input type="text"/> ETH0_GATEWAY: <input type="text"/>

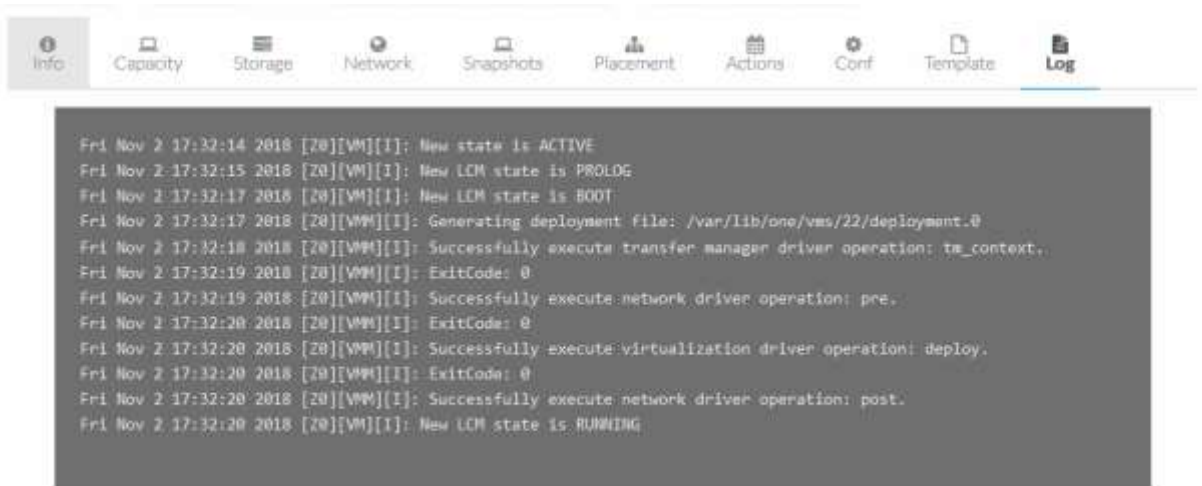
User template

```
INTERVISOR = "true"
LOGO = "images/logo/vmware.png"
MEMORY_MGT_SIZE = "100"
SCHED_DS_REQUIREMENTS = "[&!(\"@\")]"
SCHED_REQUIREMENTS = "[&!(\"@\")]"
```

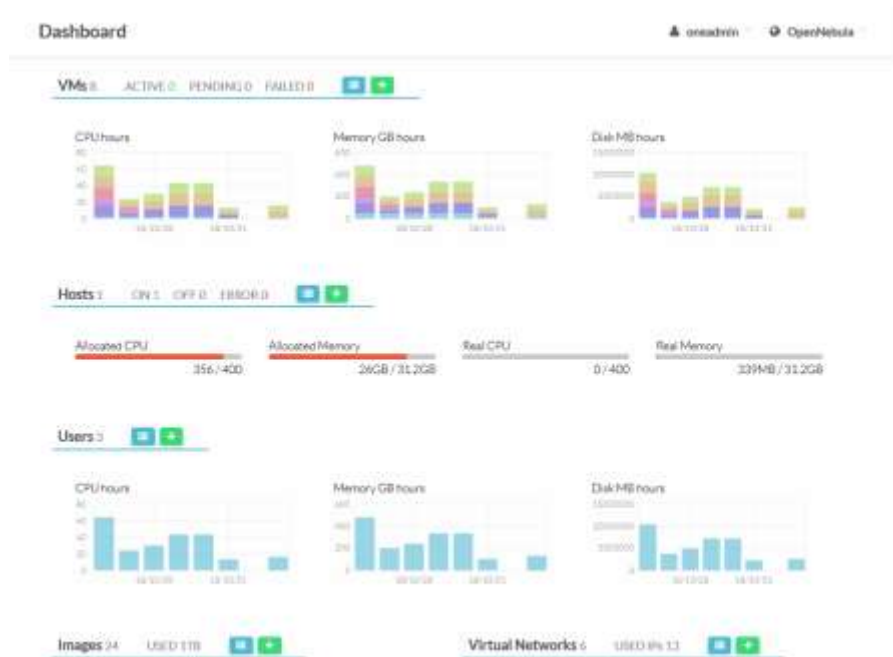
Template

```
AUTOMATIC_DS_REQUIREMENTS = "[&!(\"@\")]"
AUTOMATIC_REQUIREMENTS = "[&!(\"@\")]"
CONTEXT = {
  DISK_ID = "2",
  ETH0_CONTEXT_FORCE_IPV4 = "",
  ETH0_DNS = "",
  ETH0_GATEWAY = "",
  ETH0_GATEWAYV6 = "",
  ETH0_IP = "192.168.100.1",
  ETH0_IP6 = "",
  ETH0_IP6_PREFIX_LENGTH = "",
  ETH0_IP6_MLA = "",
  ETH0_MAC = "02:00:00:00:00:00",
  ETH0_MASK = "",
  ETH0_MTU = "",
  ETH0_NETWORK = "",
  ETH0_SEARCH_DOMAIN = "",
  ETH0_VLAN_ID = "",
  ETH0_VROUTER_IP = "",
  ETH0_VROUTER_IP6 = "",
  ETH0_VROUTER_MANAGEMENT = "",
  NETWORK = "YES",
```

En el menú Log tenemos toda la contabilidad de sucesos detallados sobre la máquina virtual



En el Dashboard de OpenNebula podemos ver toda la información del sistema sobre Máquinas Virtuales, Hosts, usuarios, archivos.



Se debe tener en cuenta que se puede crear tantas maquinas posibles como el anfitrión lo permita en caso de necesitar más espacio se puede agregar más nodos al sistema.

ANEXO 3

Actas de las reuniones que se tuvo en la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca con el Ing. Pablo Gallegos docente de la materia Sistemas Distribuidos y el Ing. Cristian Timbi docente de la materia Aplicaciones Distribuidas.



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA
ECUADOR

ENTREVISTA AL DOCENTE

Actividad a la que se relaciona la reunión: Definición de requerimientos para prácticas de Laboratorio

ACTA N°	FECHA	HORA INICIO	HORA DE FINALIZACIÓN	LUGAR
1	30/09/2018	10:00	11:00	Dirección de carrera de Ing. De Sistemas

CONVOCADOS

NOMBRES Y APELLIDOS	ASISTIÓ	
	HORA LLEGADA	NO
Pablo Leónidas Gallegos Segovia	10:00	
Paola Adriana Valverde Galán	10:00	
Paul Esteban Calle Romero	10:00	




AGENDA DE TRABAJO

1. Comentar al docente sobre el proyecto en realización
2. Consultar sobre necesidades en las prácticas en las materias que dicta
3. Consultar sobre sugerencias adicionales al proyecto

DESARROLLO DE LA AGENDA

El Ing. Pablo Gallegos es el tutor del proyecto y dicta materia relacionadas con redes por tal motivo en la reunión da los lineamientos necesarios para la organización de los laboratorios a crearse dentro del ambiente de nube privada, pide la creación de un laboratorio matriz en donde estará alojado un servidor en Windows 2012 Server, un servidor CentOS 7 y un servidor de VOZ/IP con IssabelPBX, además requiere de la creación de cuatro laboratorios más en donde estarán alojados sistemas GNU/Linux en versiones Desktop y Server en donde se deberán hacer las actualizaciones de paquetes, esto servirá para la creación de plantillas que al momento de aprovisionar ya estarán listas para trabajar optimizando tiempo ya que cuentan con los paquetes necesarios para trabajar. Se pide además que el ambiente tenga comunicación entre si es decir que existan las rutas necesarias para que las subredes de todos los laboratorios estén comunicadas entre sí como fuera del ambiente virtual.

Se recalca además que la conexión de los clientes se la debe hacer mediante una VPN (red privada virtual) para añadir un componente de seguridad al sistema.

ELABORO:	Paul Calle
REVISO:	Paola Valverde
ANEXOS:	
En constancia firman:	<div> Ing. Cristian Timbi Docente de la UPS</div> <div> Paul Calle Estudiante</div> <div> Paola Valverde Estudiante</div>



ENTREVISTA AL DOCENTE

Actividad a la que se relaciona la reunión: Definición de requerimientos para prácticas de Laboratorio

ACTA N°	FECHA	HORA INICIO	HORA DE FINALIZACIÓN	LUGAR
2	30/10/2018	19:00	20:00	Dirección de carrera de Ing. De Sistemas

CONVOCADOS

NOMBRES Y APELLIDOS	ASISTIÓ	
	HORA LLEGADA	NO
Cristian Fernando Timbi Sisalima	19:00	
Paola Adriana Valverde Galán	19:00	
Paul Esteban Calle Romero	19:00	

AGENDA DE TRABAJO

1. Comentar al docente sobre el proyecto en realización
2. Consultar sobre necesidades en las prácticas en la materia de sistemas distribuidos
3. Consultar sobre sugerencias adicionales al proyecto




DESARROLLO DE LA AGENDA

Al comentarle al ingeniero Cristian Timbi sobre el proyecto de ambientes de estudio en la nube y las características y ventajas que puede ofrecer para la materia que dicta, él hace énfasis en que debería poder conectarse a la máquina virtual mediante SSH pues de esa manera es funcional para los fines de las prácticas, comentan estudiantes Paola Valverde y Paul Calle que dentro de la funcionalidad propia del proyecto si es posible conectarse mediante SSH y que además pueden ingresar al ambiente virtual mediante credenciales que puede asignar el docente y de esa manera poder configurar las necesidades mediante un cliente web viendo directamente el escritorio de máquina o la consola dependiendo de cuál sea desplegada.

Dentro de otras características del proyecto se le comenta al docente que como administrador puede crear máquinas, usuarios, grupos y asignar a los estudiantes que lo necesiten ya que existen plantillas con los recursos necesarios pre instalados (postgresql, wildfly, java) para que se puedan subir las aplicaciones que realizan en clases y probar su funcionamiento.

El docente realiza preguntas sobre la manera de consumir recursos del ambiente y los estudiantes resuelven esas dudas explicando el funcionamiento de las máquinas virtuales dentro de la nube privada.

El docente sugiere que en el futuro se pueda implementar el proyecto en un ambiente de producción ya que ve muchos beneficios además sugiere que se deberían asociar las máquinas con IP públicas para que no haya problemas con los puertos en caso de utilizar NAT y que esas direcciones IP se puedan asociar con dominios y sub dominios.

ELABORO:	Paul Calle
REVISO:	Paola Valverde
ANEXOS:	
En constancia firman:	<div> Ing. Pablo Gallegos Docente de la UPS</div> <div> Paul Calle Estudiante</div> <div> Paola Valverde Estudiante</div>

