



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y REDES DE COMUNICACIÓN**

**“RED VIRTUAL REDUNDANTE DE ALTA DISPONIBILIDAD PARA LA  
EMPRESA RECAPT”**

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y REDES DE COMUNICACIÓN**

**AUTOR: JUAN FRANCISCO FLORES VÁSCONEZ**

**DIRECTOR: MSc. JAIME ROBERTO MICHILENA CALDERÓN**

**Ibarra – Ecuador**

**2019**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN  
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

<b>DATOS DE CONTACTO</b>			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	1003371281		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Juan Francisco Flores Vásconez		
<b>DIRECCIÓN:</b>	Av. Manuel Zambrano 5-15 y Márquez de San José		
<b>EMAIL:</b>	jfv.2121@gmail.com		
<b>TELÉFONO FIJO:</b>		<b>TELÉFONO MÓVIL:</b>	0986016696

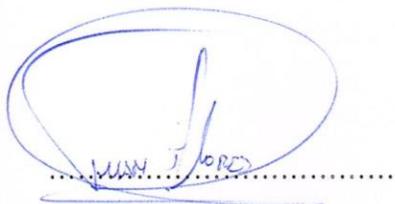
<b>DATOS DE LA OBRA</b>	
<b>TÍTULO:</b>	RED VIRTUAL REDUNDANTE DE ALTA DISPONIBILIDAD PARA LA EMPRESA RECAPT.
<b>AUTOR (ES):</b>	Juan Francisco Flores Vásconez
<b>FECHA: DD/MM/AAAA</b>	22/04/2019
<b>PROGRAMA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <b>PREGRADO</b> <input type="checkbox"/> <b>POSGRADO</b>
<b>TÍTULO POR EL QUE OPTA:</b>	Ingeniería en Electrónica y Redes de Comunicación
<b>ASESOR /DIRECTOR:</b>	MSc. Jaime Roberto Michilena Calderón

## 2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 22 días del mes de Abril del 2019

**EL AUTOR:**



Flores Vásconez Juan Francisco

CI: 100337128-1



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

#### CERTIFICACIÓN

MAGISTER JAIME MICHILENA, DIRECTOR DEL PRESENTE TRABAJO DE TITULACIÓN CERTIFICA:

Que, el presente Trabajo de Titulación: “RED VIRTUAL REDUNDANTE DE ALTA DISPONIBILIDAD PARA LA EMPRESA RECAPT.” Ha sido desarrollado por el Señor Juan Francisco Flores Vásquez bajo mi supervisión.

Es todo en cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

MSc. Jaime Michilena

100219843-8

DIRECTOR

## AGRADECIMIENTOS

*Agradezco al creador por privilegiarme con vida para disfrutar y coleccionar momentos felices en forma de recuerdos; memorias llenas de aprendizaje que me han inspirado a continuar con la búsqueda de mayores bendiciones.*

*A mis padres y hermanos quienes me han apoyado a lo largo de los años de forma incondicional gracias por su compañía, apoyo y por compartir conmigo algo tan invaluable como su tiempo y cariño.*

*Gracias por evocar sentimientos que han provocado cambios radicales en mi vida y por compartir momentos de felicidad los cuales atesoro como regalos; por la oportunidad de aprender enseñando a nuestro hijo, quien es una fuente de energía que amalgama nuestros mejores dones y mi legado. A mi esposa e hijo les agradezco el cambiar mis paradigmas e inspirarme para cumplir sueños y modificar la monotonía de una realidad desdibujada por la búsqueda de encajar con la idea convencional de normalidad.*

*Gracias a todos los maestros que contribuyeron en mi formación profesional, en especial a Jaime Michilena quien con su amistad, su disposición, consejos y conocimientos ha guiado el término de este proyecto.*

*A todo el personal de la empresa RECAPT. SA quienes han permitido realizar este proyecto, a mis amigos y a todas las personas que contribuyeron alimentando con información en forma de vivencias mi vida; hago extensivo mi más sincero agradecimiento.*

## RESUMEN

El proyecto presenta la implementación de una infraestructura informática virtual utilizando software de código abierto y dispositivos de hardware estándar en la empresa Recuperación de Capital Contact Center RECAPT.SA para obtener redundancia y alta disponibilidad en sus servicios sin incrementar de forma excesiva los costos operacionales. Con el propósito de optimizar el nivel de aprovechamiento de recursos y también automatizar tareas inherentes con la administración del equipamiento que forma parte de la infraestructura informática local. El proyecto estuvo fundamentado a nivel comprensivo con un diseño de fuente mixta (documental y campo). Se empleó una distribución de software de código abierto basada en Debian optimizada como una herramienta de virtualización, la cual es compatible con otros proyectos y al trabajar juntas ayudan a fusionar los recursos subyacentes de hardware distribuidos entre varios dispositivos de computación, red y almacenamiento dentro de la infraestructura local.

El resultado obtenido permitió reutilizar equipamiento y optimizar los recursos informáticos existentes en el centro de datos, mejorando la disponibilidad de los servicios prestados. Esta solución de infraestructura es gestionada a través de una interfaz web desde la cual se administra las máquinas virtuales, varios tipos de almacenamiento, las redes virtuales y clústeres de alta disponibilidad siendo capaz de gestionar, asignar y remontar de manera simple, coordinada, ágil sin problemas la arquitectura subyacente transformando el conjunto de dispositivos en una arquitectura informática virtual.

## SUMMARY

The project presents the implementation of an information infrastructure for virtual environments using open code software and standard hardware devices on "Recuperación de Capital Contact Center" (RECAPT.SA) for backup and improved accessibility on services without excessively increasing the operational costs. Aiming to optimized resources utilization and tasks automation inherent to the administration of the local IT infrastructure equipment. The project was founded at a comprehensive level with a mixed source design (documentary and field). It's used a Debian-based software distribution optimized as an open source virtualization tool, which is compatible with related projects and by working together they help merge the distributed resources of underlying hardware such as computing, network and storage devices of the local infrastructure.

The results obtained allowed equipment to be reused and optimize the existing computer resources in the data center, improving the availability in the provision of services. This virtual infrastructure solution is managed through a web interface from which virtual machines were controlled, various types of storage, virtual networks, high availability clusters and storage space assignment capacity management. The many underlying devices of the virtual computing architecture were control in a simple, agile coordinated manner without problems.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

Identificación de la obra.....	II
Constancias .....	III
Certificación.....	IV
Agradecimientos .....	V
Resumen.....	VI
Summary .....	VII
Capítulo I: Antecedentes .....	1
1.1 Planteamiento del problema.....	1
1.2 Objetivos .....	2
1.2.1 Objetivo general .....	2
1.2.2 Objetivos específicos .....	2
1.3 Alcance.....	3
1.4 Justificación.....	4
Capítulo II: Fundamentos Teóricos.....	6
2.1 Definición de virtualización.....	6
2.1.1 Virtualización de servidores.....	7
2.1.1.1 <i>Virtualización completa</i> .....	9
2.1.1.2 <i>Paravirtualización</i> .....	10
2.1.1.3 <i>Virtualización asistida por hardware</i> .....	11
2.1.2 Virtualización de sistemas operativos .....	12
2.1.3 Virtualización de las funciones de red .....	13
2.1.3.1 <i>Software para la virtualización de red Openvswitch</i> .....	15
2.1.4 Virtualización de almacenamiento .....	16
2.1.4.1 <i>Sistema de almacenamiento definido por software Ceph</i> .....	19
2.2 Infraestructura virtual.....	26
2.3 Ventajas de la virtualización .....	29
2.4 Desventajas de la virtualización.....	30
2.5 Clustering .....	31
2.6 Software de virtualización open source Proxmox.....	33
2.6.1 Proxmox Virtual Environment .....	35

2.6.2 Almacenamiento compartido con Proxmox .....	37
2.6.3 Clúster de alta disponibilidad en Proxmox .....	45
2.6.4 Plan de capacitación certificada en Proxmox VE .....	49
2.6.5 Plan de suscripción Proxmox VE.....	50
2.7 Contraloría General del Estado en Ecuador en materia de TI.....	51
2.8 Diseño de la arquitectura informática del centro de datos .....	53
2.9 Estructura de red del centro de datos por capas. ....	55
Capítulo III: Implementación de la red virtual.....	58
3.1 Guía del proceso para el desarrollo del proyecto .....	58
3.2 Análisis de situación actual de la infraestructura informática .....	60
3.2.1 Inventario de servidores .....	66
3.3 Nivel de utilización de la infraestructura actual de servidores.....	68
3.3.1 Escenarios de consolidación .....	79
3.3.1.1. <i>Escenarios de consolidación grupo 1.</i> ....	79
3.4. Diseño e implementación de la infraestructura virtual .....	81
3.4.1 Diagrama físico de la solución de virtualización .....	87
3.4.2 Distribución de redes.....	89
3.4.3 Diseño de la red de almacenamiento Ceph .....	91
3.5. Implementación de la solución de infraestructura virtual .....	93
3.6 Pruebas de funcionamiento .....	100
3.6.1. Pruebas de conectividad.....	100
3.6.2. Pruebas de seguridad.....	108
3.6.3. Pruebas de alta disponibilidad.....	113
Capítulo IV. Análisis de retorno de la inversión.....	120
4.1. Retorno de la inversión (ROI).....	120
4.1.1. Costos directos .....	121
4.1.1.1. <i>Costos de hardware</i> .....	121
4.1.1.2. <i>Costos de software</i> .....	122
4.1.1.3. <i>Costos de implementación de la plataforma.</i> .....	123
4.1.1.4. <i>Costos de soporte y administración</i> .....	124
4.1.2. Costos indirectos .....	125

4.1.2.1. <i>Costos de downtime de la plataforma</i> .....	125
4.1.3 Costos de recuperación ante desastres o falla masiva .....	128
4.1.4. Costos de energía y climatización .....	129
4.1.5 Almacenamiento centralizado .....	130
4.1.6 Descripción de gastos fijos.....	133
4.2. Calculo del ROI.....	135
Conclusiones .....	137
Recomendaciones.....	139
Referencias Bibliográficas .....	140
Glosario de Términos .....	144
Anexos.....	148
Anexo A. Diagrama de red e infraestructura centro de datos Recapt matriz.....	149
Anexo B. Instalación sistema de monitoreo .....	161
Anexo C. Análisis de los recursos de los servidores .....	170
Anexo D. Diagrama de red de la infraestructura virtual .....	182
Anexo E. Configuración equipamiento de red.....	201
Anexo F. Instalación de Proxmox.....	232

## ÍNDICE DE FIGURAS

### Capítulo II

Figura 1: Virtualización de servidores.....	8
Figura 2: Sistema de estructura de anillos plataforma x86.....	9
Figura 3: Representación de virtualización completa.....	10
Figura 4: Arquitectura de la Para-virtualización .....	11
Figura 5: Arquitectura de virtualización asistida por hardware.....	12
Figura 6: Virtualización de sistema operativo.....	13
Figura 7: Hipervisor de red.....	14
Figura 8: Descripción de Openvswitch.....	16
Figura 9: Virtualización de almacenamiento.....	17
Figura 10: Arquitectura de almacenamiento NAS.....	18
Figura 11: Arquitectura de clúster Ceph.....	20
Figura 12: Estructura de OSD.....	20
Figura 13: Diagrama de pool Ceph .....	22
Figura 14: Arquitectura de Ceph object gateway .....	23
Figura 15: Arquitectura de Ceph filesystem.....	24
Figura 16: Arquitectura de Ceph rados block device.....	25
Figura 17: Hipervisor tipo I vs hipervisor tipo II.....	27
Figura 18:Infraestructura virtual .....	28
Figura 19: Estructura de opciones del menú de Proxmox.....	36
Figura 20: Componentes de un clúster Ceph en Proxmox .....	38
Figura 21: Estructura del almacenamiento distribuido Ceph.....	39
Figura 22: Bechmark de escritura en Ceph.....	42
Figura 23: Resultados del bechmark de lectura y escritura en Ceph .....	43
Figura 24: Bechmark de lectura en Ceph .....	44
Figura 25. Componentes de Proxmox cluster filesystem.....	45
Figura 26: Diagrama de conexión de un clúster de alta disponibilidad .....	46
Figura 27: Componentes de un clúster de alta disponibilidad en Proxmox .....	47

Figura 28: Áreas de gobierno de TI.....	50
Figura 29: Diagrama estructura organizacional TI.....	53
Figura 30: Estructura en capas para la red del datacenter. ....	55
Figura 31: Diagramas de estructuras redundantes.....	56

### Capítulo III

Figura 32: Diagrama del proceso de desarrollo del proyecto....	58
Figura 33: Organigrama del departamento de sistemas Recapt.....	60
Figura 34: Diagrama de interconexión entre oficinas Quito - Guayaquil.....	62
Figura 35: Diagrama de red Recapt oficina matriz.....	64
Figura 36: Monitoreo CPU servidor de dominio y directorio activo.....	69
Figura 37: Monitoreo memoria RAM servidor de dominio y directorio activo .....	70
Figura 38: Monitoreo de red servidor de dominio y directorio activo .....	70
Figura 39: Monitoreo CPU servidor de correo.....	72
Figura 40: Monitoreo memoria RAM servidor de correo .....	73
Figura 41: Monitoreo de red servidor correo .....	73
Figura 42: Monitoreo CPU de servidor asterisk.....	75
Figura 43: Monitoreo memoria RAM servidor asterisk .....	76
Figura 44: Monitoreo de red servidor asterisk .....	76
Figura 45: Diagrama de bloques de la infraestructura virtual.....	82
Figura 46: Diagrama de distribución del centro de datos oficina Prensa .....	83
Figura 47: Diagrama de distribución en vista superior centro de datos.....	84
Figura 48: Diagrama de distribución de equipos en rack .....	86
Figura 49: Diagrama de topología física redundante arquitectura virtual .....	87
Figura 50: Diagrama de bloques almacenamiento Ceph .....	92
Figura 51: Diagrama de conexión de equipos en clúster Proxmox .....	93
Figura 52: Diagrama de topología física arquitectura virtual .....	96
Figura 53: Diagrama de bloques conexiones de red en el clúster .....	98
Figura 54: Diagrama de conexión de equipos en clúster Proxmox .....	100
Figura 55: Ping desde switch-CORE a nodos Proxmox vlan 210.....	102
Figura 56: Ping desde switch-CORE a nodos Proxmox vlan 250.....	102

Figura 57: Ping desde nodo pve1 hacia pve2 vlan 210.....	103
Figura 58: Ping desde nodo pve1 hacia pve3 vlan 210.....	103
Figura 59: Ping desde terminal Windows hacia nodo pve1 .....	104
Figura 60: Configuraciones de red del nodo pve1 .....	105
Figura 61: Ping desde consola nodo pve1 hacia pve2 .....	105
Figura 62: Ping desde terminal Windows hacia nodo pve2.....	106
Figura 63: Interfaz de administración web nodo pve1 .....	106
Figura 64 Configuraciones de red en la gui Proxmox pve1 .....	107
Figura 65: Actualización de paqueterías a través del panel de administración web.....	108
Figura 66: Ingreso al panel de administración web usuario root.....	110
Figura 67: Acceso concedido al panel de administración web.....	110
Figura 68: Grupos de perfiles de usuarios en Proxmox.....	111
Figura 69: Permisos acceso del grupo pveadmin.....	111
Figura 70: Asignación de permisos de usuarios .....	112
Figura 71: Asignación de permisos a grupos de usuarios.....	112
Figura 72: Asignación de permisos del grupo como administrador.....	113
Figura 73: Asignación de permisos utilizando servidor de autenticación.....	113
Figura 74: Migración de una VM desde gui Proxmox pve1 .....	115
Figura 75: Logs generados por la tarea de migración en pve1.....	115
Figura 76: Comando de respuesta al bond formado por eth0,eth1.....	116
Figura 77: Visor de tareas de migración HA manager.....	116
Figura 78: Estado del clúster y reglas de alta disponibilidad.....	117
Figura 79: Configuración de reglas de alta disponibilidad.....	118
Figura 80: Monitorización de respuesta a falla en nodo pve3.....	119
Figura 81: Monitorización de respuesta a falla en nodos pve2 y pve3.....	119

## ÍNDICE DE TABLAS

### Capítulo II

Tabla 1. Métodos de acceso radosgw.....	24
Tabla 2. Disponibilidad para un sistema 24/7 .....	33
Tabla 3. Comparativa entre herramientas de virtualización.....	34
Tabla 4. Sistemas de almacenamiento compatibles con Proxmox.....	38
Tabla 5. Comandos de la herramienta pveceph en proxmox.....	39
Tabla 6. Hardware de los servidores bechmark Ceph.....	40
Tabla 7. Equipos de red en bechmark Ceph.....	41
Tabla 8. Benchmark a discos con flexible I/O tester synthetic .....	42
Tabla 9 Estructura del sistema de archivos Proxmox cluster file system ...	45
Tabla 10 .Requerimientos para configurar un clúster Proxmox.....	47
Tabla 11 Costos capacitaciones certificadas de Proxmox.....	48
Tabla 12 Costos de planes de suscripción a Proxmox.....	49

### Capítulo III

Tabla 13 Detalles de servidores Recapt.SA matriz.....	66
Tabla 14. Porcentaje de utilización de los recursos del servidor activedirectory.....	71
Tabla 15. Porcentaje de utilización de los recursos del servidor de correo interno.....	74
Tabla 16. Porcentaje de utilización de los recursos del servidor de telefonía interno.....	77
Tabla 17. Características del servidor a utilizar HP ML350E .....	79
Tabla 18. Grupo de consolidación 1.....	79
Tabla 19. Servicios necesarios para operación de RECAPT.....	81
Tabla 20 Detalle de distribución de equipos en racks .....	86
Tabla 21 Hardware adicional necesario para la arquitectura virtual redundante.....	88
Tabla 22 Hardware utilizado para arquitectura virtual no redundante.....	89
Tabla 23 Tabla de distribución del direccionamiento de red.....	90
Tabla 24 Tabla de distribución para la conexión física.....	94
Tabla 25 Formato de etiquetado equipos datacenter prensa.....	94

Tabla 26 Tabla de direccionamiento equipos parte del clúster.....	97
Tabla 27 Tabulación de downtimes por servicios.....	124

#### Capítulo IV

Tabla 28 Inversión en equipos.....	124
Tabla 29 Costos de licenciamiento del software.....	125
Tabla 30 Costos de implementación de la infraestructura.....	125
Tabla 31 Costos de contratación personal de ingeniería en redes.....	126
Tabla 32 Costos de operación infraestructura virtual.....	128
Tabla 33 Horas no productivas.....	129
Tabla 34 Valor de hora de producción Recapt.SA.....	129
Tabla 35 Costos tiempo fuera de servicio sin virtualización.....	130
Tabla 36 Costos tiempo fuera de servicio con virtualización.....	130
Tabla 37 Costos de recuperación ante desastres sin virtualización.....	131
Tabla 38 Costos de recuperación ante desastres con virtualización.....	131
Tabla 39 Consumo de energía para ambiente no virtual.....	132
Tabla 40 Consumo de energía para ambiente virtual.....	132
Tabla 41 Costo de energía del almacenamiento Ceph (anual).....	134
Tabla 42 Costos de hardware para almacenamiento.....	135
Tabla 43 Depreciación para equipos de almacenamiento Ceph.....	135
Tabla 44 Gastos fijos anuales de almacenamiento Ceph.....	136
Tabla 45 Gastos fijos anuales de ambiente sin virtualización.....	136
Tabla 46 Gastos fijos anuales de ambiente con virtualización.....	137
Tabla 47 Comparación gastos fijos anuales.....	138

### Índice de Ecuaciones

#### CAPÍTULO II

Ecuación 1. Calculó de PGs necesarios.....	21
Ecuación 2. Calculó de disponibilidad.....	32

## Capítulo I: Antecedentes

### 1.1 Planteamiento del problema

La Sociedad Anónima Recuperación de Capital Contac Center (RECAPT.SA) proporciona el servicio de call center<sup>1</sup> al Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (I.E.S.S), la infraestructura tecnológica necesaria para este servicio de alta demanda integra varios sistemas informáticos alojados sobre equipos dedicados. Provocando una reducción del espacio disponible dentro del centro de datos y también incrementos en los costos energéticos, de operación y mantenimiento. La infraestructura informática tradicional sub-utiliza la capacidad del equipamiento con servicios alojados en equipos dedicados algunos de los cuales experimentan largos tiempos de inactividad además la redundancia en este tipo de infraestructuras se traduce en duplicar equipos físicos con configuraciones iguales como backup en caso de fallo, solución con un alto costo económico.

Las implementaciones de nuevos servicios, mantenimientos, cambios de configuraciones o actualizaciones deben ser planificadas para minimizar los tiempos fuera de servicio (downtimes), pero existen eventos fortuitos como daños de hardware, problemas con los proveedores de servicio, catástrofes naturales, etc. las cuales resaltan la necesidad de automatizar procesos para minimizar los downtimes. Buscando solventar estos inconvenientes se utilizará herramientas como la virtualización de servidores con el fin de ofrecer redundancia ante fallos, mejoras en tiempos de respuesta ante cambios de configuración, nuevas implementaciones o mantenimientos aumentando la disponibilidad de los servicios. Este proyecto pretende que la empresa Recapt.SA migre a un ambiente virtual sus servicios para optimizar recursos, aumentar

---

<sup>1</sup> Centro de llamadas (en inglés, call center): es un área donde agentes, asesores, supervisores o ejecutivos, especialmente entrenados, realizan llamadas y/o reciben llamadas desde o hacia: clientes (externos o internos), socios comerciales, compañías asociadas u otros.

la disponibilidad, reducir los costos operacionales, facilitar la recuperación ante desastres y disminuir los downtimes.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo general**

Implementar una red de servicios virtuales con redundancia para ofrecer alta disponibilidad utilizando software libre dentro del centro de datos de la empresa Recapt.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- Realizar una descripción de las ventajas y desventajas de las tecnologías de virtualización de servidores de código abierto utilizando recursos bibliográficos.
- Analizar la infraestructura del centro de datos de la empresa Recapt, el hardware, los servicios, las cargas máximas de trabajo mediante herramientas de monitoreo con el fin de realizar un estudio de consolidación de servidores.
- Implementar la red virtual utilizando el software de virtualización Proxmox en servidores independientes bajo una administración centralizada con el fin de transferir las máquinas virtuales sobre distintos servidores físicos para ofrecer redundancia y lograr alta disponibilidad en los servicios.
- Realizar pruebas de funcionamiento de la red virtual optimizando y automatizando procesos repetitivos de configuración y mantenimiento.
- Realizar un análisis económico comparativo del costo de la implementación del proyecto en relación a la utilización de servidores físicos.

### **1.3 Alcance**

El presente proyecto plantea implementar una red de servicios virtuales redundantes utilizando plataformas de código abierto en la empresa Recapt.SA. Lugar donde se realizará un análisis de la infraestructura del centro de datos con la finalidad de identificar servicios, componentes de hardware y software, así como los equipos adecuados para reutilizar en el proceso de instalación y configuración.

Inicialmente se fundamentará teóricamente las ventajas y desventajas de las tecnologías de virtualización de código abierto como la herramienta de virtualización Proxmox Virtual Environment que utiliza Kernel-based Virtual Machine (KVM) y Linux Containers (LXC). Posteriormente utilizando herramientas de monitoreo se realizará en los servidores dedicados de la empresa Recapt.SA mediciones como: el consumo de memoria RAM, la utilización de la central processing unit (CPU), el tamaño utilizado del disco duro, el ancho de banda promedio utilizado por equipo y de forma individual registrar posteriormente la carga máxima de trabajo en el hardware por cada uno de los servicios.

Partiendo de la información recolectada sobre los servicios existentes actualmente en la empresa sumado a un estudio de la capacidad de cómputo instalada se procederá a diseñar la red virtual, dimensionando los recursos que serán asignados a las máquinas virtuales y que permitirá seleccionar el hardware a ser reutilizado. Posteriormente se implementará la red virtual, consolidando servicios como la central telefónica, plataforma de aprendizaje virtual Moodle, directorio activo, carpetas compartidas, servidor de correo, servidor de gestión de tiquetes de servicio, etc.

El software de virtualización Proxmox será instalado en servidores independientes donde se alojarán las máquinas virtuales y se controlarán los servicios dentro de la red virtual. En caso de existir un problema con cualquier servidor físico las máquinas virtuales alojadas en este se replicarán en otro servidor operativo proporcionando redundancia a los servicios logrando alta disponibilidad. Para proporcionar conectividad a las máquinas virtuales se utilizará Openvswitch un software switch virtual programable; este se encargará de reenviar el tráfico entre las diferentes máquinas virtuales dentro del mismo host físico y también de reenviar el tráfico de red de las máquinas virtuales hacia la red física empresarial. Openvswitch permite configurar en el hipervisor el despliegue de interfaces de red virtuales 802.1Q (Vlans) para que la red virtual se integre a la red física.

Las pruebas de funcionamiento de la red virtual buscan optimizar y automatizar procesos de configuración y mantenimiento como migración en vivo a máquinas virtuales, backups automáticos, conexión a sistemas de almacenamiento en red NAS/SAN. Finalmente un análisis económico comparativo del costo de la implementación del proyecto permitirá contrastar la utilización de esta solución frente a otra basada en servidores físicos.

#### **1.4 Justificación**

La virtualización es una herramienta utilizada para optimizar la utilización de los recursos del hardware dentro del centro de datos, reducir los costos energéticos, ofrecer seguridad y robustez ante fallos, etc. La empresa RECAPT.SA trabaja como call center para el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social este servicio se presta las veinticuatro horas del día los siete días de la semana haciendo necesario adoptar nuevas tecnologías para con su infraestructura informática.

Se requiere soluciones oportunas ante problemas como sobrecarga o falla de los servidores, cambios de configuración, actualizaciones o implementación de nuevos servicios.

Se ha planteado utilizar diferentes tecnologías de virtualización para asegurar la continuidad de los servicios computacionales, optimizar recursos (humanos, hardware, espacio físico, energía), mejorar el rendimiento y la seguridad. Los entornos virtuales tienen la característica de aislar las aplicaciones que alojan las máquinas virtuales y si una aplicación es comprometida, ese entorno virtual vulnerable no afecta a los otros servicios virtuales alojados sobre el mismo equipo físico. La herramienta de virtualización utilizada Proxmox VE posee soporte empresarial y compatibilidad en drivers para con los servidores existentes en la empresa RECAPT, además este software entre sus características más destacadas permite una administración centralizada, configuración de clústeres, migración de máquinas virtuales entre nodos y soporta servicios desplegados sobre plataformas con sistemas operativos tanto en Windows como en Linux.

Openvswitch es un conmutador programable de código abierto bajo licencia Apache 2.0 fue diseñado para soportar una distribución a través de múltiples servidores físicos y puede integrarse a Proxmox, utilizando esta herramienta se reenvía el tráfico de las diferentes máquinas virtuales dentro del mismo equipo físico. También se encarga del ruteo entre el tráfico de las máquinas virtuales hacia otro equipo dentro de la red física empresarial funcionando de dos formas: cómo un conmutador (switch) tradicional o gestionado por un controlador de flujos para desplegar una plataforma de Red Definida por Software (del inglés Software Define Networking); siendo capaz de integrarlas con otras herramientas de gestión permitiendo que el centro de datos se transforme en una plataforma escalable de infraestructura informática de nube privada.

## Capítulo II: Fundamentos Teóricos

La documentación expuesta en este capítulo recopila un compendio de referencias bibliográficas sobre temas y definiciones presentes durante mucho tiempo en el mundo de las Tecnologías de Información (TI). La finalidad es presentar un resumen de las varias tecnologías de virtualización de código abierto y criterios técnicos utilizados para desarrollar esta solución de infraestructura virtual en la empresa RECAPT. Esta implementación busca optimizar los recursos de hardware existentes para mejorar la disponibilidad de los servicios de forma económicamente factible para la empresa y de acorde a su realidad tecnológica.

### 2.1 Definición de virtualización

Según (Zabala Jáuregui, 2012) la virtualización fue desarrollada por IBM en el año de 1960 y permitía ocupar de mejor manera los recursos de hardware de sus costosas mainframes. Virtualizar es multiplexar, abstraer o desacoplar los recursos lógicos desde el subyacente hardware físico con el fin de ofrecer una mayor flexibilidad operativa que permite agilizar cambios de configuración en el software y reducir los downtimes.

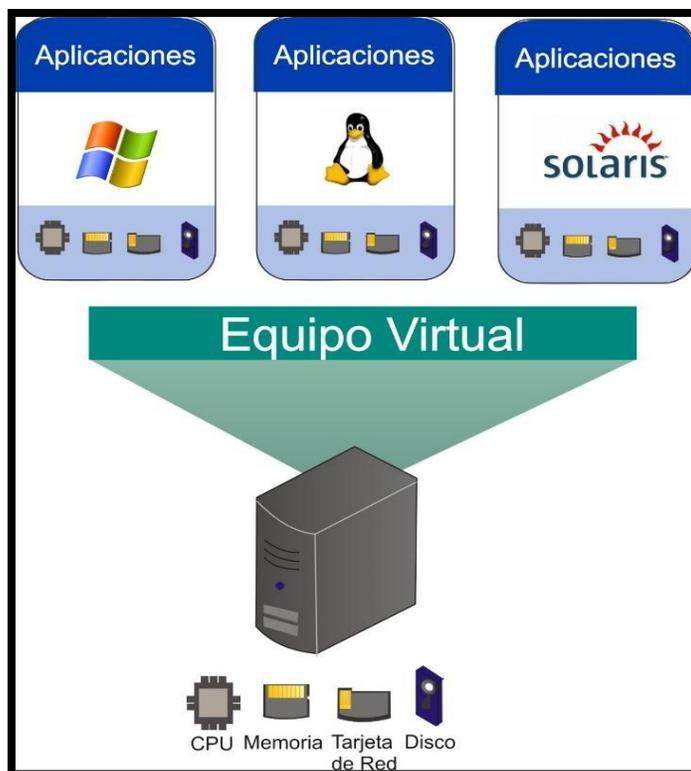
(Nazareno, 2016) y (Morante Campo, 2015), explican que la virtualización permite ejecutar individualmente múltiples máquinas virtuales sobre una misma máquina física y también replicar las máquinas virtuales entre diferentes equipos físicos para aumentar la disponibilidad proporcionando un rápido despliegue de nuevos recursos pero ahorrando espacio físico y energía eléctrica. Las características más destacables de la virtualización son: La creación de particiones, el aislamiento, encapsulamiento e independencia del hardware.

La creación de particiones se refiere a la capacidad de ejecución de varias instancias virtuales sobre un mismo equipo físico y la división de recursos físicos entre varias máquinas virtuales. El aislamiento comprende la ejecución individual de cada máquina virtual aún dentro del mismo equipo. La característica del encapsulamiento permite almacenar el estado completo de una máquina virtual dentro de archivos para una fácil gestión por ejemplo; tareas como mover y copiar la máquina virtual se las realiza tal como si se tratase de un archivo. La virtualización permite independencia del hardware ya que los componentes virtuales pueden configurarse con características diferentes a las del dispositivo de hardware físico subyacente.

(Castro Cuasapaz & Massa Manzanillas, 2010) así como (Vmware, 2016), declaran un incremento en los últimos años en la oferta de soluciones de virtualización a nivel de usuario que utilizan los eficaces recursos computacionales actuales los cuales suministran procesos de administración capaces de integrar arquitecturas tecnológicas flexibles de crecimiento rápido utilizadas para el desarrollo del presente proyecto precisando con más detalles los siguientes tipos de virtualización:

### **2.1.1 Virtualización de servidores**

(Márquez Trillo, 2011) y (Nazareno, 2016), enuncian que la virtualización de servidores permite tener dentro de un mismo servidor físico conviviendo múltiples sistemas operativos sobre uno o más procesadores, recursos de memoria RAM y almacenamiento, existen tres técnicas de virtualización de servidores: virtualización completa, para-virtualización y virtualización asistida por hardware.



*Figura 1:* Virtualización de servidores.  
Fuente: (Villar, 2017).

El equipo físico que muestra la Figura 1 es utilizando para extraer los recursos de red, procesamiento, memoria RAM y almacenamiento por medio de esta técnica de virtualización de servidores permitiendo reasignar estos recursos lógicos a diferentes máquinas virtuales que conviven dentro del equipo. Estos equipos virtuales alojados en el equipo son independientes entre sí y poseen diferentes aplicaciones incluso sistemas operativos distintos.

(Cheng, 2014) en su obra expone que las técnicas de virtualización de servidores se diferencian entre sí por el tipo de CPU (Control Processing Unit) utilizado y en como este ejecuta los comandos enviados por el sistema operativo virtual. La arquitectura de procesadores x86 ejecuta un set de instrucciones pre-configurado que protege del acceso por parte de las aplicaciones al procesador denominado sistema de protección “ring ranking” el cual establece tres anillos.

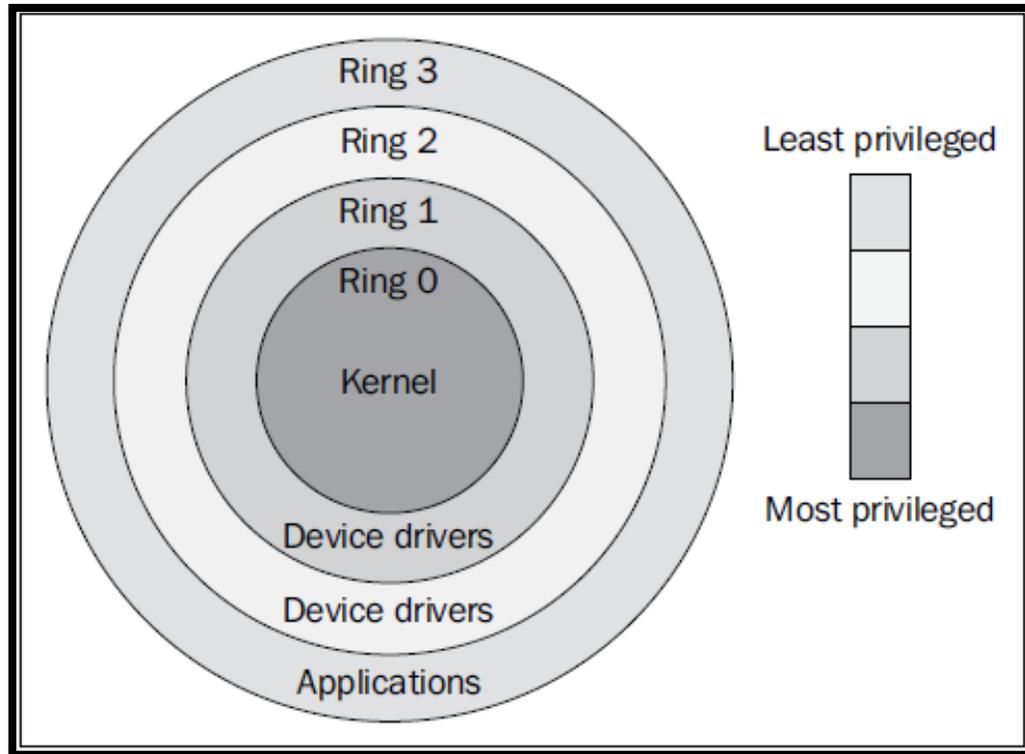


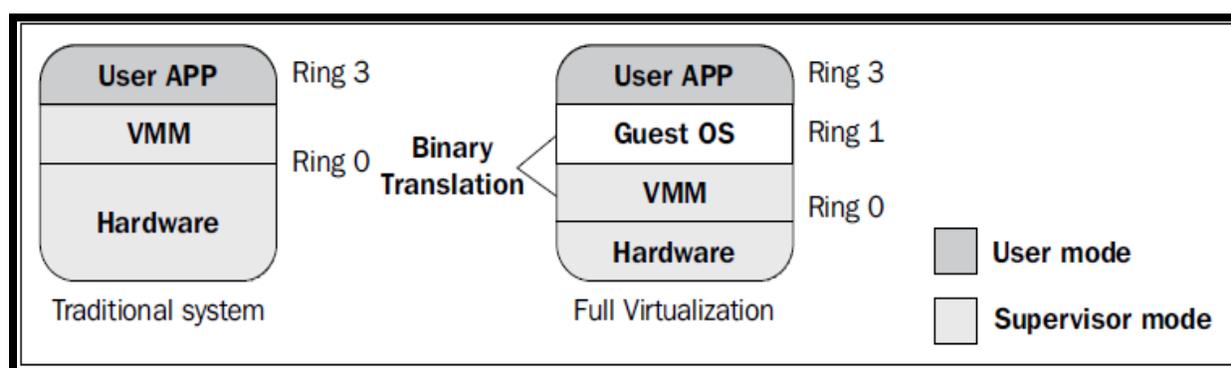
Figura 2: Sistema de estructura de anillos plataforma x86  
Fuente: (Cheng, 2014).

La estructura de anillos para los procesadores de la plataforma x86 establece una estructura de seguridad de ilustrada en la Figura 2 los cuales se priorizan desde aquel con mayor privilegio denominado Ring 0 o conocido también como “supervisor mode”, el cual es utilizado por el sistema operativo para monitorear y controlar los recursos físicos del equipo. Hasta el Ring 3 también conocido como “user mode” que realiza las llamadas al supervisor mode cuando una aplicación desea acceder al hardware subyacente del equipo físico.

### ***2.1.1.1 Virtualización completa***

Según (Castro Cuasapaz & Massa Manzanillas, 2010) y (Cheng, 2014), la virtualización completa cuenta con un gestor llamado hipervisor o Monitor de Máquina Virtual (VMM) el cual interactúa entre el sistema operativo invitado y el Ring 0. El sistema operativo invitado es instalado en el Ring 1 pero las llamadas del sistema invitado a los recursos físicos subyacentes se

realizan únicamente en el Ring 0 y para esto se utiliza un proceso llamado “binary translation”. Los hipervisores se encargan de monitorizar la ejecución de los sistemas operativos invitados y también del acceso simultáneo sin conflictos a los recursos físicos por parte de las máquinas virtuales el cual produce una degradación en el desempeño del sistema.



*Figura 3:* Representación de virtualización completa.  
Fuente: (Cheng, 2014).

El hipervisor (VMM) es el núcleo de las tecnologías de virtualización completa según como se muestra en la Figura 3, este se encarga de interactuar entre la comunicación del sistema operativo invitado (Guest OS) con el hardware físico subyacente utilizando el proceso de traducción binary translation.

### ***2.1.1.2 Para-virtualización***

(Collazos Braham, 2012) explica que esta técnica funciona de forma similar a la virtualización completa pero se instalan drivers modificados en el sistema operativo invitado para acceder a los recursos físicos del equipo, evitando realizar el proceso en el Ring0. En otras palabras el proceso de traducción “binary translation” no es necesario ya que el sistema operativo invitado utiliza un kernel modificado. Esta técnica de virtualización requiere de una Application Programming Interface (API) para acceder a las máquinas virtuales invitadas.

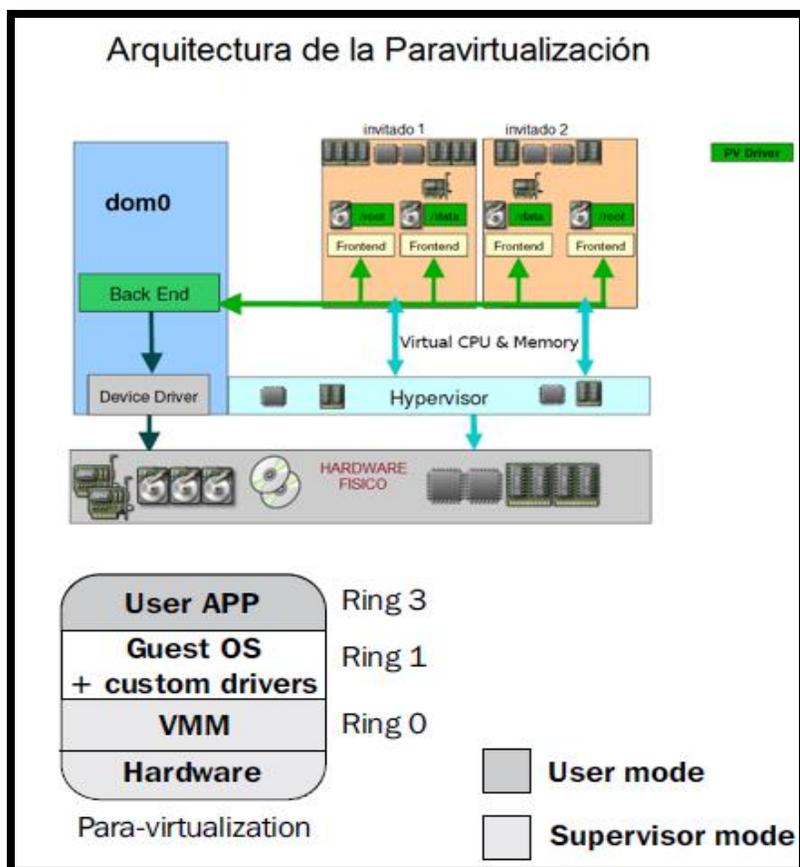


Figura 4: Arquitectura de la Para-virtualización  
Fuente: (Cheng, 2014).

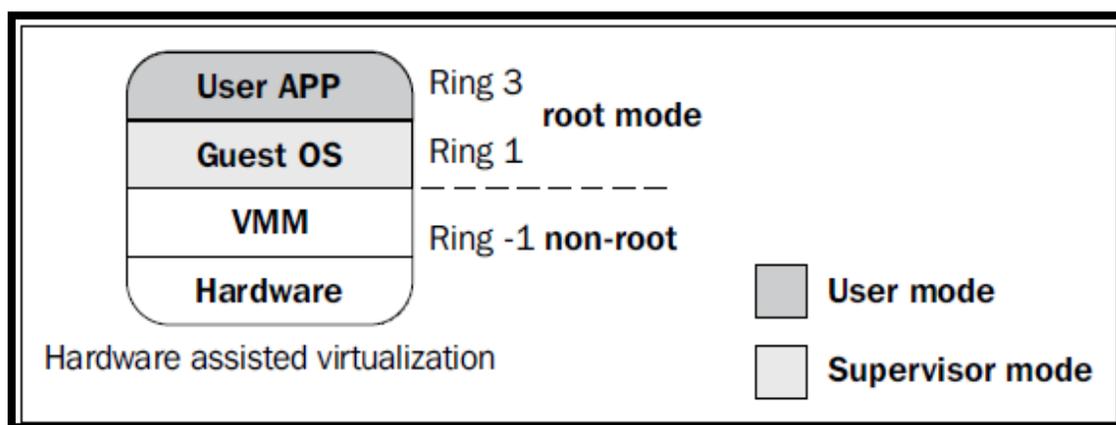
La estructura de la Para-virtualización según se ilustra en la Figura 4, utiliza un hipervisor para acceder a los recursos de hardware y requiere de una Application Programming Interface (API)<sup>2</sup> identificada en la gráfica con el nombre “dom0” para acceder a las máquinas virtuales invitadas.

### 2.1.1.3 Virtualización asistida por hardware

(Cheng, 2014) explica en su obra como los principales proveedores de procesadores para la arquitectura x86, Intel y AMD han desarrollado un conjunto de extensiones de hardware para optimizar los esquemas de virtualización que aumentan el rendimiento de las máquinas virtuales

<sup>2</sup> Application Programming Interface (API).- Conjunto de convenciones internacionales que definen como debe invocarse una determinada función de un programa desde una aplicación.

denominadas Intel-VT (Virtualization Technology) y AMD-V. En la virtualización asistida por hardware la ejecución de tareas repetitivas realizadas normalmente por el software es desarrollado por estas extensiones permitiendo que el hipervisor (VMM) pueda ser instalado en el Ring0 con acceso directo al hardware. (Cheng, 2014)

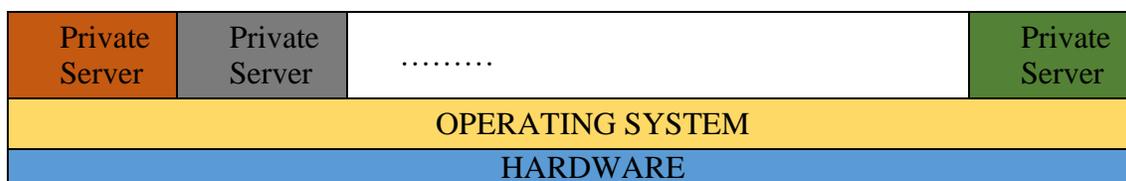


*Figura 5:* Arquitectura de virtualización asistida por hardware  
Fuente: (Cheng, 2014).

La virtualización asistida por hardware representada de forma gráfica en la Figura 5 muestra como el hipervisor VMM accede directamente a los recursos físicos subyacentes del equipo, los anillos de los niveles del 1 hasta el 3 son categorizados como “root mode” y se origina un nuevo nivel -1 denominado “non-root”. Los procesadores de las empresas Intel y AMD mejoran el desempeño de las plataformas virtuales optimizando las tareas repetitivas antes realizadas por el software utilizando las tecnologías denominadas Intel VT-x y AMD-V.

### 2.1.2 Virtualización de sistemas operativos

(González, 2016) en su trabajo asegura que la virtualización de sistemas operativos consiste en virtualizar el mismo equipo físico y una sola instancia del sistema operativo anfitrión en múltiples particiones aisladas duplicando un servidor real y compartiendo la funcionalidad del kernel que se ejecuta en el sistema operativo anfitrión.



*Figura 6:* Virtualización de sistema operativo.  
Fuente: (Villar, 2017)

La representación gráfica de la virtualización de Sistema Operativo que muestra la Figura 6 busca explicar cómo el servidor físico y el sistema operativo anfitrión se virtualizan administrándose igual que servidores privados funcionando como particiones aisladas virtuales del mismo Sistema Operativo duplicando al servidor físico.

### 2.1.3 Virtualización de las funciones de red

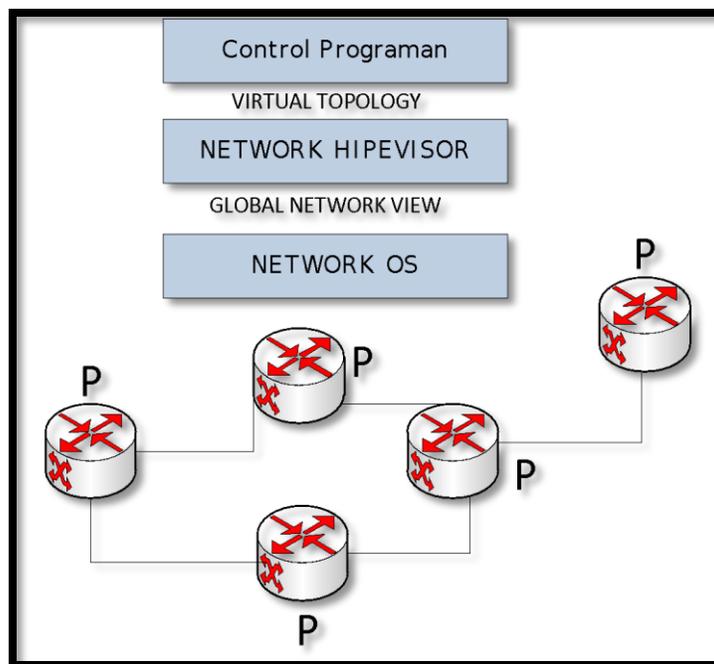
La virtualización de red ha desarrollado varias técnicas que se aplican dentro de diferentes niveles de la infraestructura de red ayudando a optimizar la velocidad, fiabilidad, flexibilidad, escalabilidad y seguridad. Fusiona tecnologías de hardware y software mostrando una visión de la red virtualizada distinta con respecto a la red física (González, 2016).

“La virtualización de redes facilita la gestión combinando los recursos del hardware de red con los del software en una única unidad administrativa. El objetivo de la virtualización de redes consiste en facilitar un uso compartido de recursos de redes eficaz, controlado y seguro para los usuarios y los sistemas.”<sup>3</sup>[1]

Según (Plaza, 2015), la virtualización de las funciones de red se denomina NFV (Virtualized Network Functions) y tienen como objetivo trasladar las funciones de red de equipos de conmutación y enrutamiento físicos a un entorno de software que se ejecute sobre servidores de

<sup>3</sup> “La virtualización de redes y las redes virtuales”  
Autor: Oracle Solaris 11 Information\_Library  
[http://docs.oracle.com/cd/E26921\\_01/html/E25833/gfkbw.html](http://docs.oracle.com/cd/E26921_01/html/E25833/gfkbw.html)

hardware. Las funciones de red virtualizadas deben funcionar normalmente entre los puntos de red sin tener que instalar nuevos equipos como se muestra en la figura 7 donde la infraestructura de red puede considerarse como si estuviera formada por varias capas distintas y utilizando configuración manual o el control programático de sus componentes puede expresarse la funcionalidad que se desea obtener de la red.



*Figura 7:* Hipervisor de red.  
Fuente: (Guano Viscarra, 2017).

En la parte superior de la Figura 7 se muestra al plano de control y en la parte inferior la topología física del conjunto de elementos subyacentes (switch basados en hardware o software) administrados desde un sistema centralizado de gestión de red. El hipervisor de red conecta los planos de reenvío lógico de todos los switch y es el responsable de la configuración de estos elementos para que se comporten como se especifica en el plano de reenvío lógico. Este representa una abstracción lógica de la red siendo el encargado de funciones como: la sobre-escritura de los encabezados, el filtrado, el encolamiento de paquetes, la búsqueda de tablas generalmente de la capa 2 y capa 3 según el modelo OSI, puertos físicos encargados de enlazar

con un grupo de puertos de reenvío lógicos (abstracciones de puertos como la interfaz de una máquina virtual, túneles o Vlans).

### ***2.1.3.1 Software para la virtualización de red Openvswitch***

Openvswitch es un switch virtual distribuido multicapa basado en código abierto que se incluyó en la versión 3.3 del kernel Linux bajo la licencia de Apache encontrándose en el plano de datos. Puede ser instalado sobre diferentes sistemas operativos y plataformas de hardware para obtener una mayor funcionalidad de red dentro de entornos de servidores virtuales gestionando las funciones de forwarding de forma programable. La mayor parte del código corre independiente en el kernel pero también se ejecuta en el user space para de forma simultánea tomar decisiones sobre el procesamiento de nuevos paquetes. (Linux Foundation Collaborative Project, 2016).

Openvswitch proporciona algunas herramientas como: Ovs-controller, el cual es un controlador openflow básico; Ovs-ofctl, el cual consulta y maneja switches o controladores openflow y Ovs-pki, el cual es una utilidad para crear y administrar la clave pública de la infraestructura en un switch openflow. (Guano Viscarra, 2017) Open vSwitch se constituye de múltiples componentes como:

- **openvswitch.ko:** Es el módulo de kernel Linux que mediante un data path rápido localizado en el kernelspace permite la conmutación basada en flujos.
- **ovs-vswitchd:** Un proceso en el userspace, el cual implementa lógica del switch y realiza la abstracción del plano de control.
- **ovsdb-server:** Un servidor de base de datos ligero que contiene la configuración del sistema.

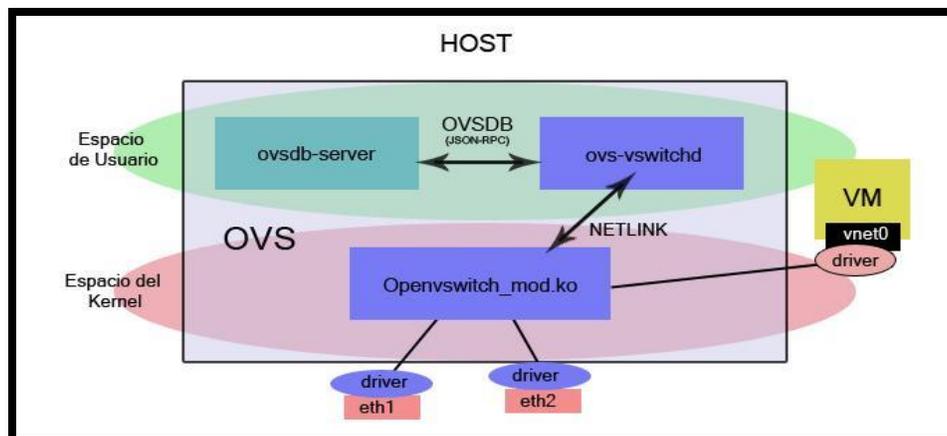


Figura 8: Descripción de Openvswitch.  
Fuente: (Guano Viscarra, 2017)

La estructura de Openvswitch ilustrada en la Figura 8 gráficamente separa las capas dentro de un switch genérico representado por el rectángulo que contiene el Espacio de Usuario y el Espacio del Kernel. Este switch físico puede ser administrado centralizadamente de forma virtual en servidores físicos con distintos sistemas operativos o ser migrado a diferentes plataformas de virtualización haciendo más fácil el uso para los desarrolladores. Permite una administración remota en ambientes de redes virtuales y cuenta con dos protocolos abiertos que están especialmente diseñados para la gestión remota: Openflow, el cual muestra el estado de reenvío basado en flujos y OVSDB26 que muestra el estado del puerto del switch.

#### 2.1.4 Virtualización de almacenamiento

(Gillet, 2010) explica en su obra como la virtualización de almacenamiento permite desplegar un espacio unificado de almacenamiento lógico conformado por el conjunto de dispositivos físicos fusionados bajo un software de virtualización. Lo que facilita el escalamiento, seguridad e independencia de los datos compartidos reduciendo la complejidad funcional de la red empresarial y la necesidad de sistemas propietarios con hardware especializado que tienen limitaciones físicas en la expansión de recursos. Los sistemas operativos actualmente utilizan

esta técnica de virtualización, por ejemplo, en Windows se conoce como el Administrador de discos lógicos LDM (Logical Disk Manager) y en Linux como Administrador de volúmenes lógicos LVM (Logical Volume Manager). La virtualización de almacenamiento también afecta a los dispositivos de almacenamiento dedicado como las NAS y las SAN, logrando que cada uno desarrolle su propia tecnología para crear su espacio de almacenamiento lógico.

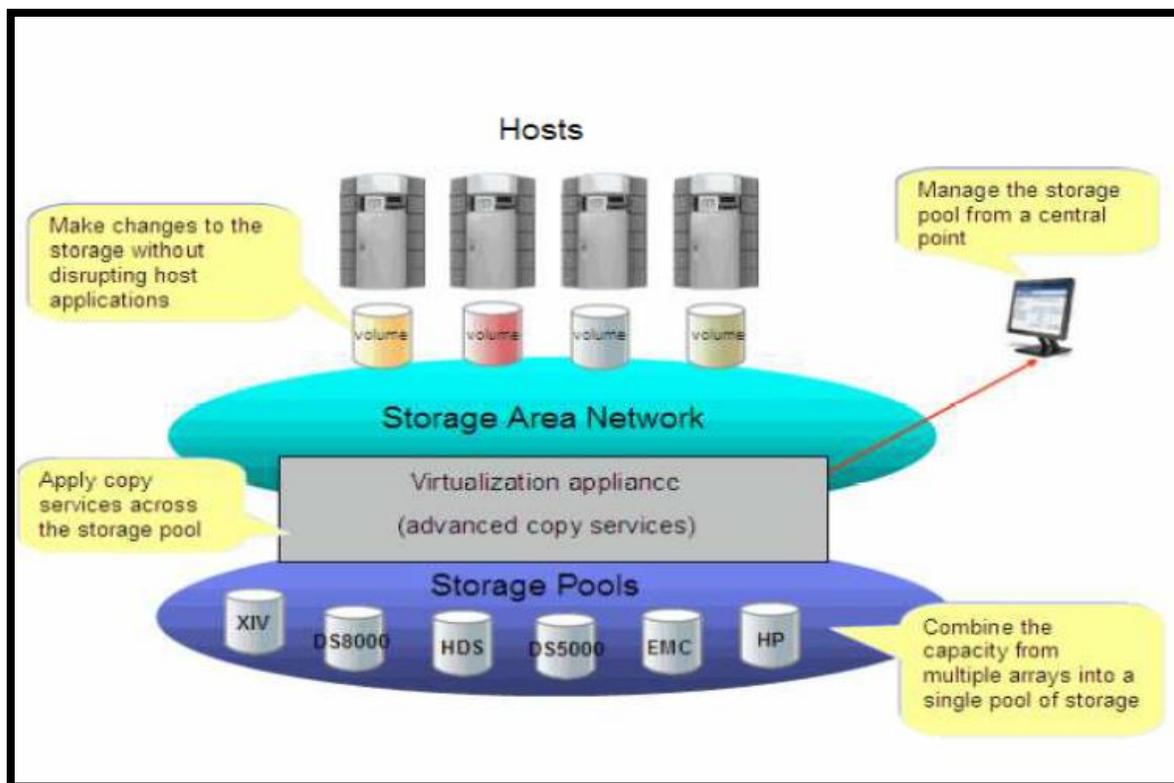


Figura 9: Virtualización de almacenamiento.  
Fuente: (Niño Camazón, 2011).

La virtualización de almacenamiento ilustrada gráficamente en la Figura 9 muestra como utilizando esta técnica de virtualización se puede combinar la capacidad de distintos dispositivos de almacenamiento para instaurar una única representación virtual de recursos “storage pools”. La virtualización de almacenamiento puede aplicarse sobre dispositivos de sistemas de almacenamiento dedicado como las NAS y las SAN, logrando que cada uno desarrolle sus procesos pero siendo administrados centralizadamente como recursos de almacenamiento lógico.

Según (Voinea, 2012) la principal diferencia entre SAN y NAS viene proporcionada por la forma en que los dispositivos clientes acceden al almacenamiento, en la SAN estos acceden de forma transparente como si se tratasen de discos locales. A diferencia del sistema de almacenamiento en red NAS, el cual permite a un usuario acceder a los archivos dentro del dispositivo de forma remota con independencia del sistema operativo a través de protocolos NFS en el caso de UNIX y CIFS en caso de Windows.

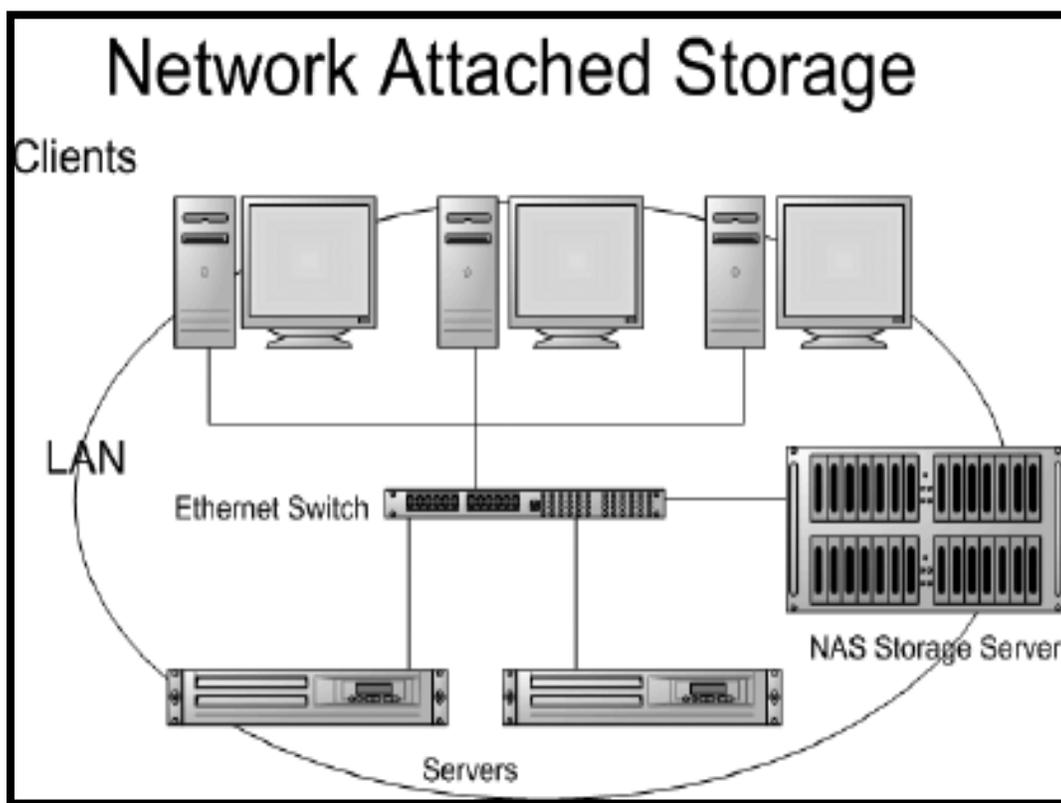


Figura 10: Arquitectura de almacenamiento NAS.  
Fuente: (Cisco, 2018)

Los clientes pueden acceder a la red de almacenamiento utilizando dispositivos de conmutación como se ilustra en la Figura 10, el dispositivo NAS posee la inteligencia unido al almacenamiento para manejar la transferencia y organización de los datos dentro del equipo. La NAS se compone de un servidor, un sistema operativo, dispositivos de almacenamiento (discos

duros, cintas magnéticas etc.) y una conexión a la red local para así compartir la capacidad de almacenamiento a varios clientes y servidores.

#### ***2.1.4.1 Sistema de almacenamiento definido por software Ceph***

(Bahilo Lozano, 2016) fundamenta que Ceph es un sistema de almacenamiento distribuido de código abierto definido por software, incluido como parte del Linux kernel en marzo de 2010 desde la versión 2.6.34, incrementa la capacidad de almacenamiento a nivel de pentabytes sin las limitaciones que impone un sistema físico, eliminando los puntos únicos de fallo, administrando flexiblemente clústers de almacenamiento distribuido que funcionan independiente del hardware sobre el que trabajan y se basan a tres demonios del kernel:

- El nodo de almacenamiento llamado Ceph object storage devices daemon (OSD), el cual almacena los datos, gestiona su replicación y provee información para el Monitors Ceph.
- Monitors Ceph el cual permite el acceso de cualquier operación que se realiza sobre el clúster y mantiene mapas de estado del clúster. Los clientes se conectan al Monitors Ceph para obtener el Crush map y conocer cómo se encuentra la distribución de múltiples objetos mapeados por el Placement Group (PG) para asegurarse que todos los objetos son replicados correctamente en el clúster.
- El servidor de metadatos contiene los metadatos necesarios para que el sistema de archivos (CephFS) ejecute comandos sin sobrecargar el clúster

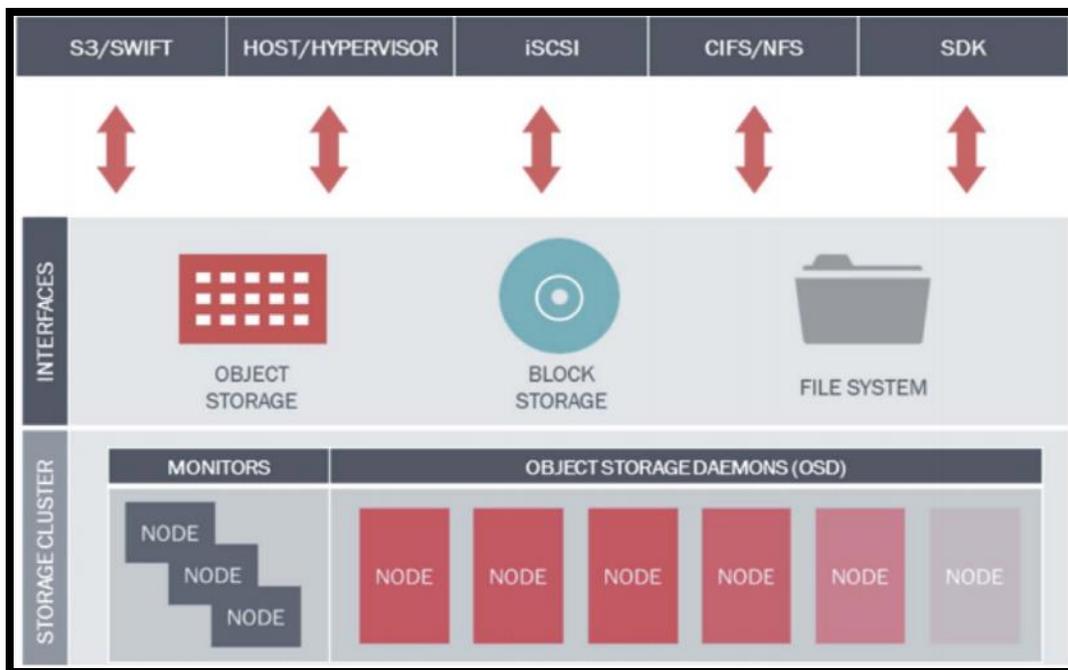


Figura 11: Arquitectura de clúster Ceph.  
Fuente: (Cheng Simon, 2014)

Gráficamente en la Figura 11 se ilustra cómo es la arquitectura del clúster Ceph Storage mismo que está formado por hardware estándar y a través de sus distintas interfaces facilita diferentes servicios a diferentes tipos de clientes. Los Ceph Storage Clúster representan un sistema de almacenamiento unificado creado con hardware económico para de forma unificada proveer el almacenamiento de objetos, bloques y archivos que funcionan directamente como: un sistema de almacenamiento por red (SAN), o como parte de una solución Network-Attached Storage (NAS) o como la base de un sistema de almacenamiento en objetos.

ID	Binary Data	Metadata
1234	0101010101010100110101010010 0101100001010100110101010010 0101100001010100110101010010	name1 value1 name2 value2 nameN valueN

Figura 12: Estructura de OSD.  
Fuente: (Cheng, 2014)

La estructura ejemplo del demonio de almacenamiento de objetos, ceph-osd representado en la Figura 12 muestra los campos que forman este demonio del kernel encargado de almacenar datos, manejar la replicación, la recuperación, el balanceo y proporcionar información de monitoreo a los Monitor Ceph (Ceph MON) y Administradores de Ceph. También es utilizado para verificar otros demonios de OSD Ceph por medio de heartbeat y normalmente se requieren al menos 3 Ceph OSD para redundancia y alta disponibilidad, debemos identificar algunos conceptos como:

- Object storage (obj), son la menor unidad de almacenamiento, cada cosa se almacena en forma de objetos. Los objetos son mapeados a PG, y luego se distribuyen las copias en los distintos OSD.
- “rep size” (tamaño de réplicas), número de réplicas que tendrá un objeto.
- “PG” (Placement group o grupo de ubicación), en un clúster Ceph se relacionan los objetos con los PGs que harán copias distribuidas en los distintos OSD mejorando de este modo su fiabilidad. La siguiente formula es utilizada para calcular el número de PGs necesarios.

$$\text{Number of PG} = \left( \frac{\text{number of OSDs} \times 100}{\text{number of replicas}} \right) \left( \frac{\text{number of OSDs} \times 10}{\text{number of replicas}} \right)$$

*Ecuación 1: Cálculo de PGs Necesarios.*  
Fuente: (Cheng Simon, 2014).

- “Pools” (piscinas) compuestos de PG y son el grupo lógico de almacenamiento de objetos. Cuando se crean las pools se proporciona el número de PG que cada una contendrá y el rep size.

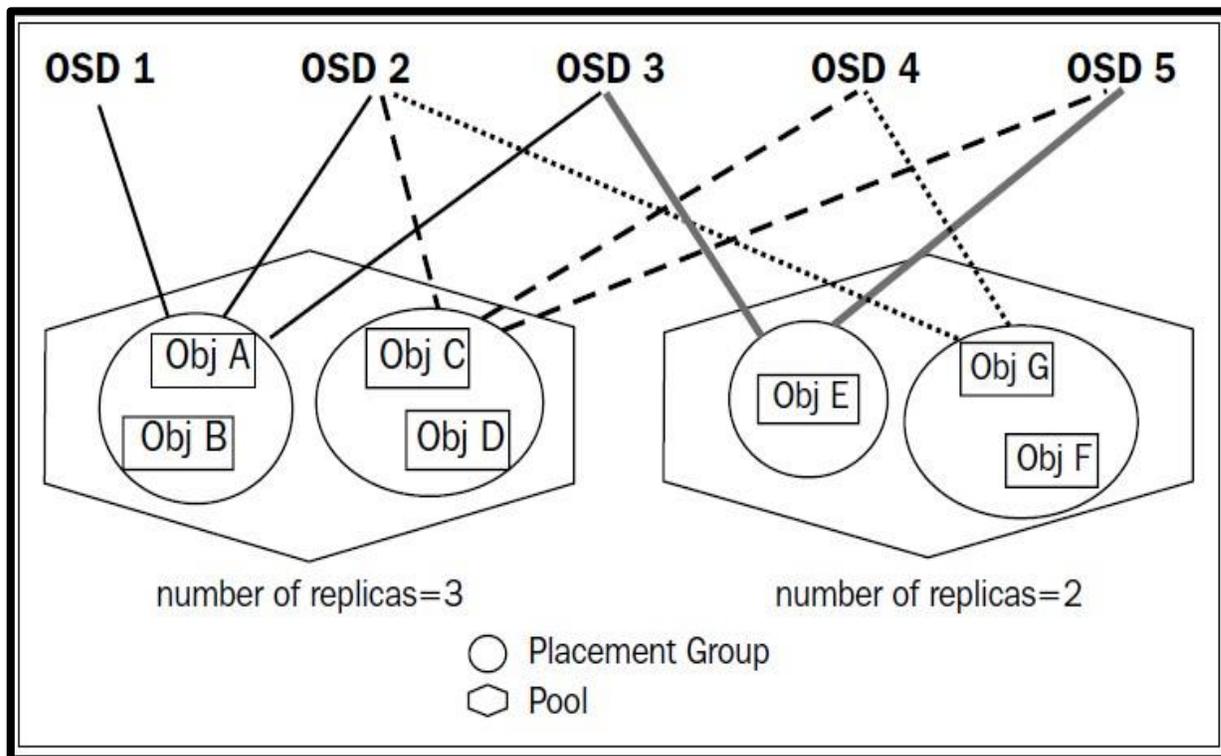
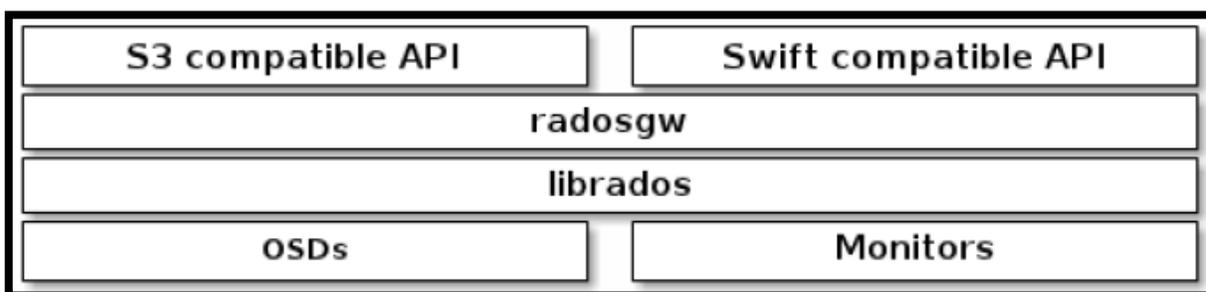


Figura 13: Diagrama de pool Ceph.  
Fuente: (Cheng Simon, 2014).

La Figura 13 muestra de forma gráfica los elementos de un pool de datos en Ceph y como se relacionan los diferentes conceptos antes mencionados, el Obj A y Obj B pertenecen a un PG, el Obj C y Obj D pertenecen a otro PG. El Obj E es almacenado en un solo PG, mientras el Obj G y Obj F están en el mismo PG. Desde el Obj A hasta Obj D están almacenados en el Pool 1, mientras que desde el Obj E hasta Obj F están almacenados en Pool 2. El número de réplicas en el Pool 1 son 3, el placement group que contiene Obj A y Obj B están replicadas a través del OSD 1, OSD 2, y OSD 3. A pesar que Obj C y Obj D están almacenados en el mismo pool del Obj A y Obj B, ellos están almacenados en diferentes OSDs.

Según (Cheng, 2014), Ceph Object Gateway (radosgw) es un servidor HTTP que funciona como una interfaz de almacenamiento de objetos construida sobre librados para interactuar con un Ceph Storage Clúster. La librería librados provee acceso a los object storage del Ceph Storage

Clúster usando una API nativa para aplicaciones desarrolladas en C, C++, Java, Python y PHP con una puerta de enlace RESTful (servicio web implementado en una arquitectura que se ejecuta sobre HTTP). Ceph Object Storage utiliza el demonio Ceph Object Gateway (radosgw) el cual proporciona funcionalidad de almacenamiento de objetos e implementa un servicio de acceso remoto con una API compatible con la API de OpenStack Swift y con la API RESTful de Amazon S3.



*Figura 14:* Arquitectura de Ceph object Gateway.  
Fuente: (Cheng Simon, 2014).

La estructura de Ceph object Gateway en la Figura 14 muestra los componentes que el demonio de almacenamiento de objetos radosgw utiliza para interactuar con conexiones externas a la red local del clúster de almacenamiento. Proporciona una API compatible con las de OpenStack Swift y Amazon S3 compartiendo un espacio de nombres común administrando ellos mismo los usuarios gracias a lo que pueden escribir datos con una API y recuperarlos con la otra. Ceph Storage Clúster almacena datos en el mismo Filesystem que es utilizado para almacenar datos de clientes de Ceph Block Device.

Radosgw utiliza como algoritmo para optimizar la ubicación de los datos a Crush (Controlled Replication Under Scalable Hashing), gracias al cual Ceph puede re escalarse, balancearse y recuperar datos de forma dinámica. Radosgw calcula donde y qué OSD debe almacenar un objeto u posee distintos métodos de acceso.

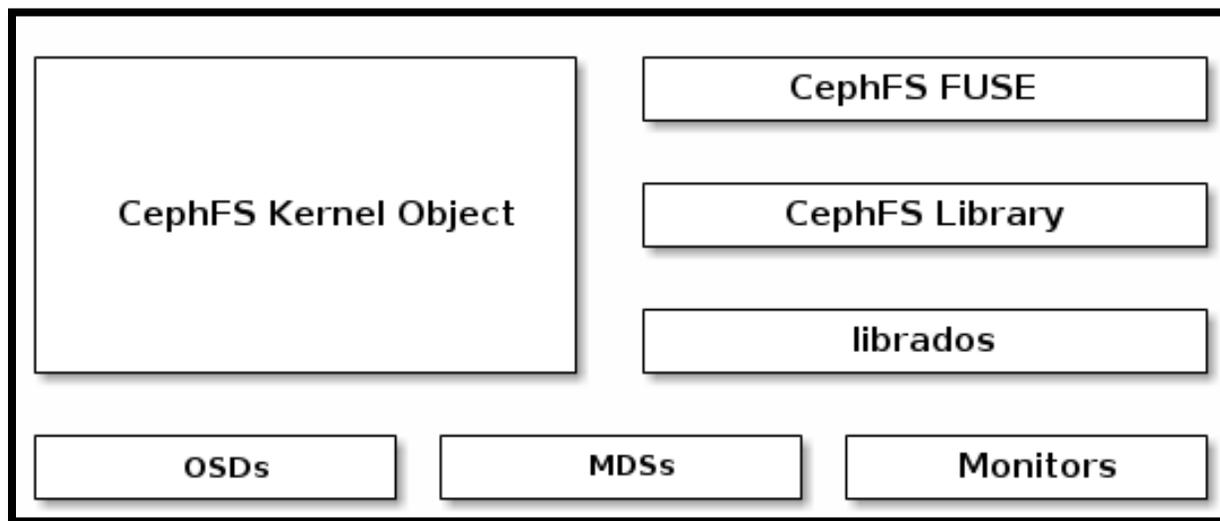
**Tabla 1**

*Métodos de acceso radosgw.*

Accessing method	Support platforms	Usage
Library packages	C, C++, JAVA, Python, Ruby, and PHP	Programming
RADOS Gateway	Amazon S3 and Swift	Cloud platform
RBD	KVM	Virtualization
CEPH filesystem	Linux kernel and FUSE	Filesystem

**Fuente:** Cheng, S. M. (2014). *Proxmox High Availability*. Birmingham, Mumbai: Packet Publishing Ltd.

El uso del Ceph Storage Clúster requiere al menos un servidor de metadatos Ceph el cual provee servicios de mapeado a los directorios y nombres de archivos al almacenamiento de objetos Rados utilizando un cliente con kernel Linux. El servidor de Ceph clúster de metadatos asegura una alta performance y previene de altas cargas al sistema de un nodo específico al mapear los directorios y nombres de archivos del almacenamiento de objetos Rados.



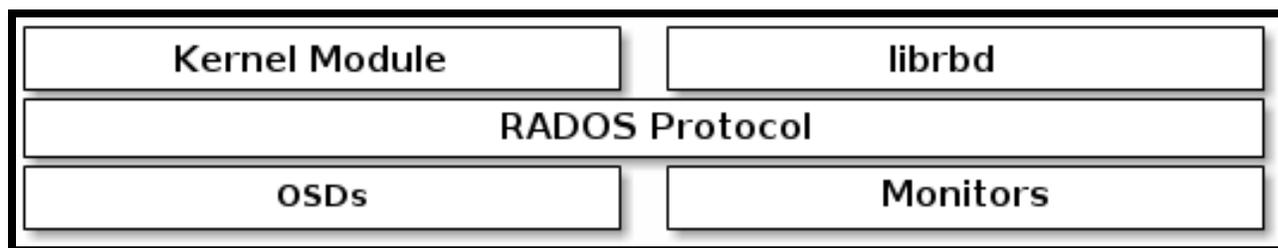
*Figura 15:* Arquitectura de Ceph filesystem.

Fuente: (Cheng Simon, 2014)

La arquitectura del sistema de archivos de CephFS (Ceph Filesystem) es ilustrada en la Figura 15 la cual es compatible con POSIX y almacena los datos utilizando el mismo sistema de clúster de almacenamiento (Ceph Storage Cluster) con los datos de clientes de Object Storage y los

datos de la interfaz de Block Storage. El sistema de archivos Ceph utiliza los dispositivos de bloque Ceph, los enlaces nativos (librados) o el almacenamiento de objetos Ceph con sus APIs en S3 y Swift.

La obra según (Rossi, 2016) explica como Ceph RBD (Rados Block Device) se integra con KVM (Kernel-base Virtual Machines) para poder formar un clúster de almacenamiento con máquinas virtuales sobre GNU/Linux a modo de un dispositivo de Block Storage. Los dispositivos de bloque RBD de Ceph interactúan con OSD utilizando módulos del kernel o la biblioteca librbd aprovechando la consistencia y almacenamiento de datos divididos en múltiples OSD dentro de un clúster Ceph. Las imágenes de block Storage son guardadas como objetos utilizando las interfaces RBD (Rados Block Device) y el sistema de archivos CephFS.



*Figura 16:* Arquitectura de Ceph rados block device  
Fuente: (Cheng Simon, 2014)

Como se muestra en la Figura 16 los dispositivos de bloque Ceph pueden usar simultáneamente el mismo clúster para operar el Ceph RADOS Gateway y el sistema de archivos CephFS para gestionar alto rendimiento con gran escalabilidad en los módulos del kernel como QEMU o KVM para los sistemas de computación basados en la nube como OpenStack y CloudStack que dependen de librbd y QEMU.

## 2.2 Infraestructura virtual

(Castro Cuasapaz & Massa Manzanillas, 2010) describen en su proyecto de titulación que la infraestructura virtual representa la combinación de la totalidad de los componentes físicos interconectados de una infraestructura de TI, ordenadores, dispositivos de red y recursos compartidos de almacenamiento fusionados de forma lógica para ser administrados como un pool unificado de recursos virtuales. La infraestructura virtual consta de: Hipervisor o monitor de máquina virtual (VMM), Servicios de infraestructura virtual y Servicios de automatización.

El hipervisor o Monitor De Máquina Virtual (VMM) está compuesto por una capa de software que se encarga de manejar los recursos físicos exportándolos a las máquinas virtuales, el hipervisor tipo I se ejecuta directamente sobre el hardware y administra los sistemas virtuales. El segundo el hipervisor tipo II también conocido como nativo es un programa de virtualización que se instala sobre un sistema operativo anfitrión y los sistemas operativos virtuales se ejecutan en un tercer nivel sobre los recursos del hardware virtual disponibles para el hipervisor.

Los servicios de infraestructura virtual gestionan los recursos disponibles y el respaldo consolidado a fin de optimizar los recursos entre las máquinas virtuales como CPU, memoria RAM, espacio en disco que incluso pueden ser modificados bajo demanda. Mientras que los servicios de automatización se encargan de optimizar procesos de TI como el aprovisionamiento, la recuperación ante desastres, alta disponibilidad, balanceo de carga y sistemas de respaldo.

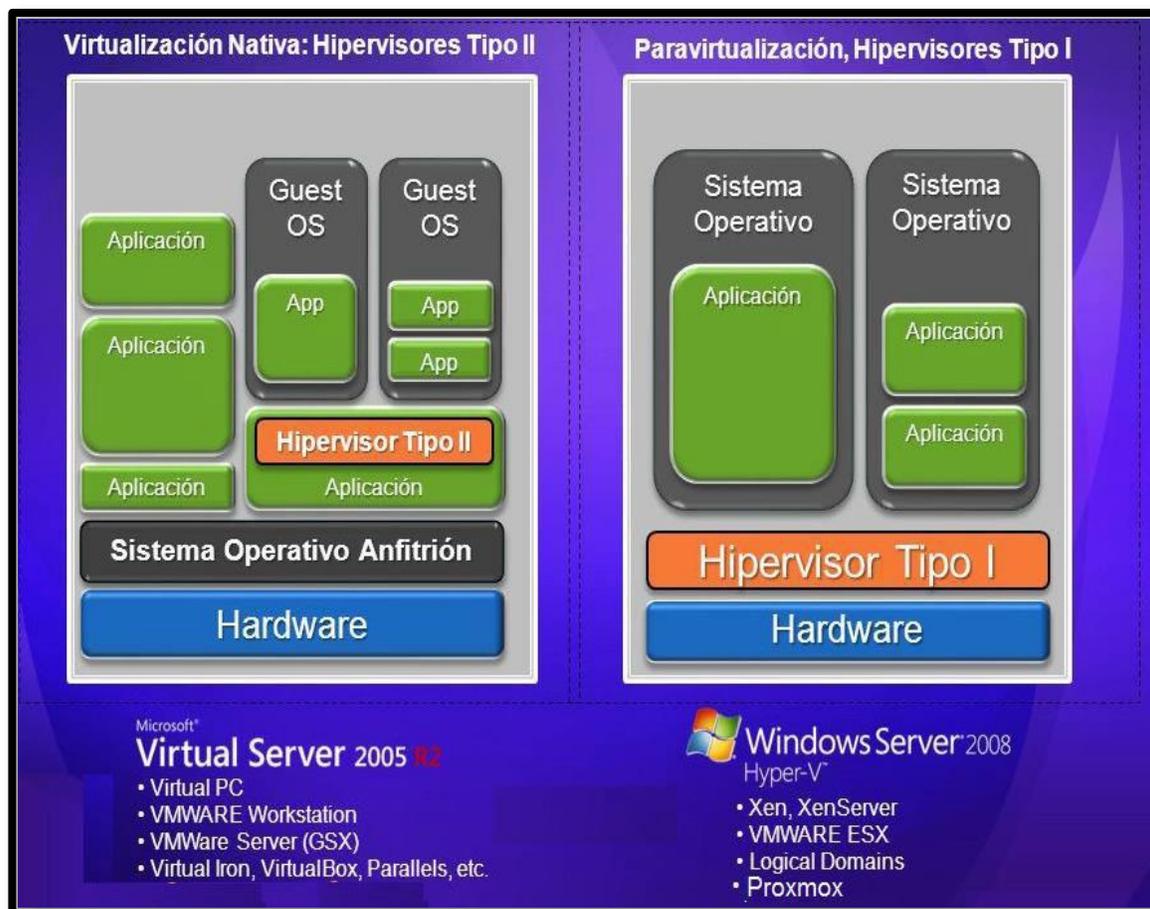
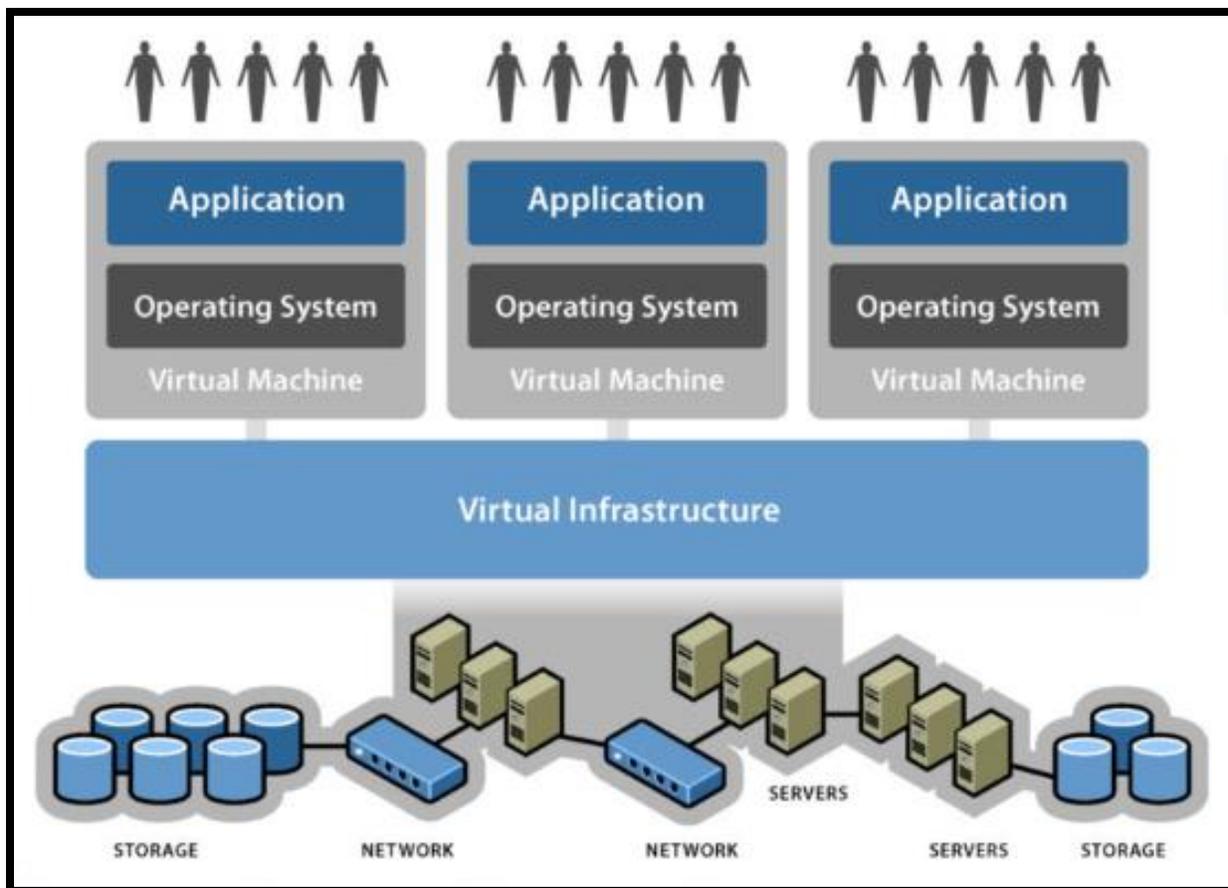


Figura 17: Hipervisor tipo I vs hipervisor tipo II.  
Fuente: (González, 2016).

La diferencia entre los hipervisores de tipo 1 con respecto a los de tipo 2 ilustrada en la Figura 17 muestra básicamente que la diferencia radica en como el software de virtualización ejecuta las instrucciones del sistema virtualizado sobre el hardware del equipo físico. El hipervisor tipo I se instala sobre el hardware directamente y los sistemas virtuales acceden a los recursos del hardware sin un proceso intermedio, mientras que el hipervisor tipo II también conocido como nativo es un programa de virtualización que se instala sobre un sistema operativo anfitrión y los sistemas operativos virtuales se ejecutan en un tercer nivel sobre los recursos del hardware virtual disponibles para el hipervisor.



*Figura 18:* Infraestructura virtual.  
Fuente: (System, 2016).

La ilustración gráfica de una infraestructura virtual en la Figura 18 muestra como por medio de la utilización de la virtualización en los equipos que conforman la red, el almacenamiento y el procesamiento puede ayudar para desarrollar diferentes ambientes virtuales de trabajo para distintos sistemas operativos bajo necesidades particulares controladas centralizadamente de forma flexible. Los dispositivos subyacentes se fusionan bajo una capa abstracta y son gestionados en su totalidad de forma centralizada desacoplando las aplicaciones que sobre estos alojan. Los ambientes virtuales proveen la capacidad de migrar el servicio virtual a otro hardware en caso de falla ofreciendo redundancia y aprovechando al máximo la capacidad de los recursos existentes.

### **2.3 Ventajas de la virtualización**

Gracias a la virtualización se ha reducido el número de servidores físicos aportando a la TI verde con varias soluciones como: el menor gasto energético del centro de datos, disminución de CO2, reducción de costes de enfriamiento. Según (Gillet, 2010) la virtualización proporciona varias ventajas con respecto a lo económico, administrativo y ecológico siendo tres las razones por la que debería ser utilizada: La reducción de costes, La facilidad de despliegue y administración, El material obsoleto y la gestión de cambio.

Los costes Capex (Capital Expenditure) corresponden a los gastos relacionados con inversiones y capital (hardware, software, etc.) y los costes Opex (Operational Expenditure) atañe a los gastos relacionados con el funcionamiento de la empresa (talento humano, servicios, consultoría, gestión de proyectos, etc.) los cuales son las principales reducciones de gastos al aplicar proyectos de virtualización en TI ya que abarcan: Compras de servidores, Compra de hardware de red, Consumo eléctrico, la necesidad de contratación de talento humano y Disminución de espacio en los racks del centro de datos.

La facilidad de despliegue de nuevos servidores virtuales sobre un mismo equipo físico separa las aplicaciones del hardware y evita la ralentización en los procesos de implementación. Estos procesos en empresas grandes o medianas logran cumplirse en varias aplicaciones virtuales simultáneamente de manera automática y no necesita de nuevos recursos de hardware. La fácil administración de los entornos virtuales es otra ventaja permitiendo supervisar todas las máquinas virtuales de forma centralizada disminuyendo el tiempo requerido. La gestión de cambio en los sistemas de información se refiere al control del tiempo o ciclo de vida debido a la obsolescencia del producto vista desde de la evolución tecnológica que disminuye el valor que

tienen los dispositivos o las aplicaciones. Varias empresas que aún funcionan con aplicaciones sobre S.O antiguos corren el riesgo de en caso que sus servidores colapsen no poder levantar la información en otros equipos debido a que el hardware de los nuevos servidores no soporte el sistema, evitando un gasto excesivo de manera inmediata al precipitarse en el desarrollo de nuevas aplicaciones.

La migración de estas aplicaciones hacia un entorno virtual resuelve esta problemática debido a que los sistemas de virtualización permanecen en desarrollo con soportes o actualizaciones estables por parte de las empresas fabricantes y el hardware que soportan los sistemas virtuales esta actualizado. La obsolescencia de material se reduce en gran medida ya que las máquinas virtuales son independientes del hardware y la migración desde un servidor obsoleto a uno actual se realiza de forma transparente.

#### **2.4 Desventajas de la virtualización**

Según (Ros Marin, 2009) la virtualización aporta innumerables beneficios para el trabajo de una empresa aunque depende mucho de la herramienta a utilizar, pero también existen algunos inconvenientes al trabajar con VM que podrían considerarse como desventajas y elementos en contra de esta tecnología.

Existen algunas empresas que sienten rechazo a entornos virtualizados o varios encargados de sistemas se oponen porque un sistema virtual no posee el mismo rendimiento que un sistema directamente instalado, ya que el hipervisor introduce una capa de gestión intermedia al hardware afectando el rendimiento de la máquina virtual.

Existen equipos no compatibles a la virtualización o sistemas que no tienen soporte del fabricante en para entornos virtualizados. Al software de virtualización no les es posible utilizar dispositivos de hardware que no pueda gestionar o sistemas que imponen una serie de regulaciones y licenciamiento que es mejor excluir del entorno virtual.

Aparentemente la virtualización es simple pero para evitar un desgastante y costoso proceso de cambio de solución de virtualización se requieren de una base formativa con conocimientos bien consolidados sobre portabilidad de los sistemas y entornos virtualizados más un proceso previo de elección de la adecuada herramienta de virtualización.

Trabajar con VM implica realizar un replanteamiento sobre el almacenamiento y se debe disponer de espacio sobredimensionado, ya que en entornos con poco espacio las máquinas virtuales fallan y se puede llegar a un desperdicio de recursos de hardware ya que proliferan máquinas virtuales las cuales después de utilizarlas los administradores no las liberan.

## **2.5 Clustering**

(Castro Cuasapaz & Massa Manzanillas, 2010) explican que esta tecnología fue desarrollada en los años 60 y consiste de un arreglo de computadoras conectadas que trabajando juntas pueden ser vistas como un único sistema. Dentro del clúster cada uno de sus miembros es controlado por el software supervisor y trabajan en las mismas funciones sea para ofrecer alto rendimiento, alta disponibilidad o balanceo de carga. La optimización de carga computacional o alto rendimiento es un arreglo utilizado para atender peticiones de aplicaciones que ocupan gran cantidad de procesamiento y/o memoria por grandes cantidades de tiempo. Cuando un servidor se vuelve lento debido a la congestión de información esta opción permite configurar más servidores y repartir las peticiones de los clientes entre ellos antes que incrementar la memoria,

ampliar el disco duro o actualizar el micro procesador. El tráfico de información está en constante crecimiento y con esta configuración se aumenta la velocidad de respuesta de la aplicación por parte del usuario, mejora la fiabilidad del sistema y presenta tolerancia a fallos, permitiendo reparar o mantener cualquier servidor en línea sin que afecte al resto del servicio. Así es como muchos de los sitios web pueden soportar toda la demanda que reciben, gracias al uso de un clúster con servidores espejo conocidos como granjas de servidores.

El término Alta disponibilidad debe entenderse como un protocolo de diseño del sistema y su implementación asociada que asegura un cierto grado de continuidad operacional durante un período de tiempo establecido, un sistema que supere un porcentaje de disponibilidad del 99.5% se denomina un sistema de alta disponibilidad. Todo sistema con estas características debe contar con un SLA (Service Level Agreement) o un acuerdo de nivel de servicio que defina el tiempo de vigencia del servicio, la disponibilidad para los servicios en IT que funcionan 24/7 se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{Avialability} = \frac{EU - DD}{EU} \times 100$$

*Ecuación 2: Cálculo de Disponibilidad.*  
Fuente: (Cheng, 2014)

Dónde:

Expected Up.time (EU) = Horas comprometidas de disponibilidad: 24 x 365 = 8,760 Horas/año.

Downtime duration (DD) = Número de horas fuera de línea (Horas de “caída del sistema” durante el tiempo de disponibilidad comprometido).

**Tabla 2***Disponibilidad para un sistema 24/7.*

<b>Disponibilidad (%)</b>	<b>Tiempo Offline/año</b>	<b>Tiempo Offline/mes</b>	<b>Tiempo Offline/día</b>
90%	36.5 días	73 hrs	2.4 hrs
95%	18.3 días	36.5 hrs	1.2 hrs
98%	7.3 días	14.6 hrs	28.8 min
99%	3.7 días	7.3 hrs	14.4 min
99.5%	1.8 días	3.66 hrs	7.22 min
99.9%	8.8 hrs	43.8 min	1.46 min
99.95%	4.4 hrs	21.9 min	43.8 s
99.99%	52.6 min	4.4 min	8.6 s
99.999%	5.26 min	26.3 s	0.86 s
99.9999%	31.5 s	2.62 s	0.08 s

Fuente: <https://everac99.wordpress.com/2008/08/19/alta-disponibilidad-que-es-y-como-se-logra/>

En la Tabla 2 se muestra el porcentaje de disponibilidad para los servicios en IT que funcionan 24 horas los 7 días de la semana dependiendo del tiempo de caída del sistema. Un clúster con mínimo dos máquinas actuarán como nodos redundantes y es una estructura por la cual los recursos estarán mayormente disponibles.

## **2.6 Software de virtualización open source Proxmox**

Proxmox VE es una solución completa de virtualización de código abierto basada en Debian con kernel RHEL utiliza dos tecnologías de virtualización KVM (Kernel-based Virtual Machine) y LXC (Linux Container) se encuentra licenciado bajo la GNU Affero General Public License (AGPL) v3. (Proxmox Server Solutions GmbH, 2018).

KVM (Kernel-based Virtual Machine) está basada en una modificación a QEMU, el cual es un emulador de procesadores con capacidad de virtualización que permite la ejecución de múltiples máquinas virtuales (Windows, Linux, Unix de 32 o 64 bits) con su propio hardware

virtual. QUEMU convierte el código binario de la arquitectura de la máquina física en código que pueda ser entendido por la máquina virtual huésped soportando cualquier sistema operativo

LXC (Linux Containers) es una tecnología de virtualización a nivel de sistema operativo permite la ejecución de múltiples instancias de sistemas operativos aislados ubicados sobre un único servidor físico, con la ventaja de que cada máquina virtual ocupa los recursos hardware del servidor anfitrión, obteniendo con esto una mejora en el rendimiento, escalabilidad, densidad, administración de recursos dinámico ya que cada una de las máquinas ejecutan sobre el propio Kernel del sistema operativo del equipo físico los anfitrión huéspedes como los es deben ser GNU/Linux. (Navarro, 2016).

**Tabla 3**

*Comparativa entre herramientas de virtualización.*

	<b>Proxmox VE V3.3</b>	<b>VMWare vSphere Std 5.5</b>	<b>Windows Hyper-V 2012 R2</b>	<b>Citrix XenServer</b>
Código Abierto	Sí (AGPL, v3)	No	No	Sí
Soporte a Sistema Operativo Invitado	Windows y Linux (KVM), compatible con otros sistemas operativos.	Windows, Linux, UNIX	Windows con Sistema Operativo actualizado, soporte limitado a Linux	La mayoría del Sistema Operativo en Windows, el soporte de Linux es limitado
Contenedores Linux (LXC)	Sí	No	No	Un paquete suplementario de administración de contenedores admite CoreOS, para Linux y Windows
Vista única para administración (control centralizado)	Sí	Sí, pero requiere un servidor de administración dedicado o VM	Sí, pero requiere un servidor de administración dedicado o VM	Sí

Estructura de suscripción simple	Sí, un precio de suscripción, todas las funciones habilitadas	No	No	Libre, Estándar y Enterprise	
Alta Disponibilidad (HA)	Sí	Sí	Requiere clúster Microsoft Failover, compatibilidad limitada con el sistema operativo invitado	Sí	
Instantáneas de VM en vivo: copia de unaVM en ejecución	Sí	Sí	Limitado	Sí	
Hipervisor tipo1	Sí	Sí	Sí	Sí	
Migración de VM	Sí	Sí	Sí	Sí	
Servidor Físico	Cores HW	160 (5120)	320	320	320
	RAM	4TB(64TB)	4TB	4TB	4TB
	vCPU	N/A	2048	2048	2048
	vCORE	160	64	64	8
	vRAM	4TB	1TB	1TB	1TB
VM	vDisk	N/A	62TB	64TB	62TB
	VM activos	N/A	512	1024	512
Clúster	Nodos clúster	16	32	64	N/A
	VMs	N/A	4000	8000	N/A

Fuente: (Crump, 2018)

### 2.6.1 Proxmox Virtual Environment

Proxmox Server Solutions GmbH, 2018 en su portal web oficial publica que este software de virtualización es un hipervisor de tipo I ejecutándose directamente sobre el hardware del equipo físico permitiendo que las máquinas virtuales se comporten como un servidor aislado autosuficiente con sus propios procesos, usuarios, archivos de configuración, sistema operativo y software de aplicación. Se administra por medio de una interfaz gráfica de usuario GUI (del

inglés Graphical User Interface) a través de una página web y utiliza para autenticación segura acceso al área utilizando LDAP/Active Directory o con cuentas propias de Proxmox. Desde la GUI de Proxmox se realiza la configuración, creación, mantenimiento y gestión de máquinas virtuales de forma similar al resto de soluciones en la actualidad.

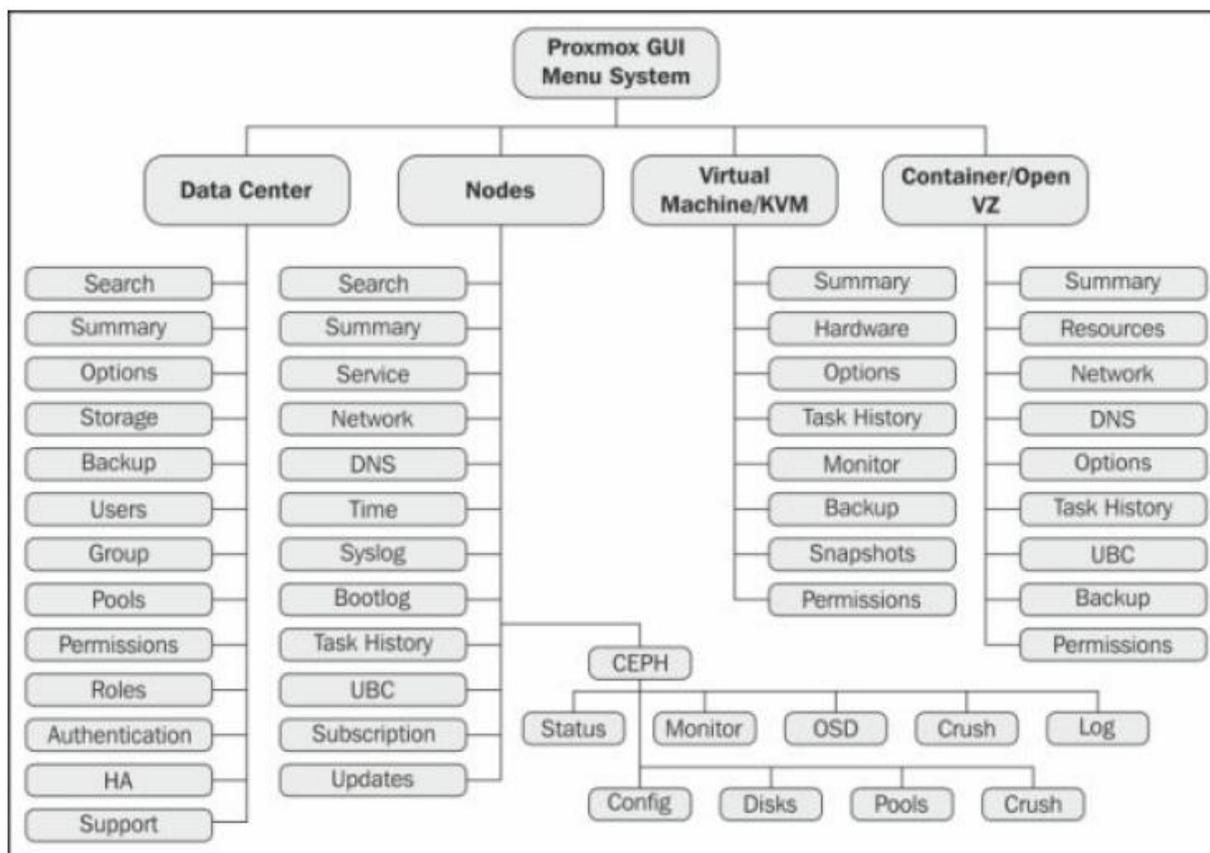


Figura 19: Estructura de opciones del menú de Proxmox.

Fuente: (Ahmed W, 2014).

La Figura 19 muestra una representación de las opciones disponibles desde el menú GUI de Proxmox, este hipervisor está diseñado para ser utilizado en varios nodos formando un clúster donde cualquiera de los nodos puede tomar control del clúster pero debe definirse uno como “maestro” con el objetivo de centralizar el trabajo pero cada nodo tiene replicando la información del "maestro" y cuenta con su propia interfaz web de administración en caso de que el nodo maestro falle.

(Cheng, 2014) en su obra afirma que la administración centralizada permite a través de una interfaz web simplificar las tareas realizadas dentro de un clúster compuesto por varios equipos físicos (nodos). Las tareas para movilizar máquinas virtuales se pueden hacer automáticamente definiendo reglas de "Alta disponibilidad" entre los nodos del clúster por ejemplo en caso de que un nodo este sobrecargado las máquinas virtuales que contiene se transfiere a otro nodo con menos carga. Las tareas de Backup & Restore o snapshot Live permiten recuperar desde un estado anterior la configuración de una máquina virtual y realizar copias instantáneas sea de forma programada o manual se las por medio de la GUI. Proxmox gestiona las tarjetas de red físicas a través de puentes o "Bridges" para asociar una o varias tarjetas generando un balanceo automático del tráfico de red de las máquinas virtuales, también permite utilizar dispositivos de almacenamiento NAS utilizando NFS o de SAN utilizando ISCSI.

### **2.6.2 Almacenamiento compartido con Proxmox**

(Castro Cuasapaz & Massa Manzanillas, 2010) describen en su proyecto de titulación que un clúster en Proxmox puede funcionar con un sistema de almacenamiento local o Direct Attached Storage (DAS) pero es solo con un sistema de almacenamiento compartido donde existen muchos beneficios para el clúster haciendo más simple su administración pero su uso no es absolutamente necesario. Un medio de almacenamiento compartido al que pueden acceder de forma simultánea varios dispositivos o nodos por medio de la red provee beneficios al clúster proxmox como: Migración en tiempo real de una máquina virtual de un nodo, Expansión del espacio de almacenamiento en un multi-nodo, Respaldo centralizado y Administración centralizada del almacenamiento.

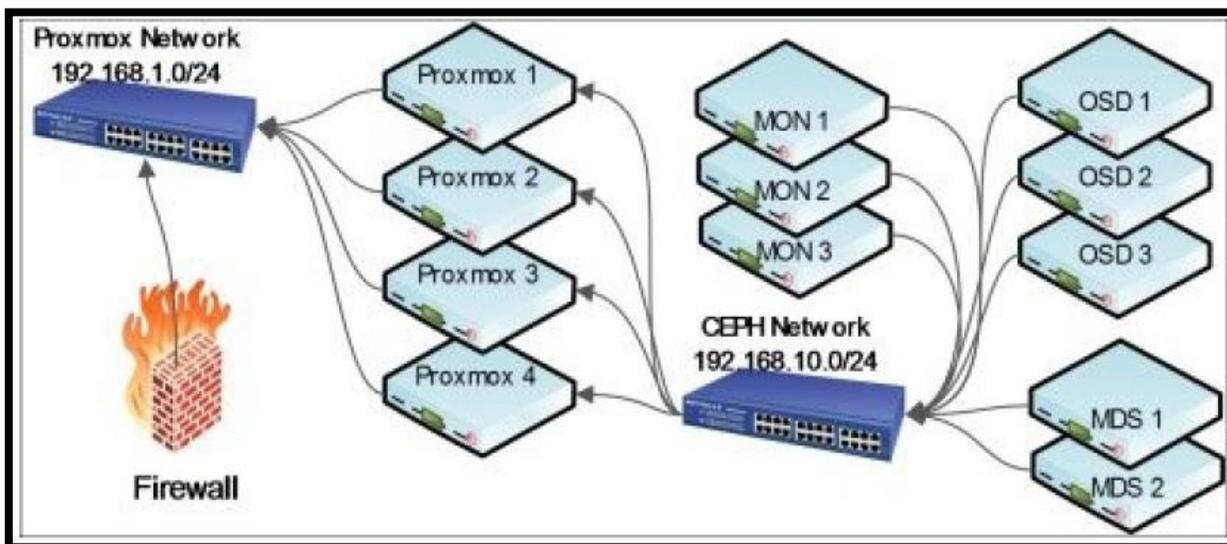
**Tabla 4**

*Sistemas de almacenamiento compatibles con Proxmox.*

Storage Option	iSCSI	DRBD	GlusterFS	CEPH
Cost	Hardware-based NAS: High	Low	Medium	Medium
	Software-based NAS: Low			
Difficulty on implementation	Easy	Easy	Medium	Easy(via GUI)
Data-protection level	No, provided by filesystem	Low(Data synchronization)	High (File replica)	High (File replica)
Scalability	Low	Low	High	High

**Fuente:** Cheng, S. M. (2014). *Proxmox High Availability*. Birmingham, Mumbai: Packt Publishing Ltd.

En la Tabla 4 se puede observar una comparación entre los diferentes sistemas de almacenamiento compatibles con la herramienta según, entre las cuales se encuentra Ceph el cual puede ser instalado y correr directamente sobre un nodo a partir de la versión 3.2 de Proxmox permitiendo administrar el clúster Ceph de forma centralizada desde la GUI pero antes por medio de la línea de comandos en el terminal del nodo se debe instalar Ceph monitor.



*Figura 20: Componentes de un clúster Ceph en Proxmox*  
Fuente: (Ahmed W, 2014).

El diagrama de bloques del clúster Ceph en Proxmox ilustrado en la Figura 20 muestra los nodos de almacenamiento Ceph conectados a subredes separadas ubicadas en diferentes switch como una propuesta para mitigar la penalización en el performance por parte de la red. El proceso de alta disponibilidad en el clúster requiere que el clúster se comunique constantemente necesitando de una conexión de red de alta velocidad para que se repliquen correctamente los objetos dentro del clúster.

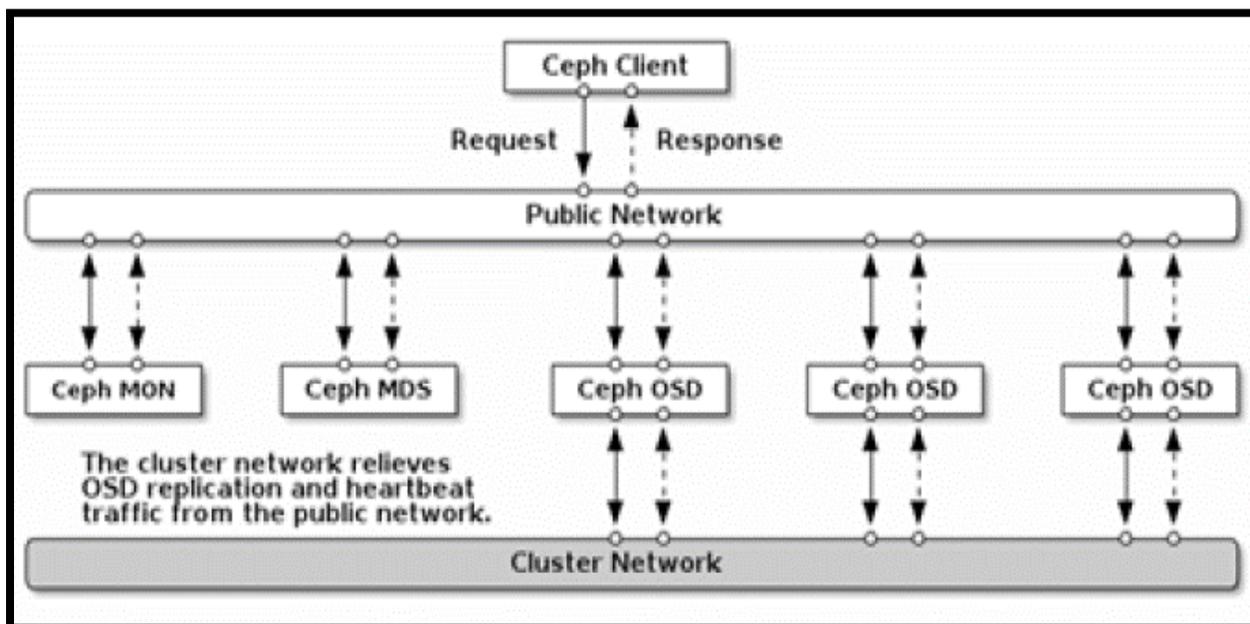


Figura 21: Estructura del almacenamiento distribuido Ceph.  
Fuente: (Bahillo Lozano, 2016).

Los componentes del clúster Ceph en la Figura 21 muestra que requiere para su funcionamiento de al menos un Ceph MOM, un Ceph MDS y dos Ceph OSDs, donde el tráfico interno del protocolo Ceph está en subredes separadas para no afectar al tráfico de la subnet pública de las máquinas virtuales en producción. Proxmox ha añadido una utilidad por línea de comandos llamada pveceph para realizar varias tareas de Ceph, la Tabla 5 a continuación muestra los comandos que posee la herramienta:

**Tabla 5**

*Comandos de la herramienta pveceph en Proxmox.*

Command	Task performed
pveceph createmon	This creates Ceph Monitors and must be run from the node to become a monitor.
pveceph createpool <name>	This creates a new pool and can be used from any node.
pveceph destroymon <id>	This removes Monitor.
pveceph destroypool <name>	This removes the Ceph pool.
pveceph init -- network<x.x.x.0/x>	This creates the initial Ceph configuration file based on the network CIDR used.
pveceph start <service>	This starts Ceph daemon services such as MON, OSD, and MDS.
pveceph stop <service>	This stops Ceph daemon services such as MON, OSD, and MDS.
pveceph status	This shows cluster, Monitor, MDS, OSD status, and cluster ID.
pveceph createosd </dev/X>	This creates OSD daemons.
pveceph destroyosd <osdid>	This removes OSD daemons.
pveceph install	This installs Ceph on the Proxmox node.
pveceph purge	Removes Ceph and all Ceph-related data from the node that is running from.

**Fuente:** Cheng, S. M. (2014). *Proxmox High Availability*. Birmingham, Mumbai: Packt Publishing Ltd.

Los laboratorios de Proxmox han publicado en su sitio oficial los resultados de las mediciones del desempeño de diferentes configuraciones de clúster Proxmox con almacenamiento compartido Ceph que busca detallar las comparaciones de mediciones con una configuración de hardware utilizados para la realización de estas pruebas descrita en la Tabla 6.

**Tabla 6**

*Hardware de los servidores bechmark Ceph.*

Descripción del Dispositivo	Detalle del Dispositivo
CPU	Single Intel Xeon E5-2620v4 2,1 GHz 8/16 2133
Mainboard	Supermicro X10Sri-F S2011-3
Case	2 U Supermicro Chassis 8x Hotswap
Dual 1 GB NIC	Intel I350 (on board)
Dual 10 GB NIC	Intel X550T
Dual 100 GB NIC	Mellanox MCX456A-ECAT ConnectX-4, x16 PCIe 3.0
Memory	4 x 16 GB DDR4 FSB2400 288-pin REG x 4 1R

**Fuente:** *Ceph Benchmark*. Proxmox (2018).

Los clúster en las pruebas realizadas utilizaron desde tres hasta seis servidores de idénticas características con sistema Proxmox VE 5.1, pve-kernel-4.13.13-5-pve y Ceph Versión 12.2.2 (Luminous) con equipos de conmutación a 1Gbps, 10Gbps y 100Gbps. La configuración del clúster busca medir el desempeño de los discos SSDs SATA de clase empresarial que componen el almacenamiento compartido distribuido Ceph.

**Tabla 7**

*Equipos de red en bechmark Ceph.*

<b>Velocidad Tx (Gbps)</b>	<b>Descripción</b>	<b>MTU</b>	<b>Conector</b>
1	Cisco SG300-28	9000	RJ45
10	Cisco SG350XG-2F10	9000	RJ45
100	Mellanox MSN2100-CB2F	9000	QSFP+(DAC cable)

**Fuente:** *Ceph Benchmarking*. Proxmox (2018).

En la Tabla 7 se muestran los dispositivos de conmutación utilizados para proveer conectividad a los componentes del almacenamiento Ceph, los equipos de red propuestos se conectan directamente a las tarjetas de los servidores. La configuración propuesta busca presentar datos detallados de mediciones de performance con configuraciones para ambientes virtuales empresariales que crecen de forma exponencial alcanzado terabytes. En esta configuración del clúster Ceph bajo Proxmox se utilizaron veinticuatro discos solidos de clase empresarial Samsung SM863 Series, 2.5", 240 GB SSD, SATA-3 (6 Gb/s) MLC, durante en desarrollo de las pruebas se realizaron mediciones de la velocidad de escritura/ lectura utilizando la herramienta Fio - Flexible I/O Tester Synthetic Benchmark.

**Tabla 8**

*Benchmark a discos con flexible I/O tester synthetic.*

	<b>Capacity (GB)</b>	<b>Bandwidth (KB)</b>	<b>4K IO/s</b>	<b>Latency (ms)</b>
Intel SSD DC P3700 Series	800	300 650	75 162	0.01
Samsung SM863 2.5 inch SSD	240	69 942	17 485	0.06
Intel DC S3510	120	50 075	12 518	0.08
Intel DC S3500	120	48 398	12 099	0.08
Samsung SSD 850 EVO	1000	1 359	339	2.94
Crucial MX100	512	1 017	254	3.93
Seagate Constellation 7200	500	471	117	8.47

**Fuente:** *Ceph Benchmarking*. Proxmox (2018).

Los resultados que se muestran en la Tabla 8 sintetizan las mediciones realizadas con la herramienta comparando varios modelos de discos de estado sólido SSD de clase empresarial. Cada nodo Proxmox en la prueba cuenta con cuatro discos solidos Samsung SM863 Series, 2.5", 240 GB SSD, SATA-3 (6 Gb/s), conectados por puertos SATA que una vez configurado el clúster con tres equipos se realizaran mediciones de velocidad de escritura/ lectura y se incrementaran nodos al clúster hasta llegar a un clúster de 6 nodos.

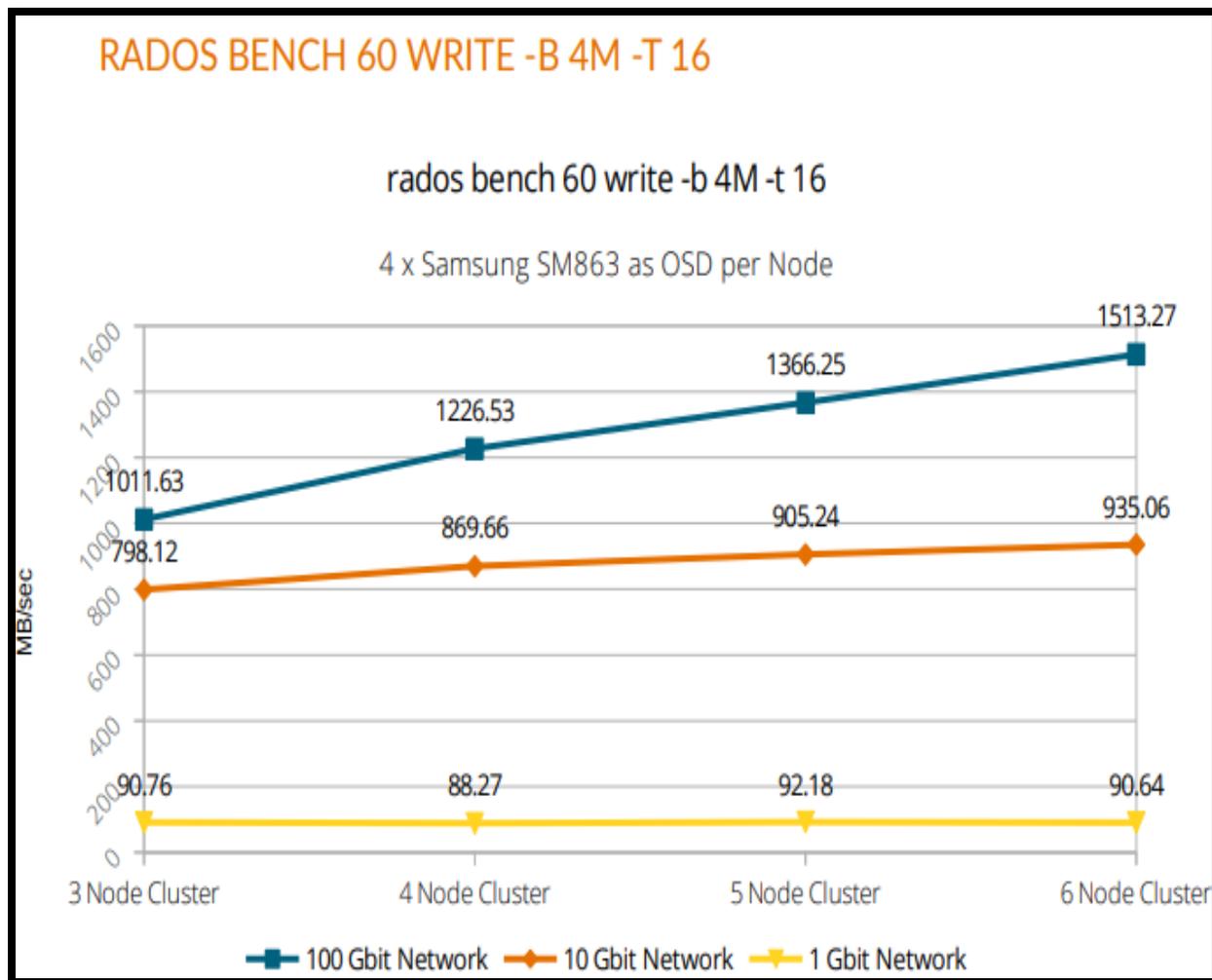


Figura 22: Benchmark de escritura en Ceph.

Fuente: (Proxmox, 2018).

La Figura 22 muestra una tabulación de los resultados de benchmark de velocidad de escritura en el clúster de almacenamiento compartido Ceph formados por tres hasta seis nodos conectados a través de equipos a 1GB, 10GB, 100GB. Los resultados detallados en la figura muestran que la red a 1GB es un cuello de botella y demasiado lenta para el funcionamiento de Ceph. La red a 10GB muestra un desempeño aceptable al compararlo con la red de mayor velocidad y menor latencia a 100GB.

<b>rados bench 60 write -b 4M -t 16 --no-cleanup</b>				
	<b>3x PVE server</b>	<b>4x PVE server</b>	<b>5x PVE server</b>	<b>6x PVE server</b>
	<b>4x OSD</b>	<b>4x OSD</b>	<b>4x OSD</b>	<b>4x OSD</b>
Total time run	60,644363	60,676423	60,531833	60,854383
Total writes made	1376	1339	1395	1379
Write size	4194304	4194304	4194304	4194304
Object size	4194304	4194304	4194304	4194304
Bandwidth (MB/sec)	90,7586	88,2715	92,1829	90,6426
Stddev Bandwidth	10,2531	9,96173	9,79704	9,9708
Max bandwidth (MB/sec)	112	108	112	120
Min bandwidth (MB/sec)	56	48	56	64
Average IOPS	22	22	23	22
Stddev IOPS	2	2	2	2
Max IOPS	28	27	28	30
Min IOPS	14	12	14	16
Average Latency(s)	0,704943	0,72446	0,693249	0,70481
Stddev Latency(s)	0,312725	0,419107	0,368529	0,375625
Max latency(s)	2,64279	3,17659	2,43904	2,73383
Min latency(s)	0,166366	0,11793	0,165403	0,182647

<b>rados bench 60 read -t 16 (uses 4M from write)</b>				
	<b>3x PVE server</b>	<b>4x PVE server</b>	<b>5x PVE server</b>	<b>6x PVE server</b>
	<b>4x OSD</b>	<b>4x OSD</b>	<b>4x OSD</b>	<b>4x OSD</b>
Total time run	30,386871	36,733745	40,426325	28,384968
Total reads made	1277	1339	1395	1379
Read size	4194304	4194304	4194304	4194304
Object size	4194304	4194304	4194304	4194304
Bandwidth (MB/sec)	168,099	145,806	138,029	194,328
Average IOPS	42	36	34	48
Stddev IOPS	7	3	3	5
Max IOPS	62	46	41	61
Min IOPS	28	29	28	39
Average Latency(s)	0,37818	0,436791	0,461879	0,328732
Max latency(s)	3,46065	2,43843	2,74635	2,42268
Min latency(s)	0,0107721	0,0108157	0,0105782	0,0106463

Figura 23 Resultados del bechmark de lectura y escritura en Ceph.

Fuente: (Proxmox, 2018).

En la Figura 23 se muestran los resultados tabulados presentados por la herramienta Fio - Flexible I/O Tester Synthetic Benchmark que son representados por las gráficas son de las pruebas de escritura/lectura en el clúster.

Según (Proxmox, 2018) el Benchmarking fue realizado con cuatro Samsung SM863 240GB 2.5 SSD por nodo pero también recomiendan los discos Samsung SM863 SSDs el cual es una versión de estos discos actualmente disponible en 1 TB y 2 TB.

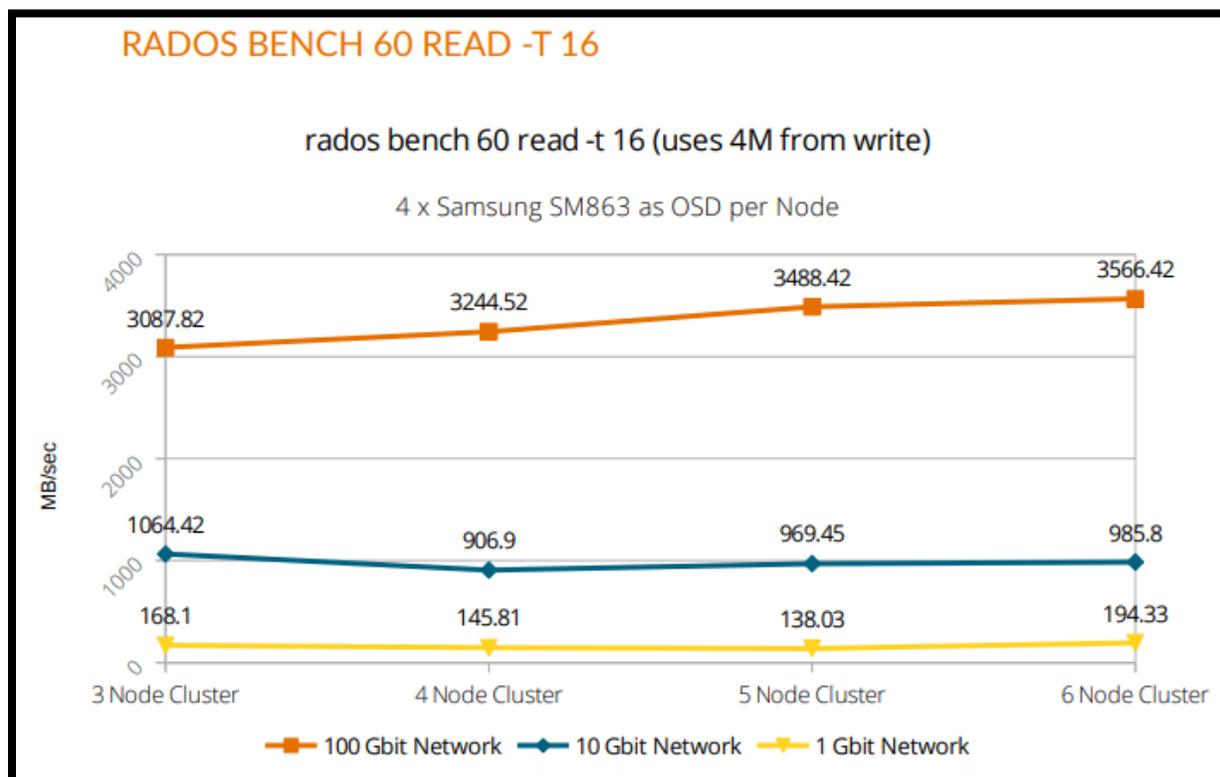


Figura 24: Benchmark de lectura en Ceph.  
Fuente: (Proxmox, 2018).

En la Figura 24 se muestran los valores del benchmark Rados de lectura comparados contra las mediciones a 1Gbps a 10 Gbps y a 100Gbps cada nodo cuenta con cuatro discos SSD y cuatro OSD en el clúster.

### 2.6.3 Clúster de alta disponibilidad en Proxmox

Según (Cheng, 2014), la plataforma de virtualización Proxmox a desarrollando una herramienta integrada denominada Proxmox Cluster file system (pmxcfs) para almacenar y replicar en tiempo real los archivos de configuración del clúster los cuales poseen un máximo de

tamaño de 30 MB utilizados para sincronizar a todos los nodos miembros utilizando corosync y Filesystem in Userspace (FUSE ).

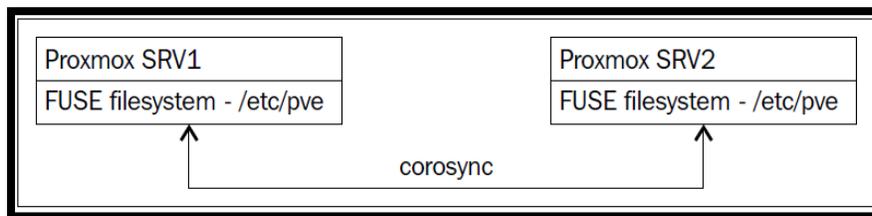


Figura 25: Componentes de Proxmox cluster filesystem.  
Fuente: (Cheng Simon, 2014)

La estructura del sistema de archivos de proxmox cluster filesystem gráficamente ilustrada en la Figura 25 muestra los componentes creados por Filesystem in Userspace (FUSE) y permite al usuario definir su propio dispositivo en su propio espacio que no está conectado directamente al kernel del sistema. Corosync Cluster Engine (Corosync) es un grupo de comunicaciones del sistema que permite a los nodos clientes del clúster comunicarse entre ellos.

## Tabla 9

*Estructura del sistema de archivos Proxmox cluster file system.*

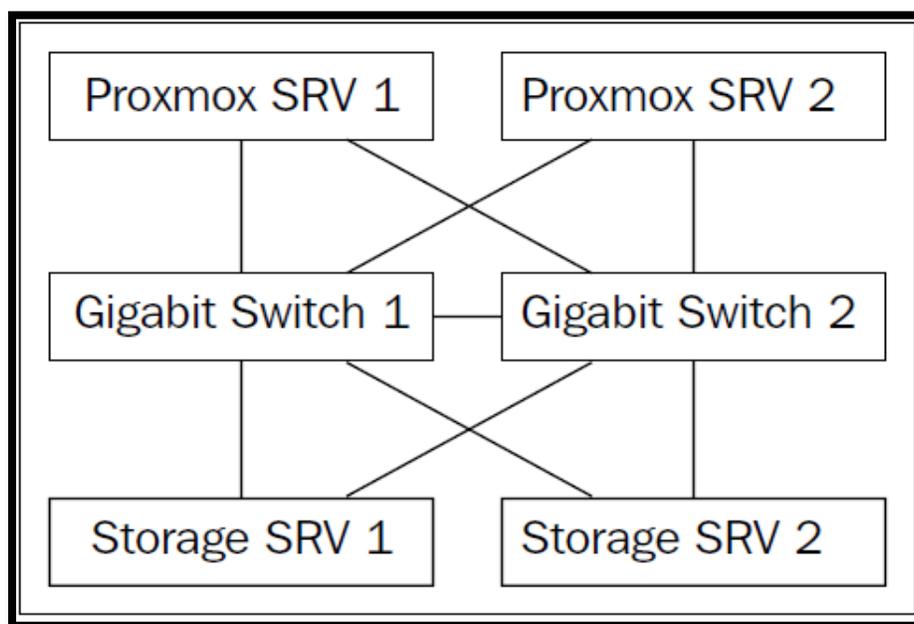
Filename/location	File function
#/etc/pve/datacenter.cfg	Proxmox VE datacenter configuration file. Used to change options, such as default language, keyboard layout, default console, and so on.
#/etc/pve/cluster.conf	Cluster main configuration file. Can also be used to change the vote of a particular node.
#/etc/pve/storage.cfg	PVE storage configuration file. Holds all the information about local or shared storage system.
#/etc/pve/user.cfg	User list and access control configuration for all users and groups in the cluster.
#/etc/pve/authkey.pub	Public key used by the ticket system.
#/etc/pve/priv/shadow.cfg	Shadow password file for users.
#/etc/pve/priv/authkey.key	Private key used by the ticket system.
#/etc/pve/nodes/<name>/pve-ssl.pem	Public SSL key for the web server. Used to access Proxmox WebGUI.

<code>#/etc/pve/nodes/&lt;name&gt;/priv/pve-ssl.key</code>	Private SSL key.
<code>#/etc/pve/nodes/&lt;name&gt;/qemu-server/&lt;vmid&gt;.conf</code>	Virtual machine configuration data for KVM VMs.
<code># /etc/pve/.version</code>	File versions' data to detect file modifications.
<code># /etc/pve/.members</code>	Information nodes that are members of the cluster.
<code># /etc/pve/.vmlist</code>	List of all VMs in the cluster.
<code># /etc/pve/.clusterlog</code>	Last 50 entries of the cluster log.
<code># /etc/pve/.rrd</code>	Most recent entries of RRD data.

---

**Fuente:** Cheng, S. M. (2014). *Proxmox High Availability*. Birmingham, Mumbai: Packt Publishing Ltd.

La Tabla 9 muestra la estructura de la carpeta perteneciente al sistema de archivos Proxmox clúster file system que se instala automáticamente como parte de la herramienta de virtualización localizada en: `# /etc/pve`



*Figura 26:* Diagrama de conexión de un clúster de alta disponibilidad.  
Fuente: (Cheng Simon, 2014)

En la Figura 26 se muestra de forma gráfica la configuración física mínima propuesta para un clúster configurado con alta disponibilidad donde se busca poseer redundancia pero se debe buscar un balance entre soluciones económicas pero robustas que permitan redundancia física como: al menos dos servidores conectados cada uno a diferentes equipos de conmutación también conectados por otra interfaz de red un sistema de almacenamiento común redundante.

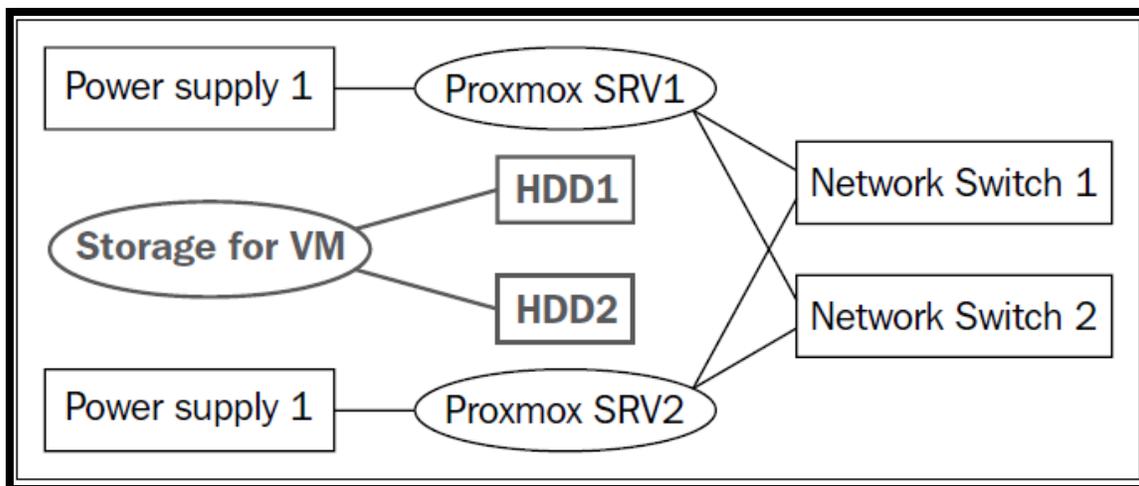
**Tabla 10**

*Requerimientos para configurar un clúster Proxmox.*

Producto	Proxmox VE	Proxmox VE Clúster
Number of nodes	1	2 (minimum)
Quorum disk	No	Yes
Storage	Local	Shared
HA	No	Yes

**Fuente:** Cheng, S. M. (2014). *Proxmox High Availability*. Birmingham, Mumbai: Packt Publishing Ltd.

Para conseguir un sistema de almacenamiento compartido de bajo costo sin la necesidad de comprar hardware especializado de almacenamiento adicional se utiliza DRBD, por medio de este se sincroniza el contenido del almacenamiento del contenido del disco HDD1 sincronizándolo con el contenido de HDD2 vía red haciendo que el almacenamiento de SRV1 y SRV2 sea usado como un storage espejo vía red en la siguiente configuración como nos muestra la Figura 27 a continuación.



*Figura 27: Componentes de un clúster de alta disponibilidad en Proxmox.*

Fuente: (Cheng Simon, 2014).

Los componentes de un clúster de alta disponibilidad en Proxmox presentados en la Figura 27 muestran la distribución del hardware de un clúster con almacenamiento compartido con al menos dos nodos y una configuración redundante de red.

### 2.6.4 Plan de capacitación certificada en Proxmox VE

Proxmox Server Solutions GmbH, 2004-20019 y sus Partners autorizados de capacitación ofrecen cursos presenciales certificados de instalación y administración avanzada existiendo diferentes planes en países disponibles como Austria, Francia y Alemania. El contenido completo del curso es necesario para la configuración y la administración de la infraestructura informática propuesta, los precios referenciales con las próximas fechas de cursos se refieren a un curso compacto de cuatro días que requiere conocimientos en Linux y redes de computadoras.

En Latino América no existen Partners autorizados por Proxmox para realizar capacitaciones certificadas aunque se ofertan cursos que abarcan en sus contenidos los temas necesarios para administrar la herramienta. Es recomendable invertir en la capacitación certificada hacia el personal de IT ya que conlleva ventajas empresariales el contar con profesionales certificados como convertirse en centros de capacitación certificados de la solución Proxmox VE y generar nuevas fuentes de ingresos.

**Tabla 11**

*Costos capacitaciones certificadas de Proxmox.*

AUSTRIA				
Fecha	Ciudad	Idioma del Curso	Facilitador	Precio &Registro
Enero 22-25, 2019	Vienna (AT)	Ingles	Proxmox	2,875.00 usd
Febrero 26- Marzo1, 2019	Vienna (AT)	Alemán	Proxmox	2,875.00 usd
Junio 25-28, 2019	Vienna (AT)	Alemán	Proxmox	2,875.00 usd
Septiembre 24-27, 2019	Vienna (AT)	Ingles	Proxmox	2,875.00 usd
Noviembre 26-29, 2019	Vienna (AT)	Alemán	Proxmox	2,875.00 usd

Fuente: (Proxmox, 2018)

Los costos del entrenamiento intensivo certificado por Proxmox publicado en la página web oficial se muestra en la Tabla 11, el contenido de los módulos se estas capacitaciones certificadas

las cuales combinan la teoría y la práctica elaborada en laboratorios promocionadas por Proxmox cubriendo la implementación, ensamblaje y configuración en el manejo de la herramienta a los participantes. Existen otros planes de capacitación que son de dos días de duración y toman la administración básica y la avanzada como cursos separados.

### 2.6.5 Plan de subscripción Proxmox VE

Según la información presentada en el portal oficial de Proxmox Server Solutions GmbH, este servicio adicional está diseñado para ayudar a los profesionales de TI y a los negocios a mantener actualizados sus despliegues de Proxmox VE. Proporcionando acceso a repositorios de software confiable con actualizaciones empresariales estables de seguridad, ayuda y soporte técnico con varias fuentes de documentación acerca de la herramienta Wiki, Foros, Videos y planes de subscripción flexibles, escalables que son licenciados por servidor físico y por socket de CPU. El período de subscripción por compra es de un año y permite el acceso a una amplia infraestructura de software y servicio de clase empresarial.

**Tabla 12**

*Costos de planes de subscripción a Proxmox*

	Premium	Standard	Basic	Community
Access to stable Enterprise-Repository and regular updates	Yes	Yes	Yes	Yes
Complete feature-set	Yes	Yes	Yes	Yes
License	GNU AGPL,v3	GNU AGPL,v3	GNU AGPL,v3	GNU AGPL,v3
Technical support	Via Customer Portal	Via Customer Portal	Via Customer Portal	Community Support
Support tickets included	Unlimited	10 per year	3 per year	None*
Response time	1 business day	1 business day	1 business day	n/a
Remote support (via SSH)	Yes	Yes	No	No

Pricing (dólares)	995 usd per year & CPU socket	453,04 usd per year & CPU socket	312.37 usd per year & CPU socket	93.62 usd per year & CPU socket
-------------------	-------------------------------------	--	--	---------------------------------------

\*Support via public Proxmox support forum

---

**Fuente:** Proxmox Server Solutions GmbH, 2004-20019

En la Tabla 12 se muestra el costo por el nivel de subscripción el cual es el mismo en todos los nodos que forman el clúster Proxmox por ejemplo en caso de que el clúster esté conformado por tres nodos y cada uno posea 1 socket CPU. Significa que se necesitan tres subscripciones, una por cada CPU sockets. Al ser un software open source distribuido bajo GNU Affero GPL, v3 puede ser utilizado descargado y modificado por los usuarios pero sin acceso a los repositorios empresariales probados por la empresa Proxmox.

## **2.7 Contraloría General del Estado en Ecuador en materia de TI.**

(Zambrano. D, Véléz. D y Daza. Y, 2017) destacan algunos marcos de control de objetivos para la información y tecnología relacionada según la Constitución del Ecuador, la Contraloría General del Estado (CGE) es el organismo técnico de control con autonomía administrativa, presupuestaria y financiera que tendrá atribuciones para controlar ingresos, gastos, inversión, utilización de recursos, administración y custodia de bienes públicos. La CGE establece dentro de las normas de control interno una sección en donde establece lineamientos a seguir en materia de tecnologías de la información y comunicación basadas en su mayoría por los estándares y prácticas establecidas por organismos internacionales.

Los modelos de Gobierno de TI existentes son flexibles a cualquier organización indistintamente del sector, área de desempeño o volumen de la empresa, todo depende del grado o nivel de madurez de la organización de TI. La documentación de políticas de organización de TI representa el cincuenta por ciento y el otro se genera con actividades internas articuladas de

implementación formando parte fundamental del gobierno corporativo de la empresa. Evolucionando conjuntamente para lograr utilizar un modelo integral bien adaptado a la realidad de la empresa que permita a las TI cumplir con las áreas focales del gobierno corporativo.

El reducido marco regulatorio y normativo en materia informática en el Ecuador presenta como las instituciones más importantes al momento de obtener una guía en estas prácticas a las instituciones: Information System Audit and Control Association (ISACA) y The Institute of Internal Auditors (IIA). Estas instituciones con presencia en la capital Quito han elaborado varios estándares y normas para que los lineamientos y políticas dentro de las instituciones tengan un marco de referencia y control como: COBIT, ITIL y la familia de ISO 27000. Estas normas se deben cumplir por todas las instituciones públicas y aquellas privadas que manejen recursos públicos para poder dar cumplimiento a las funciones otorgadas en la ley a dicho organismo de control. Finalmente, en la actualidad existen varios marcos de trabajo para la implementación de un gobierno de TI, lo que en algunas instancias conlleva a la confusión y la incorrecta aplicación, en el momento en que estos se combinan tomando algo de uno y algo de otro. Sin embargo lo más importante es saber llevar las ideas y las recomendaciones, mediante las guías de implementación, adicionalmente revisando algunos casos de estudio que se asemejen a la realidad de la organización que se desee establecer una gobernanza de TI y aplicar como se dijo en un párrafo anterior, cincuenta por ciento depende de los estándares y prácticas y el otro cincuenta por ciento depende de la organización que está implementando el gobierno de TI.



*Figura 28: Áreas de gobierno de TI*  
Fuente: (IT Governance Institute, 2015)

Ilustrado forma gráfica en la Figura 28 se muestra que el propósito del gobierno de TI es alinear las tecnologías de la información de la empresa con las necesidades del negocio. Consiste en el liderazgo de las estructuras y procesos organizativos que aseguran que las TI de la empresa sostengan los objetivos de la organización y forman una parte integral del gobierno corporativo.

## **2.8 Diseño de la arquitectura informática del centro de datos**

Los diseños deben orientarse por un conjunto de directrices con una clara visión de la futura evolución tecnológica de la empresa para evitar ser rehenes de malas decisiones realizadas anteriormente. Aunque la duración de los ciclos del tiempo de vida de la tecnología varía considerablemente debido a múltiples factores, según (Santana. G, 2014) se presenta un ciclo de vida promedio en proyectos: Edificaciones de 10 a 15 años, Cableado de energía eléctrica de 7 a 10 años, Cableado estructurado de redes de 3 a 5 años, Sistemas de Almacenamiento de 1 a 2 años, Adquisición de Servidores de 6 a 18 meses. Para el diseño se debe tomar en cuenta la tasa de crecimiento (growth rate) del datacenter que es una contabilización del número de servidores,

puertos del switch, usuarios, demanda de ancho de banda de las aplicaciones o alguna métrica que evite que la topología de red sea el cuello de botella durante una expansión ya que cuando varios elementos comparten un mismo recurso puede ocurrir una sobresuscripción a la relación de recursos físicos asignados para máquinas virtuales en comparación con el valor máximo que cada dispositivo físico potencialmente puede consumir.

El factor humano también debe ser analizado conjuntamente como componente integrante de los aspectos tecnológicos ya que influencia en el diseño del centro de datos y en su despliegue. El personal operacional del centro de datos está clásicamente dividido en equipos de soporte tecnológico especializados en áreas como servidores, almacenamiento, redes, aplicaciones, cableado, etc.

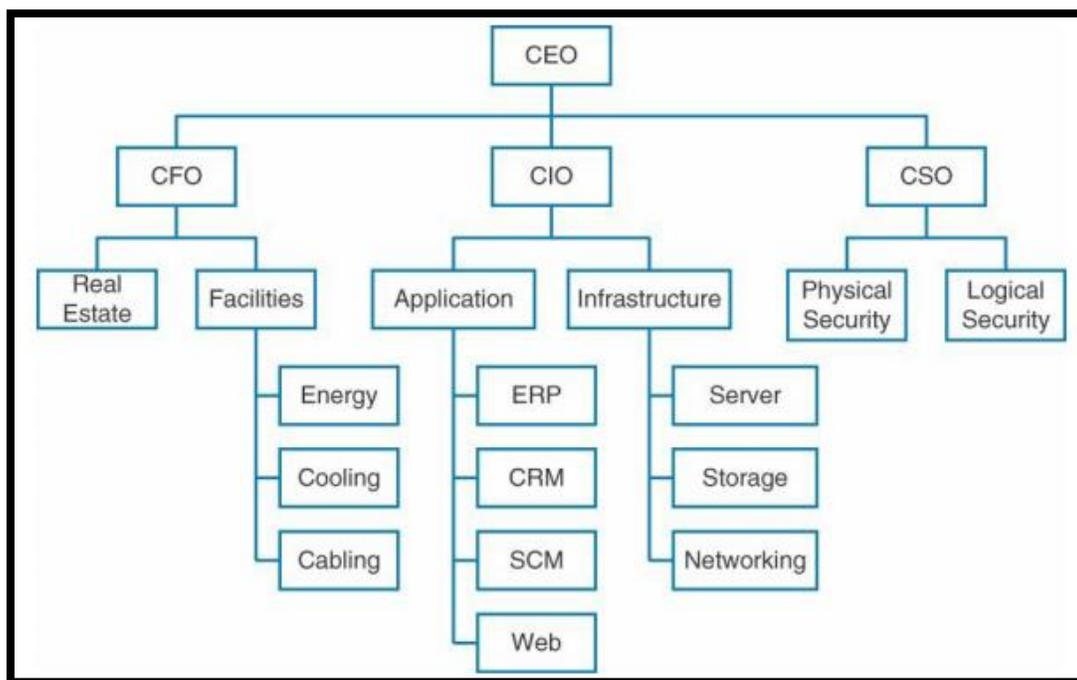


Figura 29: Diagrama estructura organizacional TI.

Fuente: (Cisco, 2014).

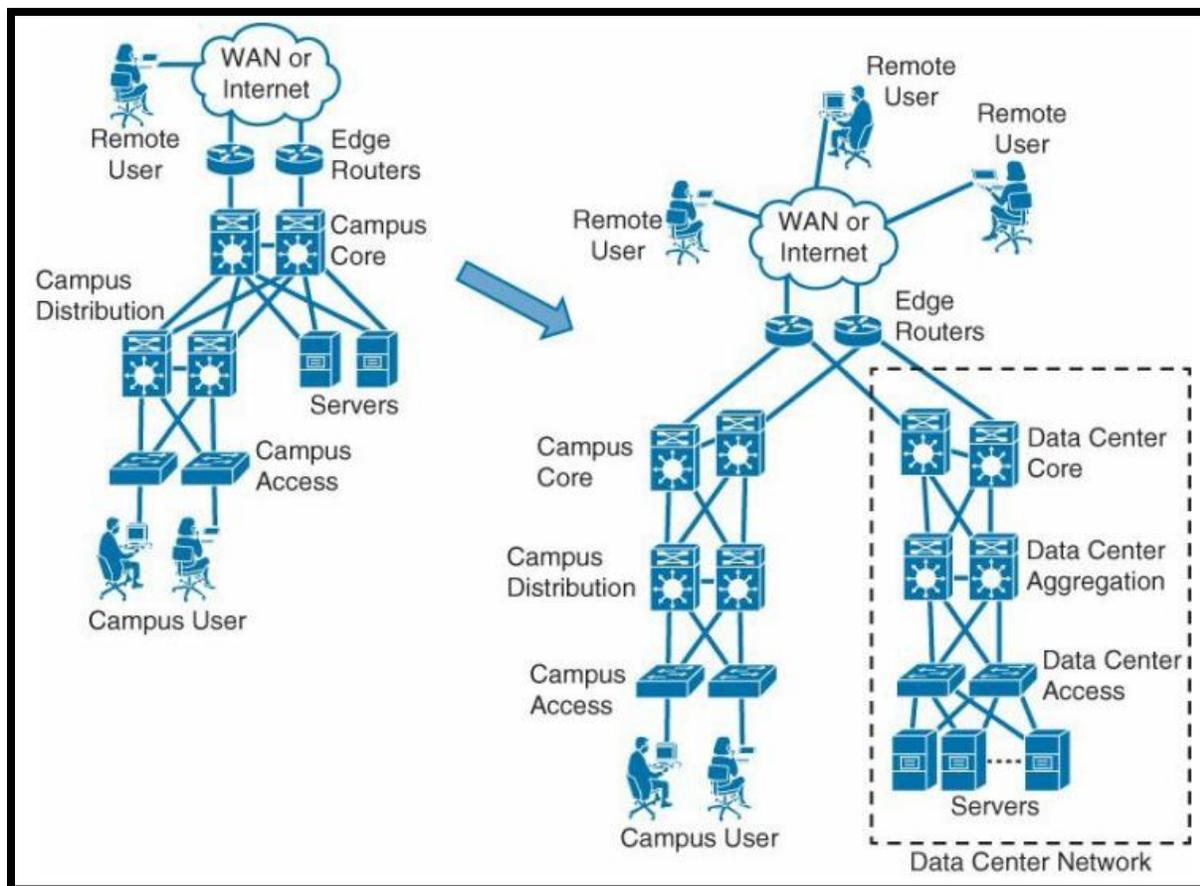
El modelo de diagrama organizacional que muestra la Figura 29 para el área de TI propuesto por Cisco distribuye la tecnología del centro de datos entre distintos dominios de decisión para

que la solución de inconvenientes requiera del trabajo interdependiente de toda la estructura organizacional de IT formado por:

- CEO (Chief Executive Officer) el cual ejerce como máximo responsable de la gestión y dirección administrativa en la empresa. Es el último responsable de la consecución de objetivos para el área de TI y de los objetivos corporativos de funcionamiento de la empresa.
- CFO (Chief Financial Officer) su responsabilidad es la planificación económica y financiera en base a los objetivos establecidos por la junta directiva.
- CIO (Chief Information Officer) Director de las Tecnologías de la Información Responsable de los sistemas de tecnologías de la información de la empresa a nivel de procesos y desde el punto de vista de la planificación centrado en la mejora de la eficiencia de procesos y en el análisis de las nuevas tecnologías.
- CSO (Chief Security Officer) Responsable de la Seguridad Corporativa posee como función principal el garantizar la seguridad física y lógica de la infraestructura tecnológica.

## **2.9 Estructura de red del centro de datos por capas**

Según (Santana G, 2014), el diseño tradicional de la estructura de red de tres capas (Core-Distribution-Access) utiliza arreglos con diferentes configuraciones que proveen una guía a modo de modelo general con la facilidad de adaptarse a los requisitos específicos de cada ambiente y proporcionar conectividad al datacenter.



*Figura 30:* Estructura en capas para la red del datacenter.  
Fuente: (Cisco, 2014).

La estructura de capas para la red del datacenter propuesta por Cisco que se muestra en la Figura 30 revela a la capa CORE como la encargada de administrar el enrutamiento para todo el tráfico entrante y saliente utilizando características especializadas de ruteo con el fin de ofrecer conectividad entre múltiples pares de equipos de red la capa distribución. La capa distribución es considerada el punto ideal para la implementación de servicios de red y es utilizada para el tráfico server-to-server también para comunicar entre múltiples pares de equipos de red de la capa de acceso.

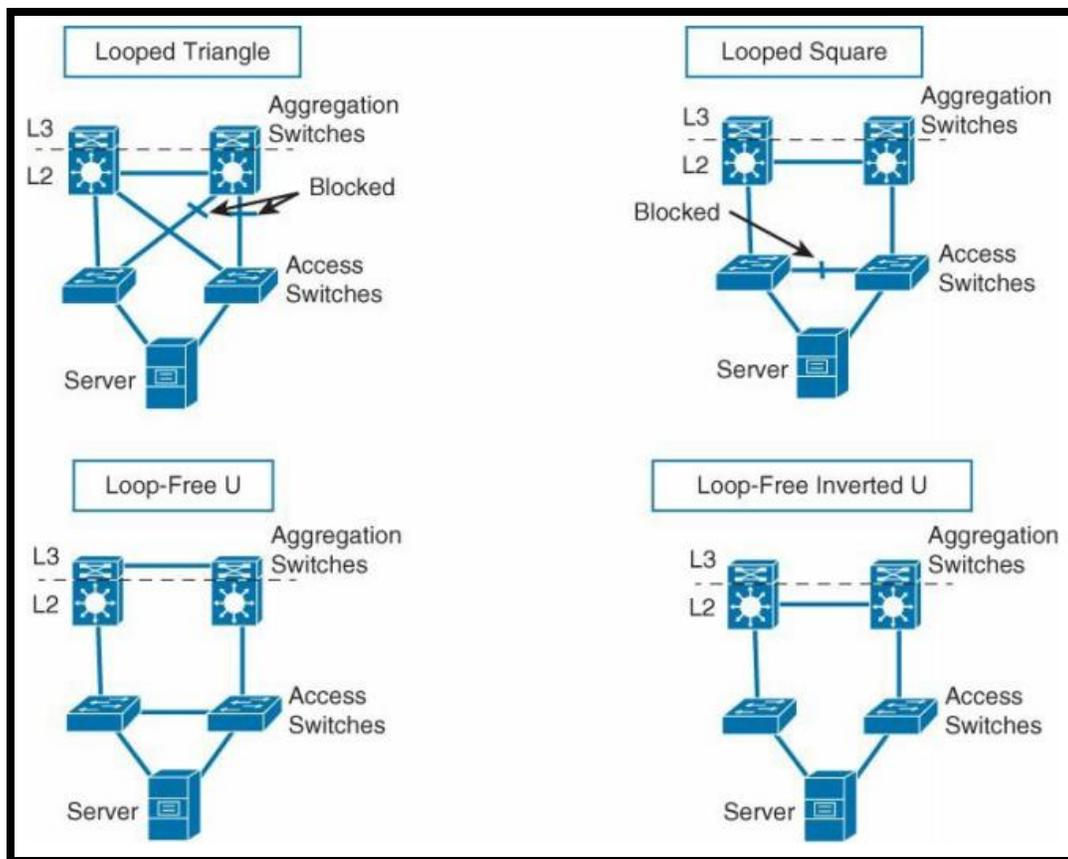


Figura 31: Diagramas de estructuras redundantes  
Fuente: (Cisco, 2014).

Las configuraciones de conexión de conmutadores con topología redundante que en la Figura 31 se muestran, permiten definir las interfaces por las cuales recibiremos notificaciones del estado de la red por medio de un protocolo de capa 2. El propósito principal es evitar lazos (loops) cuando existen trayectorias redundantes dentro de la red LAN y se recomienda implementar servicios de red como firewalls, servidores de balanceo, servidores autenticación, etc., en los equipos del Datacenter Aggregation Switch ya que suministra conexión a los conmutadores de acceso (Access switch) donde se conectan físicamente con los equipos finales. Estos equipos contienen el mayor número de usuarios y poseen un mayor número de puertos por eso se busca simplicidad en la comunicación entre servicios de una misma red facilitando el intercambio de cualquier tipo de tráfico (unicast, multicast o broadcast).

### **Capítulo III: Implementación de la red virtual**

Previamente de forma teórica se analizó la optimización de los recursos de IT producto de la implementación de infraestructuras virtuales continuando con este capítulo donde se describe el desarrollo de las fases de levantamiento de información, diseño, implementación y pruebas. Recuperación de Capital Contact Center (RECAPT) tiene en la ciudad de Quito su oficina matriz donde por una parte aloja a los equipos de la red institucional y también reúne a los cerca de novecientos usuarios internos que trabajan agendando citas médicas a nivel nacional para el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS). La propuesta del presente proyecto busca replicar de forma funcional la infraestructura informática tradicional de la matriz en las nuevas oficinas dentro de la ciudad de Quito adecuadas como un contact center para cerca de trecientas posiciones.

#### **3.1 Guía del proceso para el desarrollo del proyecto**

La guía del proceso busca presentar de forma gráfica en la Figura 32 un algoritmo resumido con los aspectos más relevantes para orientar el proceso llevado a cabo durante el desarrollo de este proyecto. El proceso inicia con la revisión de la documentación de la empresa mientras simultáneamente de forma bibliográfica se investiga más a detalle los fundamentos teóricos que permitan diseñar una solución informática adaptada a la realidad económica y tecnológica de la empresa. La posterior implementación permitirá analizar el costo total de propiedad (TCO, Total Cost of Ownership) del proyecto de infraestructura virtual permitiendo determinar los costos potenciales resultantes.

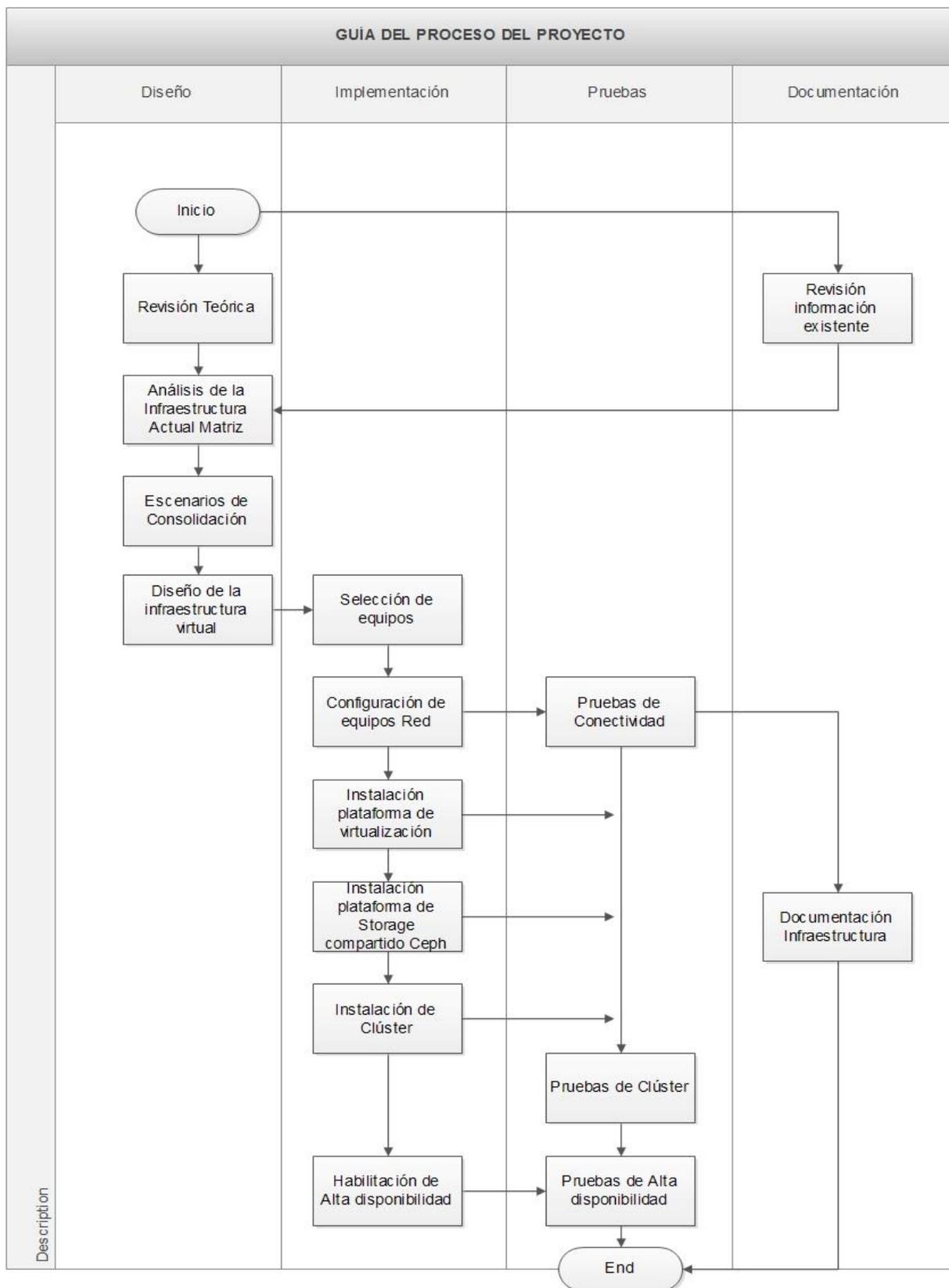


Figura 32.- Diagrama del Proceso de desarrollo del proyecto.

Fuente: Propia Autor, (2019).

### **3.2 Análisis de situación actual de la infraestructura informática**

RECAPT es una empresa con presencia internacional constituida en el Ecuador como una sociedad de derecho privado con sucursales en Guayaquil y Quito, tiene como objetivo proveer servicios integrales en BPO (Business Process Outsourcing/ Externalización de procesos de Negocio) con especialización en el área de call center. La empresa orienta su misión y visión al desarrollo de soluciones tecnológicas integrales de negocios personalizados condensando la experiencia adquirida a través de los años para acoplarse a las necesidades del cliente.

La empresa posee redundancia a nivel nacional con oficinas en Guayaquil dentro del parque Empresarial Colón además de dos oficinas en Quito, la matriz se encuentra ubicada en la Av. 10 de Agosto dentro del edificio Corbus y la otra está ubicada en la Av. De la Prensa en las anteriores oficinas de la empresa John Deere Water. Todos los contact center funcionan como infraestructuras espejo y el análisis de los sistemas, aplicaciones y procesos utilizados para operar dentro de la oficina matriz permiten dimensionar los requerimientos de la infraestructura informática virtual.

La interconexión entre las oficinas de la empresa a nivel nacional permite desempeñar trabajos en conjunto relacionado diferentes departamentos dentro de la empresa, entre los cuales el departamento de sistemas se encuentra estructuralmente organizado como se detalla en la Figura 33. Los procesos inherentes a la administración del centro de datos dentro de la oficina matriz son replicados en las otras sucursales, exclusivamente en las oficinas de la matriz se encuentra el departamento de desarrollo de software a medida utilizado para mejorar las operaciones del callcenter como: reportaría web con análisis de datos, IVR transaccional, Text to speech entre otros. Producto de los ajustados presupuestos destinados hacia la compra de nuevo

equipamiento sumados a los cortos tiempos de implementación de nuevos servicios han propiciado la utilización de computadores de escritorio como servidores improvisados denominados por el departamento de sistemas de RECAPT como “servidor clon”.

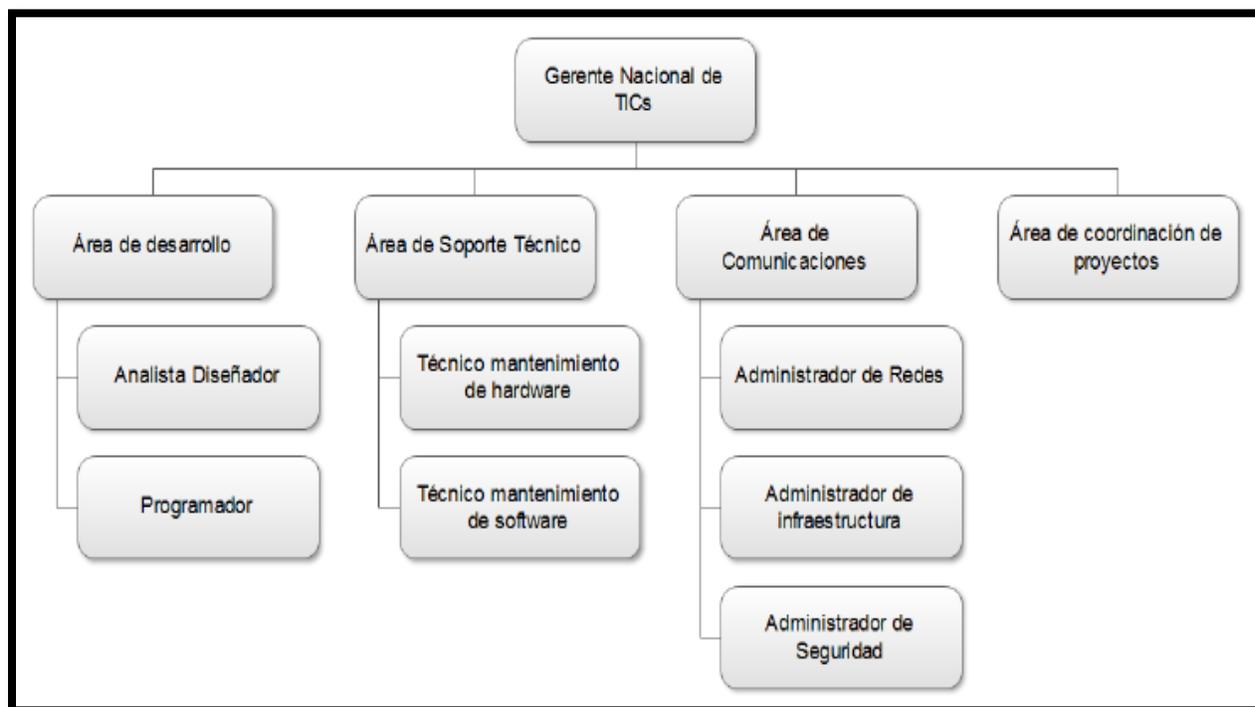


Figura 33: Organigrama del departamento de sistema Recapt.  
Fuente: Recursos humanos RECAPT, (2016)

La empresa mediante subasta inversa obtuvo el contrato de prestación del servicio de callcenter a nivel nacional para el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social requiriendo de una integración de plataformas informáticas para gestionar el agendamiento de citas médicas y otras campañas informativas. La campaña de agendamiento de citas médicas requiere realizar una integración de plataformas informáticas para transferir el tráfico de llamadas entrantes desde la infraestructura del IESS hacia RECAPT y las campañas denominadas informativas utilizan la infraestructura informática propia de la empresa para realizar llamadas de acuerdo a las bases de datos suministradas por los clientes. La integración de plataformas entre las diferentes infraestructuras para interoperar entre sucursales y empresas clientes se lo realiza a través de

enlaces dedicados redundantes proporcionados por empresas líderes del mercado nacional en el sector de las telecomunicaciones como Telconet, Movistar, Claro, CNT, Globalcrossing.

RECAPT.SA contrató con la compañía OTECEL S.A y su marca comercial Movistar los trabajos de adecuación de obra civil e implementación del sistema de red eléctrica para el centro de datos y el área del callcenter, la compra del equipamiento de red, los servicios de conectividad en troncales SIP y enlaces dedicados. Este escenario plantea la consolidación de tres servidores físicos los cuales forman un clúster que puede ser configurado para proveer alta disponibilidad en esta fase se requiere medir la capacidad y la utilización de los equipos en la existente infraestructura informática de la oficina matriz. La información de los componentes de CPU, memoria RAM, tarjeta de red en los equipos físicos y los servicios que albergan nos permiten planificar la consolidación utilizando virtualización de servidores.

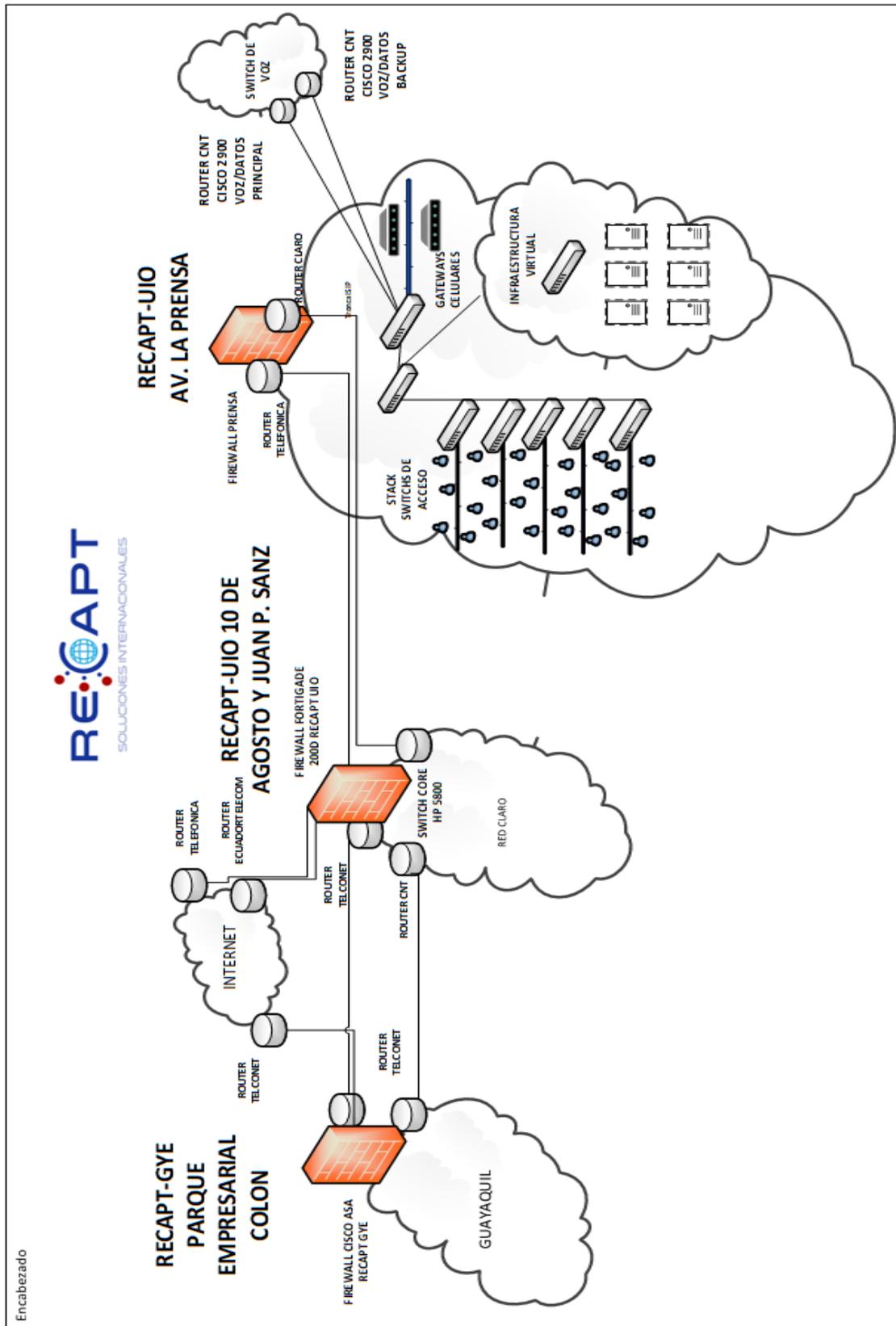


Figura 34: Diagrama de interconexión entre oficinas Quito y Guayaquil.  
 Fuente: Centro de datos RECAPT, (2016)

La empresa también contrata soluciones de software licenciadas por parte de empresas externas especializadas que requieren comprar equipamiento especializado incrementando el presupuesto asignado al área de sistemas. Los mayores gastos dentro del presupuesto se destinan a las tareas asociados al mantenimiento de equipamiento y aplicaciones como por ejemplo la aplicación Dragonsuite la cual es un software desarrollado para gestionar las tareas dentro del callcenter integrado los servicios de CRM (en inglés Customer Relationship Management, o Gestión de las relaciones con clientes), bases de datos y gestión de telefonía IP. Dagonsuite integra de forma transparente para los usuarios internos (agentes de callcenter, supervisores, analistas de calidad) por medio de una interfaz web a tres servidores físicos: el equipo que alberga la central asterisk el cual maneja directamente en sus tarjetas de red las troncales SIP, en otro servidor independiente se almacenan las bases de datos que requiere el sistema CRM para su funcionamiento y otro equipo es el que maneja la presentación web de esta plataforma.

RECAPT por medio de la plataforma Dragonsuite maneja de forma centralizada todas las interacciones entre la empresa, los usuarios y los profesionales médicos a nivel nacional gestionando el agendamiento de citas médicas dentro del sistema AS400 el cual es un software utilizado por el IESS. Las campañas de agendamiento de citas médicas y las informativas requieren de seis equipos físicos pero también se necesita de otros servicios para la coordinación dentro de la empresa como: servidores de carpetas compartidas, Directorio activo/Active Directory, telefonía interna, correos institucionales, sistema de vigilancia sobre ip, de forma más detallada se muestra a continuación en la Tabla 13.

La empresa se encuentra cruzando un proceso de certificación ISO 27001 para aseguramiento en los procesos de calidad por esta razón las tareas de manejo interno de la empresa se encuentran sobre la plataforma de Isotools con la información de la empresa. Gracias a la

coordinación conjunta entre todas las áreas de la empresa se generan procesos que permiten evaluar la utilización eficiente de los recursos y satisfacer las exigencias de los clientes externos.

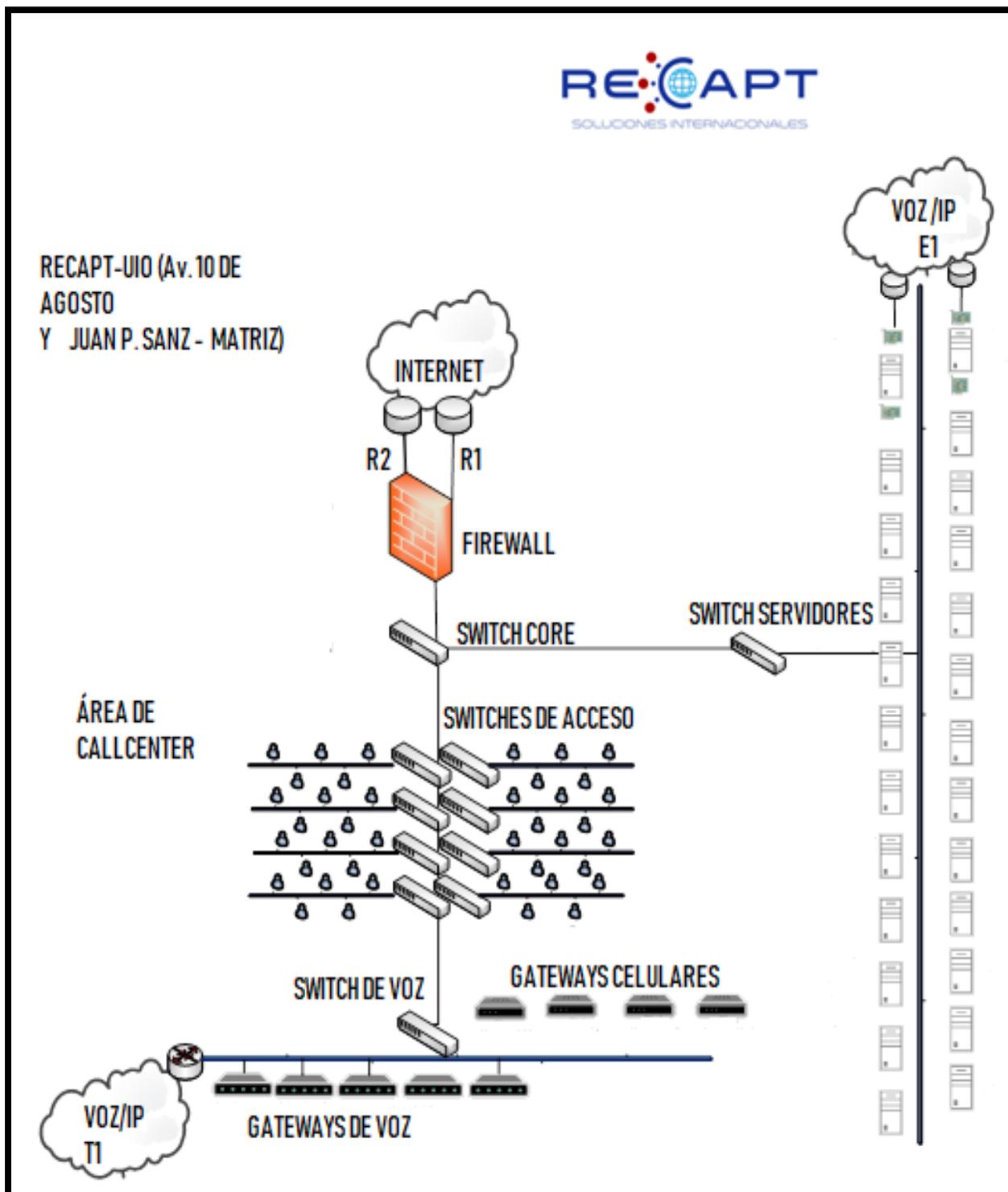


Figura 35: Diagrama de red Recapt oficina matriz.  
Fuente: Centro de datos Recapt, (2016)

Las redes dentro de la oficina matriz de la empresa RECAPT.SA tienen una topología estrella jerárquica que está conformada por conmutadores administrables dispuestos en cascada, estos se conectan a través de enlaces troncales con el switch CORE HP 5800 y este a su vez conecta con una solución de UTM Fortinet serie 200D para la conexión de la compañía hacia la Internet. Este enlace en una red clase C a 1Gbps conecta al switch HP serie A5800 que es utilizado como switch CORE y donde se realiza el enrutamiento. Los 24 puertos a 10/100/1000 Mbps que posee el switch CORE permite que los conmutadores de acceso se conecten por enlaces troncales con 802.1Q y también enlaces de datos dedicados para conectar las infraestructuras informáticas contratados por las empresas clientes como el IESS.

RECAPT posee contratados enlaces dedicados para interconectar las plataformas de servicios entre las sucursales además se poseen contratos con proveedores de telefonía IP nacionales servicios como troncales SIP, Gateway celulares y troncales E1, algunas de las cuales se encuentran conectadas de forma directa a las tarjetas de los servidores de telefonía. Los equipos activos que conforman el centro de datos de la empresa RECAPT.SA en la matriz está basada en tecnología HP con ocho switch (E4500), tres switch HP (A5500), tres switch HP (2920), dos switch HP (5120) y un switch HP (A5800) todos administrables, existen quince switch 3Com (4250) administrables de 24 puertos a 10/100/1000 Mbps los cuales se encuentran discontinuados debido a que la empresa fue absorbida por Hewlett Packard.

### **3.2.1 Inventario de servidores**

La identificación del hardware y los servicios que alojan conjuntamente con información del monitoreo permiten conocer la capacidad del hardware que se encuentra instalado para poder dimensionar la infraestructura virtual permitiendo seleccionar también el hardware que puede

reutilizarse. Los servidores son equipos de la marca HP y se ha tabulado los componentes relevantes para el proyecto de los servidores la cual permite tener un mapa general de la red dentro de la oficina matriz.

**Tabla 13**

*Detalles de servidores Recapt.SA matriz.*

Nombre	Aplicación	Sistema Operativo	Procesador	Memoria RAM (GB)	Disco (GB)
Serverdnsuio	DNS / Active Directory	Windows Server 2008R2	Intel(R)Xeon(R) CPU E5640 @ 2.67 GHZ 4C	16	1 000
					1 000
Correo interno	Correo	Centos 5	Intel(R)Xeon(R) CPU E5640 @ 2.67 GHZ 4C	16	1 000
DragonClon	Dragon	Centos 5	Intel(R) @ 2.67 GHZ 4C	32	2000
servidor reportería	Reportería WEB	Centos 5	Intel(R)Xeon(R) CPU E5640 @ 2.67 GHZ 4C	16	1 000
Encuestas	Aplicación	Centos 5	Intel(R)Xeon(R) CPU E5640 @ 2.67 GHZ 4C	8	1 000
	Contable				1 000
temporalReportesSalud	Aplicación	Centos 5	Intel(R) @ 2.67 GHZ 4C	8	1 000
	Contable				
Linux aplicacionesautbound	Asterisk	Centos 5	Intel(R)Xeon(R) CPU E5640 @ 2.67 GHZ 4C	32	1000
Linux telefoniauio	Asterisk	Centos 5	Intel(R)Xeon(R) CPU E5640 @ 2.67 GHZ 4C	16	1000
Linux ds_tel-01-12	Asterisk	Centos 5	Intel(R)Xeon(R) CPU E5640 @ 2.67 GHZ 4C	64	1000
Windows Storage Server	FileServe	Windows Storeeasy	Intel(R)Xeon(R) CPU E5640 @ 2.67 GHZ 4C	32	40 000
WSAC	Aplicación CRM	Windows Server 2008R2	Intel(R)Xeon(R) CPU E5640 @ 2.67 GHZ 4C	32	1 000
FileServer	FileServe	Windows Server 2008R2	Intel(R)Xeon(R) CPU E5640 @ 2.67 GHZ 4C	16	1 000
ServerCobranzas	Aplicación Contable	Centos 5	Intel(R)Xeon(R) CPU E5640 @ 2.67 GHZ 4C	16	1 000

ServerCurier	Aplicación Contable	Centos 5	Intel(R) @ 2.67 GHZ 4C	8	1 000
ServerTelefoniaCANT	Asterisk	Centos 5	Intel(R)Xeon(R) CPU E5640 @ 2.67 GHZ 4C	16	1 000
ServerAppRecapt	Aplicación Contable	Centos 5	Intel(R)Xeon(R) CPU E5640 @ 2.67 GHZ 4C	32	1 000
Linux outbound02	Asterisk	Centos 5	Intel(R)Xeon(R) CPU E5640 @ 2.67 GHZ 4C	16	1 000
Telefonía interna	Telefonía	Elastix 4	Intel(R) @ 2.67 GHZ 4C	8	1 000
Mantis	Tickets HelpDesk	Centos 5	Intel(R) @ 2.67 GHZ 4C	4	500
Capacitación	Moodle	Centos 5	Intel(R) @ 2.67 GHZ 4C	4	500
Intranet	Aplicación WEB	Centos 5	Intel(R) @ 2.67 GHZ 4C	8	500
Reporteria Asistencia	Aplicación WEB	Windows Server 2008R2	Intel(R) @ 2.67 GHZ 4C	8	500

---

Fuente: Propia Autor, (2019).

Nota: En la empresa existen servicios los cuales se realizan sobre las mismas plataformas de software en los mismos equipos.

### 3.3 Nivel de utilización de la infraestructura actual de servidores

Los niveles de utilización de los equipos activos dentro del centro de datos de la matriz son resultados de mediciones como: el uso del CPU, memoria RAM y tráfico de red, obtenidos por medio de una herramienta de monitoreo de servidores basada en SNMP. Es necesario procesar la información obtenida del rendimiento de los equipos de toda la infraestructura informática de la empresa mediante el monitoreo del rendimiento de los recursos y las aplicaciones.

La herramienta de monitoreo utilizada se llama Up.time en el Anexo B se explica con mayor detalle el proceso de instalación de esta herramienta que funciona como una aplicación web para

supervisar continuamente la red, los recursos, aplicaciones y utilizando esta información puede generar informes gráficos permitiendo visualizar los cuellos de botella de rendimiento, supervisar y presentar informes sobre la disponibilidad de los servicios.

- **Monitoreo de Servidores.** Mediante herramientas informáticas se obtiene información constante del rendimiento y los recursos en cada uno de los servidores.
- **Monitoreo de Aplicaciones.** Como son HTTP, FTP, TELNET, entre otros este monitoreo permite saber el estado de los servicios en nuestra red, para así brindar disponibilidad y su tiempo de respuesta.

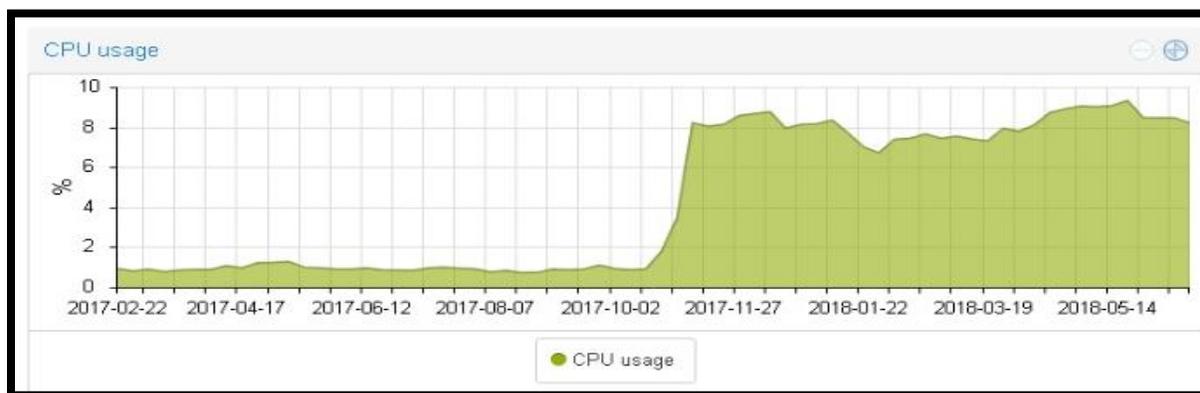
Gracias a la utilización de estas herramientas que permiten reunir información se puede determinar las causas de un problema en la red o en los servicios para planificar los escenarios que permitan consolidar los servidores y generar una gestión más precisa. En las tablas a continuación se muestran las mediciones de utilización de los componentes del hardware que se ha han seleccionado debido a que aquellos servidores poseen altos tiempos de inactividad y una baja utilización de recursos, pero en el anexo C se encuentran el análisis del resto de servidores de la empresa.

### **Ficha técnica de servidores:**

#### **Servidor 1:** Servidor de Dominio DNS y Directorio Activo

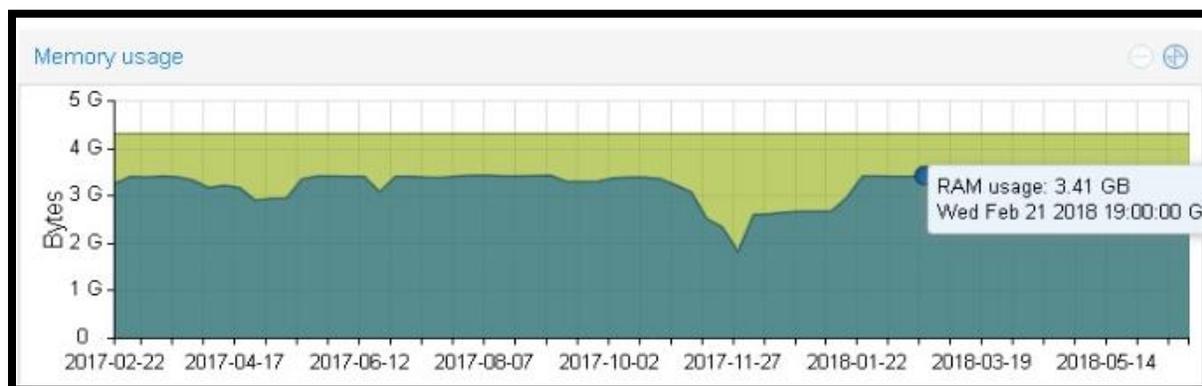
Se trata de un servidor de la serie HP ML350e utilizado para albergar el servicio de directorio activo (Active Directory) el cual se utiliza para asignar permisos y restricciones a las diferentes campañas que gestionan los agentes del callcenter permite crear un perfil de usuario en Windows con permisos limitados. Este servicio es de mucha utilidad para manejar confidencialidad en la información entre diferentes campañas de los agentes diferenciando de acuerdo a las características de los programas utilizados los privilegios de acceso a recursos de software en un

ambiente Windows. El inicio de sesión de los agentes dentro de los equipos se gestiona por medio de este servicio pero debido a sus características de funcionamiento es requerido durante los cambios de turnos de la jornada del personal únicamente tres veces al día.



*Figura 36:* Monitoreo CPU servidor de dominio y directorio activo.  
Fuente: (Propia Autor, 2019).

La Figura 36 muestra la utilización del procesador físicos instalado en el equipo el cual posee un procesador Intel(R) Xeon(R) CPU E5640 de cuatro núcleos de 2.67 GHZ y posee dos interfaces de red más dos discos duros. Los errores producidos cuando este equipo deja de funcionar provoca que gran parte de la empresa se vea afectada ya que no se puede validar los inicios de sesión impidiendo acceder a las sesiones que utilizan los agentes del callcenter o también impide validar las acreditaciones para consultar la información compartida en el fileservidor como los diferentes guiones de saludo y cortesía telefónica.



*Figura 37:* Monitoreo memoria RAM servidor de dominio y directorio activo  
Fuente: Propia Autor, (2019).

De los 4 GB de memoria RAM físicos instalados en el equipo el promedio de la utilización de los recursos de memoria RAM es de 3.5 GB como se muestra en la Figura 37. El sistema operativo utilizado es una versión de Windows Server 2008 R2, en la que se han configurado estos dos servicios optimizando el consumo de los recursos físicos pero creando problemas al centralizar varios servicios.

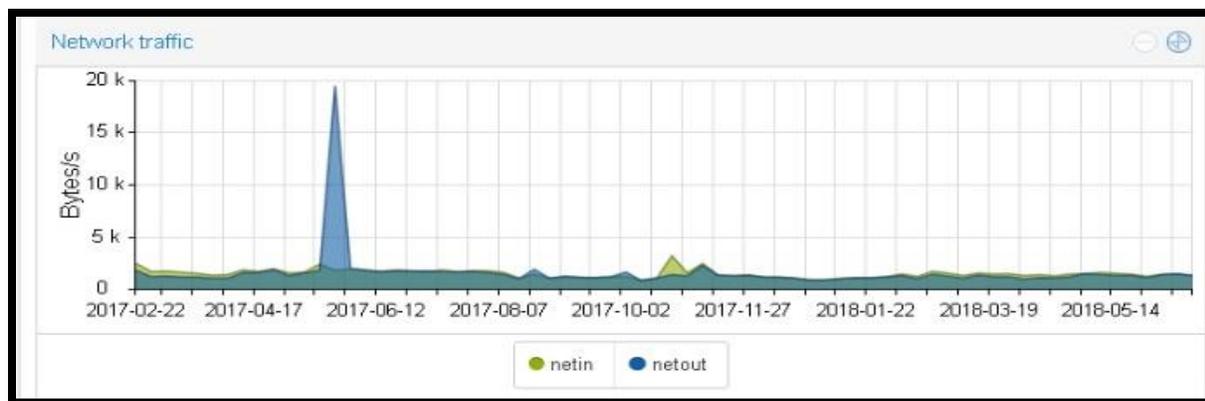


Figura 38. Monitoreo de red servidor de dominio y directorio activo.  
Fuente: Propia Autor, (2019).

La Figura 38 muestra el promedio del tráfico de red instalado en el equipo el cual posee dos tarjetas de red de 10/100/100 Mbps, utilizando las dos tarjetas de red ya que sobre este equipo se han instalado otros servicios como el anteriormente mencionado directorio activo y el Domain Name Service (DNS) para la resolución de nombres de los equipos en la empresa.

#### Tabla 14

*Porcentaje de utilización de los recursos del servidor active directory.*

Características	Descripción	Uso	Uso
		Promedio (%)	Máximo (%)
Uso del procesador	CPU0	20	35
	CPU1	15	40
	CPU2	16	38
	CPU3	18	37
Uso de la memoria	Espacio usado(bytes)	30	50

	Interfaz eth0	Capacidad entrante (bps)	0,065	0,17
		Capacidad saliente (bps)	0,065	0,21
Uso de los recursos de red	Interfaz eth1	Capacidad entrante (bps)	0,055	0,11
		Capacidad saliente (bps)	0,045	0,18
Uso del disco duro		Disco 1 TB Partición C	50	50
		Disco 1TB Partición D	80	80
Modelo		HP ML350e GEN 8		
Tarjeta de RAM		4GB PC4-2133P-RA0-10-DC0		
Ilo default network settings		Serial Number: MXQ51704F7		
		User Name: Administrator		
		DNS Name: ILOMXQ51704F7		
		Password: EFRUK5AN		
No de Serie		1410107.018.02015		
Dirección ip		192.168.29.xx/24		
Usuario		Administrador		
Contraseña		*****		
Utilización anterior		Servidor de dominio Active Directory		
Dirección ip asignada anterior		192.168.29.xxx/24		

---

Fuente: Propia Autor, (2019).

## Servidor 2: Servidor de Correo Interno

Se trata de un equipo HP ML350e configurado sobre una plataforma Linux que brinda el servicio de correo interno institucional utilizado para el manejo de incidencias entre los diferentes departamentos. Principalmente por medio de este servicio se coordinan las peticiones de información como bases consolidadas de atención diaria durante el día del agendamiento de citas médicas por parte de los supervisores de un grupo de agentes del callcenter del cual están a cargo. Este proceso es parte del procedimiento solicitado por el cliente IESS para que los departamentos de ambas empresas realicen auditorías necesarias para la facturación mensual.

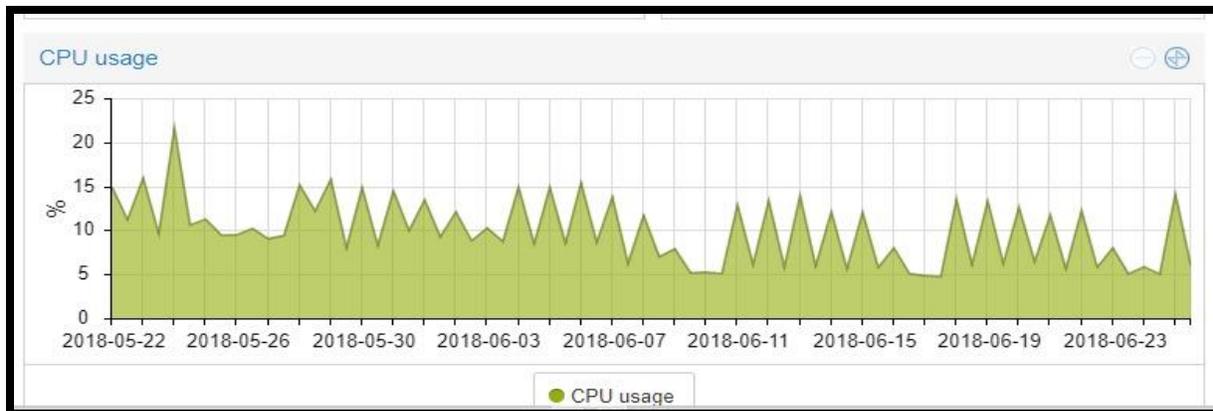


Figura 39: Monitoreo CPU servidor de correo.

Fuente: Propia Autor, (2019).

Los porcentajes la utilización del procesador físico Intel(R) Xeon(R) CPU E5640 de cuatro núcleos de 2.67 GHZ presentados en la Figura 39 muestra que este servicio no requiere de mayor procesamiento dado a su naturaleza asíncrona por ese motivo se puede observar que en promedio no sobrepasa el 20% de utilización de la capacidad total del procesador. La asincronicidad entre emisor y receptor es una de las características más eficaces del correo electrónico que no exige la presencia física simultánea de ambos usuarios para que se establezca la comunicación.

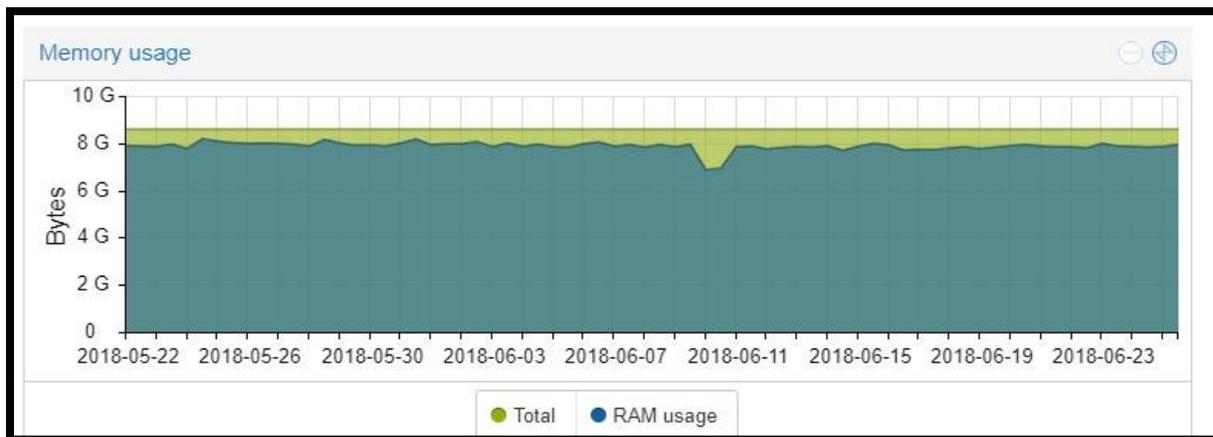


Figura 40. Monitoreo memoria RAM servidor de correo.

Fuente: Propia Autor, (2019).

La utilización de la memoria RAM en este equipo posee 8GB según se presenta en la Figura 40 este servidor posee dos tarjetas DDR3 de 4GB, aunque la utilización de este servicio es aleatoria es continua ya que el proceso diario realizado por los supervisores del callcenter genera

diariamente una transferencia de archivos de características casi constantes en el tamaño de los archivos con un promedio de uso de 95 % del total.

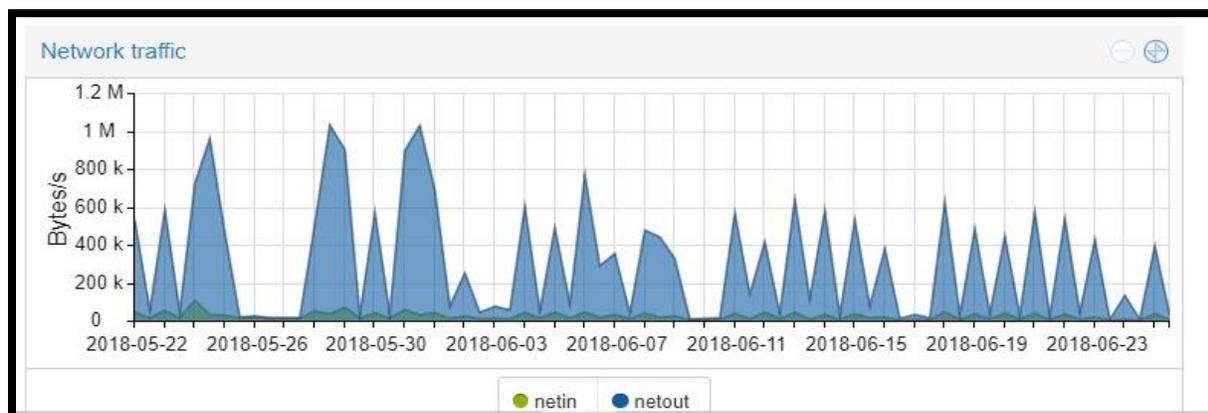


Figura 41: Monitoreo de red servidor correo.

Fuente: Propia Autor, (2019).

La utilización en la tarjeta de red ilustrada gráficamente en la Figura 41 muestra aquella tarjeta que el equipo tiene configurada dentro del pool de direcciones públicas de la empresa. Por medio de esta se realiza el envío hacia la Internet del correo utilizado para notificar con una copia los archivos consolidados de agendamiento hacia el IESS, produciendo picos aleatorios debido al comportamiento del servicio llegado a consumir un promedio de 1 Mbps. Esta práctica ha generado brechas de seguridad ya que el servicio ha sido comprometido sufriendo infecciones de spam y denegación de servicios debido a estos inconvenientes la empresa considera contratar el servicio en la nube empresarial de Google

### Tabla 15

*Porcentaje de utilización de los recursos del servidor de correo interno.*

Características	Descripción	Uso	Uso
		Promedio (%)	Máximo (%)
Uso del procesador	CPU0	10	20
	CPU1	7	11
	CPU2	9	10

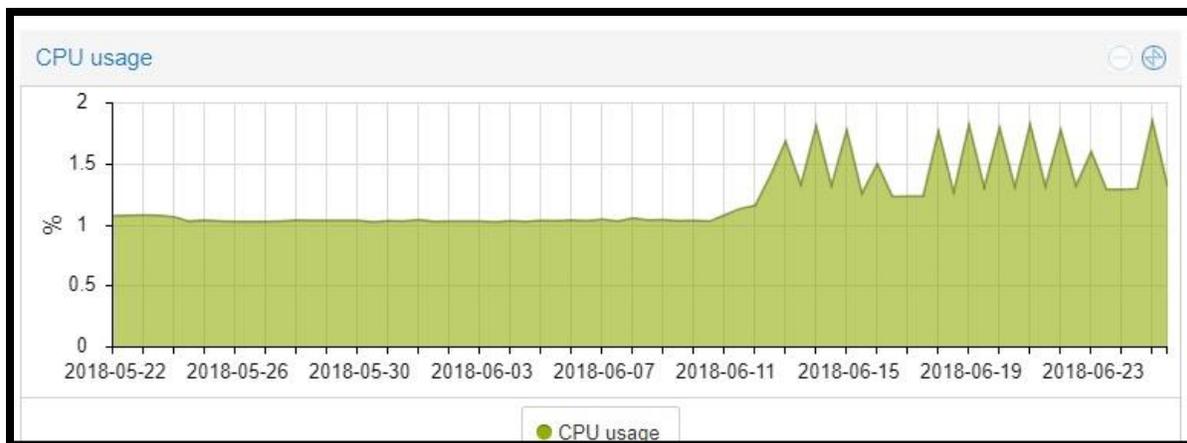
	CPU3	8	10	
Uso de la memoria	Espacio usado(bytes)	20	30	
Uso de los recursos de red	Interfaz eth0	Capacidad entrante (bps)	0,045	0,17
		Capacidad saliente (bps)	0,055	0,21
	Interfaz eth1	Capacidad entrante (bps)	0,035	0,11
		Capacidad saliente (bps)	0,055	0,18
Uso del disco duro	Disco 1 TB	50	50	
Modelo	HP ML350e GEN 8			
Tarjeta de RAM	8GB 2Rx4 PC4-2133P-RA0-10-DC0			
Ilo default network settings	Serial Number: MXQ51500L9 User Name: Administrator DNS Name: ILOMXQ51500L9 Password: 3TYKF9K7			
No de Serie	1410107.018.02017			
Dirección ip	192.168.29.113/24			
Usuario	root			
Contraseña	*****			
Utilización anterior	Servidor de correo interno			
Dirección ip asignada anterior	192.168.29.xxx/24			

---

Fuente: Propia Autor, (2019).

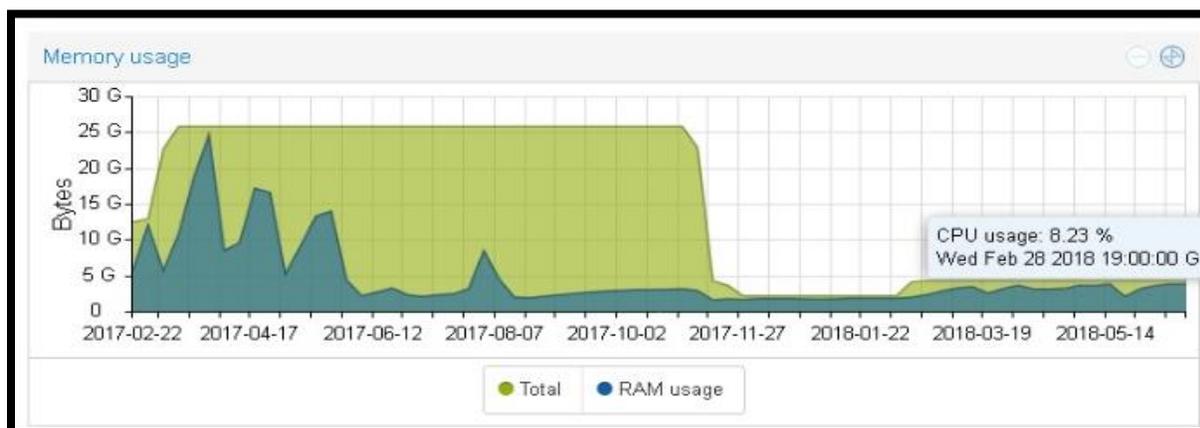
### **Servidor 3:** Servidor de Telefonía Interna

Se trata de un servidor HP DL180P GEN 9 que brinda el servicio de telefonía de VoIP interna utilizado para comunicar a los diferentes departamentos de la empresa, La utilización de este servicio es continua ya que la parte de directivos dentro de la empresa utilizan este servicio para realizar llamadas tanto internas hacia distintos números de extensiones o llamadas externas.



*Figura 42:* Monitoreo CPU de servidor asterisk.  
Fuente: Propia Autor, (2019).

La Figura 42 ilustra de manera gráfica los porcentajes de la utilización de los dos procesadores físicos Intel(R) Xeon(R) CPU E5640 de cuatro núcleos de 2.67 GHz que posee este servidor. Este se encuentra configurado sobre una plataforma de sistema operativo Linux Centos con la plataforma Asterisk de telefonía sobre IP y posee un procesador Intel(R) Xeon(R) CPU E5640 de cuatro núcleos de 2.67 GHz con cuatro interfaces de red más un disco duro.



*Figura 43:* Monitoreo memoria RAM servidor asterisk  
Fuente: Propia Autor, (2019).

La utilización de la memoria RAM en este equipo el cual posee 24GB según muestra la Figura 43 posee saturación al sobrellevar 200 usuarios concurrentes producto de la implementación de una campaña temporal sobre encuestas de satisfacción que requería que los

agentes deban llamar desde este servidor hacia los clientes llegando a saturar la memoria RAM del equipo.

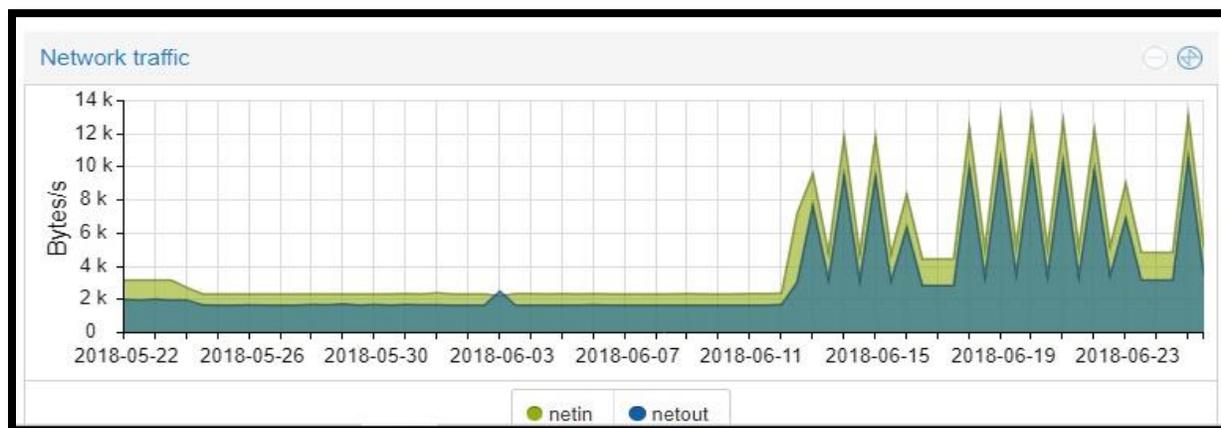


Figura 44: Monitoreo de red servidor asterisk.  
Fuente: Propia Autor, (2019).

La central telefónica empresarial configurada bajo Asterisk permite a los clientes interactuar con el sistema de atención de la empresa por medio de la tecnología de Respuesta de Voz Interactiva o IVR. La representación gráfica del consumo del ancho de banda en este equipo que muestra la Figura 44 es de la interfaz de red conectada con la troncal SIP de propiedad de la empresa, este equipo posee cuatro interfaces de red conectadas a diferentes troncales para realizar llamadas en distintos operadores de servicio.

**Tabla 16**

*Porcentaje de utilización de los recursos del servidor de telefonía interno.*

Características	Descripción	Uso	Uso
		Promedio (%)	Máximo (%)
Uso del procesador 1	CPU0	80	91
	CPU1	79	92
	CPU2	81	95
	CPU3	83	94
Uso del procesador 2	CPU0	20	30
	CPU1	25	31

	CPU2	19	28
	CPU3	18	26
Uso de la memoria	Espacio usado(bytes)	30	50
	Interfaz eth0	Capacidad entrante (bps)	0,075 0,27
		Capacidad saliente (bps)	0,065 0,29
	Interfaz eth1	Capacidad entrante (bps)	0,075 0,27
		Capacidad saliente (bps)	0,065 0,29
Uso de los recursos de red	Interfaz eth2	Capacidad entrante (bps)	0,075 0,27
		Capacidad saliente (bps)	0,065 0,29
	Interfaz eth3	Capacidad entrante (bps)	0,075 0,27
		Capacidad saliente (bps)	0,065 0,29
Uso del disco duro	Disco 1 TB	30	30
Modelo	HP DL180P GEN 9		
Tarjeta de RAM	16GB 2Rx4 PC4-2133P-RA0-10-DC0		
	Serial Number: MXQ51704F9		
	User Name: Administrator		
Ilo default network settings	DNS Name: ILOMXXQ51704F9		
	Password: ANDMDW9		
No de Serie	1410107.018.02017		
Contraseña	*****		
Utilización anterior	Servidor de telefonía		
Dirección ip asignada anterior	192.168.29.xxx/24		

### 3.3.1 Escenarios de consolidación

Para el desarrollo de este proceso se realiza un inventario de los recursos de los servidores para conocer la capacidad en la utilización y carga de trabajo y para luego proceder con la selección de equipos que formarán parte de la infraestructura virtual. Los servidores serán monitoreados mediante protocolo SNMP para de acuerdo a estas mediciones plantear escenarios de consolidación dimensionando los recursos en los servidores virtuales y cuales pueden funcionar sobre un mismo servidor físico considerando por lo que una parte las mediciones de la utilización de los recursos del equipamiento la naturaleza de utilización del servicio y las necesidades futuras de crecimiento. Es importante mencionar que el proveedor de la plataforma DragonSuite trabaja conjuntamente con el departamento de sistemas de RECAPT para evaluar una reingeniería en su plataforma la cual permite integrar en un solo equipo los servicios que anteriormente requería de tres servidores independientes.

**Tabla 17**

*Características del servidor a utilizar HP ML350E.*

Arquitectura	Total CPU	Servidor HP ML350e					Memoria GB	Capacidad disco GB
		Disco I/O IOPS	Red I/O IOPS	CPU GHz	# CPU			
X86	4	320	1024	2.67	4	16	1000	

Fuente: *Reporte monitoreo Up.Time*, (2016)

#### 3.3.1.1. Escenarios de consolidación grupo 1.

Se estableció un periodo de 30 días para recolectar datos sobre los niveles de servicio y utilización de recursos antes de determinar los escenarios de consolidación. Analizando la

información recolectada por el software se determinó los potenciales cuellos de botella con la carga de trabajo actual en los servidores.

**Tabla 18**

*Grupo de consolidación 1.*

Servidores	Promedio Red Mbps	Total CPU GHz	Pico de CPU Usado MHz	Memoria GB		Capacidad Disco GB		I/O Disco IOPS
				Total	Usado	Total	Usado	
Servidor de Dominio	79	2,67	1,068	16	4,8	1000	800	81,92
Servidor de Correo	4,8	2,67	0,4005	16	4,8	1000	500	56,00
Servidor de Telefonía	80	2,67	0.8277	16	8	1000	300	62,90
Total	163,8	8,01	2,2962	48	17,6	3000	1600	200,82

Fuente: Propia Autor, (2019).

Por medio del estudio de consolidación realizado en los servidores de la empresa se han determinado las siguientes conclusiones:

- Es factible virtualizar los servidores, la mayoría de éstos poseen una utilización baja en el consumo de CPU. El análisis realizado en los equipos de la matriz nos indica el caso crítico ya que en la infraestructura de estas oficinas existen 900 usuarios concurrentes en los días de operación con máxima carga.
- Existen servidores los cuales debido a las características del servicio que prestan poseen picos de mayor consumo de CPU, memoria y disco, pero subutilizan los recursos de hardware que poseen.

- La cantidad de transacciones de I/O en disco en los servidores son bajas a pesar de la cantidad de usuarios concurrentes debido a los procedimientos establecidos para administrar el área de operación con los agentes del callcenter.
- Al virtualizar el almacenamiento se requiere poseer flexibilidad y capacidad para reescalarse adicionalmente es recomendable no sobrepasar al 80% del consumo de los recursos de hardware del equipo.

### 3.4. Diseño e implementación de la infraestructura virtual

La infraestructura virtual propuesta en este proyecto consolida los servicios que son administrados por el área de sistemas de la empresa y son necesarios para el desarrollo de las actividades laborales de los departamentos de agendamiento de citas médicas, control de calidad y de desarrollo de software de RECAPT. En esta fase se busca optimizar la administración de los servicios utilizando software de virtualización de código abierto y parte del equipamiento existente para poder diseñar una solución de arquitectura virtual que simplifique la gestión del equipamiento físico subyacente.

**Tabla 19**

*Servicios necesarios para operación de Recapt.*

Servicio	Sistema Operativo
Active Directory	Windows
Firewall	
DNS	Windows
DHCP	Windows
FileServe	Windows
Correo	Centos
Telefonía	Centos
Gestión de tickets de servicio	Centos
Plataforma de capacitación	Centos

Fuente: Propia Autor, (2019).

Después de analizar el funcionamiento operacional de la oficina matriz conjuntamente con los inventarios de servidores, el diagrama de red y los monitoreos de servicios presentados en el anexo C, se pudo definir cuáles son los servicios necesarios para desempeñar las actividades laborales de la campaña de agendamiento de citas médicas debido a que posee la de mayor demanda de recursos informáticos y control de acceso a software dentro de las infraestructuras de RECAPT y el IESS.

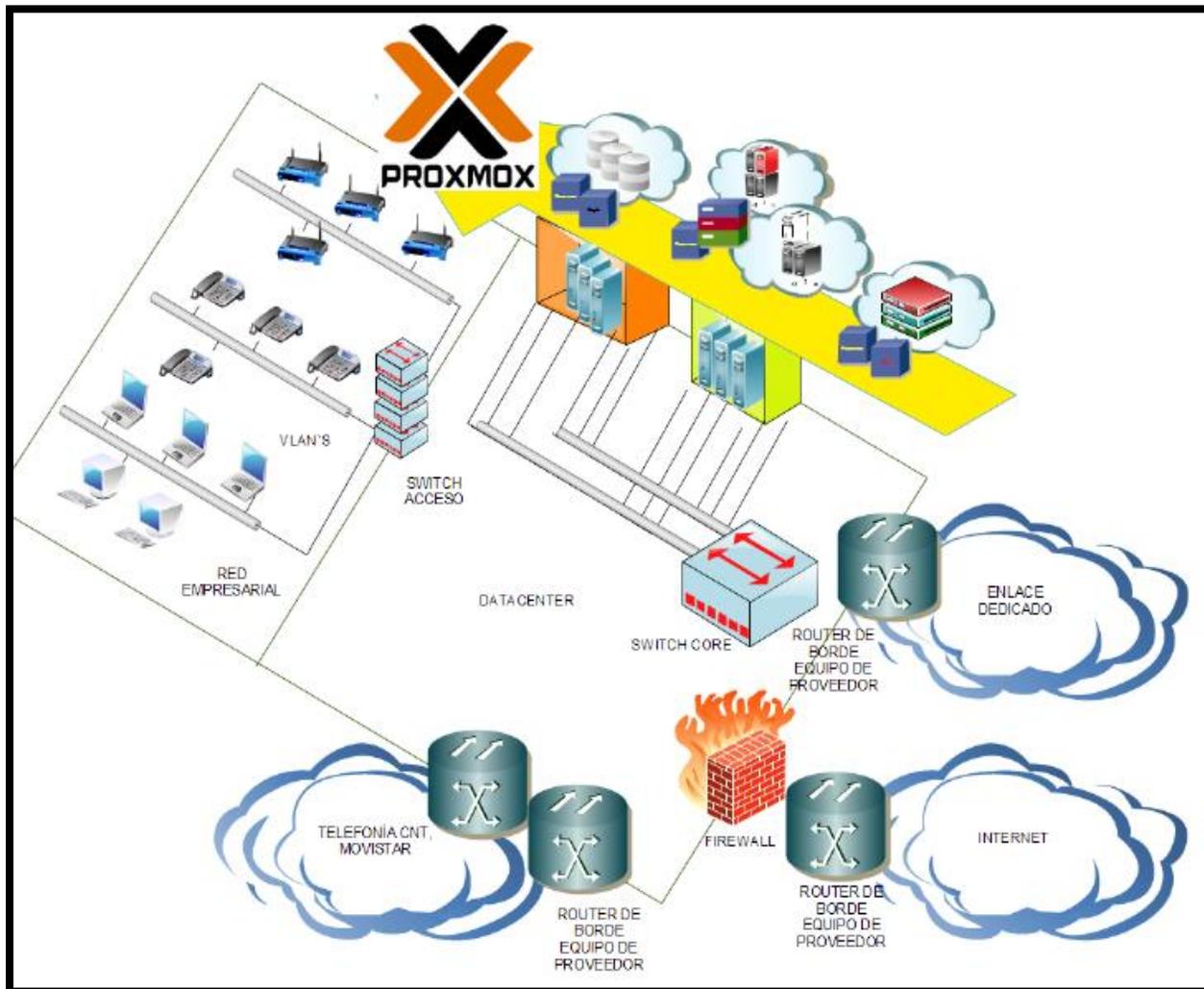


Figura 45: Diagrama de bloques de la infraestructura virtual.

Fuente: Propia Autor, (2019).

Las diferentes áreas administrativas y operativas desarrollan sus actividades laborales utilizando los servicios empresariales locales (telefonía ip, redes inalámbricas, servicio de seguridad con cámaras IP, etc.) de forma transparente para ellos ya que no requieren conocer cómo se encuentran interconectados los equipos que alojan las aplicaciones y hacen posible que funcionen. De forma similar el departamento de desarrollo de software interactúa con la infraestructura informática local (procesamiento, redes, almacenamiento) pero en el extremo opuesto facilitando las aplicaciones pero demandan incrementar la disponibilidad de los servicios, la utilización de los recursos físicos y la redundancia ante fallos reduciendo a su vez la complejidad de administración del múltiple equipamiento físico subyacente.

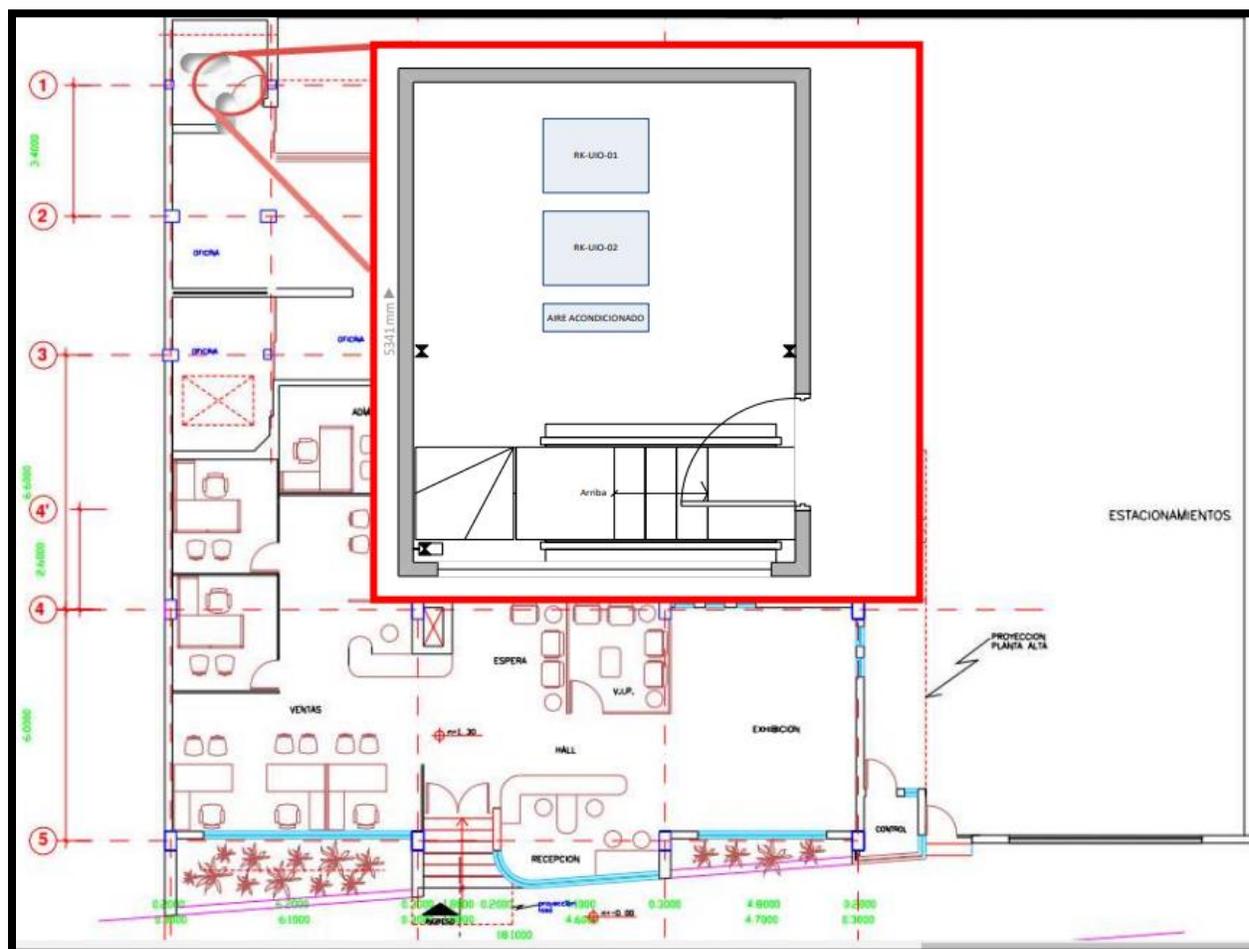
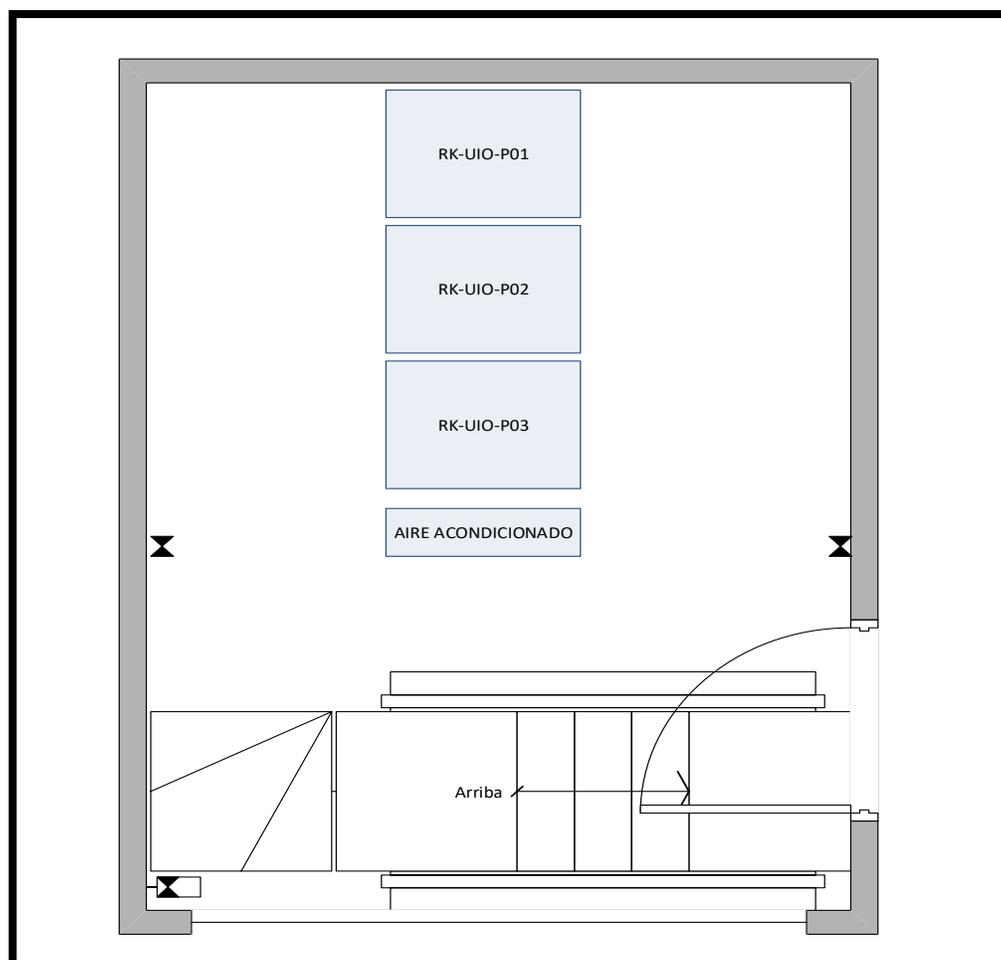


Figura 46: Diagrama de distribución del centro de datos oficina Prensa  
Fuente: Centro de datos RECAPT, (2016).

Las oficinas de la sucursal en la Prensa cuentan con 279 puntos de cableado estructurado, repartidos en dos áreas; la planta baja tiene 132 y la planta alta tiene 147 puntos de red. El cableado estructurado instalado está certificado bajo normas de fábrica Siemon en Categoría 6 y se concentran en el centro de datos.



*Figura 47:* Diagrama de distribución en vista superior centro de datos.  
Fuente: Centro de datos RECAPT, (2016).

Los equipos activos como los servidores y el switch CORE se ubica en el RK-UIO-01 de los usuarios del callcenter y los equipos de acceso se ubicaran en el rack RK-UIO-02 y en RK-UIO-03, los patch panel se ubicaran desde lo alto del rack, identificando de izquierda a derecha los puntos de red que reflejan aquellos agrupados físicamente por islas en el área de callcenter. Gráficamente observaremos la distribución en la Figura 48 y en la Tabla 20.

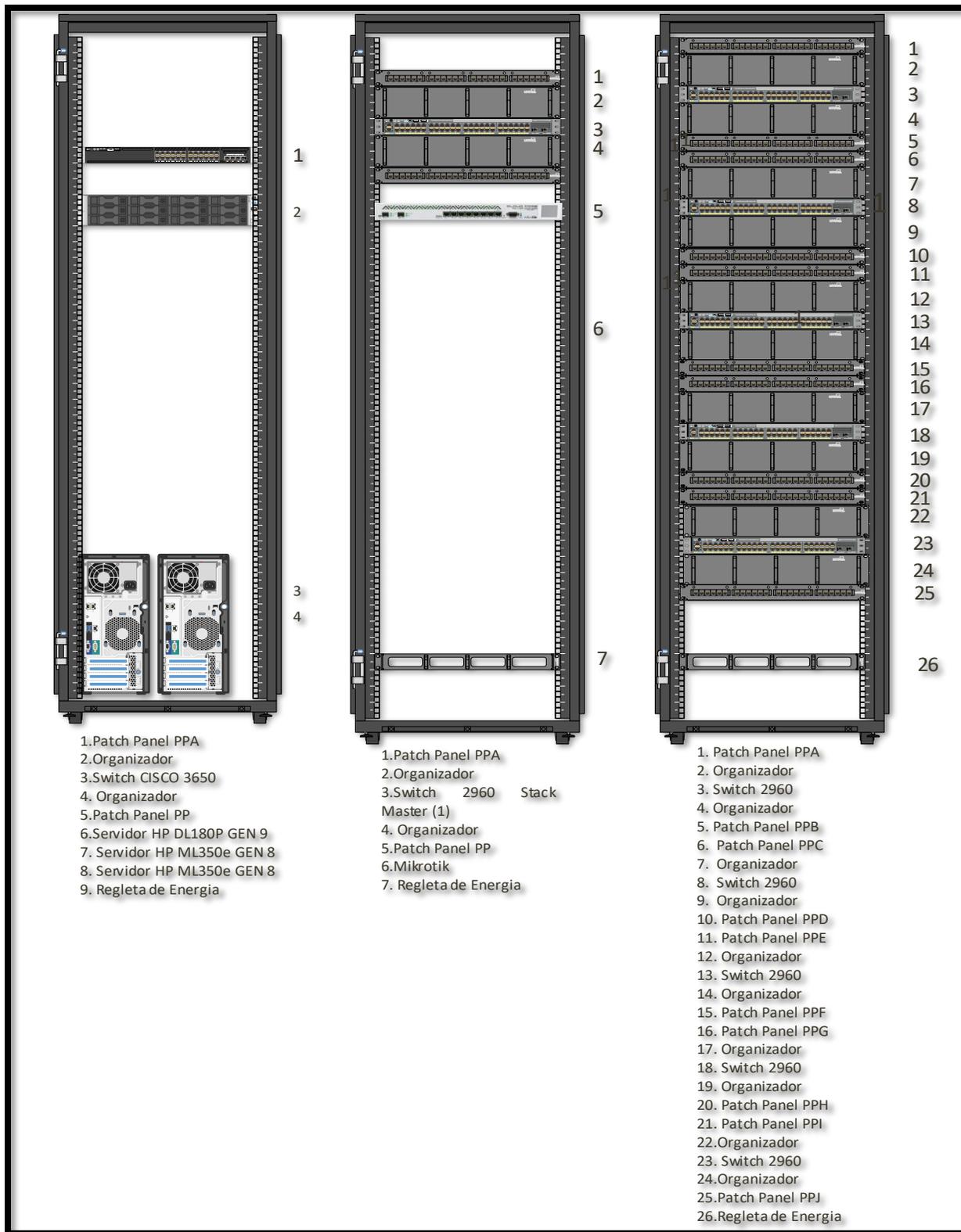


Figura 48: Diagrama de distribución de equipos en rack  
 Fuente: Propia Autor, (2019).

**Tabla 20***Detalle de distribución de equipos en racks.*

# N <sup>ro</sup> .	Nombre		Detalles	
1	ODF		FÍSICO	RK-UIO-01
2	SPE	PATCH PANEL	FÍSICO	RK-UIO-01
3	SPF	PATCH PANEL	FÍSICO	RK-UIO-01
4	ORGANIZADOR		FÍSICO	RK-UIO-01
5	SW-CISCO	SWITCH CISCO 3560	FÍSICO	RK-UIO-01
6	ORGANIZADOR		FÍSICO	RK-UIO-01
7	SW-CISCO		FÍSICO	RK-UIO-01
8	ORGANIZADOR		FÍSICO	RK-UIO-01
9	SERVIDOR	HP ML350E	FÍSICO	RK-UIO-01
10	SERVIDOR	HP ML350E	FÍSICO	RK-UIO-01
1	PPA	Patch Panel PPA	FÍSICO	RK-UIO-02
2	ORGANIZADOR	Organizador	FÍSICO	RK-UIO-02
3	SW-CISCO	SW CISCO 2920	FÍSICO	RK-UIO-02
4	ORGANIZADOR	Organizador	FÍSICO	RK-UIO-02
5	PPB	Patch Panel PPB	FÍSICO	RK-UIO-02
6	ORGANIZADOR	Organizador	FÍSICO	RK-UIO-02
7	SW-CISCO	SW CISCO 2920	FÍSICO	RK-UIO-02
8	ORGANIZADOR	Organizador	FÍSICO	RK-UIO-02
9	PPC	Patch Panel PPC	FÍSICO	RK-UIO-02
10	ORGANIZADOR	Organizador	FÍSICO	RK-UIO-02
11	SW-CISCO	SW CISCO 2920	FÍSICO	RK-UIO-02
12	ORGANIZADOR	Organizador	FÍSICO	RK-UIO-02
13	PPD	Patch Panel PPD	FÍSICO	RK-UIO-03
14	ORGANIZADOR	Organizador	FÍSICO	RK-UIO-03
15	SW-CISCO	SW CISCO 2920	FÍSICO	RK-UIO-03
16	ORGANIZADOR	Organizador	FÍSICO	RK-UIO-03
17	PPE	Patch Panel PPE	FÍSICO	RK-UIO-03
18	ORGANIZADOR	Organizador	FÍSICO	RK-UIO-03
19	SW-CISCO	SW CISCO 2920	FÍSICO	RK-UIO-03
20	ORGANIZADOR	Organizador	FÍSICO	RK-UIO-03
21	SPA	Patch Panel SPA	FÍSICO	RK-UIO-03
22	ORGANIZADOR	Organizador	FÍSICO	RK-UIO-03
23	SW-CISCO	SW CISCO 2920	FÍSICO	RK-UIO-03

24	ORGANIZADOR	Organizador	FÍSICO	RK-UIO-03
25	REGLETA	Regleta energía	FÍSICO	RK-UIO-03

Fuente: Fuente: Propia Autor, (2019).

Los equipos físicos que conforman la solución de infraestructura informática virtual según el diseño propuesto en la Figura 49 poseen una topología física de red con equipos redundantes utilizando el diseño propuesto por Cisco de tres capas.

### 3.4.1 Diagrama físico de la solución de virtualización

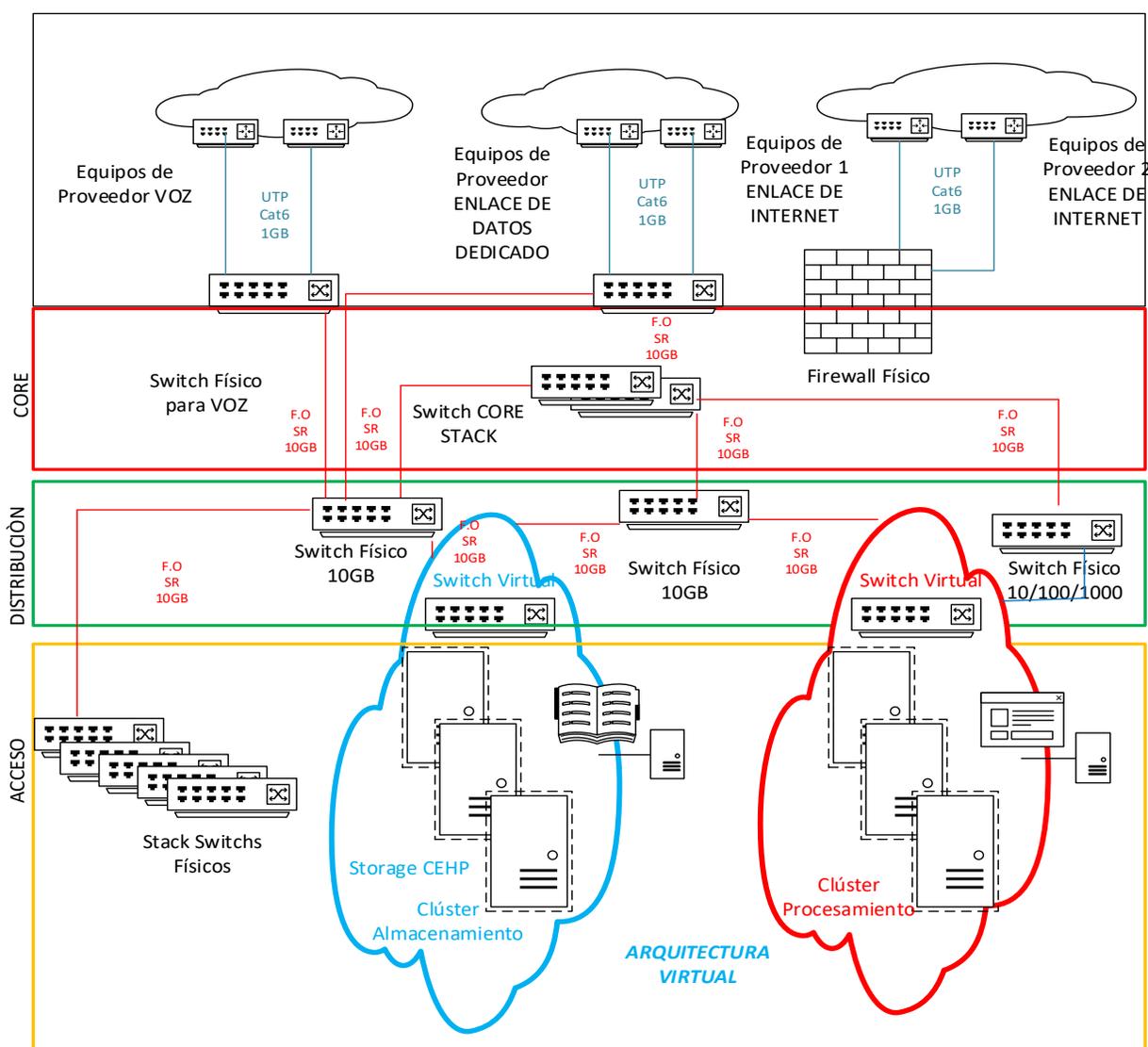


Figura 49: Diagrama de topología física redundante arquitectura virtual  
Fuente: Propia Autor, (2019).

El diagrama de la Infraestructura Virtual propuesta ilustrada en la Figura 49 muestra un clúster de Proxmox compuesto por tres servidores destinados a realizar el balanceo de carga dinámico manejando los procesos de creación de las máquinas virtuales y alta disponibilidad. El otro clúster de Proxmox se destina a manejar el almacenamiento compartido con Ceph. Estos equipos cuentan con tarjetas Pci adicionales a 10 Gbps, las cuales se conectan a un conmutador destinado para la comunicación entre el clúster de procesamiento y el clúster de almacenamiento. En el diagrama se ve representada la red con las conexiones en color rojo a 10Gbps. Los switch HP de 24 puertos de la serie 2920 poseen la capacidad de la integración de fábrica por medio de módulos de stack y poseen 24 puertos de 10/100/1000 Mbps además cuatro puertos SFP a 10Gbps. El stack formado se observa como un solo equipo y será utilizado como el equipo de conmutación de acceso (Access switch). La implementación de la arquitectura virtual diseñada requiere la adquisición de hardware adicional detallado en la Tabla 21.

### **Tabla 21**

*Hardware adicional necesario para la arquitectura virtual redundante.*

<b>Equipamiento</b>	<b>Cantidad</b>
Switch fibra óptica 10 Gbps	2
SPF 10 Gbps	16
Patch cord fibra óptica	8
Módulos stack HP	2
Tarjetas de red a 10Gbps	6

Fuente: Propia Autor, (2019).

Los dos switch de distribución de a 10Gbps en fibra óptica se interconectarán con el stack CORE y se destinará uno de estos equipos para una red aislada que manejara el almacenamiento. El switch CORE Cisco Catalyst 3650 será destinado para manejar los enlaces de datos dedicados y se conectará al switch de distribución de fibra óptica a 10Gbps.

Los switch HP de 48 puertos a 10/100/1000 Mbps poseen 2 módulos adicionales SFP a 10Gbps, uno de estos será destinado para concentrar los enlaces de telefonía, éste se conectará al switch de distribución de fibra óptica a 10Gbps. El otro equipo está destinado como switch de distribución con redundancia en cobre UTP cat 6 para la infraestructura. Para conectar a los usuarios del área de callcenter se utilizarán el stack formado por los equipos Cisco Catalyst 2960-X 48GigE, 4x1G SFP, LAN y Catalyst 2960-X 48GigE, 2x10G.

**Tabla 22**

*Hardware utilizado para arquitectura virtual no redundante.*

Lista De Elementos	Cantidad
Switch HP 24 Port Data	2
Switch HP 48 Port Data	2
Switch F.O 10 Gbps	2
Mikrotik	1
Rack 42 U 60x80x80	3
Cisco Catalyst 3650 24 Port Data 2x10gb Uplink IP Base	1
Catalyst 2960-X 48gige, 2x10g SFP+,LAN Base	2
Catalyst 2960-X 48gige, 4x1g SFP, LAN Base	4
Servidor HP ML350e GEN 8	3
HP DL180P GEN 9	1
HP DL380e GEN 7	2

Fuente: Propia Autor, (2019).

### 3.4.2 Distribución de redes

La distribución de las Vlans en la red empresarial según las áreas y departamentos existentes en la institución ha sido segmentada en 14 grupos lógicos, que proporcionarán mayor flexibilidad en la red y reducción del tráfico innecesario. El direccionamiento de la red se lo maneja ordenadamente sin necesidad de hacer grandes cambios al aumentar dispositivos en la Tabla 23 se detalla las Vlans su rango de direcciones y los grupos de estaciones por departamentos.

**Tabla 23***Tabla de distribución del direccionamiento de red.*

Vlan	Nombre	Descripción	Clase	Red	Máscara
Dispositivos Finales Servidores, Usuarios, Teléfonos IP					
201	Corosync	Trafico Clúster	A	10.0.201.xxx	255.255.255.0
202	User_Supervisores	Supervisores Callcenter	A	10.0.202.xxx	255.255.255.0
203	User_Administrativos	Administrativos	A	10.0.203.xxx	255.255.255.0
204	User_Directivosg	Directivos	A	10.0.204.xxx	255.255.255.0
205	User_Agentes1	Agentes Callcenter	A	10.0.205.xxx	255.255.255.0
206	User_Agentes2	Agentes Callcenter	A	10.0.206.xxx	255.255.255.0
207	User_Agentes3	Agentes Callcenter	A	10.0.207.xxx	255.255.255.0
208	Surveillance	Cámaras De Seguridad	A	10.0.208.xxx	255.255.255.0
209	Voice	Teléfonos IP	A	10.0.209.xxx	255.255.255.0
210	Server_Admin	Servicios TI	A	10.0.210.xxx	255.255.255.0
212	Server_Test	Servicios En Prueba	A	10.0.212.xxx	255.255.255.0
213	Server_Develop	Servicios En Desarrollo	A	10.0.213.xxx	255.255.255.0
211	Server_Produccion	Servicios Empresariales	A	10.0.211.xxx	255.255.255.0
250	Storage_Ceph	Ceph	A	10.0.250.xxx	255.255.255.0
172	Hw_Networking	Switch	B	172.16.1.xxx	255.255.255.0
Enlaces Proveedores De Voz, Datos E Internet, Vlan Antiguas					
10	Cx_ARCA_Lv3		C	x.x.x.x	255.255.255.0
66	T_SIP_CNT	Troncal SIP CNT	A		
68	T_SIP_CNTP423	Troncal SIP CNT	A		
69	T_SIP_CNTP123	Troncal SIP CNT	A		
96	Cx_AVANTMED	Enlace Dedicado	C	192.168.96.xxx	255.255.255.224
100	Cx_Matriz_Tel	Enlace Dedicado	C	192.168.100.xxx	255.255.255.0
222	CANT-222	Red Antigua	C	192.168.222.xxx	255.255.255.0
29	Cx_Firewall	Red Firewall	C	192.168.29.xxx	255.255.255.0
Red Pública					
150	Cx_Internet_Tel	Pool Público Telefónica	C	X.X.X.X	255.255.255.224
151	Cx_Internet_Cla	Pool Público Claro	C	X.X.X.X	255.255.255.252

152	Cx_FW_VPN_S2S	Dir. Firewall VPN Site2site	C	X.X.X.X	255.255.255.252
153	Cx_FW_VPN_S2S	Dir. Firewall VPN Site2site	C	X.X.X.X	255.255.255.252

Fuente: Propia Autor, (2019).

### 3.4.3 Diseño de la red de almacenamiento Ceph

El software de virtualización Proxmox facilita la configuración del sistema de almacenamiento distribuido Ceph y de forma nativa puede integrarse a la GUI.

- Cada servidor deberá tener instalado el sistema de virtualización Proxmox.
- Se deberá tener instalado los componentes de openvswitch en cada servidor y configurado todos los parámetros de red necesarios para los servicios de la empresa
- Se necesita tener una conexión a un servidor NTP para que todos los servidores trabajen sincronizada mente en la comunicación del storage.

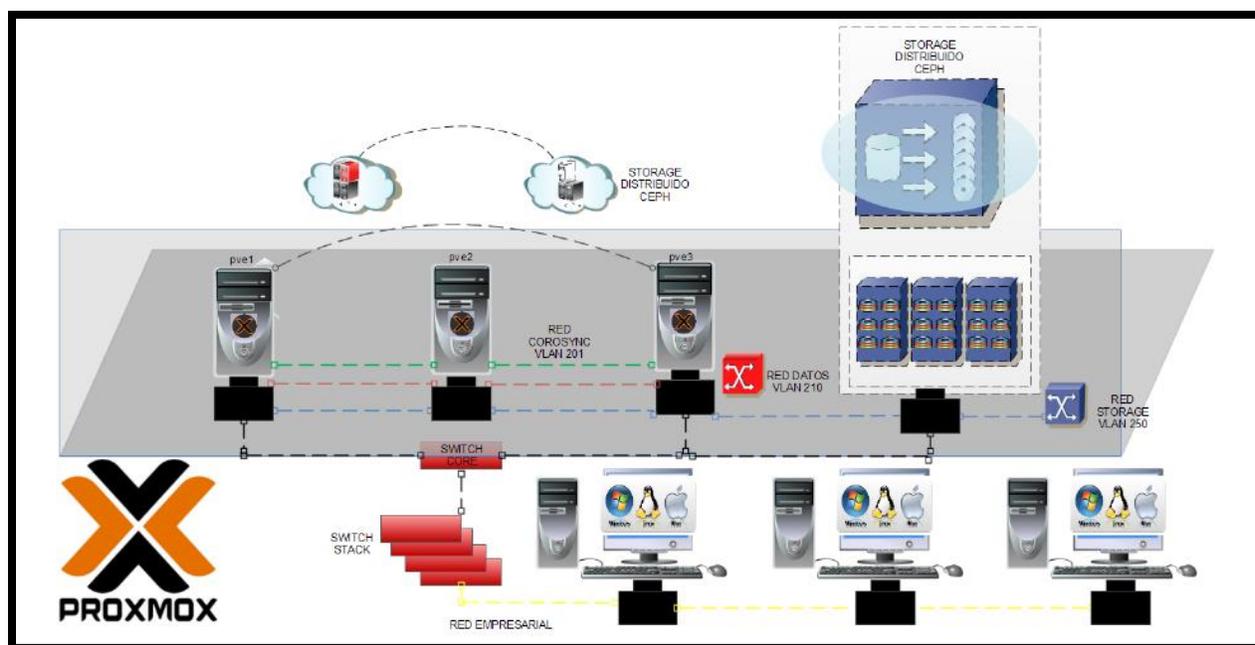
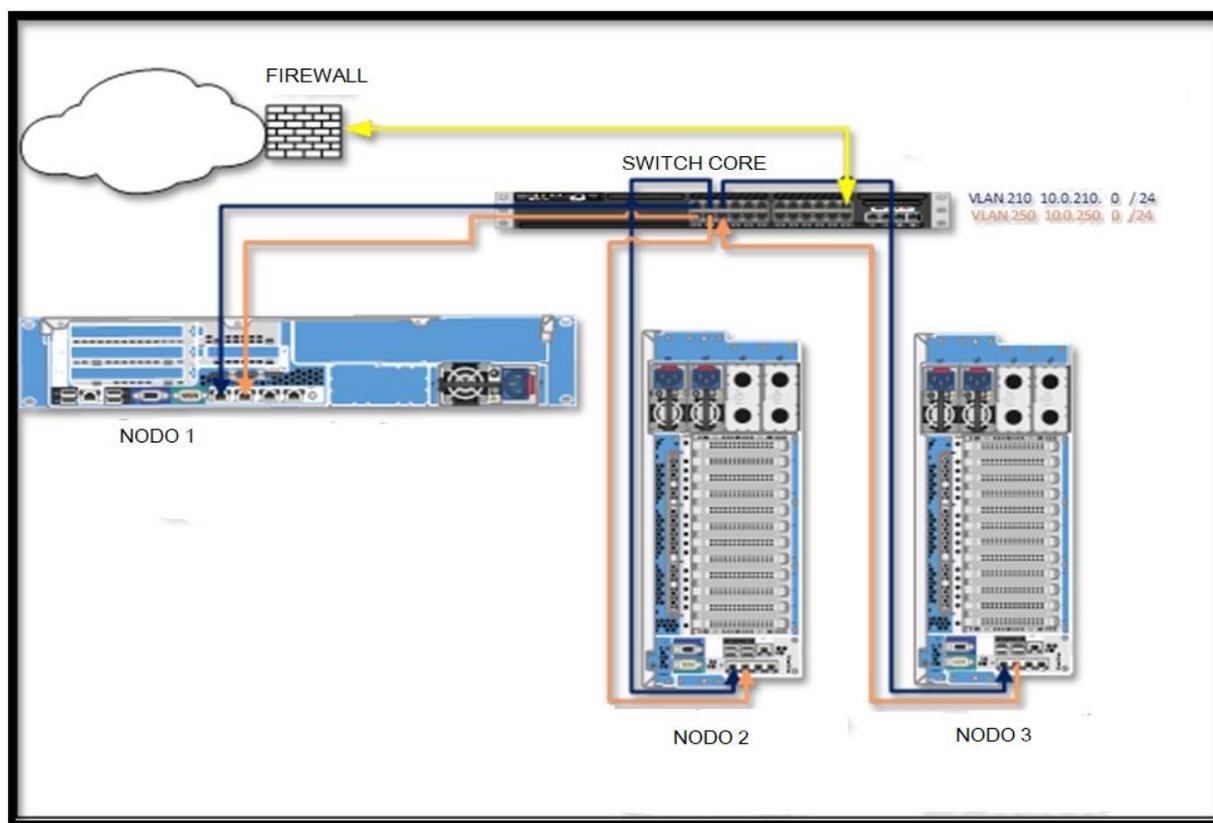


Figura 50: Diagrama de bloques almacenamiento Ceph.

Fuente: Propia Autor, (2019).

Para la implementación de un storage Ceph como se ilustra gráficamente en la Figura 50 es necesario contar con 3 servidores físicos que dispongan 2 arreglos independientes de almacenamiento uno que albergará al sistema de virtualización y otro que formará parte del storage. Los servidores deberán contar con 2 interfaces de red una para conectarse a la red de datos de la empresa y otra para mantener la comunicación en una red aislada de storage. Se debe realizar la conexión de los 3 servidores mediante un switch físico en este caso se utilizara un switch cisco Catalyst 3650



*Figura 51:* Diagrama de conexión de equipos en clúster Proxmox.  
Fuente: Propia Autor, (2019).

Los servidores ilustrados en la Figura 51 cuentan con cuatro tarjetas de red las cuales son gestionadas por openvswitch, estas interfaces son definidas el kernel de Proxmox con las etiquetas dentro del sistema como eno #, donde el número asignado identifica de forma secuencial las

interfaces de red. A continuación en la Tabla 24 se detalla cómo se dispone la conexión entre las interfaces de red en los servidores contra los puertos del switch.

**Tabla 24**

*Tabla de distribución para la conexión física.*

FQDN	Nic	Puerto Sw		Vlan
pve1.grupocant.com	eno1	GE 1/0/1	TRUNK	
	eno2	GE 1/0/3	ACCESS	210
	eno3	GE 1/0/4	ACCESS	250
	eno4	GE 1/0/13	ACCESS	201
pve2.grupocant.com	eno1	GE 1/0/5	TRUNK	
	eno2	GE 1/0/7	ACCESS	210
	eno3	GE 1/0/8	ACCESS	250
	eno4	GE 1/0/14	ACCESS	201
pve3.grupocant.com	eno1	GE 1/0/9	TRUNK	
	eno2	GE 1/0/11	ACCESS	210
	eno3	GE 1/0/12	ACCESS	250
	eno4	GE 1/0/15	ACCESS	201

Fuente: Propia Autor, (2019).

### 3.5. Implementación de la solución de infraestructura virtual

La empresa RECAPT propuso la adquisición paulatina del equipamiento adicional requerido para alcanzar el diseño óptimo y se llegó a un acuerdo para comenzar la implementación utilizando el mínimo de hardware. La propuesta realizada por el gerente de sistemas tiene como objetivo el evaluar el desempeño de la infraestructura virtual en el caso crítico. Por este motivo se modificó el diseño propuesto por el representado en la Figura 52. En esta fase se realizará el desarrollo de la configuración de los dispositivos detallados en la Tabla 25 que conforman la infraestructura virtual.

**Tabla 25***Detalle Equipos Datacenter Prensa.*

<b>Equipo</b>	<b>Servicios</b>
SW – CORE	Switch Servidores
SW - STACK – 1	
SW - STACK – 2	
SW - STACK – 3	
SW - STACK – 4	Switch Stack
SW - STACK – 5	
SW - STACK – 6	
Firewall Mikrotik	
HP DL180P GEN 9	Baremetal(Proxmox1)
HP-ML350eGEN8	Baremetal(Proxmox2)
HP-ML350eGEN8	Baremetal(Proxmox3)

Fuente: Propia Autor, (2019).

La infraestructura informática virtual propuesta en el diseño debe ser rediseñada ya que la empresa busca comprobar el funcionamiento con el equipamiento mínimo y así evaluar el comportamiento de la red antes de una adquisición de equipamiento para completar el deseó óptimo. La topología de red a implementarse está conformada por los equipos de red, servidores y dispositivos finales, con una topología de estrella jerárquica que está conformada por conmutadores administrables dispuestos en cascada conectados a través de enlaces troncales con 802.1 Q con el switch CORE y este a su vez conecta con el firewall. Existen enlaces de datos dedicados contratados para conectar las infraestructuras informáticas además de los enlaces de telefonía los cuales se conectarán en las interfaces de los switch de Acceso y por medio de Vlans dentro del GUI del clúster de se asignarán a las interfaces de red en los servidores de telefonía virtual.

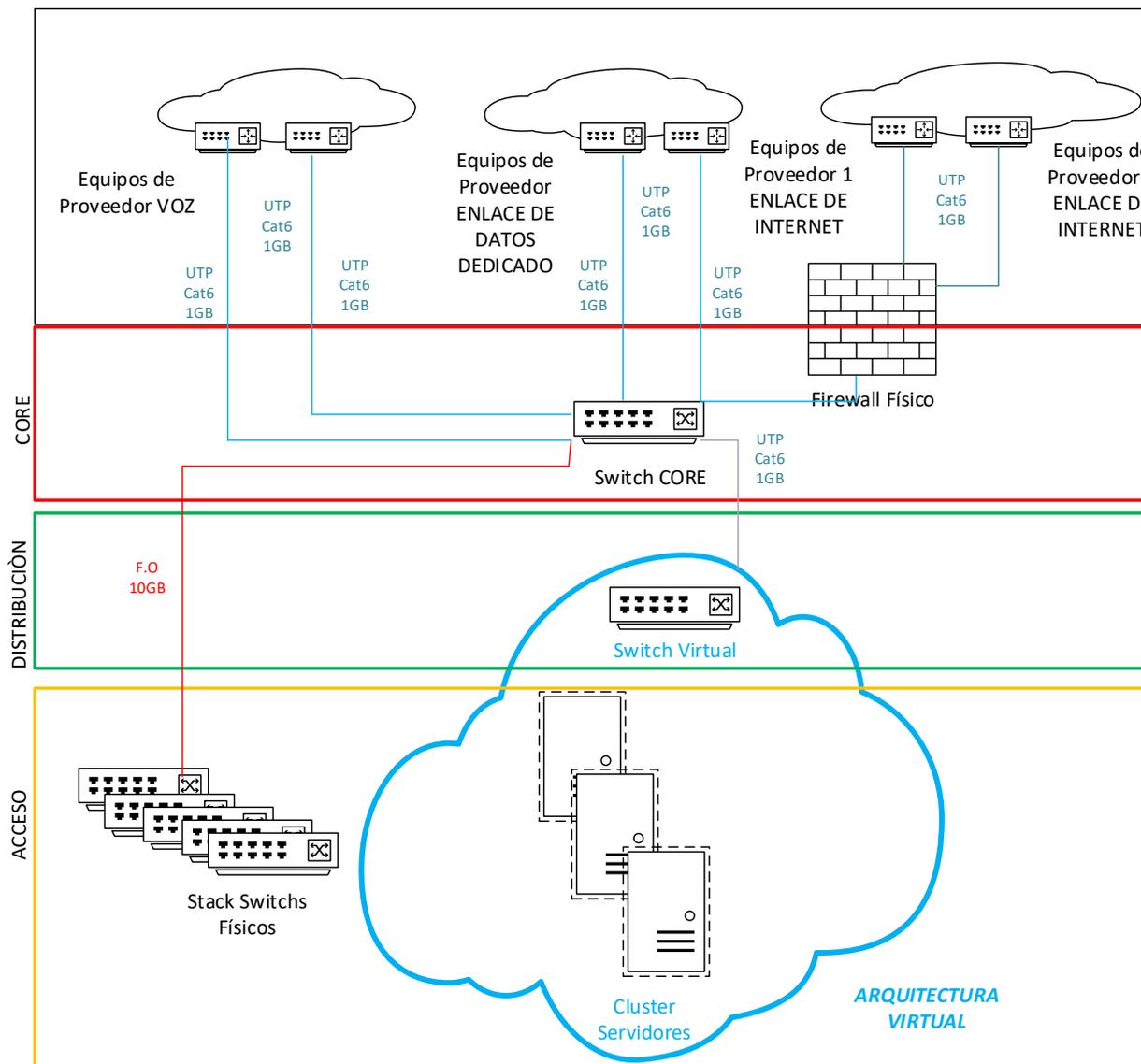


Figura 52: Diagrama de topología física arquitectura virtual.

Fuente: Propia Autor, (2019).

En la Figura 52 se muestra la arquitectura virtual la cual puede escalarse para alcanzar el diseño redundante propuesto en la topología física de la arquitectura virtual en el nuevo diseño propuesta posee los siguientes elementos:

- Un clúster de Proxmox compuesto por tres servidores destinados a realizar el balanceo de carga dinámico de las máquinas virtuales y que manejará los procesos de creación y alta disponibilidad. Estos servidores cuentan con 4 tarjetas de red, en este mismo nodo se

configura un segundo arreglo de discos independiente que se utiliza para crear el sistema de almacenamiento distribuido Ceph.

- Se utiliza el switch Cisco Catalyst 3650 para manejar los enlaces de datos dedicados, los enlaces de telefonía, contralará el enrutamiento y se configuraran las Vlans. Este equipo se encargará de proveer los servicios de NTP, DHCP a los nodos `proxmox` través de enlaces troncales y enlaces en diferentes Vlans.

Para conectar a los usuarios del área de callcenter se utilizarán el stack formado por los equipos Cisco Catalyst 2960-X 48GigE, 4x1G SFP, LAN y Catalyst 2960-X 48GigE, 2x10G que se conectan a los puertos SFP de 10Gbps del switch CORE. Los enlaces que conectan a los nodos y este equipo de conmutación estarán configurados como enlaces troncales

**Tabla 26**

*Tabla de Direccionamiento.*

FQDN	Ip	Nic	Puerto Sw		Vlan	Gateway
pve1.grupocant.com	10.0.210.x/24	eno1	GE 1/0/1	TRUNK		
	10.0.250.x/24	eno2	GE 1/0/3	ACCESS	210	10.0.210.x
	10.0.201.x/24	eno3	GE 1/0/4	ACCESS	250	10.0.250.x
pve2.grupocant.com		eno4	GE 1/0/13	ACCESS	201	10.0.201.x
		eno1	GE 1/0/5	TRUNK		
	10.0.210.x/24	eno2	GE 1/0/7	ACCESS	210	10.0.210.x
	10.0.250.x/24	eno3	GE 1/0/8	ACCESS	250	10.0.250.x
pve3.grupocant.com		eno4	GE 1/0/14	ACCESS	201	10.0.201.x
		eno1	GE 1/0/9	TRUNK		
	10.0.210.x/24	eno2	GE 1/0/11	ACCESS	210	10.0.210.x
	10.0.250.x/24	eno3	GE 1/0/12	ACCESS	250	10.0.250.x
	10.0.201.x/24	eno4	GE 1/0/15	ACCESS	201	10.0.201.x

Fuente: Propia Autor, (2019).

El proyecto lo conforman 3 nodos Proxmox, cada uno cuenta con dos discos independientes de 1 TB, 4 tarjetas de red conectados a un switch físico por cables UTP-Cat 6A a 1Gbps. El switch utilizado es el Cisco Catalyst provision ws-c3650-24td, en el cual se ha configurado el servidor NTP, DHCP y las Vlans. El softswitch Openvswitch integrado al hipervisor maneja el mismo etiquetado de Vlans del switch cisco con encapsulación 802.1Q. Una tarjeta de red física del nodo está configurada en la Vlan 250 destinada al “Storage Ceph siendo el sistema de almacenamiento distribuido compartido por el clúster que permite replicación de datos y es tolerante a fallos. Se tiene un enlace separado para la comunicación del Clúster (CoroSync) en la Vlan 201 utilizando otra tarjeta física del nodo el proceso detallado se encuentra en el Anexo F.

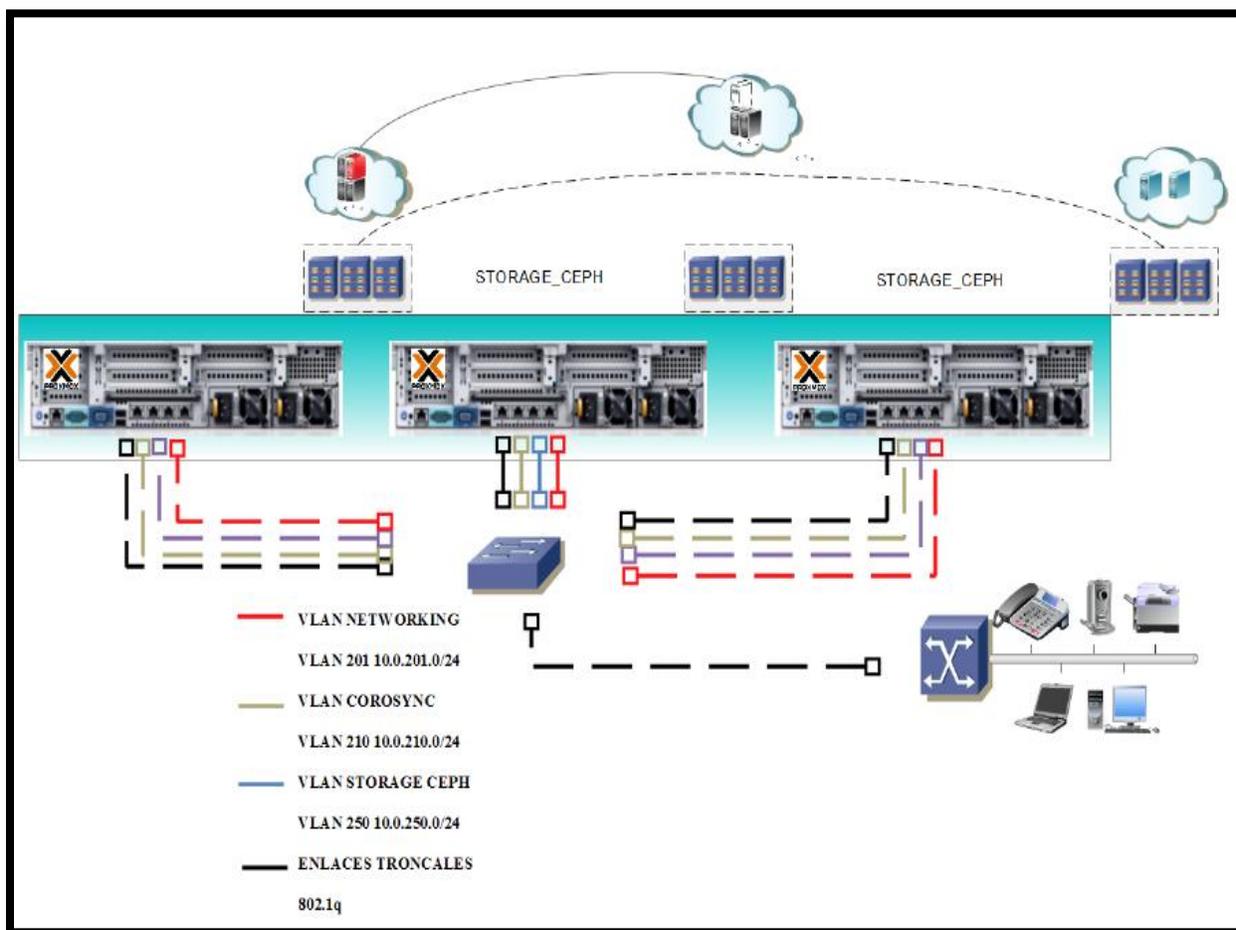


Figura 53: Diagrama de bloques conexiones de red en el clúster.  
 Fuente: Propia Autor, (2019).

El diagrama de conexión ilustrado gráficamente en la Figura 53 muestra la configuración de los dispositivos de red y los softswitch instalados en los nodos de virtualización donde se establecen los siguientes parámetros para las configuraciones de red.

Switch CORE:

- Vlan 210 red 10.0.210.xxx/24 destinada para la comunicación de la interfaz de administración de los nodos de virtualización Proxmox.
- Vlan 250 red 10.0.250.xxx/24 destinada para la comunicación del Sistema de almacenamiento distribuido Ceph.

Dentro del proceso de configuración del switch Cisco enunciaremos las configuraciones más relevantes para el funcionamiento de la infraestructura virtual propuesta. El proceso comienza con la configuración de las interfaces de red virtual Vlans en el switch CORE. Se realiza la instalación del sistema Proxmox en cada uno de los servidores determinados en el diseño que se ha propuesto ya que cumplen con las especificaciones que se requiere para la instalación, los mismos que son los siguientes: HP DL180P GEN 9, HP-ML350eGEN8.

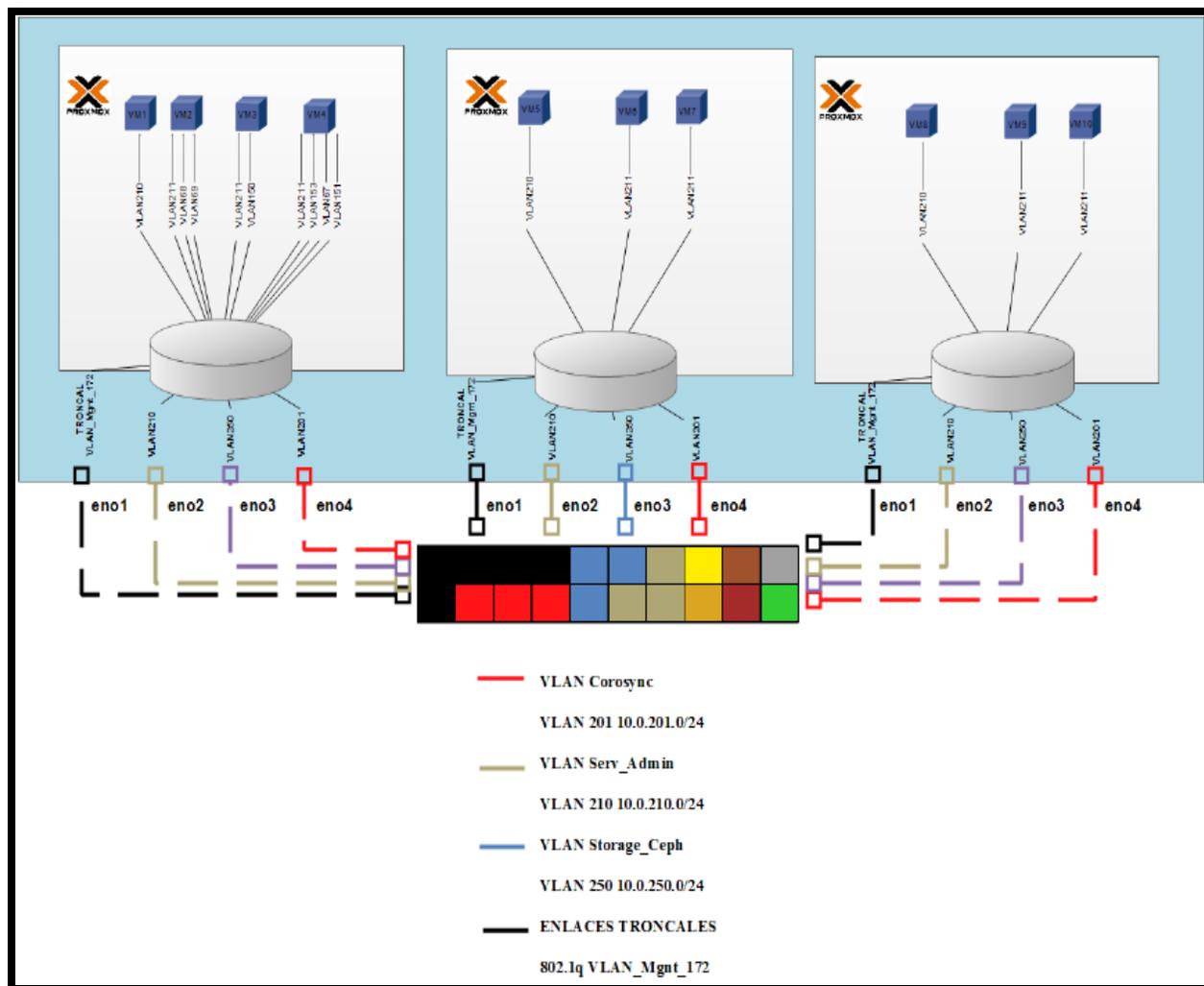


Figura 54: Diagrama de conexión de equipos en clúster Proxmox.  
Fuente: Propia Autor, (2019).

El diagrama ilustrado en la Figura 54 muestra que cada nodo cuenta con 4 tarjetas de red que se conectan con cables UTP-Cat 6, a 1Gbps al switch CORE físico una vez configurada la plataforma de virtualización en los 3 nodos con Proxmox VE se conectan a un switch físico a través de enlaces troncales con encapsulación 802.1Q. En los nodos se instala un softswitch que permitirá configuraciones avanzadas de networking utilizadas para optimizar el funcionamiento de la infraestructura. El almacenamiento compartido Ceph se configura en el hipervisor en una red independiente destinada al almacenamiento. El siguiente diagrama muestra la estructura de clúster Proxmox con almacenamiento Ceph configurado.

### **3.6 Pruebas de funcionamiento**

La realización de pruebas en la infraestructura virtual se realizó de forma progresiva efectuándose al término de cada uno de los procesos establecidos en la planificación de la configuración para descartar fallas que impedirían continuar con la siguiente etapa en la implementación de la infraestructura virtual. Cada una de las etapas de configuración de la infraestructura requiere de la interconexión de dispositivos que de forma funcional serán integrados para ser administrados centralizadamente por la solución de virtualización.

La infraestructura física de las oficinas en las que la infraestructura será implementada esta dimensionada para proveer servicios a un máximo de 300 usuarios concurrentes.

#### **3.6.1. Pruebas de conectividad**

##### **Prueba 1**

**Objetivo:** Comprobar la conectividad de los servidores Proxmox, desde la consola del equipo de conmutación hacia la IP del resto de los equipos.

**Desarrollo:**

Para comprobar la conectividad entre los servidores de virtualización, almacenamiento y el equipo de conmutación se procede a enviar paquetes de solicitud y respuesta de eco, a través del comando ping. Desde la consola del equipo de conmutación se ejecuta el comando ping dirigido a la IP de la consola de administración de los servidores Proxmox.

```
SW_CORE_CANT&T>ping 10.0.210.1
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 10.0.210.1, timeout is 2
seconds:
.!!!!
Success rate is 80 percent (4/5), round-trip min/avg/max =
0/0/1 ms

SW_CORE_CANT&T>ping 10.0.210.2
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 10.0.210.2, timeout is 2
seconds:
.!!!!
Success rate is 80 percent (4/5), round-trip min/avg/max =
0/0/1 ms

SW_CORE_CANT&T>ping 10.0.210.3
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 10.0.210.3, timeout is 2
seconds:
.!!!!
Success rate is 80 percent (4/5), round-trip min/avg/max =
0/1/2 ms

SW_CORE_CANT&T>|
```

Figura 55: Ping desde switch-CORE a nodos Proxmox Vlan 210.  
Fuente: Propia Autor, (2019).

La red definida para la consola de administración de los servidores es: 10.0.210.0/24. Las direcciones IP de los servidores son: 10.0.210.1/24, 10.0.210.2/24, 10.0.210.3/24 y los puertos del switch están modo ACCESS en la VLAN 210.

```
SW_CORE_CANT&T>ping 10.0.250.1
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 10.0.250.1, timeout is 2
seconds:
!!!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max =
0/0/1 ms

SW_CORE_CANT&T>ping 10.0.250.2
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 10.0.250.2, timeout is 2
seconds:
!!!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max =
0/0/1 ms

SW_CORE_CANT&T>ping 10.0.250.3
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 10.0.250.3, timeout is 2
seconds:
!!!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max =
0/0/1 ms

SW_CORE_CANT&T>|
```

Figura 56: Ping desde switch-CORE a nodos Proxmox vlan 250.  
Fuente: Propia Autor, (2019).

## Prueba 2

**Objetivo:** Comprobar la conectividad de los servidores Proxmox, desde la consola del terminal de uno de los hacia la IP del resto de los equipos.

### **Desarrollo:**

Desde la consola del servidor Proxmox pve1 se ejecuta el comando ping dirigido a la IP de la consola de administración del resto de servidores Proxmox. La red definida para la consola de los servidores es: 10.0.210.2/24 y la 10.0.210.3/24. El servidor pve1 posee la ip 10.0.210.1/24

```
root@pve1:~# ping 10.0.210.2
PING 10.0.210.2 (10.0.210.2) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 10.0.210.2: icmp_seq=1 ttl=128 time=0.396 ms
64 bytes from 10.0.210.2: icmp_seq=2 ttl=128 time=0.391 ms
64 bytes from 10.0.210.2: icmp_seq=3 ttl=128 time=0.384 ms
64 bytes from 10.0.210.2: icmp_seq=4 ttl=128 time=0.384 ms
64 bytes from 10.0.210.2: icmp_seq=5 ttl=128 time=0.348 ms
64 bytes from 10.0.210.2: icmp_seq=6 ttl=128 time=0.348 ms
```

*Figura 57:* Ping desde nodo pve1 hacia pve2 vlan 210.  
Fuente: Propia Autor, (2019).

Desde la consola del servidor Proxmox pve1 se ejecuta el comando ping dirigido a la IP de la consola de administración del servidores Proxmox 10.0.210.3/24.

```
root@pve1:~# ping 10.0.210.3
PING 10.0.210.3 (10.0.210.3) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 10.0.210.3: icmp_seq=1 ttl=128 time=0.330 ms
64 bytes from 10.0.210.3: icmp_seq=2 ttl=128 time=0.394 ms
64 bytes from 10.0.210.3: icmp_seq=3 ttl=128 time=0.402 ms
64 bytes from 10.0.210.3: icmp_seq=4 ttl=128 time=0.360 ms
64 bytes from 10.0.210.3: icmp_seq=5 ttl=128 time=0.340 ms
64 bytes from 10.0.210.3: icmp_seq=6 ttl=128 time=0.409 ms
```

*Figura 58:* Ping desde nodo pve1 hacia pve3 Vlan 210.  
Fuente: Propia Autor, (2019).

## Pruebas de funcionamiento de conectividad

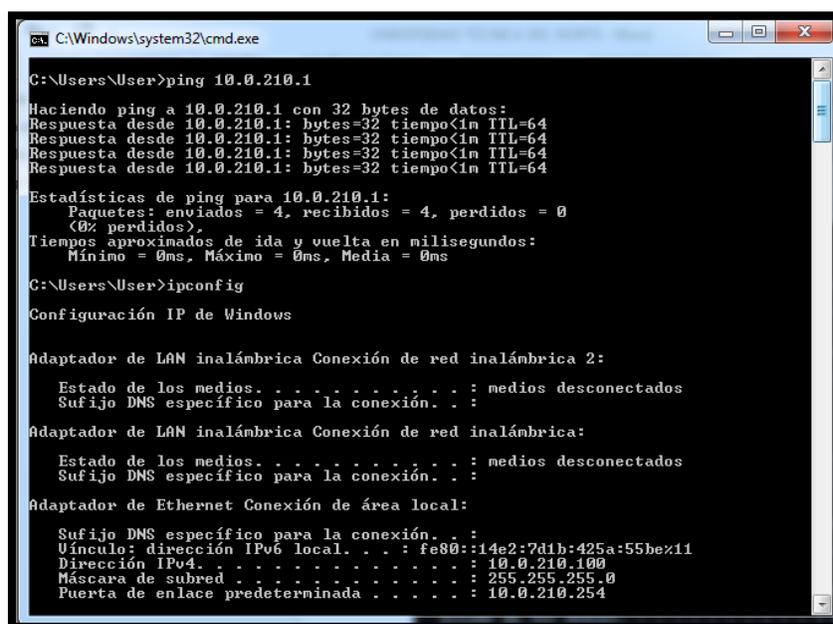
<b>Tipo de prueba:</b>	Conectividad utilizando el comando Ping	
<b>Descripción:</b>	Se utiliza el comando ping para realizar pruebas entre los equipos dentro de la red definida para la administración de los servidores Proxmox	
<b>Proceso:</b>	Desde la consola del terminal se utiliza el comando ping	
<b>Funciona:</b>	Si	No
<b>Observaciones:</b>	X	

### Prueba 3

**Objetivo:** Comprobar el acceso a la red de administración en los servidores Proxmox.

#### **Desarrollo:**

Desde una PC configurada en la red de administración ejecutar el comando ping dirigido a la IP de la consola de administración de los servidores Proxmox. La red definida para la consola de los servidores está configurada en la Vlan210 perteneciente a la red 10.0.210.0/24. El computador cliente es un PC con sistema operativo Windows y posee la ip 10.0.210.100/24



```

C:\Windows\system32\cmd.exe

C:\Users\User>ping 10.0.210.1

Haciendo ping a 10.0.210.1 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 10.0.210.1: bytes=32 tiempo<1m TTL=64

Estadísticas de ping para 10.0.210.1:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms

C:\Users\User>ipconfig

Configuración IP de Windows

Adaptador de LAN inalámbrica Conexión de red inalámbrica 2:

    Estado de los medios. . . . . : medios desconectados
    Sufijo DNS específico para la conexión. . . :

Adaptador de LAN inalámbrica Conexión de red inalámbrica:

    Estado de los medios. . . . . : medios desconectados
    Sufijo DNS específico para la conexión. . . :

Adaptador de Ethernet Conexión de área local:

    Sufijo DNS específico para la conexión. . . :
    Vínculo: dirección IPv6 local. . . : fe80::14e2:7d1b:425a:55be%11
    Dirección IPv4. . . . . : 10.0.210.100
    Máscara de subred . . . . . : 255.255.255.0
    Puerta de enlace predeterminada . . . . . : 10.0.210.254
  
```

Figura 59: Ping desde terminal Windows hacia nodo pve1.

Fuente: Propia Autor, (2019).

Después de un reinicio requerido para completar la instalación se verifica de forma local en la consola del servidor Proxmox pve1 la configuración básica de la interfaz de red configurada durante la instalación.

```
-----
pve1 login: root
Password:
Last login: Wed Sep 26 10:38:21 -05 2018 on tty1
Linux pve1 4.10.17-2-pve #1 SMP PVE 4.10.17-19 (Fri, 4 Aug 2017 13:34:37 +0200) x86_64

The programs included with the Debian GNU/Linux system are free software;
the exact distribution terms for each program are described in the
individual files in /usr/share/doc/*/copyright.

Debian GNU/Linux comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY, to the extent
permitted by applicable law.
root@pve1:~# ip addr
1: lo: <LOOPBACK,UP,LOWER_UP> mtu 65536 qdisc noqueue state UNKNOWN group default qlen 1000
    link/loopback 00:00:00:00:00:00 brd 00:00:00:00:00:00
    inet 127.0.0.1/8 scope host lo
        valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 ::1/128 scope host
        valid_lft forever preferred_lft forever
2: ens33: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc pfifo_fast master vbr0 state UP group default qlen 1000
    link/ether 00:0c:29:cd:40:a9 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
3: ens37: <BROADCAST,MULTICAST> mtu 1500 qdisc noop state DOWN group default qlen 1000
    link/ether 00:0c:29:cd:40:b3 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
4: ens38: <BROADCAST,MULTICAST> mtu 1500 qdisc noop state DOWN group default qlen 1000
    link/ether 00:0c:29:cd:40:bd brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
5: ens39: <BROADCAST,MULTICAST> mtu 1500 qdisc noop state DOWN group default qlen 1000
    link/ether 00:0c:29:cd:40:c7 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
6: vbr0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc noqueue state UP group default qlen 1000
    link/ether 00:0c:29:cd:40:a9 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 10.0.210.1/24 brd 10.0.210.255 scope global vbr0
        valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 fe80::20c:29ff:fed:40a9/64 scope link
        valid_lft forever preferred_lft forever
root@pve1:~#
```

*Figura 60:* Configuraciones de red del nodo pve1.

Fuente: Propia Autor, (2019).

Para comprobar la conectividad del nodo se ejecuta el comando ping a la IP del resto de servidores Proxmox

```
root@pve1:~# ping 10.0.210.2
PING 10.0.210.2 (10.0.210.2) 56(84) bytes of data:
64 bytes from 10.0.210.2: icmp_seq=1 ttl=128 time=0.396 ms
64 bytes from 10.0.210.2: icmp_seq=2 ttl=128 time=0.391 ms
64 bytes from 10.0.210.2: icmp_seq=3 ttl=128 time=0.384 ms
64 bytes from 10.0.210.2: icmp_seq=4 ttl=128 time=0.384 ms
64 bytes from 10.0.210.2: icmp_seq=5 ttl=128 time=0.348 ms
64 bytes from 10.0.210.2: icmp_seq=6 ttl=128 time=0.348 ms
```

*Figura 61:* Ping desde consola nodo pve1 hacia pve2.

Fuente: Propia Autor, (2019).

Desde una PC con sistema operativo Windows configurada en la VLAN210 se ejecuta el comando ping dirigido a la IP de los servidores Proxmox.

```

C:\Windows\system32\cmd.exe
C:\Users\User>ping 10.0.210.1
Haciendo ping a 10.0.210.1 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 10.0.210.1: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Estadísticas de ping para 10.0.210.1:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms

C:\Users\User>ipconfig

Configuración IP de Windows

Adaptador de LAN inalámbrica Conexión de red inalámbrica 2:

    Estado de los medios. . . . . : medios desconectados
    Sufijo DNS específico para la conexión. . . :

Adaptador de LAN inalámbrica Conexión de red inalámbrica:

    Estado de los medios. . . . . : medios desconectados
    Sufijo DNS específico para la conexión. . . :

Adaptador de Ethernet Conexión de área local:

    Sufijo DNS específico para la conexión. . . :
    Vínculo de dirección IPv6 local. . . . . : fe80::14a2:7d1b:425a:55be%11
    Dirección IPv4. . . . . : 10.0.210.100
    Máscara de subred. . . . . : 255.255.255.0
    Puerta de enlace predeterminada. . . . . : 10.0.210.254
  
```

Figura 62: Ping desde terminal Windows hacia nodo pve2.  
Fuente: Propia Autor, (2019).

En el navegador web de un equipo dentro de la Vlan 210 se debe colocar la ip del Nodo con el siguiente formato <https://ip.ip.ip.ip:8006>. Luego al aceptar la excepción al certificado SSL que aparece podemos interactuar con la página de login. El usuario por defecto creado inicialmente es root y la contraseña es aquella configurada durante la instalación.

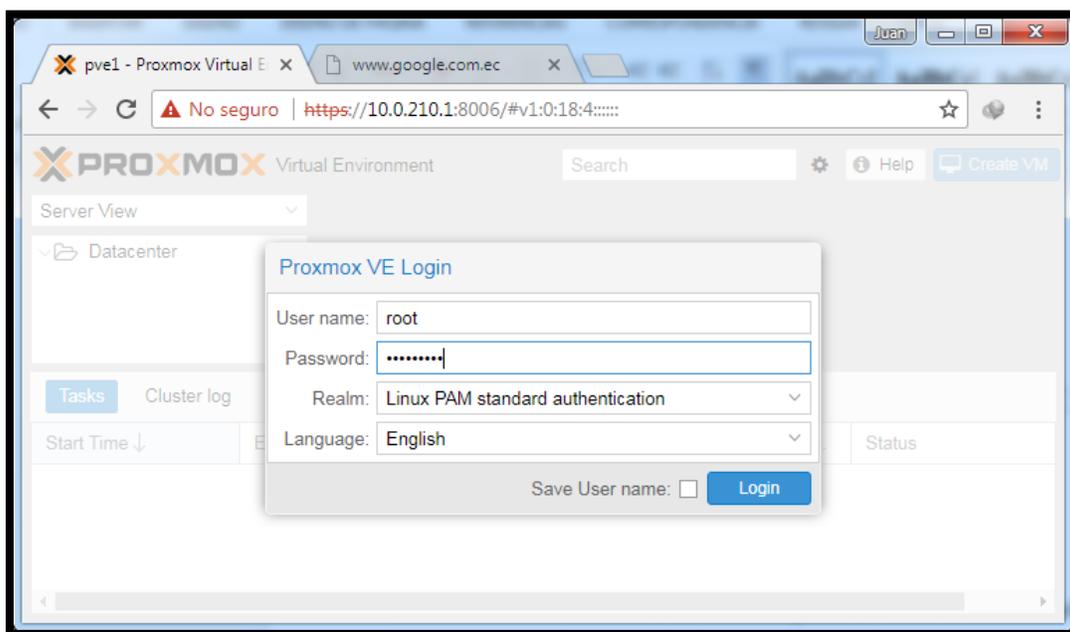


Figura 63: Interfaz de administración web nodo pve1.  
Fuente: Propia Autor, (2019).

Las configuraciones de red del nodo y el switch están detalladas en el Anexo E es necesario poseer salida a Internet para realizar las actualizaciones de los paquetes instalados. En el panel de administración web, en la parte izquierda se encuentra el icono en forma de servidor. Al seleccionarlo se ingresa a System -> Network lo que muestra la información de red del nodo

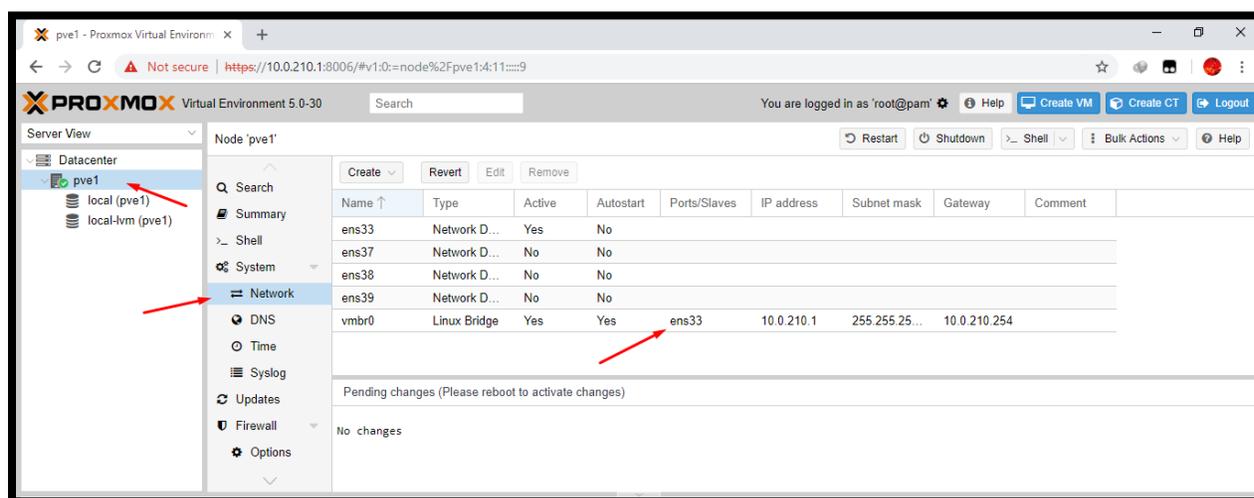


Figura 64: Configuraciones de red en la gui Proxmox pve1.

Fuente: Propia Autor, (2019).

Es muy importante aplicar las últimas actualizaciones del sistema operativo y de las herramientas de virtualización. Para efectuar la actualización por medio de la interfaz web se puede acceder seleccionando el icono en forma de servidor ubicado en la parte izquierda e ingresamos a Updates donde se puede realizar un “Update” o “Upgrade”.

Opción a través del Administrador Web:

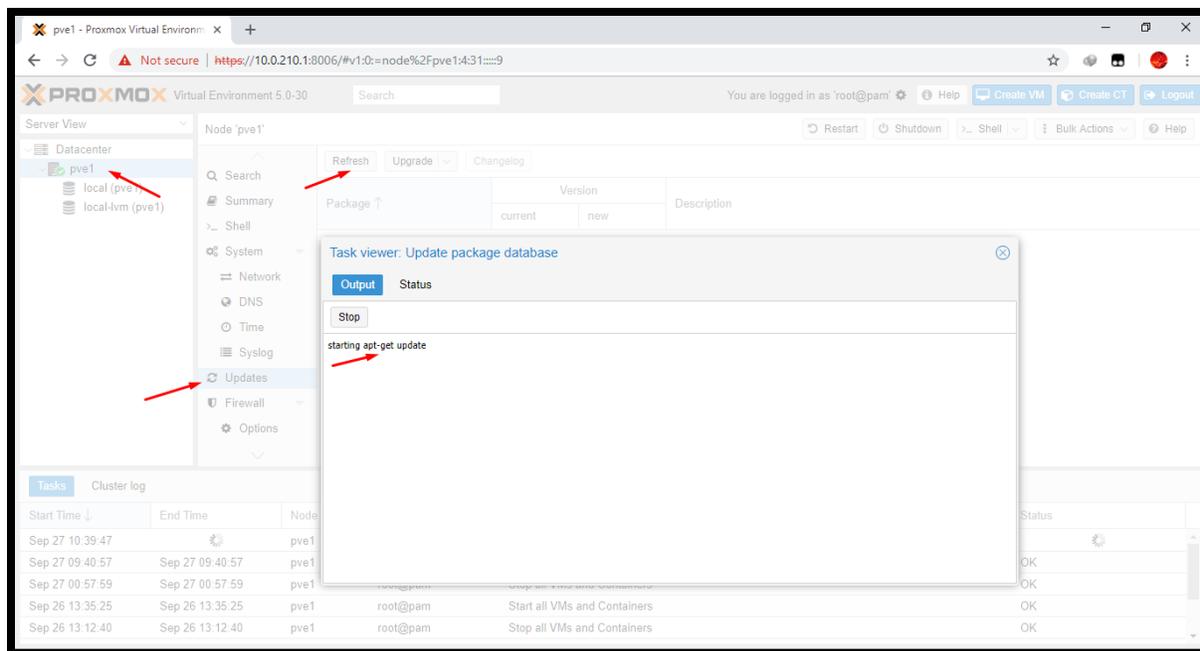


Figura 65: Actualización de paqueterías a través del panel de administración web.

Fuente: Propia Autor, (2019).

Opción a través de Consola: También es posible efectuar la actualización a través de la consola de forma local o desde una terminal remotamente vía SSH. Para realizar estos cambios se debe poner como superusuario “root” utilizando el siguiente comando:

```
root@pveX #ssh root@ip.ip.ip
```

Código 1. Comando Conexión ssh Vía CLI Linux.

La ip a colocar es la del nodo proxmox después se solicitará que proporcione el password que ingresó durante la instalación. En Windows tiene que bajar un cliente de conexión SSH como el caso de Putty. Otro método es utilizar una conexión a la consola del nodo a través de la página web principal. El botón “Shell” ubicado en la parte superior derecha despliega una pantalla en el navegador web con la consola. La terminal del server muestra es la de un sistema operativo Debian con el siguiente comando: *Este comando llama al paquete de instalación apt buscando en los repositorios para aplicar las actualizaciones que estén disponible y paquetes o distribuciones.*

```
root@pveX# apt-get update && apt-get -y dist-upgrade && apt-get remove --purge &&  
apt-get -y autoremove --purge && apt-get clean && apt-get autoclean
```

*Código 2. Comando Actualización de Paquetes y Distribución.*

Una vez completado este proceso se procede a la instalación del softswitch para continuar con la configuración de clúster se recomienda realizarlo de forma local.

### **3.6.2. Pruebas de seguridad**

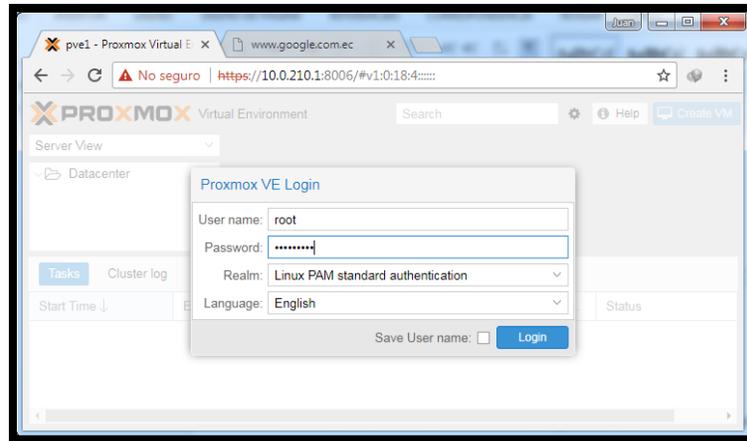
Esta prueba se la realiza para comprobar el acceso de forma remota a los nodos Proxmox los cuales se encuentran configurados por defectos con un único usuario root el cual posee todos los privilegios de configuración lo cual no es prudente. Debido a que existen diferentes niveles de autorización que se requiere proveer para asegurar la manipulación indebida por parte de usuarios neófitos. Se realizarán pruebas para comprobar los permisos de acceso a la consola de administración de los servidores Proxmox.

#### **Prueba 1**

**Objetivo:** Comprobar el acceso a la consola de administración de los servidores Proxmox, para lo cual se accede a través de la interfaz de administración web.

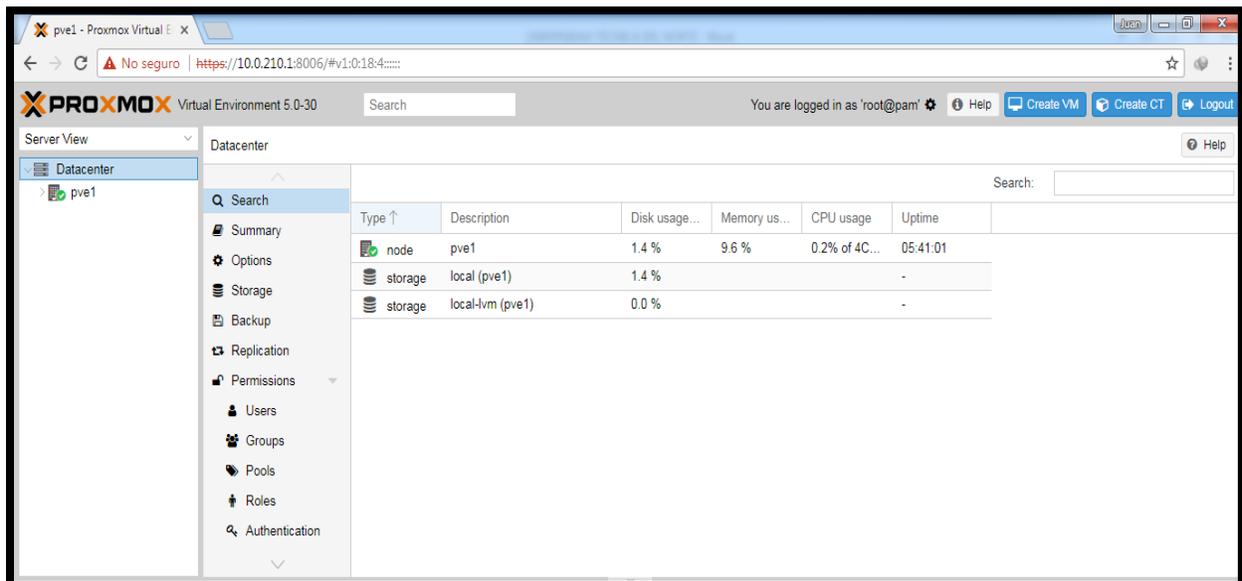
#### **Desarrollo:**

Desde una estación cliente PC con sistema operativo Windows se accede a la consola de administración web del servidor Proxmox pve1 posee la ip 10.0.210.1/24 para comprobar la solicitud de logeo de seguridad, utilizando el usuario root.



*Figura 66:* Ingreso al panel de administración web usuario root.  
Fuente: Propia Autor, (2019).

Después de comprobar el acceso del usuario root desde la interfaz web el nodo muestra la GUI de Proxmox, donde en la parte de la pestaña de Usuarios se muestra los grupos de perfiles de usuarios por defecto.



*Figura 67:* Acceso concedido al panel de administración web  
Fuente: Propia Autor, (2019).

Se puede observar los distintos niveles de privilegios que poseen los usuarios como se indica en la Figura 68.

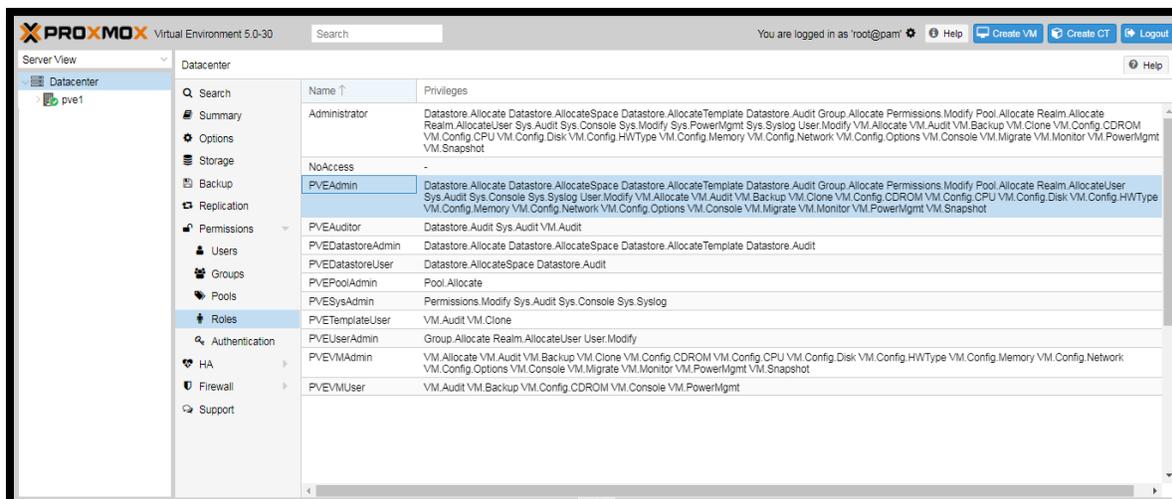


Figura 68: Grupos de perfiles de usuarios en Proxmox.

Fuente: Propia Autor, (2019).

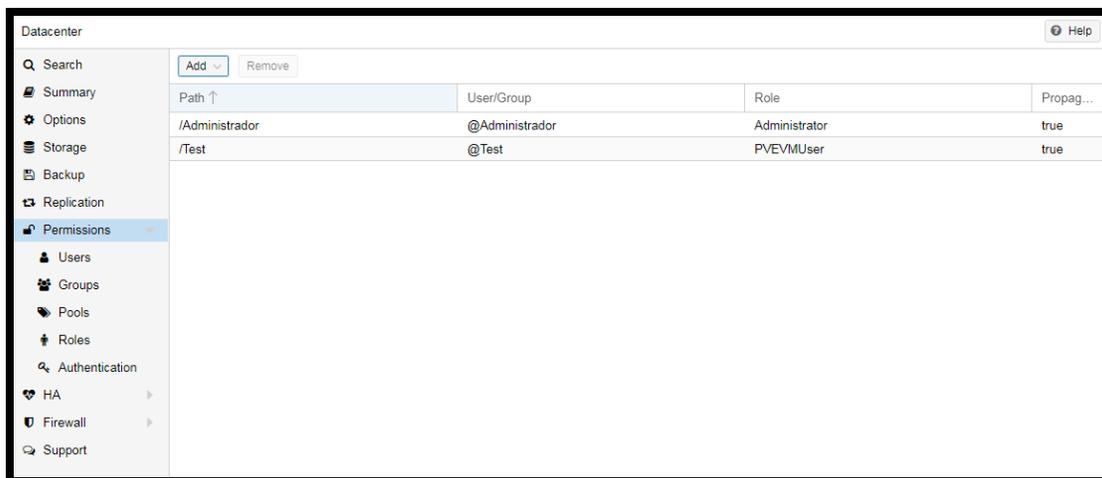
La GUI de Proxmox ilustrada en la Figura 68 muestra los grupos de perfiles de usuario desde la interfaz web, donde estos perfiles tienen privilegios distintos.

Name ↑	Privileges
Administrator	Datastore.Allocate Datastore.AllocateSpace Datastore.AllocateTemplate Datastore.Audit Group.Allocate Permissions.Modify Pool.Allocate Realm.Allocate Realm.AllocateUser Sys.Audit Sys.Console Sys.Modify Sys.PowerMgmt Sys.Syslog User.Modify VM.Allocate VM.Audit VM.Backup VM.Clone VM.Config.CDROM VM.Config.CPU VM.Config.Disk VM.Config.HWType VM.Config.Memory VM.Config.Network VM.Config.Options VM.Console VM.Migrate VM.Monitor VM.PowerMgmt VM.Snapshot
NoAccess	-
PVEAdmin	Datastore.Allocate Datastore.AllocateSpace Datastore.AllocateTemplate Datastore.Audit Group.Allocate Permissions.Modify Pool.Allocate Realm.AllocateUser Sys.Audit Sys.Console Sys.Syslog User.Modify VM.Allocate VM.Audit VM.Backup VM.Clone VM.Config.CDROM VM.Config.CPU VM.Config.Disk VM.Config.HWType VM.Config.Memory VM.Config.Network VM.Config.Options VM.Console VM.Migrate VM.Monitor VM.PowerMgmt VM.Snapshot
PVEAuditor	Datastore.Audit Sys.Audit VM.Audit
PVEDatastoreAdmin	Datastore.Allocate Datastore.AllocateSpace Datastore.AllocateTemplate Datastore.Audit
PVEDatastoreUser	Datastore.AllocateSpace Datastore.Audit
PVEPoolAdmin	Pool.Allocate
PVESysAdmin	Permissions.Modify Sys.Audit Sys.Console Sys.Syslog
PVETemplateUser	VM.Audit VM.Clone
PVEUserAdmin	Group.Allocate Realm.AllocateUser User.Modify
PVEVMAdmin	VM.Allocate VM.Audit VM.Backup VM.Clone VM.Config.CDROM VM.Config.CPU VM.Config.Disk VM.Config.HWType VM.Config.Memory VM.Config.Network VM.Config.Options VM.Console VM.Migrate VM.Monitor VM.PowerMgmt VM.Snapshot
PVEVMUser	VM.Audit VM.Backup VM.Config.CDROM VM.Console VM.PowerMgmt

Figura 69: Permisos acceso del grupo pveadmin.

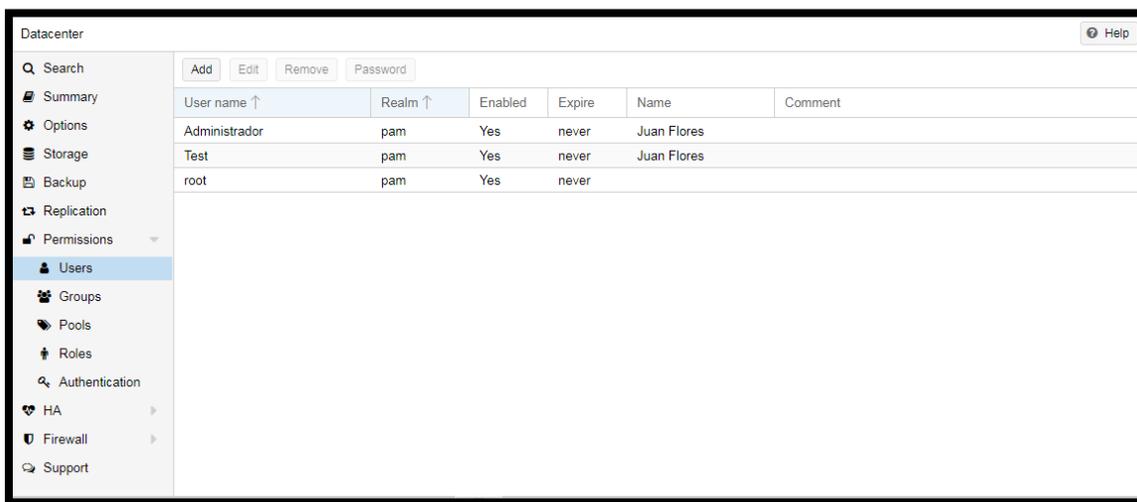
Fuente: Propia Autor, (2019).

Se puede observar la diferenciación de los privilegios que posee cada grupo de usuario.



*Figura 70:* Asignación de permisos de usuarios  
Fuente: Propia Autor, (2019).

Los usuarios creados se muestran en la pestaña Users, los cuales están asignados a distintos grupos.



*Figura 71:* Asignación de permisos a grupos de usuarios  
Fuente: Propia Autor, (2019).

Los usuarios pueden ser asignados a los diferentes grupos de usuarios existentes como muestra en la Figura 72.

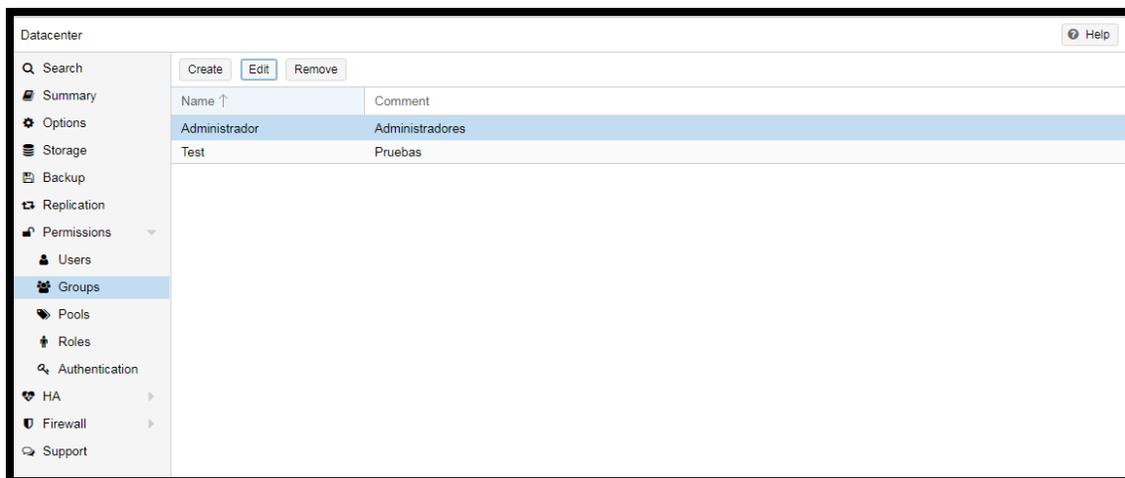


Figura 72: Asignación de permisos del grupo como administrador.

Fuente: Propia Autor, (2019).

Existen otros tipos de autenticación que ofrecen mayor seguridad los cuales se configuran en la pestaña de Authentication.

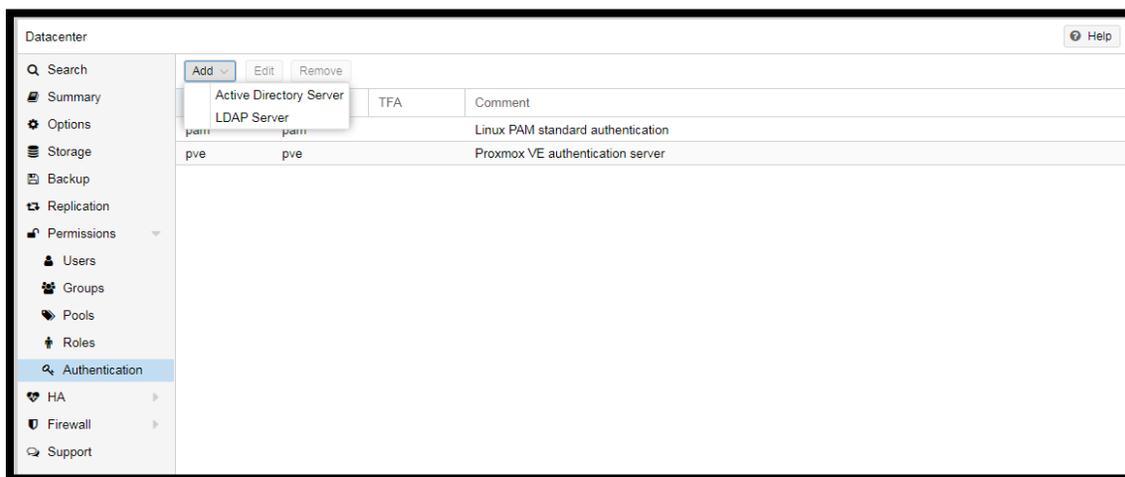


Figura 73: Asignación de permisos utilizando servidor de autenticación.

Fuente: Propia Autor, (2019).

### Pruebas de funcionamiento de seguridad

**Tipo de prueba:**

Comprobar los métodos de autenticación

**Descripción:**

Se configura dentro de los servidores Proxmox distintos usuarios con niveles y privilegios diferentes.

**Proceso:**

Desde la interfaz de administración web se acceda utilizando las credenciales proporcionadas para los diferentes usuarios.

**Funciona:**

Si No  
X

**Observaciones:**

### 3.6.3. Pruebas de alta disponibilidad

En esta parte se procede a ejecutar pruebas de alta disponibilidad de las máquinas virtuales, en caso de que se requiera hacer algún mantenimiento o por caída del nodo.

#### Prueba 1

**Objetivo:** Comprobar la funcionalidad que proporciona Proxmox.VE HA al ocurrir la caída de un host, debiéndose levantar las máquinas virtuales que estaban corriendo en los nodos que están disponible del clúster.

#### **Desarrollo:**

En este punto se comprobará que la máquina virtual manejada con alta disponibilidad HA puede inicializarse de en los nodos restantes del clúster. Se comienza realizando una migración a otro nodo por medio de la consola utilizando el comando:

```
root@pve1# ha-manager migrate vm:<VMID> <proxmox_node>
```

*Código 3. Comando de Migración.*

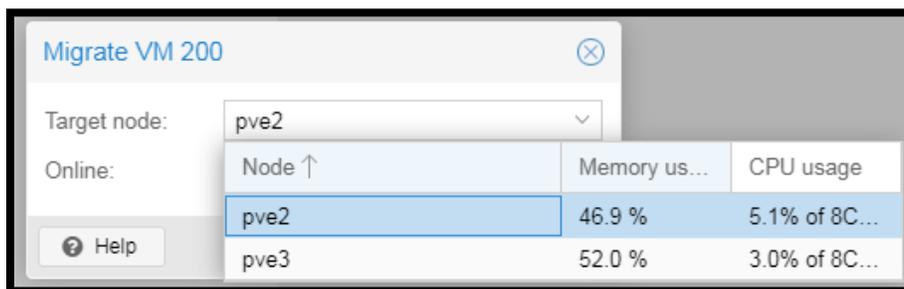
- **Prueba con una máquina virtual KVM**

Se puede migrar las VM de un nodo a otro tanto si la VM este apagada o corriendo, se utiliza los siguientes comandos.

```
root@pve1# ha-manager migrate vm:100 node pve2
```

*Código 4. Ejemplo de respuesta al comando de migración kvm por consola.*

En el nodo se puede observar en los logs de la herramienta el resultado de la tarea.



*Figura 74: Migración de una VM desde gui Proxmox pve1.*

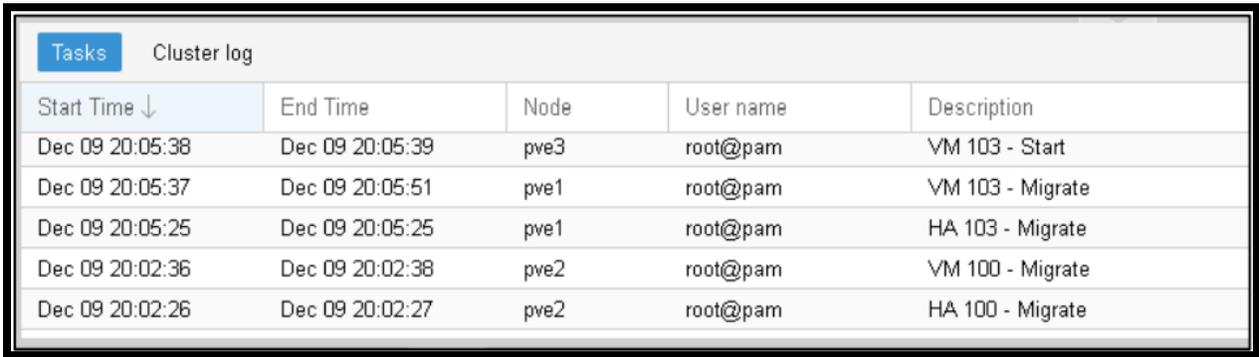
Fuente: Propia Autor, (2019).

Como se puede observar Proxmox trata de apagar la VM máquina virtual desde el origen y luego lo inicializa en el destino. Entonces solo se puede minimizar el downtime pero habrá un downtime mínimo. Se simulará una falla de red en un nodo, para esto por medio de la consola se cambiará el status de la tarjeta de red, para esto se utilizará el siguiente comando.

```
root@vmsrv01# ifconfig eth0 down
```

*Código 5. Comando de Apagado de Interfaz eth0.*

Dando como resultado en la consola del nodo



Start Time ↓	End Time	Node	User name	Description
Dec 09 20:05:38	Dec 09 20:05:39	pve3	root@pam	VM 103 - Start
Dec 09 20:05:37	Dec 09 20:05:51	pve1	root@pam	VM 103 - Migrate
Dec 09 20:05:25	Dec 09 20:05:25	pve1	root@pam	HA 103 - Migrate
Dec 09 20:02:36	Dec 09 20:02:38	pve2	root@pam	VM 100 - Migrate
Dec 09 20:02:26	Dec 09 20:02:27	pve2	root@pam	HA 100 - Migrate

*Figura 75: Logs generados por la tarea de migración en pve1.*  
Fuente: Propia Autor, (2019).

Para conocer el status del bonding realizado verifíquese con el siguiente comando.

```
root# cat /proc/net/bond0/bond0
Bonding Mode: fault-tolerance (active-backup)
Currently Active Slave: eth0
Slave Interface: eth0
MII Status: up
Slave Interface: eth1
MII Status: up
```

*Figura 76: Comando de respuesta al bond formado por eth0,eth1.*  
Fuente: Propia Autor, (2019).

Al simular una falla en la que el nodo pierde conexión los máquinas virtuales que se encuentran manejadas con el servicio de alta disponibilidad son migradas de forma automática, para esto la herramienta indica lo siguiente.

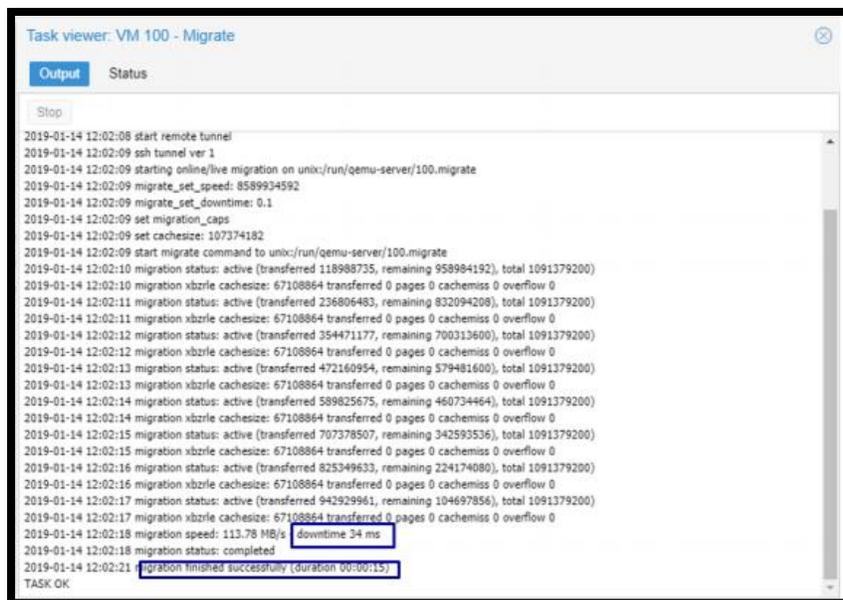


Figura 77: Visor de tareas de migración HA manager.

Fuente: Propia Autor, (2019).

Proxmox posee la pila de software llamada “ha-manager” que detecta errores automáticamente administrando el traslado de la VM a otro nodo, para habilitar HA se debe crear al menos un grupo de HA, los nodos en los cuales se configuran las reglas en ocasiones pueden pertenecer a varios otros grupos formados por los mismos nodos pero con diferentes valores de prioridad. Luego por medio de las reglas de alta disponibilidad creadas se asigna como se se compartirán como se muestra en la Figura 77.

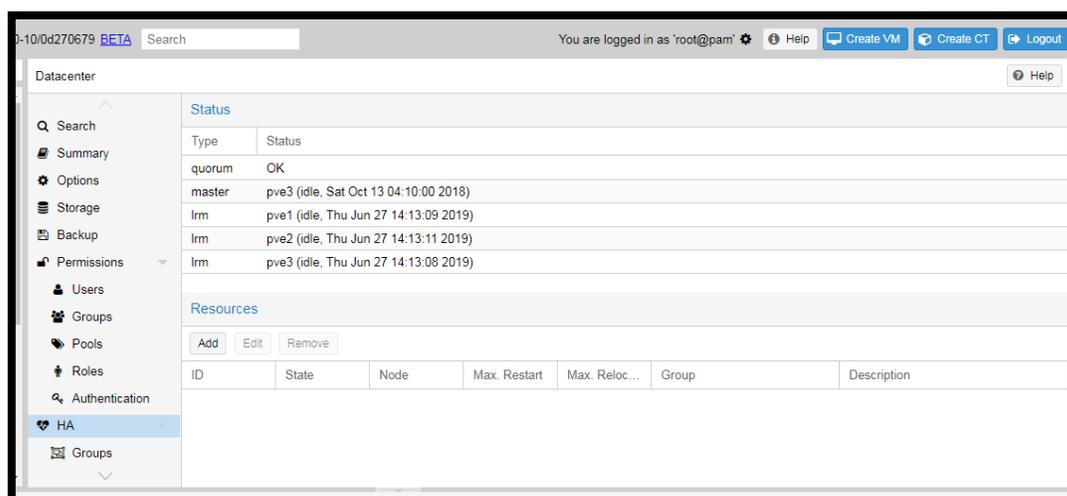
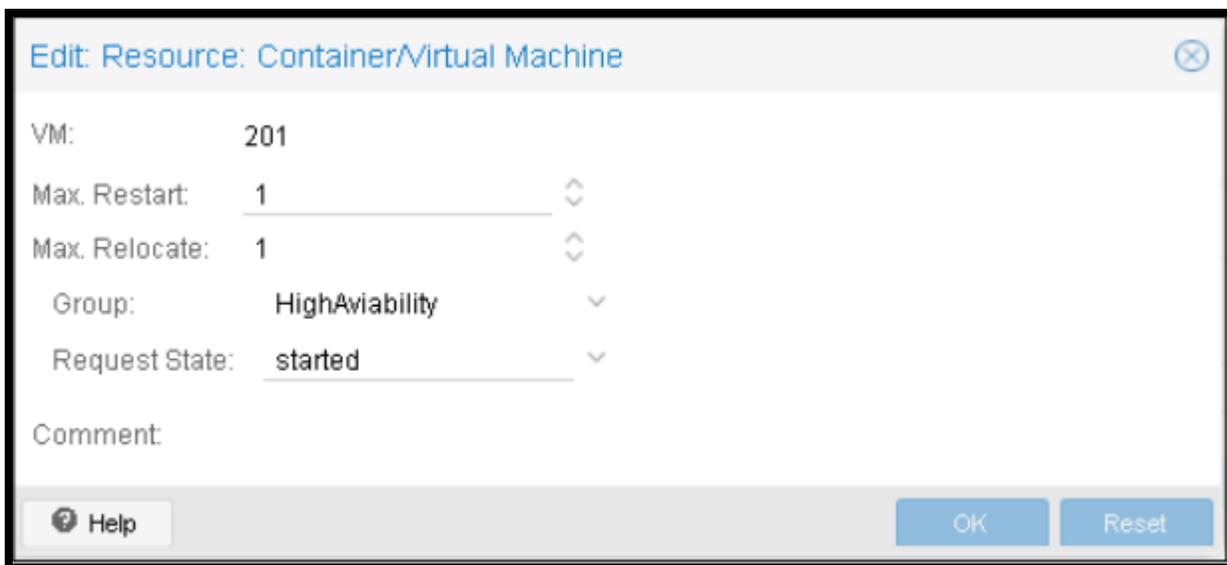


Figura 78: Estado del clúster y reglas de alta disponibilidad.

Fuente: Propia Autor, (2019).

Las reglas de alta disponibilidad se las agrega a través de registros (Resource) indicando el comportamiento de la VM o Contenedor LXC. En la Figura 78 muestra que los registros contienen varios campos que permiten definir la cantidad de veces para intentar reiniciarse y la cantidad de veces para reubicarse, además de los estados en los que la máquina se restablecerá al trasladarse de nodo.



Field	Value
VM:	201
Max. Restart:	1
Max. Relocate:	1
Group:	HighAvailability
Request State:	started
Comment:	

Figura 79: Configuración de reglas de alta disponibilidad.  
Fuente: Propia Autor, (2019).

Para comprobar que la máquina está correctamente administrada en alta disponibilidad, se procede a generar un fallo en el nodo parando el servicio RGManager, el cual es encargado de la administración de las máquinas virtuales por lo que una vez parado no se puede acceder a ellas. Una vez que el nodo (pv3) este dado de baja, se habilita la alerta de su estado, y se procede a migrar hacia otro nodo (pve2). En la Figura 80 se observa que la máquina virtual se ha iniciado exitosamente en pve2 tardando solamente unos minutos.

The screenshot shows the HA status page in Proxmox VE. The left sidebar contains navigation options like Search, Summary, Options, Storage, Backup, Replication, Permissions, Users, Groups, Pools, Roles, Authentication, HA, Groups, Fencing, Firewall, and Support. The main content area is divided into 'Status' and 'Resources' sections.

**Status**

Type	Status
quorum	OK
master	pve1 (active, Mon Dec 10 00:17:42 2018)
lrm	pve1 (active, Mon Dec 10 00:17:35 2018)
lrm	pve2 (active, Mon Dec 10 00:17:39 2018)
lrm	pve3 (old timestamp - dead?, Mon Dec 10 00:14:14 2018)

**Resources**

ID	State	Node	Max. Restart	Max. Reloc...	Group
vm:100	stopped	pve1	1	2	HighAvailability
vm:103	started	pve1	1	1	medio
vm:106	started	pve1	1	1	HighAvailability
vm:201	started	pve2	1	1	HighAvailability
vm:700	started	pve1	1	1	HighAvailability

Figura 80: Monitorización de respuesta a falla en nodo pve3.

Fuente: Propia Autor, (2019).

En la Figura 81 se muestra el registro de la herramienta web donde se puede observar claramente los procesos desde que falla el nodo, apagando las máquinas virtuales existentes en él, y luego efectuando la alta disponibilidad al encender automáticamente las máquinas que están agregadas en las reglas a otro nodo.

The screenshot shows the 'Cluster log' section in Proxmox VE. It contains a table with the following data:

Start Time ↓	End Time	Node	User name	Description
Dec 10 00:15:39	Dec 10 00:15:40	pve2	root@pam	VM 201 - Start
Dec 10 00:14:04	Dec 10 00:14:13	pve3	root@pam	VM 201 - Shutdown
Dec 10 00:13:06	Dec 10 00:13:56	pve3	root@pam	Stop all VMs and Containers
Dec 10 00:13:06	Dec 10 00:13:56	pve3	root@pam	VM 702 - Shutdown

Figura 81: Monitorización de respuesta a falla en nodos pve2 y pve3.

Fuente: Propia Autor, (2019).

Luego de realizar la prueba a los servidores agregados a las reglas de alta disponibilidad, se determinó que el tiempo de levantamiento depende de los recursos que utilicen, de esta manera, si las máquinas virtuales consumen demasiados recursos, el tiempo será mayor. En la Tabla 26 se detallan los recursos utilizados por los servicios y el tiempo que tardan en levantarse en otro nodo.

**Tabla 27**

*Tiempo de Migración del Máquinas Virtuales.*

<b>Servicio</b>	<b>Disco</b>	<b>Memoria</b>	<b># CPU</b>	<b>Downtime</b>
Telefonía	750 GB	3 GB	2	3 minutos
Directorio Activo	250 GB	1 GB	2	2 minutos
Servidor de Correo	250 GB	1 GB	2	2 minutos

Fuente: Propia Autor, (2019).

Para determinar el porcentaje de disponibilidad que el sistema brinda, se procede a utilizar la Ecuación 2, en la cual, si ocurriera un fallo, con un downtime de 2 minutos diarios, harían al año 12 horas, así entonces:  $24 \times 365 = 8,760$  Horas/año.

$$Avialability = \frac{8760 - 12}{8760} \times 100$$

$$Avialability = 99.863\%$$

En la Tabla 26 se muestra los tiempos de migración y el cálculo del Downtime producto de este proceso el cual puede ser programado o no programado, lo que quiere decir es que cuando se da la migración manual en caliente se tiene un tiempo programado, pero en caso de que haya alguna caída en uno de los nodos sea por fallas de hardware, fallas de software y errores humanos es decir fallos no programados el proceso demora pero cabe recalcar que los eventos programados y no programados producen tiempos mínimos dando así una infraestructura eficiente y eficaz.

**Pruebas de funcionamiento de disponibilidad****Tipo de prueba:**

Disponibilidad de las máquinas virtuales y migración

**Descripción:**

Una vez configurado este servicio en las máquinas virtuales, se simuló pruebas de diferentes fallos para comprobar su comportamiento

**Proceso:**

Desde la consola de administración obsérvese en los logs del nodo un detalle de los procesos realizados.

**Funciona:**

Si	No
X	

**Observaciones:**

## **Capítulo IV. Análisis de retorno de la inversión**

La empresa RECAPT.SA presta sus servicios en el mercado de business process outsourcing especializándose en ser proveedores de servicios de callcenter para esto requiere que su infraestructura tecnológica sea ágil, flexible, segura, robusta y que optimice recursos. Este modelo de negocio busca que empresas clientes externalicen o subcontraten parte de las funciones de un proceso del trabajo a diferentes lugares, y que sea hecho por otras empresas proveedores de servicios especializados para así reducir sus costos de operación y mantenimiento. Los acuerdos de servicio firmados poseen fuertes sanciones por el incumplimiento de las tasas de disponibilidad del servicio.

Según lo expuesto en el anterior capítulo la empresa actualmente cuenta con tres centros de datos en el Ecuador para ofrecer redundancia en sus servicios. Esta solución de infraestructura virtual permitió optimizar procesos y costos al ser desarrollada bajo una plataforma de virtualización opensource. En cuanto al hardware; con los servicios virtualizados, los servidores fueron reutilizados del centro de datos matriz. La empresa cuenta con equipamiento robusto de los dos principales actores en el mercado CISCO y HP según el cuadrante mágico de Gartner.

### **4.1. Retorno de la inversión (ROI)**

Este índice financiero ayuda a elegir de mejor forma donde invertir el dinero conociendo el beneficio que se obtendrá de un proyecto por cada unidad monetaria invertida al cabo de un tiempo determinado. Generalmente se expresa como una tasa anual.

En proyectos de tecnología las soluciones de infraestructura tecnológica producen beneficios palpables pero difíciles de traducir en números. Los proveedores de tecnología publican en sus sitios web análisis ROI para productos e industrias específicas, el ROI en proyectos de

tecnología debe manejar un periodo de dos a tres años, porque luego empieza la obsolescencia tecnológica.

“**ROI=** (Ganancia+Ahorros)/ (Costos de evaluación + Costos de licencias y mantenimientos + Costos de instalación y configuración + Costos de integración y personalización + Costos de soporte y operación)”

#### **4.1.1. Costos directos**

Aquí se puede encontrar los costos de hardware, software, implementación soporte y Administración.

##### ***4.1.1.1. Costos de hardware***

En la implementación de la siguiente propuesta se requiere los elementos de hardware descritos en la Tabla 28, algunos de estos equipos posee la empresa como parte de su stock representando en el presupuesto de inversión un costo cero en dólares, el detalle de los mismos fue obtenido a partir de las proformas entregadas por Telefónica Movistar, para la ejecución del proyecto.

**Tabla 28**

*Inversión en Equipos Hardware.*

<b>Descripción Hardware</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Precio Total</b>	<b>Costo para el Proyecto</b>
		Servidores		
Servidores HP	3	3000	9000	0
		Networking		
Switch 2960X	6	4174,55	25047,3	0
Switch Cisco 3650	1	7068,99	7068,99	0
		Almacenamiento		

Discos HP 15k	6	300	1200	0
		Climatización		
Aire Acondicionado	1	10751,42	10751,42	0
		Energía		
Planta Diesel	1	25000	25000	0
Banco de batería UPS	1	2521,02	2521,02	
UPSTripplite 10000VA/9000watts	1	7748,44	7748,44	0
	Subtotal		35200	0
	IVA 12%		4224	0
	Total		39 424	0

**Fuente:** Telefónica Movistar, (2016), *Oferta ECU-000293121 RECAPT Switching 08032016V1*, Quito.

#### 4.1.1.2. Costos de software

La solución de virtualización Proxmox VE al ser una alternativa opensource no tiene costo de licenciamiento, lo que en este caso se aplicaría es un costo por soporte de la plataforma.

La solución opensource Openvswitch

La solución opensource CEPH

#### Tabla 29

*Costos de Licenciamiento del Software.*

Costos de Licencias Y Mantenimientos	Cantidad de Servidores	PROXMOX V.E		
		Años de la Solución	Valor Unitario Dólares	Valor Total Dólares
Soporte Proxmox virtual enviroment for servers por socket	3	3	453,04	4077,36
Total				<b>4077,36</b>

**Fuente:** Plataforma Proxmox Pricing, 2019 Recuperado de <https://www.proxmox.com/en/training/pve-bundle>

En la Tabla 29, el valor unitario fue transformado a dólares ya que en la plataforma Proxmox actualizada al año en curso, reflejaba un importe de 398 euros anual incluido impuestos del país

que solicite el servicio, por un Paquete Standard. Como se visualiza en la Tabla 12 de la presente investigación (Proforma Proxmox), este valor en conversión arrojó un resultado de 453,04 dólares que al ser multiplicado por 3 servidores a utilizarse en un espacio de tiempo de 3 años (tiempo depreciable de vida para soluciones informáticas) totaliza un valor de 4077,36 en costo de licenciamiento.

#### ***4.1.1.3. Costos de implementación de la plataforma.***

Para realizar este cálculo de costos de instalación y configuración de la plataforma de virtualización se tomará en cuenta los siguientes parámetros:

- Instalación de hipervisor en tres nodos
- Configuración de networking
- Configuración del clúster de virtualización
- Configuración del clúster de almacenamiento
- Pruebas de funcionamiento
- Transferencia de conocimiento

Estimando el tiempo que se requiere para completar las tareas antes mencionadas y los conocimientos necesarios para ejecutarlos se ha determinado un precio de venta al público del servicio de instalación y configuración de la infraestructura virtual en Proxmox mostrado en la Tabla 30.

**Tabla 30**

*Costos de Implementación.*

<b>Implementación y Configuración de Proxmox VE</b>	<b>Costo</b>
Implementación de la infraestructura	5000
Total	5000

**Fuente:** Telefónica Movistar (2016), *Oferta ECU-000293121 RECAPT Switching 08032016V1*, Quito.

Nótese que el valor de 5000 dólares en costo directo implica la mensualidad al profesional que implemente la solución por 2067,78; lo que incluye las retenciones legales pertinentes, sumado 2932,22 correspondiente al precio del curso de actualización Proxmox Austria que incluye los gravámenes del país demandante, estos valores fueron tomados de proformas de servicios de ingeniería ofertados para efectos del proyecto incorporando los valores detallados en la tabla 11, misma que describe los precios de los cursos actualizados al año presente.

#### ***4.1.1.4. Costos de soporte y administración***

Para realizar las tareas de administración del sistema intervienen tanto personal interno como personal externo a la empresa, el personal externo implica el talento humano de proveedores especializados quienes serán encargados del soporte a través del servicio por paquetes de horas, el detalle de la Tabla 30 sin embargo resume los costos de contratación de un ingeniero que se encargue de liderar el área de redes como se observará en la Tabla 31.

**Tabla 31**

*Costos de Contratación de Servicios de Ingeniería.*

<b>Costo Directo Salario Mensual</b>	<b>Números de Meses de la Solución</b>	<b>Costo Total</b>
<b>Dólares</b>	<b>Dólares</b>	<b>Dólares</b>
1100	36	39600

**Fuente:** Documento 320-1533, Roll de Pagos Recapt, (2018), Quito.

El importe por 1100 expresado en dólares se obtuvo a partir de roll de pagos de la institución “RECAPT” para el año 2018 mes de diciembre de un ingeniero que desempeña funciones dentro del Departamento de redes, el cálculo de esta tabla resume el presupuesto laboral de la empresa para esa área de desempeño, que multiplicado por 36 meses de duración del proyecto arroja un costo en dólares de 39600.

**Tabla 32***Costos de Operación.*

<b>Costos De Operación Infraestructura Virtual</b>	
Costo anual de un Ingeniero	(1100*12)=13200
Número de ingenieros	1
Porcentaje dedicado a la administración de la solución	35%
Costo promedio por año	\$4620
Años de la solución	3
Costo total por el tiempo de la solución	\$13860

Fuente: Documento 320-1533, Roll de Pagos Recapt (2018), Quito.

Los cálculos se obtuvieron a partir de la información de roles sobre el coste que implica la mensualidad de un ingeniero para el área de Redes, el porcentaje promedio determinado para la administración de la solución extraído del balance de actividades de ingeniería reflejado en los Manuales de Funciones y Procesos Laborales de la empresa en cuestión, puesto que de veinte actividades descritas, 7 de ellas corresponderían a la intervención en el presente proyecto; esta cifra al ser multiplicada por el total en dólares anuales de salario arroja un resultado en dólares del costo estimado anual en administración de la solución, para su posterior transformación a 3 años que concierne la duración del proceso.

#### **4.1.2. Costos indirectos**

Los costos indirectos son aquellos no directamente ligados a la operación como los costos de usuarios, downtime de la plataforma, costos de energía

##### ***4.1.2.1. Costos de downtime de la plataforma***

En este apartado se utilizará un promedio de la utilidad anual reportada por la empresa de los últimos 3 años para conocer cuánto genera por hora, considerando 20 días laborables al mes y 8

horas de trabajo por día. Adicionalmente se tomará en cuenta las horas no productivas en promedio de los problemas de falla masiva reportados durante los últimos tres años.

**Tabla 33**

*Horas No Productivas.*

<b>Eventos</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Horas</b>	<b>Horas No Productivas</b>
Mantenimientos programados	3	2	6
Problema Planta Eléctrica	1	5	5
Daño servidor de telefonía inbound	2	6	12
Problema actualización software Dragón	2	10	20
Problemas proveedores	10	3	30
<b>TOTAL</b>			<b>73 ANUALES</b>

**Fuente:** Mantis\_IT\_Base de Datos RECAPT (2016), *Estado de Incidencias*

En esta Tabla 33 se refleja el número de horas anuales sin producir o downtime de la empresa, los datos aquí expuestos fueron receptados del Estado de Incidencias tomado de la Base de Datos de Recapt al año 2016.

**Tabla 33**

*Valor de Hora RECAPT.SA.*

<b>Valor de Hora RECAPT.SA</b>	
Utilidad generada al año	2776600
Horas de trabajo anual	8064
Costo hora RECAPT.SA	344,32

**Fuente:** Estados de Resultados, RECAPT, Del 31 de enero al 31 de diciembre 2016.

La Tabla 33 fue realizada a partir de la utilidad operacional en Estados de Resultados de RECAPT para el año 2018 la cual al ser dividida para el total de horas trabajadas anualmente, reveló un valor en dólares promedio de hora por 344,32.

**Tabla 35***Costos Tiempo Fuera de Servicio Sin Virtualización.*

<b>Sin Virtualización</b>		
Costo/hora downtime	# horas	Costo de downtime (USD)
344,32	73	25135,36

**Fuente:** Mantis\_IT\_Base de Datos RECAPT (2016), *Estado de Incidencias*

Con los servidores sin virtualizar se maneja un tiempo promedio de downtime de 73 horas por eventos programados y fortuitos producto de procesos rutinarios de la operación, como lo manifiesta la Tabla 35 por lo que calculando de la siguiente manera:

Costo de downtime de la plataforma=73 horas anuales\* 344,32 costo hora= 25135,36 dólares.

Se obtiene, un resultado en dólares de 25135,36 que representa la pérdida anual por servicios sin virtualización.

**Tabla 36***Costos Tiempo Fuera de Servicio con Virtualización.*

<b>Con Virtualización</b>		
Costo/hora downtime	# horas	Costo de downtime (USD)
344,32	19	6542,08

**Fuente:** Mantis\_IT\_Base de Datos RECAPT (2016), *Estado de Incidencias*

Utilizando la infraestructura virtual con servicios redundantes se estima una reducción del 75% en horas de downtime, por lo que aplicado al total de horas bajas (73h), se determinó que la cantidad de horas downtime estimada disminuirá a un total de 19 horas al año, por lo tanto multiplicando el costo por hora obtenido en la tabla 29 de 344,32 dólares x 19 horas al año se pronostica un costo en downtime de 6542,08; generando un ahorro anual por 18593,28, valor que actualizado al tiempo de aplicación de la solución de 3 años implicaría un ahorro de 55779,84 dólares, dinero aplicable en otras inversiones. Del mismo modo debido a las ventajas de trabajar

en un ambiente virtualizado se logra potenciar los servicios facilitando la recuperación ante fallos masivos.

#### 4.1.3 Costos de recuperación ante desastres o falla masiva

El tiempo de recuperación ante desastres en un ambiente no virtualizado totalizaría 20 horas, este dato ha sido obtenido a partir del análisis de información técnica de la empresa para el año 2016, nótese que estas horas constituyen el resultado de tareas de aprovisionamiento y habilitación de servicios.

**Tabla 37**

*Costos de Recuperación Ante Desastres Sin Virtualización.*

<b>Sin Virtualización</b>		
Costo/hora downtime	# horas anuales	Costo anual de downtime (USD)
344,32	20	6886,40

**Fuente:** Mantis\_IT\_Base de Datos RECAPT (2016), *Estado de Incidencias*

**Tabla 38**

*Costos de Recuperación Ante Desastres Con Virtualización*

<b>Con virtualización</b>		
Costo/hora downtime	# horas anuales	Costo anual de downtime (USD)
344,32	5	1721,60

**Fuente:** Mantis\_IT\_Base de Datos RECAPT (2016), *Estado de Incidencias*

Al poseer una infraestructura virtual, nótese que el tiempo de recuperación ante desastres disminuye en un 75%, por lo que la cantidad de horas utilizadas serían 5h, reduciendo los costos de 6886,40 a 1721,60 dólares.

#### 4.1.4. Costos de energía y climatización

Consumo de energía de los servidores:

Servidor HP 250 Watts

*Consumo de energía del aire acondicionado para el centro de datos.*

Por cada Watt de consumo del centro de datos, se consume 0.54W en aire acondicionado.

*Consumo de energía de UPS para los servidores*

La potencia de consumo del UPS (Uninterruptible Power Supply, Fuente de alimentación interrumpible) debe ser igual o mayor que la potencia de la carga a proteger, por lo que se considerará el consumo total de los servidores para este cálculo reflejado en las Tablas 39 y 40.

**Tabla 39**

*Consumo de Energía Para Ambiente No Virtual.*

Consumo de energía	KWh	Sin virtualización			Costo KWh(USD)	Costo Total mensual (USD)
		Día (KWh)	Mes (KWh)	Anual (KWh)		
Servidores	2	48	1440	17280	0,07	1209,6
Aire acondicionado para servidores	0,54	12,96	388,8	4665,6	0,07	326,592
UPS para servidores	2	48	1440	17280	0,07	1209,6
Total				39225.6		2745,792

**Fuente:** Empresa Eléctrica Quito S.A. (2016), *Factura 001-999-017513005 a RECAPT, Documento Interno*

002670325857

**Tabla 40***Consumo de Energía Para Ambiente Virtual.*

Consumo De Energía	Con Virtualización				Costo Kwh (USD)	Costo Total (USD)
	Kwh	Día (Kwh)	Mes (Kwh)	Anual (Kwh)		
Servidores	1	48	1440	17280	0,07	1209,6
Aire acondicionado para servidores	0,54	12,96	388,8	4665,6	0,07	326,592
UPS para servidores	2	48	1440	17280	0,07	1209,6
Total				39225.6		2745,792

**Fuente:** Empresa Eléctrica Quito S.A. (2016), *Factura 001-999-017513005 a RECAPT, Documento Interno*

002670325857

#### 4.1.5 Almacenamiento centralizado

- Costos de conectividad de CEPH

Para trabajar con este tipo de almacenamiento se requiere el uso de una red destinada a la transferencia exclusiva de información. En el caso de la empresa se ha utilizado tres servidores además cada uno de estos utilizará una tarjeta de red a 1Gbps adicional para interconectarse.

El costo de implementar este almacenamiento compartido sería:

3 servidores con 1 NIC cada uno = 3 x 1000\$ = 3000\$ (Valor estimado)

3 NIC's a 1Gbps = 3 x 120\$ = 360\$

Para calcular los gastos anuales de esta inversión, se asume un interés anual del 6% y un tiempo de vida útil de los equipos de 3 años, se tiene:

$$A = \frac{P * i}{1 - (1 + i)^{-n}}$$

Donde  
 A= cuota anual  
 P=valor presente  
 i=interés anual  
 n=periodos anuales

$$A = \frac{3360 \cdot 0.06}{1 - (1 + 0.06)^{-3}} = 360$$

Al implementar el mismo ambiente con virtualización se puede reutilizar los servidores liberados producto de la consolidación de los mismos, por lo tanto no se necesita adquirir servidores adicionales.

$$3 \text{ NIC's a 1Gbps} = 3 \times 120\$ = 360\$ \text{ (3 NIC's Para red de storage)}$$

$$A = \frac{360 \cdot 0.06}{1 - (1 + 0.06)^{-3}} = 360$$

- Consumo de energía y climatización

Para contar con almacenamiento CEPH se requiere el mismo número de servidores tanto en un ambiente sin virtualizar como en un ambiente virtualizado, por lo tanto tendrán los mismos gastos fijos en energía eléctrica, administración y operación.

En este caso se reutilizará los servidores existentes:

Para analizar los gastos fijos anuales que se tienen de utilizar el almacenamiento CEPH, se presenta el siguiente detalle (Tabla 40).

**Tabla 41**

*Costo de Energía del Almacenamiento Ceph (Anual).*

Energía Del Almacenamiento Ceph							
Consumo De Energía	Kwh	Día (Kwh)	Mes (Kwh)	Año (Hwh)	Costo Kwh (USD)	Costo Total (USD)	
3 Servidores	7,2	172,8	5184	62208	0,07	4354,56	
Enfriamiento Aire	1,94	46,56	1396,8	16761,6	0,07	1173,31	
UPS para 3 servidores	7,2	172,8	5184	62208	0,07	4354,56	
Total				141177,6		9882,43	

**Fuente:** Empresa Eléctrica Quito S.A. (2016), *Factura 001-999-017513005 a RECAPT, Documento Interno*

002670325857

El valor total a partir de la multiplicación sobre el requerimiento de energía en base a la Factura 001-999-017513005 tomadas de la base de Datos de RECAPT, multiplicado al costo de KWh estándar, totaliza 9882,43

## Depreciación de equipos

**Tabla 42**

*Costos de Hardware Para Almacenamiento.*

Hardware	
Cotización de hardware	Costo(USD)
Aire acondicionado	500
UPS	20000

**Fuente:** Telefónica Movistar (2016), *Oferta ECU-000293121 RECAPT Switching 08032016V1*, Quito

La Tabla 42 describe el detalle de hardware a utilizar en el proyecto, los datos han sido recuperados a partir de las proformas entregadas a RECAPT por parte de Telefónica Movistar

**Tabla 43**

*Depreciación para Equipos de Almacenamiento Ceph.*

Depreciación de Equipos			
Depreciación	Costo unitario (USD)	Costo total (USD)	Primer año (USD)
3 servidores	1000	3000	999,9
Aire acondicionado	500	500	166,65
UPS	2000	2000	666,6

**Fuente:** Telefónica Movistar (2016), *Oferta ECU-000293121 RECAPT Switching 08032016V1*, Quito

Para efectos de la depreciación, nótese que se tomó en cuenta el valor total de cada equipo y se dividió para el tiempo de vida útil del proyecto tecnológico que representa 3 años, obteniendo de esta manera el valor a depreciar para cada año de trabajo.

**Tabla 44***Gastos Fijos Anuales de Almacenamiento Ceph.*

<b>Gastos para Almacenamiento CEPH</b>		
	Gastos fijos	Primer año (USD)
	Costos conectividad	180
Datacenter	Energía data center	9882,43
	Administración y operación de servidores	4620
	Depreciación de servidores	999,9
	Depreciación de A.A	166,65
	Depreciación UPS	666,6
Total		16515,58

**Fuente:** Estado de Situación Financiera y Estado de Resultados, RECAPT, Al 31 de diciembre 2016.

Mantis\_IT\_Base de Datos RECAPT (2016), *Estado de Incidencias*

Para efectos de este cálculo se tomó en cuenta el costo total por energía descrito en la Tabla 44, así como el dato por Administración de servidores anual de 4620 dólares recuperado de la Tabla 35, y finalmente el cuadro resumen de las depreciaciones según Ley, especificado en la Tabla 43.

#### 4.1.6 Descripción de gastos fijos

**Tabla 45***Gastos Fijos Anuales De Ambiente Sin Virtualización.*

<b>Sin Virtualización</b>		
<b>Gastos Fijos</b>		
	Energía datacenter	2745,792
	Administración y operación de servidores	7500
Datacenter	Depreciación de servidores	999,9
	Depreciación de A.A	166,65
	Depreciación UPS	666,6
	Almacenamiento centralizado	25000

	Costos downtime	25135,36
	Costos recuperación ante desastres	6886,40
Total		69100,70

**Fuente:** Estado de Situación Financiera y Estado de Resultados, RECAPT, Al 31 de diciembre 2016.

Mantis\_IT\_Base de Datos RECAPT (2016), *Estado de Incidencias*

Para la determinación de los Gastos Fijos Anuales se utilizó el valor total de energía en una ambiente sin virtualización, el valor por Administración y operación de Servidores, la Depreciación anual cuyos valores fueron generados en la Tabla 45, el Valor Total por Almacenamiento Centralizado detallado en la Tabla 38, el Cálculo total en Costos de Downtime por 73 horas tomado de la Tabla 35 y finalmente los Costos de Recuperación ante Desastres proyectados a 73 horas que refleja la Tabla 38.

#### **Tabla 46**

*Gastos Fijos Anuales de Ambiente con Virtualización.*

<b>Con Virtualización</b>		
<b>Gastos Fijos</b>		
	Energía datacenter	2745,792
	Administración y operación de servidores	7500
	Depreciación de servidores	999,9
Datacenter	Depreciación de A.A	166,65
	Depreciación UPS	666,66
	Almacenamiento centralizado	9882,43
	Costos downtime	6542,08
	Costos recuperación ante desastres	1721,60
Total		30225,05

**Fuente:** Estado de Situación Financiera y Estado de Resultados, RECAPT, Al 31 de diciembre 2016.

Mantis\_IT\_Base de Datos RECAPT (2016), *Estado de Incidencias*

Para efectos de este cálculo se utilizó el valor total de energía en una ambiente con virtualización, el valor por Administración y operación de Servidores, la Depreciación anual cuyos valores fueron generados en la Tabla 40, el Valor Total por Almacenamiento Centralizado

referido en la Tabla 38, el Cálculo total en Costos de Downtime por 19 horas tomado de la Tabla 32 y finalmente los Costos de Recuperación ante Desastres proyectados a 19 horas que refleja la Tabla 35.

Para determinar el ahorro que se obtiene al implementar este proyecto de infraestructura virtual, se comparará los gastos fijos anuales para los dos ambientes como se expresa en:

**Tabla 47**

*Comparación Gastos Fijos Anuales.*

<b>Gatos Fijos Anuales</b>	<b>Valor</b>
Ambiente sin virtualizar	69100,70
Ambiente virtual	30225,05
Ahorro con ambiente virtual	38875,65

**Fuente:** Datos generados por el Investigador, (2019)

#### 4.2. Calculo del ROI

Una vez calculados el valor de la inversión, el valor del ROI se calcula.

$$ROI = \frac{Beneficios}{Inversión Total}$$

**ROI= (Ganancia+Ahorros)/ (Costos de licencias y mantenimientos + Costos de instalación y configuración + Costos de soporte y operación)”**

$$ROI = \frac{38875,65}{12600 + 894,88 + 5000}$$

$$ROI = 2,10$$

Costos de soporte y operación =12600

Costos de licencias y mantenimientos=894,88

Costos de instalación y configuración= 5000

Esto indica que en el periodo estipulado de tres años y debido a la reutilización de equipamiento se recupera la inversión al utilizar la infraestructura virtual. La implementación de dentro de las instalaciones de la empresa RECAPT.SA mediante la aplicación satisfactoria de los aspectos de diseño se ajusta a los recursos proporcionados por la empresa. Se puede indicar que esta solución de software de código abierto permite la reutilización de hardware estándar para la implementación de la infraestructura cumpliendo satisfactoriamente los objetivos planteados en el plan de tesis al optimizar la utilización de los recursos pre-existentes de la empresa. La rentabilidad económica que este proyecto aporta se debe por las ventajas de escalamiento que permite esta nueva concepción tecnológica, permitiendo trabajar con una amplia gama de equipamiento, siendo flexible y capaz de adaptar su funcionamiento de forma independiente del equipamiento físico.

## Conclusiones y Recomendaciones

### Conclusiones

- El presente proyecto ha permitido implementar una infraestructura virtual que emula soluciones propietarias existentes en el mercado a una fracción del costo. La administración de los recursos de la infraestructura fueron optimizados al agrupar la capacidad de computación, almacenamiento y networking. Además que soporta un amplio espectro de soluciones de hardware algunas consideradas obsoletas permitiendo una solución robusta para ambientes empresariales sin incurrir en la adquisición de hardware especializado.
- Para implementar la infraestructura virtual se consideró los requerimientos en presupuesto de la empresa la arquitectura virtual actual es escalable para cumplir con los requerimientos de diseño y a futuro puede alcanzar el diseño propuesto. Cabe recalcar que para realizar la implementación se reutilizó recursos existentes obteniendo una infraestructura virtual con alta disponibilidad, balanceo de carga y backup.
- Dentro del desarrollo del presente proyecto se pudo apreciar la facilidad con la que se realizan la implementación de nuevos servicios ayudando a optimizar el tiempo y recursos. Mejorando también la productividad del departamento de desarrollo proveyendo de ambientes para investigación, desarrollo y pruebas que en la arquitectura tradicional no eran posibles ya que los recursos limitados.
- La redundancia en la arquitectura tradicional incurría en gastos que generan subutilización de los recursos y grandes tiempos de downtime. Con la arquitectura virtual

se pudo reducir estos tiempos y presentó la posibilidad de realizar cambios en la infraestructura sin interrumpir el funcionamiento y la prestación de servicios.

- El desarrollo del presente proyecto ha permitido tener una tasa de retorno sobre la inversión del 60% optimizando la asignación de recursos debido a las ventajas de utilizar software de código abierto y a la reutilización de recursos.
- Actualmente los gerentes de IT poseen varias dudas sobre la implementación de este tipo de infraestructura debido al tema de seguridad y performance además que en el país las empresas que promueven este tema muestran como caso de éxito infraestructura propietarias que debido a sus características poseen precios exorbitantes.

## Recomendaciones

- La elección de la herramienta de virtualización a utilizar es de vital importancia y debe cumplir parámetros no únicamente técnicos debido a que las empresas manejan presupuestos ajustados en el presente proyecto se realizó una investigación evaluando opciones robustas con presencia de varios años en el mercado.
- Para mejorar el performance de la arquitectura propuesta se recomienda separar el clúster de procesamiento del de almacenamiento, ya que procesos de replicación de la información penalizan la carga del procesador.
- La herramienta de reportes incluida en la solución de virtualización permite ver de manera gráfica el uso de los recursos de almacenamiento, memoria y red. Pero se requiere de herramientas de monitoreo especializadas para un análisis detallado que ayude a los gerentes de TI a justificar la compra de nuevos recursos.
- La implementación de proyectos de virtualización requiere el soporte de redes de alta velocidad es recomendable manejar una conexión en caso de redes LAN a 10Gbps.
- Se recomienda contar con una solución de respaldo fácil de manejar en una empresa externa para contar con una opción ante desastres. Como parte de las buenas prácticas se recomienda probar periódicamente los respaldos obtenidos, haciendo un restore de la información o de las máquinas virtuales.

## Referencias Bibliográficas

Andrade Santana, G. A. (2014). *Data Center Virtualization Fundamentals*. Indianapolis, USA: Cisco Press.

Alcón, M. (s/f). Recuperado el 23 de 07 de 2016, de <http://www.gipos.es/sistemas/27-principales-caracteristicas-de-proxmox>

Alomoto Tipanluisa, L. F. (01 de 01 de 2012). Recuperado el 21 de 07 de 2016, de <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1575/10/UPS-ST000887.pdf>

Caballero, C., & Matamala Peinado, M. (2017). UF0855 - *Verificación Y Resolución De Incidencias En Una Red De Área Local*. España: Paraninfo.

Castro Cuasapaz, S. E., & Massa Manzanillas, Á. F. (2010). *Formulación de una guía metodológica para implementar una infraestructura virtual con alta disponibilidad, balanceo de carga y backup, consecuente a un análisis y comparación de las soluciones de virtualización de servidores usando IEEE 830*. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/2031>

Casado, M., Koponen, T., Ramanathan, R., & Shenker, S. (S/F). *Virtualizing the Network Forwarding Plane*. Recuperado el 26 de 07 de 2016, de <http://yuba.stanford.edu/~casado/virt-presto.pdf>

Castro Cuasapaz, S. E., & Massa Manzanillas, Á. F. (27 de 04 de 2010). *Biblioteca virtual de la Escuela Politécnica Nacional* . Recuperado el 17 de 07 de 2016, de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/2031>

Chamorro Jiménez, P. (2015). *bitstream*. Recuperado el 21 de 07 de 2016, de <http://190.11.245.244/bitstream/47000/708/1/UISRAEL-EC-ELDT-378.242-129.pdf>

Cheng, S. M. (2014). *Proxmox High Availability*. Birmingham, Mumbai: Packt Publishing Ltd.

Collazos Braham, J. D. (2012). *Plan De Contingencia Basado En Alta Disponibilidad Y Virtualización*. Recuperado el 17 de 07 de 2016, de: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/2752/00416C697.pdf;jsessionid=31C5684B3C29B5833E3245F8331145A3?sequence=1>

Clavijero, I. C. (2012). *Introducción a la conmutación LAN*. Obtenido de [http://cursos.clavijero.edu.mx/cursos/069\\_cIII/modulo1/contenidos/tema1.1.1.html?opc=0](http://cursos.clavijero.edu.mx/cursos/069_cIII/modulo1/contenidos/tema1.1.1.html?opc=0)

Doña, J. M., García, J. E., López, J., Pascual, F., & Pascual, R. F. (s/f). *Virtualización de Servidores. Una Solución de Futuro*. Recuperado el 2016 de 07 de 17, de [http://www.redtauros.com/Clases/Gestion\\_SO/Sistemas\\_paravirtuales.pdf](http://www.redtauros.com/Clases/Gestion_SO/Sistemas_paravirtuales.pdf)

Dplinux. (15 de 02 de 2015). *Detras del pinguino*. Recuperado el 23 de 07 de 2016, de <http://dplinux.net/proxmox-ve-3-4/>

González, É. .. (17 de 12 de 2010). *SCRIBD*. Recuperado el 21 de 07 de 2016, de <https://es.scribd.com/document/76101040/tesis-maquinas-virtuales>

Gustavo, B. M. (2004). *www.tyr.unlu.edu.ar*. Recuperado el 30 de 07 de 2016, de GRID COMPUTING : [http://www.tyr.unlu.edu.ar/tyr/TYR-trab/2004/computacion\\_grid-luz-otros.pdf](http://www.tyr.unlu.edu.ar/tyr/TYR-trab/2004/computacion_grid-luz-otros.pdf)

Gillet, P. (2010). *Virtualización de sistemas de información con Vmware: Arquitectura, proyecto, seguridad y feedbacks*. Barcelona: Ediciones ENI.

González, M. D. (2016). *Tecnologías de Virtualización: 2ª Edición*. IT Campus Academy.

Gray, R. C., McArthur, J., & Turner, V. (2002). *Storage Consolidation*. IDC.

Guano Viscarra, J. F. (Mayo de 2017). *Prototipo de una SDN utilizando herramientas OpenSource*. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/17327/1/CD7823.pdf>

Guerrero Fernández, M. J. (2015). UF1466 - *Sistemas de almacenamiento*. España: Elearning S.L.

Marquez Trillo, A. (21 de 11 de 2011). *Portal del coneixement obert de la UPC*. Recuperado el 2016 de 07 de 17, de <http://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/13868>

Morante Campo, J. (15 de 06 de 2015). *Virtualización De Laboratorios*. Recuperado el 15 de 07 de 2016, de [http://oa.upm.es/39882/1/TFG\\_Jesus\\_Morante\\_Campo.pdf](http://oa.upm.es/39882/1/TFG_Jesus_Morante_Campo.pdf)

Nazareno, G. (30 de 06 de 2016). *Virtualizacion de Servidores Conceptos basicos*. Obtenido de <http://www.gonzalonazareno.org/cloud/material/IntroVirtualizacion.pdf>

Navarro, C. d. (2016). *Diseño de un entorno de trabajo para PYMES mediante virtualización sobre Proxmox VE*. Sevilla: Universidad de Sevilla. Obtenido de [http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/12349/fichero/PFC\\_CarloNA.pdf](http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/12349/fichero/PFC_CarloNA.pdf)

Niño Camazón, J. (2011). *Sistemas Operativos Monopuestos*. Madrid: Editex S.A.

Perea García, J. A. (S/F). Recuperado el 22 de 07 de 2016, de [http://informatica.gonzalonazareno.org/proyectos/2014-15/Proxmox\\_HA.pdf](http://informatica.gonzalonazareno.org/proyectos/2014-15/Proxmox_HA.pdf)

VMWare. (01 de 01 de 2016). Recuperado el 16 de 07 de 2016, de <http://www.vmware.com/latam/solutions/virtualization.html#how-it-works>

VMWare, I. (Mayo de 2007). *Server Consolidation and Containment With Virtual Infrastructure*. Obtenido de [https://www.vmware.com/pdf/server\\_consolidation.pdf](https://www.vmware.com/pdf/server_consolidation.pdf) 137 Voinea, J. G. (2012). *Redes de Comunicaciones. Administración y gestión*. España.

Zabal Jáuregui, M. (01 de 06 de 2012). *Un kernel diseñado para la virtualización*. Recuperado el 04 de 07 de 2016, de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/36488>

(Zambrano. D, Véléz. D y Daza. Y, 2017). *Gobierno de TI: Elección y Aplicación de Buenas Prácticas*. *Redes de Comunicaciones. Administración y gestión*. Ecuador Loja.

## Glosario de términos

- **Ambiente IT:** Ambiente referente a Tecnologías de la información
- **Hardware de networking:** Equipos de red con propiedades para telecomunicaciones.
- **Patch cord:** Cable de conexión de alta velocidad y calidad que se emplea para interconectar equipos de comunicación
- **PDU:** Power Distribution Unit – Unidad de Distribución de Energía.
- **Piso Técnico:** estructura elevada con sistemas de apoyo que soportan cargas distribuidas y puntuales, que facilitan la instalación de cableado y el flujo de aire en sistemas de refrigeración.
- **SNMP:** Simple Network Management Protocol - Protocolo simple de administración de redes. Protocolo que se emplea para monitorear, gestionar y administrar redes TCP/IP complejas
- **Tablero:** caja metálica para la protección de componentes eléctricos o electrónicos.
- **Application Programming Interface (API):** Conjunto de convenciones internacionales que definen como debe invocarse una determinada función de un programa desde una aplicación.
- **Callcenter (Centro de llamadas):** es un área donde agentes, asesores, supervisores o ejecutivos, especialmente entrenados, realizan llamadas y/o reciben llamadas desde o hacia: clientes (externos o internos), socios comerciales, compañías asociadas u otros.
- **QoS o Calidad de Servicio (Quality of Service):** Efecto global de las características de servicio que determinan el grado de satisfacción de un usuario del servicio.

- **Cientes delgados (thin Client):** Es una arquitectura de red cliente-servidor que posee poca capacidad de procesamiento, por lo que depende principalmente del servidor central para las tareas de procesamiento.
- **TIA:** Telecommunications Industry Association – Asociación de Industrias de Telecomunicaciones.
- **TIC:** Tecnologías de Información y Comunicación
- **UPS:** Uninterruptible Power Supply – Sistema de Energía sin Interrupción.
- **UR:** Unidad de Rack (4,45 cm).
- **UTP:** Unshielded Twisted Pair – Par Trenzado no Blindado.
- **FQDN (Fully qualified domain name):** es un nombre que incluye el "nombre de la computadora" y el "nombre de dominio" asociado a ese equipo.
- **Infraestructura virtual** representa la combinación de la totalidad de los componentes físicos interconectados de una infraestructura de TI, ordenadores, dispositivos de red y recursos compartidos de almacenamiento que se administran como un pool unificado de recursos virtuales. Incluye una capa abstracta entre el hardware de los servidores y las aplicaciones que funcionan sobre estos, permitiendo gestionarlos de forma óptima en su totalidad.

# ANEXOS

# **Anexo A**

## **Diagrama de red e infraestructura centro de datos**

### **RECAPT matriz**

Av. 10 de Agosto N36-601 y Juan Pablo Sanz, Quito, Pichincha, Ecuador

<http://recapt.com.ec>

## Diagrama de Red

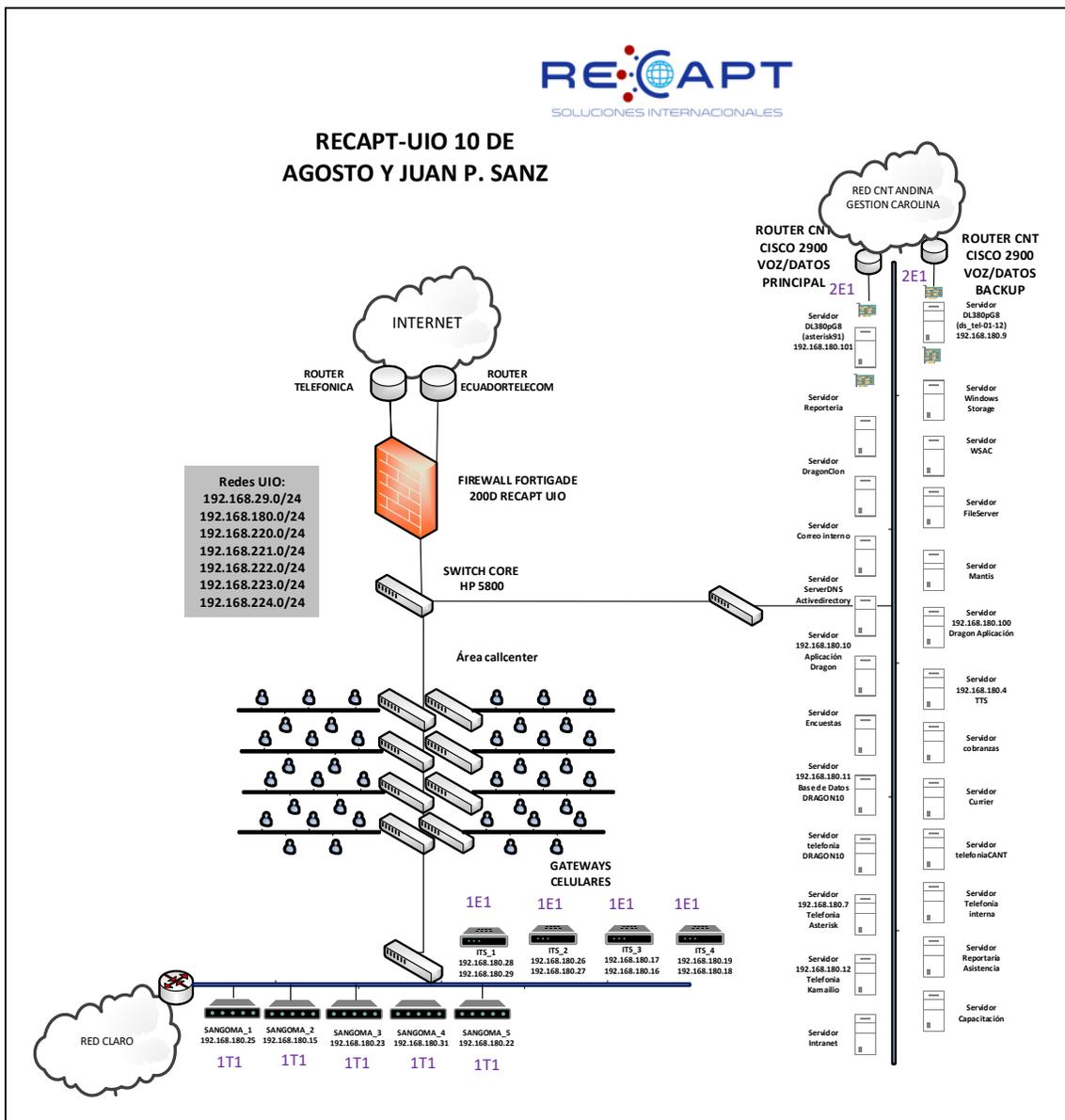


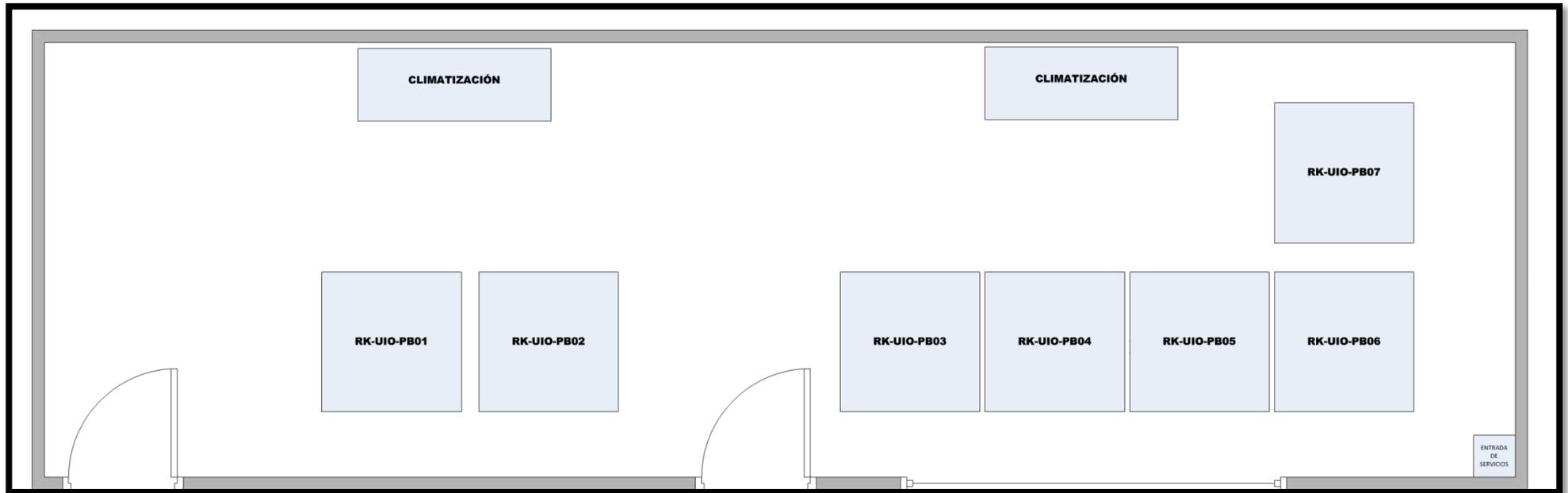
Figura A – 1. Diagrama de red oficina Matriz.

Fuente: Centro de datos RECAPT, (2016).

La topología física de red en la infraestructura de la matriz muestra en la Figura A-1 la distribución de los equipos dentro de las diferentes Vlans que se encuentra configuradas en el switch CORE y son utilizadas para clasificar el equipamiento .

## UBICACIÓN DATA CENTER

Av. 10 de Agosto (Quito)



### PLANTA BAJA

*Figura A – 2.* Distribución centro de datos oficinas Matriz.

Fuente: Centro de datos RECAPT, (2016).

El centro de datos de la oficina matriz se encuentra en la planta baja del edificio Corbus junto al área de sistemas, el cableado estructurado se reparte hacia los cuartos de telecomunicaciones ubicados en cada piso por medio de enlaces redundantes a 1Gbps.

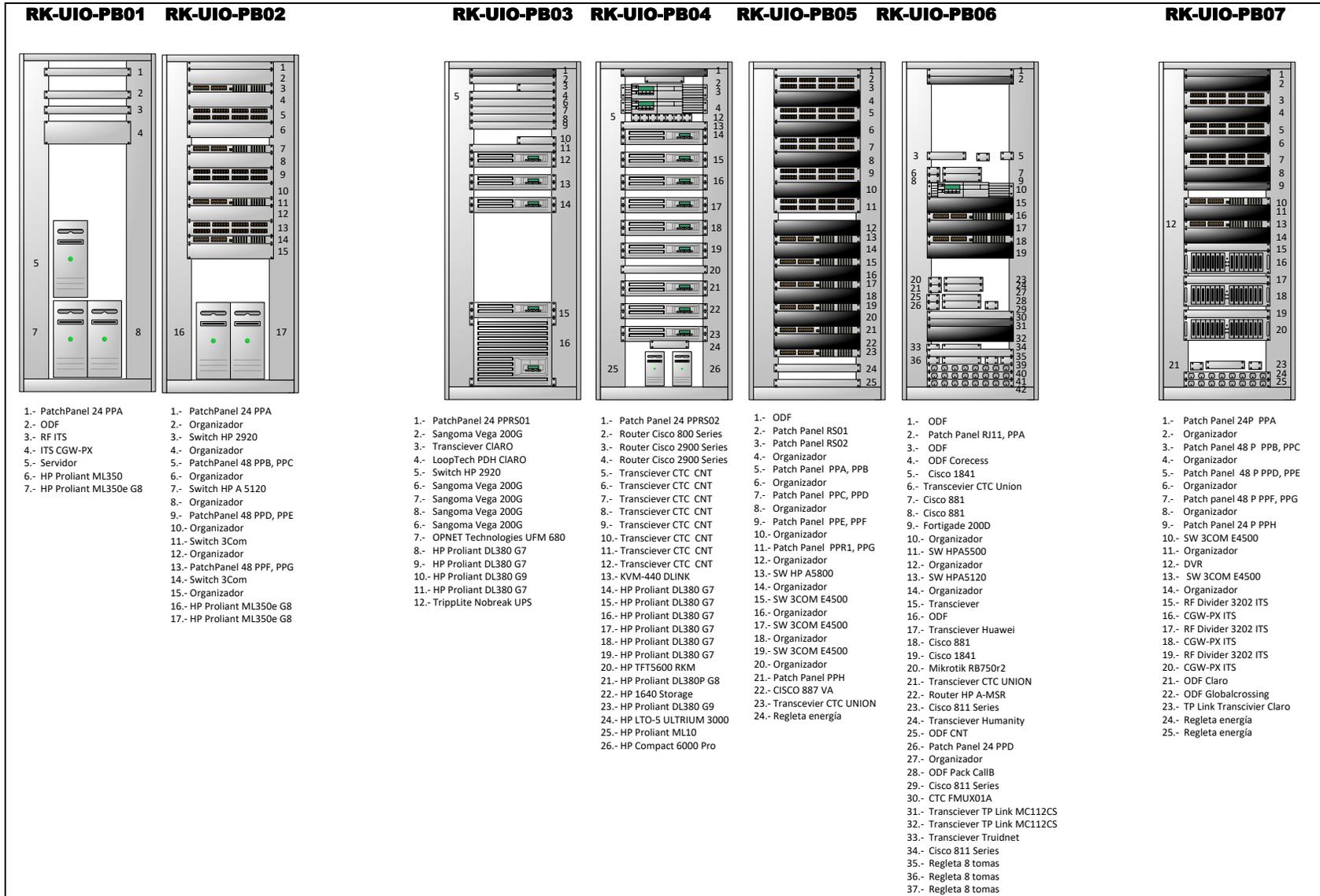


Figura A – 3. Distribución de Racks centro de datos.RECAPT, (2019).

Fuente: Centro de datos RECAPT, (2016).

**Tabla A- 1.**

Descripción de equipos en centro de datos

	<b>NOMBRE</b>	<b>INTERFAZ</b>		<b>UBICACIÓN</b>	
6	Servidor		Servidor	Hp proliant ML350	RK-UIO-PB01
7	Serverdnsuio		Servidor	Hp proliant ML350E G8	RK-UIO-PB01
11	Linux serveruio8.recapt.com.ec	eth0 eth1 eth2	Servidor	Hp proliant DL380 G7	RK-UIO-PB03 RK-UIO-PB03 RK-UIO-PB03
12	Linux servervirtual001	vmbr0 vmbr2	Servidor	Hp proliant DL380 G7	RK-UIO-PB03
	Linux serverdragon.tf.com	eth0	Servidor		RK-UIO-PB03
	Linux servervedragon.ttsasr.com	eth0	Servidor		RK-UIO-PB03
	Reporteria		Servidor		RK-UIO-PB03
	Dragonclon	eth0	Servidor		RK-UIO-PB03
	Servidor reporteria fjjf		Servidor		RK-UIO-PB03
	Encuestas		Servidor		RK-UIO-PB03
	Temporalreportessalud		Servidor		RK-UIO-PB03
13	Linux aplicacionesautbound	eth0 eth1	Servidor	Hp proliant DL380 G9	RK-UIO-PB03 RK-UIO-PB03
14	Linux servervirtual	vmbr0 vmbr1	Servidor	Hp proliant DL380 G7	RK-UIO-PB03 RK-UIO-PB03
	Serverdnsuio		Servidor		RK-UIO-PB03
	Fileserver		Servidor		RK-UIO-PB03
	Servercobranzas		Servidor		RK-UIO-PB02
	Servercurier		Servidor		RK-UIO-PB03
	Servertelefoniacant		Servidor		RK-UIO-PB03
	Serverapprecapt		Servidor		RK-UIO-PB03
	Desarrollojava		Servidor		RK-UIO-PB03
14	Wsac		Servidor	Hp proliant DL380 G7	RK-UIO-PB04
15	Linux outbound02	eth0 eth1	Servidor		RK-UIO-PB04 RK-UIO-PB04
16	Linux ds_db_uio_01_11	eth0	Servidor		RK-UIO-PB04
17	Linux outbound	eth0	Servidor		RK-UIO-PB04
18	Linux dragon001	eth0	Servidor		RK-UIO-PB04
19	Linux respaldo.rcpcant.com	eth3 eth0	Servidor		RK-UIO-PB04 RK-UIO-PB04
21	Linux ds_tel-01-12	eth1 eth3	Servidor		RK-UIO-PB04 RK-UIO-PB04
22	Windows storage server	ILO eth0	Servidor		RK-UIO-PB04 RK-UIO-PB04
23	Linux telefoniauio	eth1 eth3	Servidor		RK-UIO-PB04 RK-UIO-PB04

Fuente: Propia Autor, (2019).

### Cuarto telecomunicaciones p1

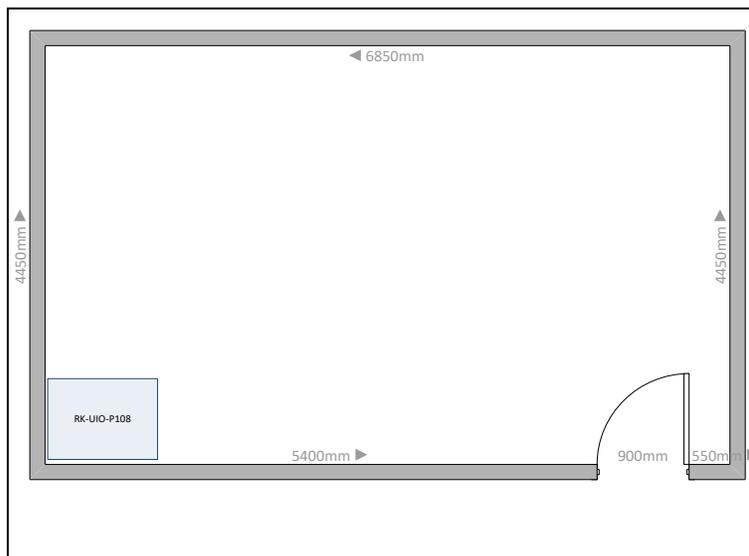


Figura A – 4. Distribución interna cuarto telecomunicaciones p1  
Fuente: Centro de datos RECAPT, (2016).

El cuarto de telecomunicaciones del piso 1 se encuentra distribuido según se muestra en la Figura A-4, donde contiene un rack de 6U montado en la pared.

### RK-UIO-P108

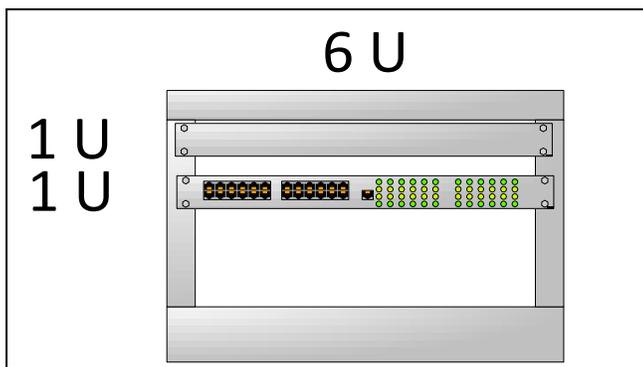


Figura A – 5. Distribución rack CTP1  
Fuente: Centro de datos RECAPT, (2016).

El rack de 6U alberga un patch panel de 24 puntos y un switch de 24 puertos 3Com conectado por medio de un enlace de cobre a 1Gbps en modo troncal. Esta cascada permite la conexión al switch CORE y es un equipo de acceso utilizado para conectar estaciones del callcenter.

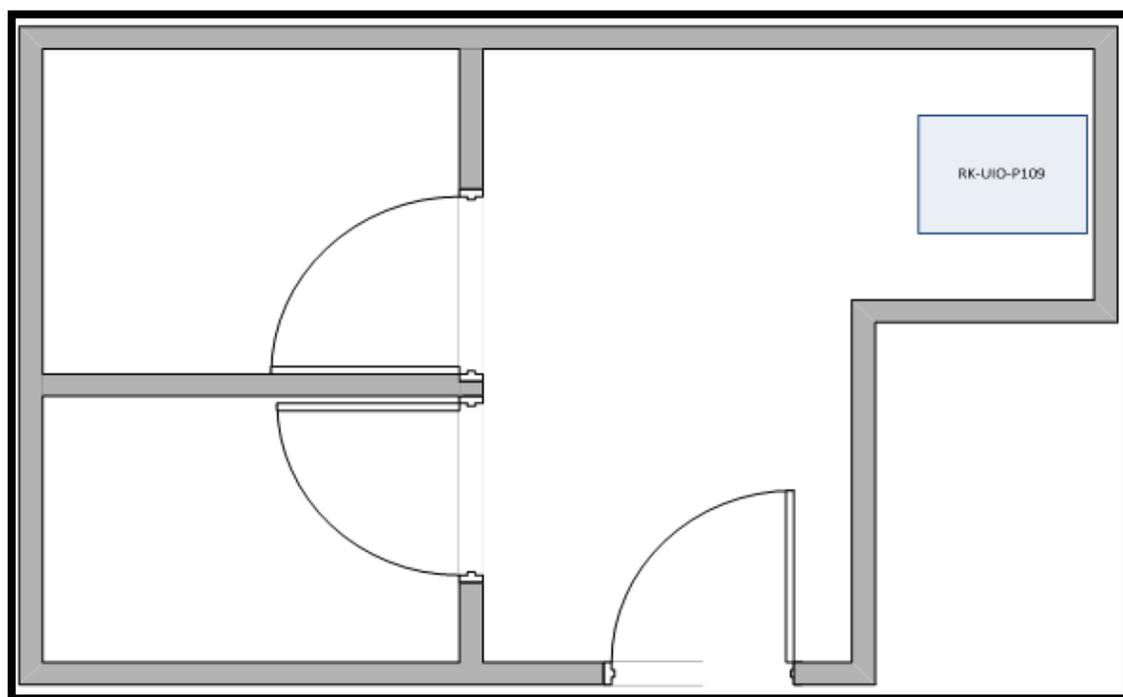
**Tabla A- 2.**

Descripción de equipos en RK-UIO-P108

#	NOMBRE	INTERFAZ	DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN
1	PPA	N/A	24 PATCH PANEL	FÍSICO RK-UIO-P108
2	SWITCH	N/A	SWITCH 3COM	FÍSICO RK-UIO-P108

Fuente: Centro de datos RECAPT, (2016).

En la Tabla A-2 se muestra el detalle de los equipos que alberga el rack identificado como RK-UIO-P108, esta nomenclatura identifica al equipamiento de conmutación y permite conocer los equipos del callcenter conectados a este.



*Figura A – 6.* Cuarto telecomunicaciones p1 lado b  
Fuente: Centro de datos RECAPT, (2016).

El cuarto de telecomunicaciones del piso 1 en el callcenter de la sala B se encuentra ubicado junto a los cuartos de baño posee una distribución según se muestra en la Figura A-6, donde contiene un rack identificado como RK-UIO-P109 que alberga a los equipos de acceso que proveen conexión a 130 estaciones del callcenter.

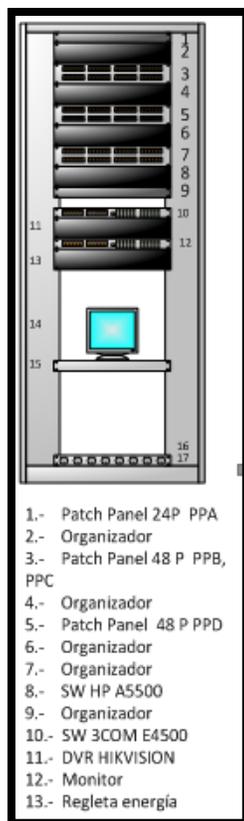


Figura A – 7. Distribución rack CTp1 lado b  
Fuente: Centro de datos RECAPT, (2016).

**Tabla A- 3.**

Descripción de equipos en RK-UIO-P109

DETALLES						
# NR O	NOMBRE	INTERFAZ	DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN		
1	PPA	N/A	24 P	PATCH PANEL	FÍSICO	RK-UIO-P109
2	ORGANIZADOR	N/A			FÍSICO	RK-UIO-P109
3	PPB	N/A	24 P		FÍSICO	RK-UIO-P109
4	PPC	N/A	24 P		FÍSICO	RK-UIO-P109
5	Organizador	N/A			FÍSICO	RK-UIO-P109
6	PPD	N/A	24 P		FÍSICO	RK-UIO-P109
7	ORGANIZADOR	N/A			FÍSICO	RK-UIO-P109
8	ORGANIZADOR	N/A			FÍSICO	RK-UIO-P109
9	SW-HP-211			SWITCH HP A5500	FÍSICO	RK-UIO-P109
10	ORGANIZADOR				FÍSICO	RK-UIO-P109
11	SW-3COM- 210			SWITCH 3COM E4500	FÍSICO	RK-UIO-P109

12	DVR HIKVISION			FÍSICO	RK-UIO-P109
13	SW- 3COM	16 P	SWITCH 3COM 16 P	FÍSICO	RK-UIO-P109
16	MONITOR			FÍSICO	RK-UIO-P109
19	REGLETA ENERGÍA			FÍSICO	RK-UIO-P109

Fuente: Centro de datos RECAPT, (2016).

### CUARTO TELECOMUNICACIONES P2 CALL D

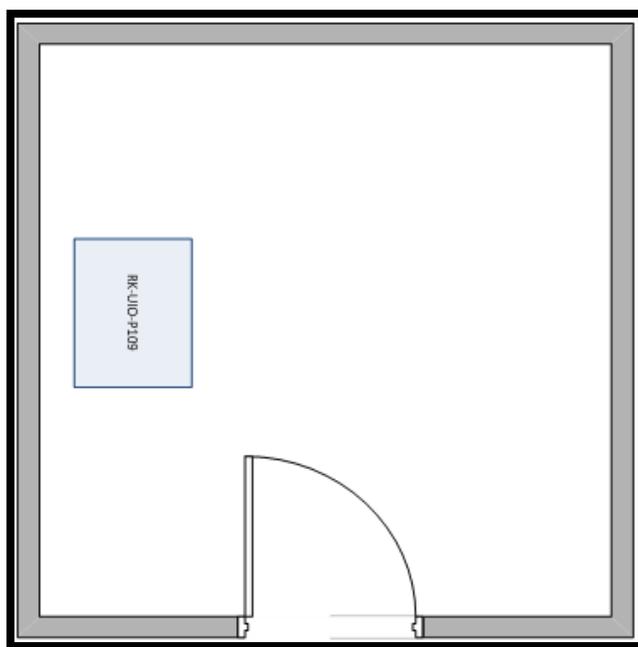
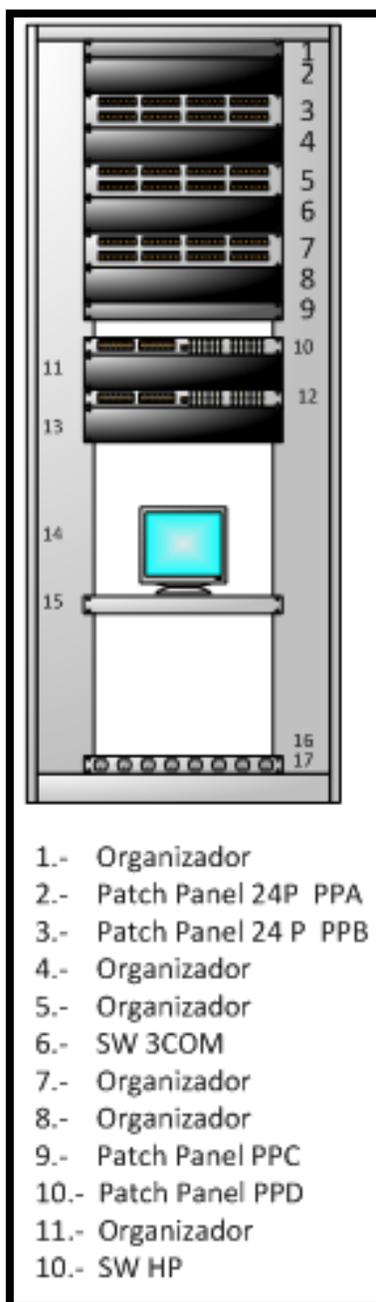


Figura A – 8. Cuarto telecomunicaciones p2  
Fuente: Centro de datos RECAPT, (2016).

El cuarto de telecomunicaciones del piso 2 en el callcenter de la sala D se encuentra ubicado junto a los cuartos de baño posee una distribución según se muestra en la Figura A-6, donde contiene un rack identificado como RK-UIO-P210 que alberga a los equipos de acceso que proveen conexión a 100 estaciones del callcenter.

**RK-UIO-P210**

*Figura A – 9. Distribución rack CTp2*  
 Fuente: Centro de datos RECAPT, (2016).

En la Tabla A-4 se muestra el detalle de los equipos que alberga el rack identificado como RK-UIO-P210, esta nomenclatura identifica físicamente al equipamiento de conmutación y a los equipos del callcenter conectados a este.

**Tabla A- 4.**

Descripción de equipos en RK-UIO-P210

<b>DETALLES</b>						
<b>#</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>INTERFAZ</b>		<b>DESCRIPCIÓN</b>		
1	ORGANIZADOR	N/A			FÍSICO	RK-UIO-P210
2	PPA	N/A	24 P	PATCH PANEL	FÍSICO	RK-UIO-P210
3	PPB	N/A	24 P	PATCH PANEL	FÍSICO	RK-UIO-P210
4	ORGANIZADOR	N/A			FÍSICO	RK-UIO-P210
5	ORGANIZADOR				FÍSICO	RK-UIO-P210
6	SW-3COM- 213			SWITCH 3COM E4500	FÍSICO	RK-UIO-P210
7	ORGANIZADOR	N/A			FÍSICO	RK-UIO-P210
8	ORGANIZADOR	N/A			FÍSICO	RK-UIO-P210
9	PPC	N/A	24 P	PATCH PANEL	FÍSICO	RK-UIO-P210
10	PPD	N/A	24 P	PATCH PANEL	FÍSICO	RK-UIO-P210
11	ORGANIZADOR	N/A			FÍSICO	RK-UIO-P210
12	SW-HP-212			SWITCH HP A5500	FÍSICO	RK-UIO-P210

Fuente: Centro de datos RECAPT, (2016).

# **Anexo B**

## **Instalación sistema de monitoreo**

La herramienta de monitoreo Up.time funciona como una aplicación web que supervisa, administra y gestiona continuamente la red, los recursos, aplicaciones e informa en caso de ocurrir algún problema. Se utiliza una versión de prueba de 30 días, el archivo de instalación lo encontramos en la página <http://www.Up.timesoftware.com>. El uso de la información que reúne Up.time puede generar informes y gráficos para visualizar los cuellos de botella de rendimiento, supervisar y presentar informes sobre la disponibilidad de los servicios, determinar las causas de un problema en la red, realizar las planificaciones, consolidar los servidores y generar una gestión más precisa.

Up.time consiste de una estación de monitoreo en la que se ejecuta el núcleo de Up.time software y recopila la información de los sistemas clientes a través de los agentes instalados o a través de los servicios que se ejecutan en el sistema.

La estación de monitoreo tiene una aplicación de servidor Web y una base de datos que permite un fácil acceso a la aplicación y los datos.

El servidor de monitoreo puede ejecutarse en los siguientes sistemas operativos.

Sistema Operativo	Versión
Microsoft Windows XP	Professional
Microsoft Windows Server 2003	Enterprise R2
Microsoft Windows Vista	32-bit
Solaris (32-bit SPARC)	10 xx
Red Hat Linux AS (x86)v	4.x
Red Hat Linux ES (x86)	4.x
SUSE Linux Enterprise Server	10.x

*Figura B - 1.* Sistemas operativos para la consola.

Fuente: <http://www.Up.timesoftware.com>

El agente puede ejecutarse en los siguientes sistemas operativos.

Sistema Operativo	Versión
Windows	2000, 2003, XP, Vista, 2008.
Solaris Sparc	8, 9, 10
Solaris x86	10
Linux x86 RPM	Red Hat Linux 2.1, Red Hat Linux AS 3.0, Linux Professional 7.2
Fedora Core	1.1
Suse Linux Professional	8
Suse linux Enterprise Server	8
Debian	3.0

Figura B – 2. Sistemas operativos para la consola.  
Fuente <http://www.Up.timesoftware.com>

El servidor que funciona como Consola de monitoreo gestiona los reportes enviados por los agentes de monitoreo remotos instalados en los equipos

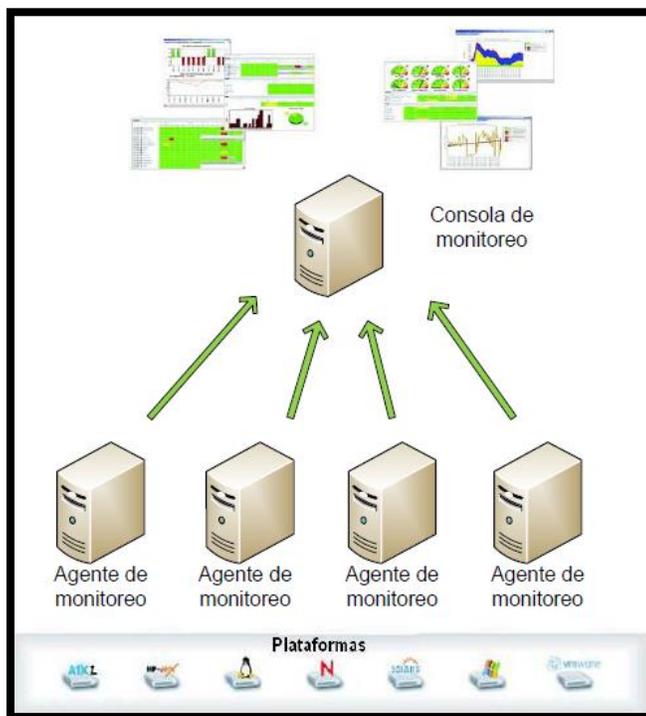


Figura B – 3. Arquitectura de up.time.  
Fuente <http://www.Up.timesoftware.com>

### Instalación de los agentes en las estaciones monitoreadas.

Para instalar el agente en Windows se debe ingresar al sistema con la cuenta de administrador, copiar el instalador y ejecutar el archivo.exe.



Figura B – 4. Ventana de instalación del agente Up.time

Luego se procede a ingresar unos datos de registro del usuario. Por defecto se escoge la instalación completa.



Figura B – 5. Ventana de tipo de instalación del agente Uup.time

Se escoge la carpeta destino de la instalación del agente, por defecto en Windows es.



Figura B – 6. Ventana carpeta destino de instalación del agente Up.time

Se coloca un nombre específico a la carpeta del programa, y se indica a que usuarios se les instalara este programa, por defecto a todos los usuarios.



Figura B – 7. Ventana confirmación de instalación del agente Up.time

En la última pantalla se confirma los parámetros establecidos o realizar algún cambio antes de proceder con la instalación.



Figura B – 8. Ventana de instalación completa del agente up.time

Luego de la instalación el agente empieza a enviar automáticamente los datos monitoreados al sistema central de monitoreo.

### Instalación de la consola de monitoreo Up.time

En el servidor donde se instalará la consola de monitoreo, se selecciona el ejecutable de la consola Up.time.

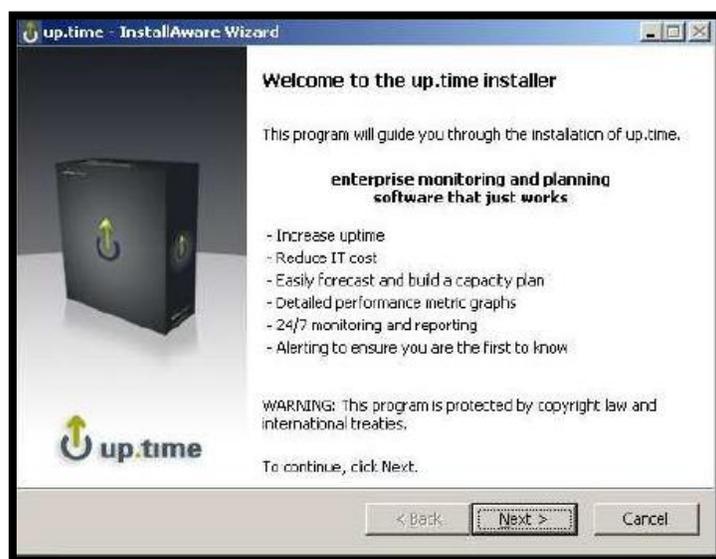


Figura B – 9. Ventana de instalación de consola de monitoreo Up.time

A continuación presenta el contrato para el usuario final acerca del software que es propiedad de Up.time software.



Figura B – 10. Ventana de licenciamiento para la consola de monitoreo Up.time

Se escoge la dirección destino donde ese instalara los archivos de programa de la consola de monitoreo.



Figura B – 11. Ventana de confirmación de destino de instalación

A continuación se indica la dirección destino donde se instalara la base de datos (MySQL) de la consola de monitoreo, donde se almacenará los datos recopilados.



Figura B – 12. Ventana de confirmación de destino de instalación de base MySQL

La consola de monitoreo es un aplicación basada en web, por lo tanto requiere tener el servicio de servidor web, en el caso de Windows tener activo el servicio de internet información server (IIS). Se debe especificar el nombre y el puerto usado por el servidor web, por defecto es el 9999, esta información de configuración se almacena en httpd.conf. Además se especifica el puerto usado por la base de datos, el cual por defecto es el 3308; los cuales pueden ser modificado antes de ser grabados en el archivo Up.time.conf.



Figura B – 13. Ventana de configuración acceso web

Se especifica un nombre a la carpeta del programa y se indica a que usuarios se les instalara este programa, por defecto a todos los usuarios.

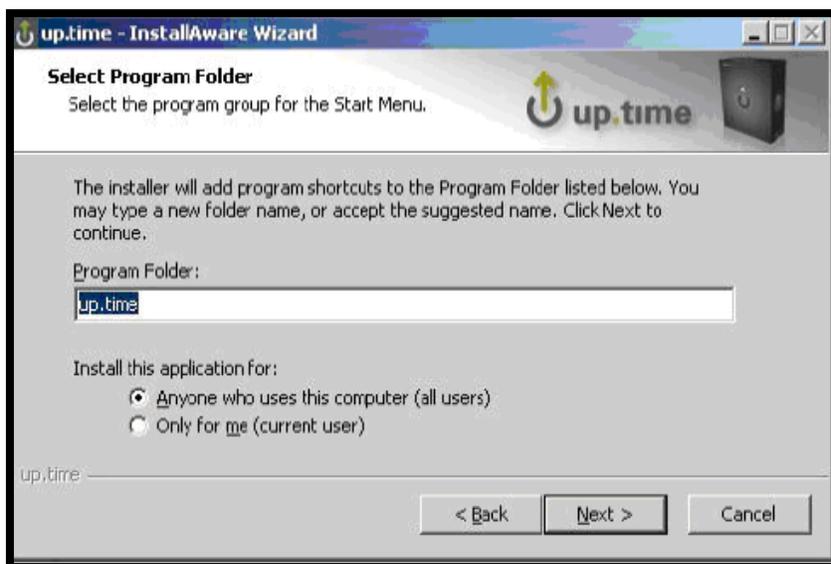


Figura B – 14. Ventana de configuración usuarios para acceso web

En la última pantalla se confirma los parámetros establecidos antes de proceder con la instalación.

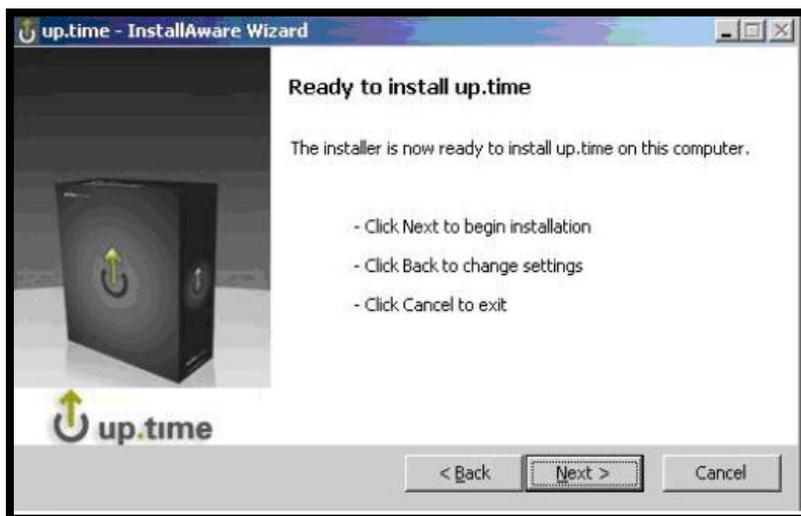


Figura B – 15. Ventana de confirmación de instalación consola Up.time

Al concluir la instalación se procede a configurar el programa.

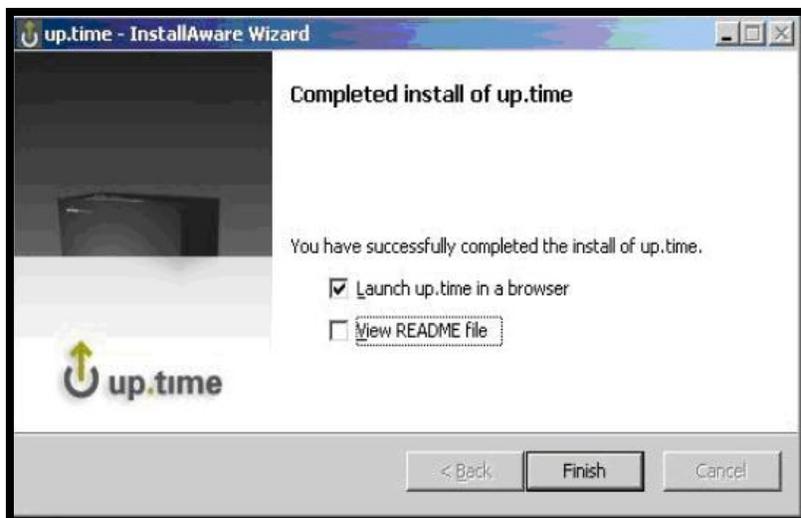


Figura B – 16. Ventana de instalación completa de consola Up.time

El acceso a la consola se la realiza mediante el web browser con la dirección: <http://nombredelservidor:9999/>, donde se configura la cuenta de administrador, puede especificarse una cuenta de correo de administrador para que la información de los eventos suscitados lleguen por medio de correo.

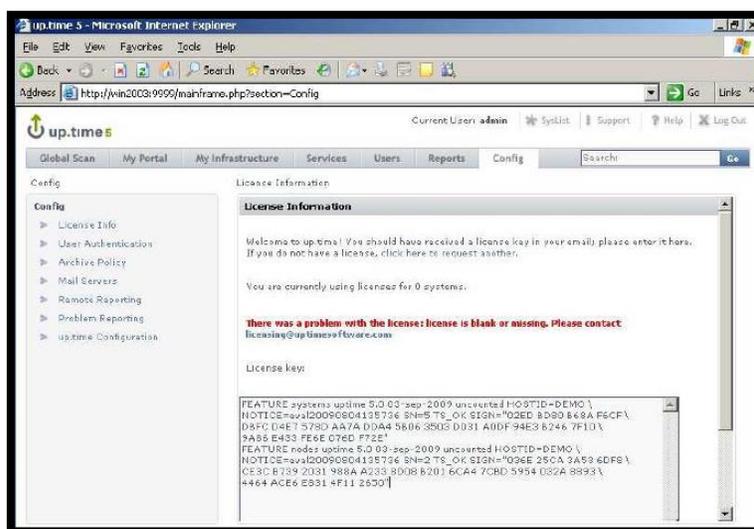


Figura B – 17. Ventana ejemplo de acceso web

A continuación se debe configurar agregando al inventario de la estación de monitoreo las estaciones clientes a ser monitoreadas en las cuales se ejecuta el cliente previamente instalado,

mediante un descubrimiento automático de la red o agregando uno a uno los clientes a través de la dirección ip o el nombre de host.

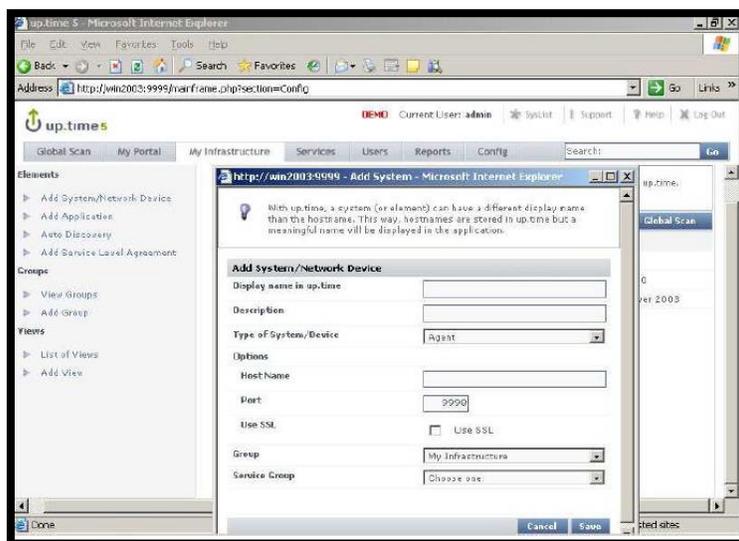


Figura B – 18. Ventana configuración de escaneo por agentes en la red

Al agregar el cliente se indica los datos acerca del hardware instalado en la estación cliente.



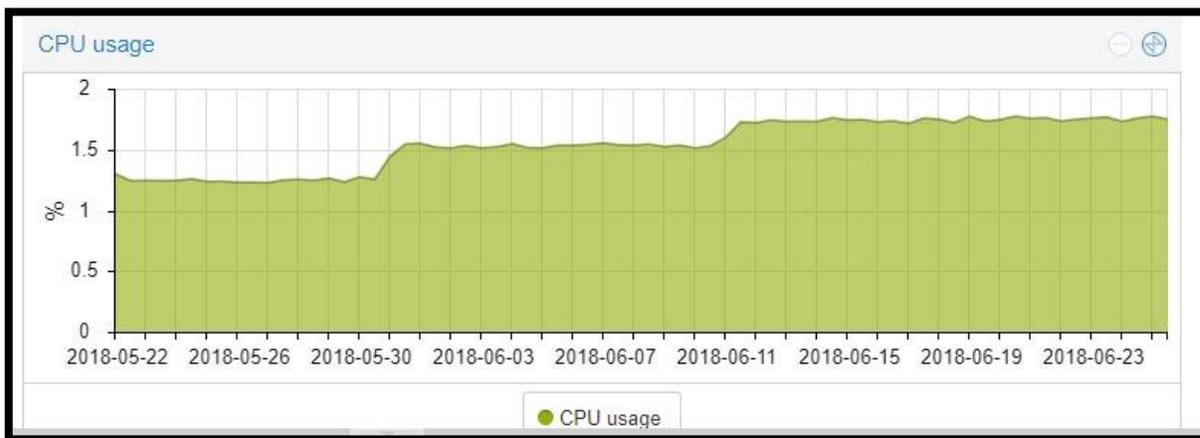
Figura B – 19. Ventana ejemplo de agentes en la red

# **Anexo C**

## **Análisis de los recursos de los servidores**

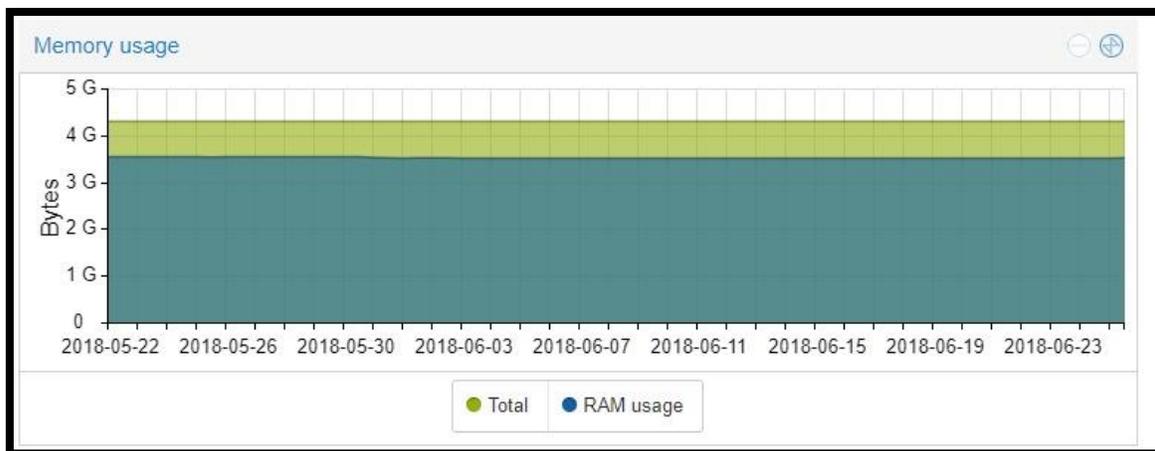
### Servidor de dominio Carpetas Compartidas 192.168.29.42

Se trata de un servidor HP ML350e que brinda el servicio carpetas compartidas este servicio es de mucha utilidad pero debido a las características de su funcionamiento es utilizado aleatoriamente durante la jornada cuando se requieren compartir información y realizar respaldos de información. A continuación se puede observar el uso promedio de la capacidad del CPU la mayor carga de trabajo corresponde a los procesos ejecutados por los usuarios.



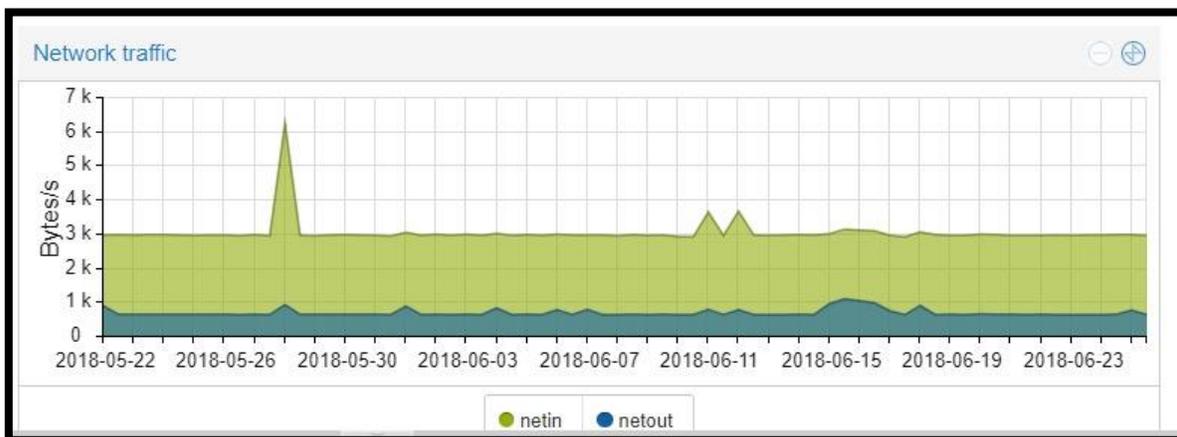
*Figura C - 1.* Uso del CPU del servidor Compartidas  
Fuente: Propia Autor, (2019).

Se puede observar la utilización de la memoria la misma que se representa en color verde. La grafica indica el porcentaje de utilización vs un registro de tiempo, esta lectura nos permite confirmar que este servidor tiene consumos estables de memoria, con un promedio de uso de 1,8 GB correspondiente al 90 % del total por lo cual se lo considera un parámetro crítico.



*Figura C - 2.* Uso de memoria del servidor Compartidas  
Fuente: Propia Autor, (2019).

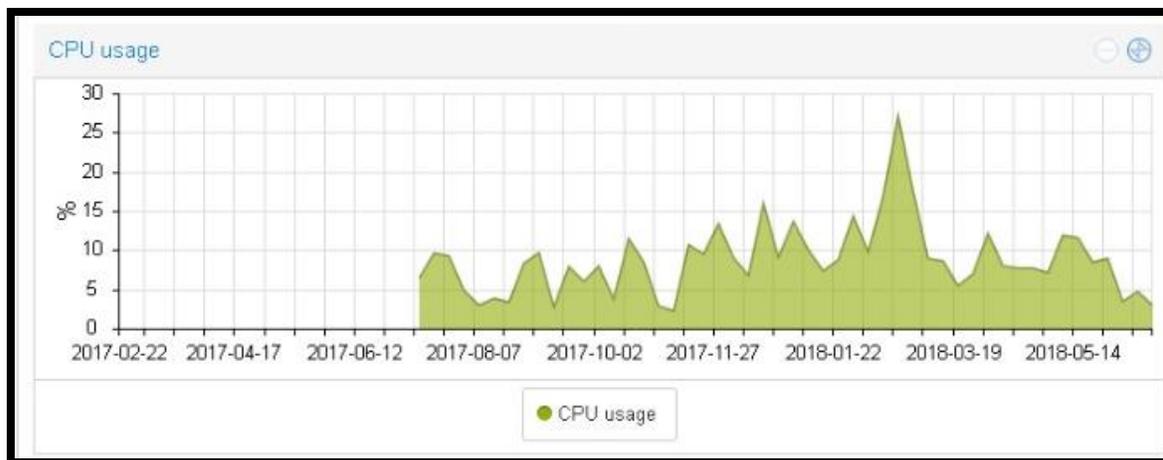
En este gráfico se puede observar que el recurso de red no es crítico para este servidor ya que llega a consumir un promedio de 6 Kbps en su mayor pico generado el día 27 de Abril del 2018.



*Figura C - 3.* Uso de red del servidor Compartidas  
Fuente: Propia Autor, (2019).

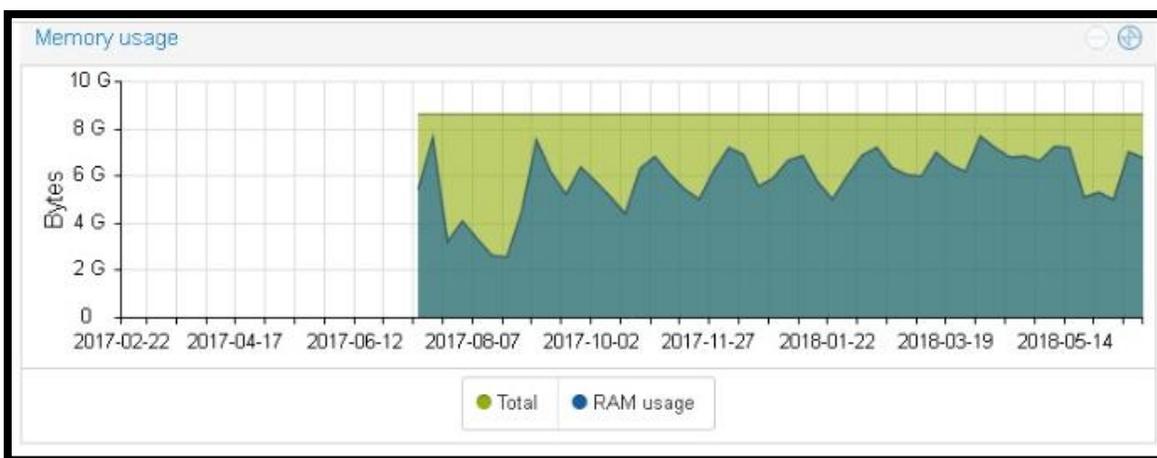
### **Servidor TexToSpeech TTS 192.168.29.69**

Se trata de un servidor clon que utiliza un computador para brinda el servicio de text to speech interconectándose con otros servicios para generar IVR transaccionales. Este equipo fue utilizado como servidor debido a la falta de equipamiento especializado se encuentra configurado sobre una plataforma Linux con Asterisk; posee un procesador Intel CORE I5- 7200 de 2.50 GHZ, una interfaz de red y un disco duro. La utilización de este servicio es continua.



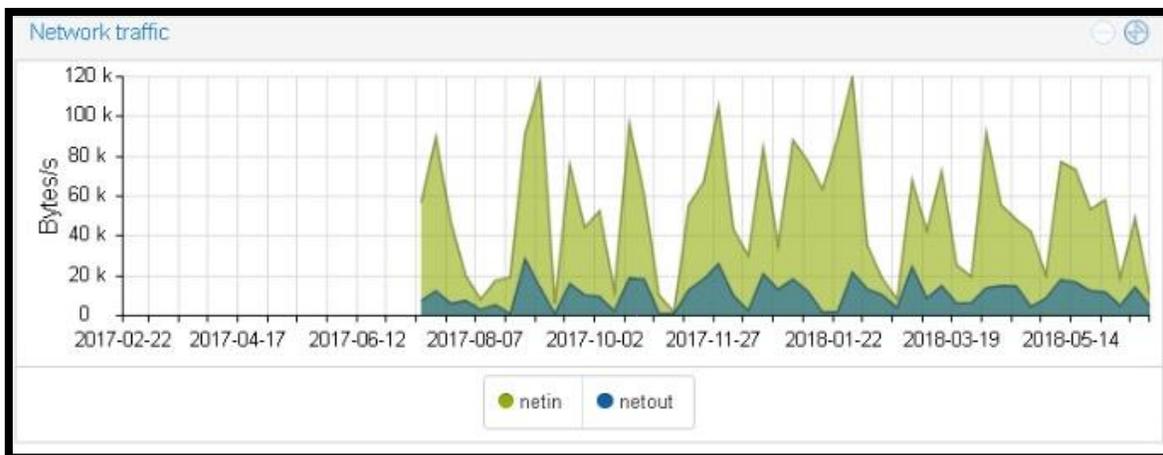
*Figura C - 10.* Uso de CPU del servidor TexToSpeech  
Fuente: Propia Autor, (2019).

El procesador de este equipo es un Intel CORE I5- 7200 de 2.50 GHZ el cual según la herramienta de monitoreo que muestra la Figura C-10 se encuentra utilizado al 28 % como máximo.



*Figura C - 11.* Uso de memoria del servidor TexToSpeech  
Fuente: Propia Autor, (2019).

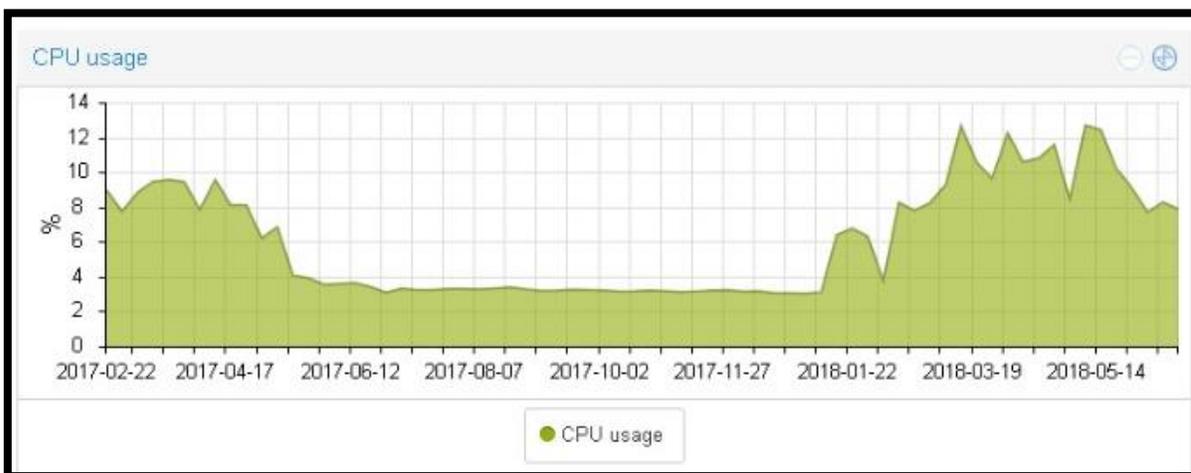
Este equipo posee 8 GB instalados en memoria RAM según la herramienta de monitoreo que muestra la Figura C-11 la utilización de este servicio genera picos que alcanzan un 90% de su capacidad máxima.



*Figura C - 12.* Uso de red del servidor TexToSpeech  
Fuente: Propia Autor, (2019).

### Servidor de telefonía interna Elastix 192.168.29.100

La utilización de este servicio es continua está configurado sobre una plataforma personalizada de Linux con Asterisk llamada Elastix en su versión 5 para comunicar a las distintas áreas de la empresa por medio de una central de VoIP.



*Figura C - 13.* Uso de CPU del servidor Elastix  
Fuente: Propia Autor, (2019).

Se trata de un equipo de marca HP modelo DL180P GEN 9, posee un procesador Intel(R) Xeon(R) CPU E5640 de cuatro núcleos de 2.67 GHz según se muestra en la Figura C-13 este servicio consume un 12% de la capacidad total del procesador.

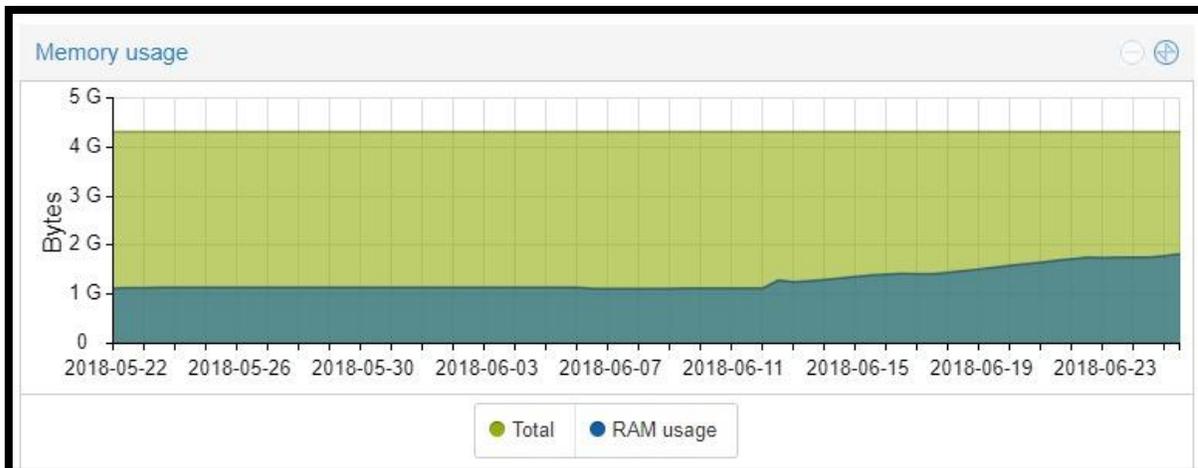


Figura C - 14. Uso de memoria del servidor Elastix  
Fuente: Propia Autor, (2019).

Este equipo posee 4 GB instalados en memoria RAM, la Figura C-14 muestra la utilización máxima de este servicio que llega a 2 GB.

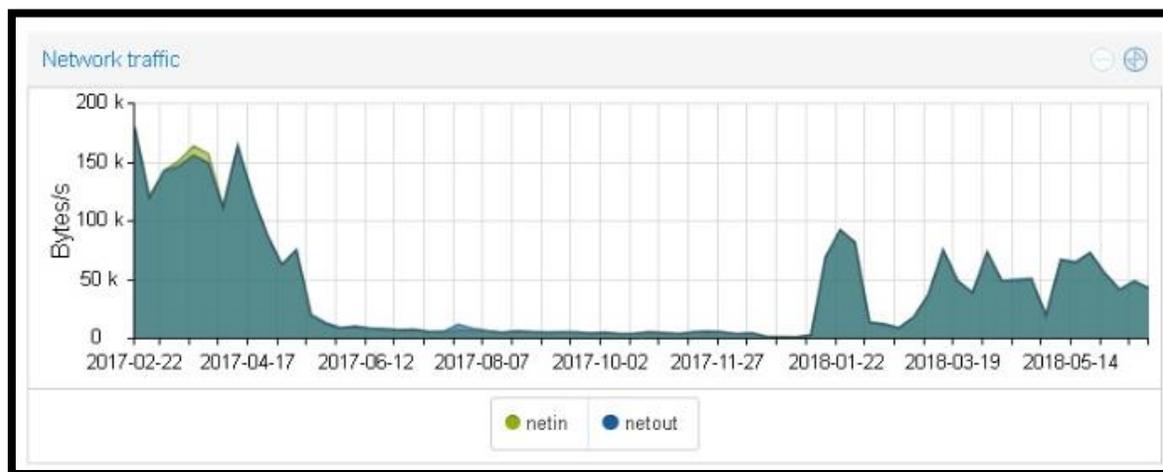


Figura C - 15. Uso de red del servidor Elastix  
Fuente: Propia Autor, (2019).

Este servicio es utilizado como una central telefónica para la comunicación interna entre los departamentos dentro de la oficina matriz, su utilización es aleatoria ya que cada supervisor y coordinador se encarga de cumplir con la planificación a ejecutarse durante la semana en un grupo determinado de equipos.

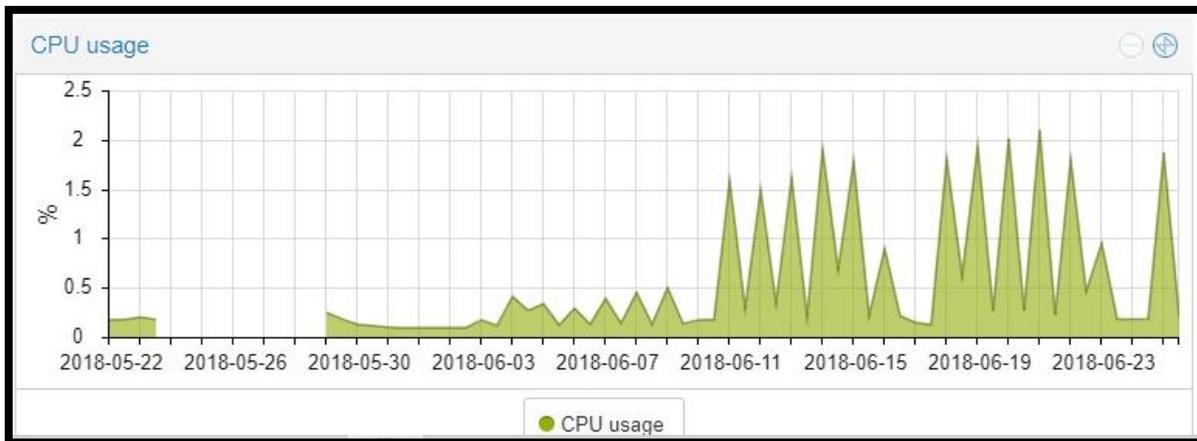
**Tabla C - 3.**

Porcentaje de uso de los recursos del servidor de telefonía interno

Características	Descripción	Uso Promedio (%)	Uso Máximo (%)	
Uso del procesador	CPU0	20	30	
	CPU1	25	31	
	CPU2	19	28	
	CPU3	18	26	
Uso de la memoria	Espacio usado(bytes)	30	50	
Uso de los recursos de red	Interfaz eth0	Capacidad entrante (bps)	0,075	0,27
		Capacidad saliente (bps)	0,065	0,29
Uso del disco duro	Disco 1 TB	30	30	
Modelo	HP DL180P GEN 9			
Tarjeta de RAM	16GB 2Rx4 PC4-2133P-RA0-10-DC0			
Ilo default network settings	Serial Number: MXQ51704F9 User Name: Administrator DNS Name: ILOMXQ51704F9 Password: AND475W9			
No de Serie	14123407.018.02017			
Contraseña	*****			
Utilización anterior	Servidor de telefonía			
Dirección ip asignada anterior	192.168.29.100/24			

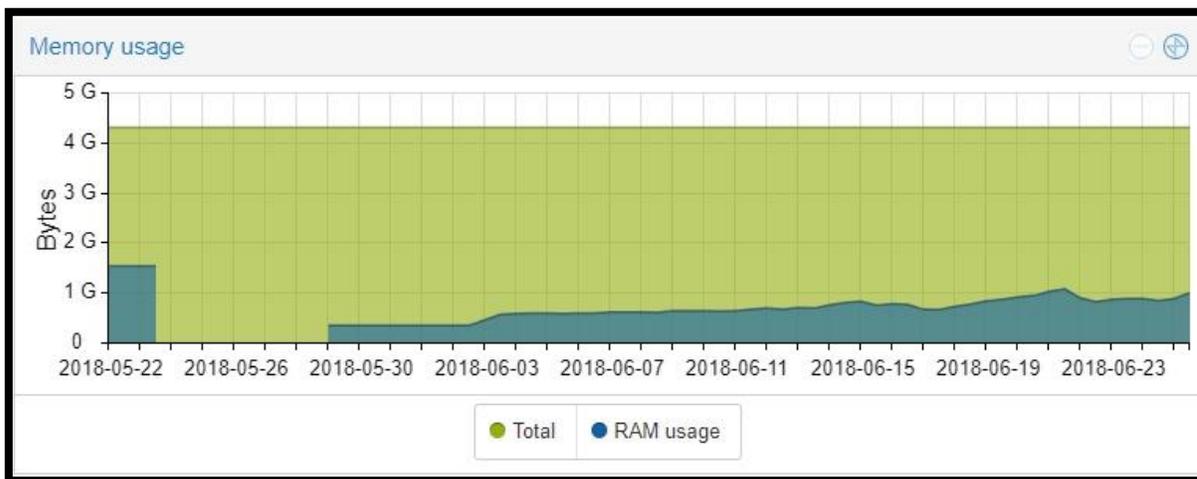
**Fuente:** Centro de datos RECAPT**Servidor Squid 192.168.29.115**

Existen campañas de agentamiento con características de servicios que requieren conexión a páginas específicas de internet para ayudar remotamente a un grupo médicos en clínicas privadas que son denominadas prestadores externos. La utilización de este servicio es continua y se encuentra configurado sobre una plataforma personalizada de Linux ejecutando un proxy transparente en los equipos del callcenter.



*Figura C - 16.* Uso de CPU del servidor Squid  
Fuente: Propia Autor, (2019).

Se trata de un servidor denominado clon utiliza un procesador Intel CORE I5- 7200 de 2.50 GHZ según muestra la Figura C-16 en la gráfica de monitoreo, el consumo de recursos en este procesador posee picos de utilización de un 2% de su capacidad total.



*Figura C - 17.* Uso de memoria del servidor Squid  
Fuente: Propia Autor, (2019).

Este servicio se encuentra configurado como un proxy transparente para los 20 equipos del callcenter destinados a prestar asistencia remota a prestadoras externas. Cuenta con 4 GB de memoria RAM instalados de los cuales según el gráfico de monitoreo se utiliza un promedio de 1.5 GB.

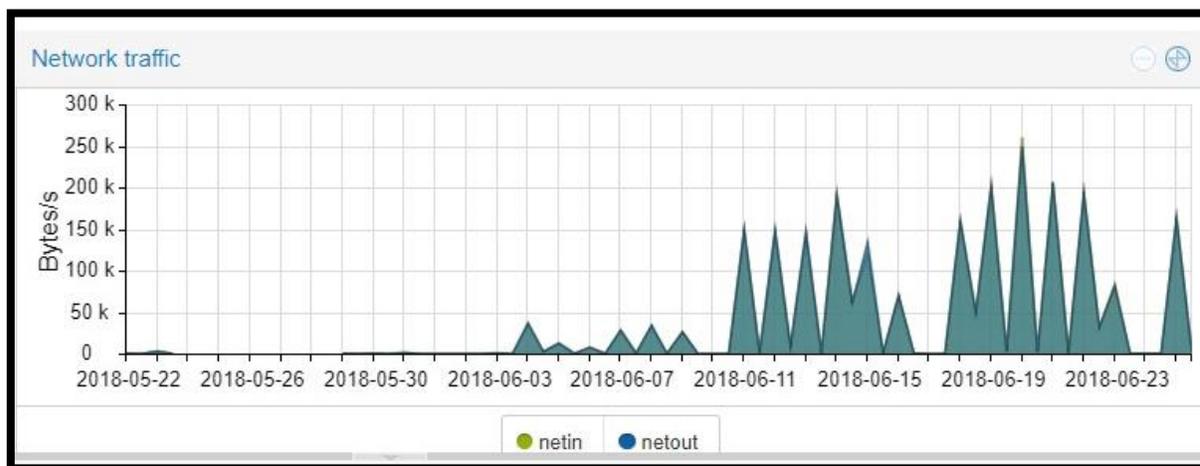


Figura C - 18. Uso de red del servidor Squid  
Fuente: Propia Autor, (2019).

La utilización de este servicio es aleatoria dependiendo de los casos en los cuales se solicita asistencia remota dando como resultado picos de bajo consumo con un máximo de 250 Kbps.

# **Anexo D**

**Diagramas de red de la infraestructura virtual y el  
centro de datos RECAPT**

En este apartado se presentan una serie de diagramas que describe los diagramas de red físicos y lógicos representando de forma funcional la interconexión entre las oficinas de RECAPT.SA a nivel nacional. Los diferentes diagramas son parte de la documentación necesaria en los procesos posteriores de configuración e interconexión física de equipos.

### Diagrama de red nacional RECAPT.SA.

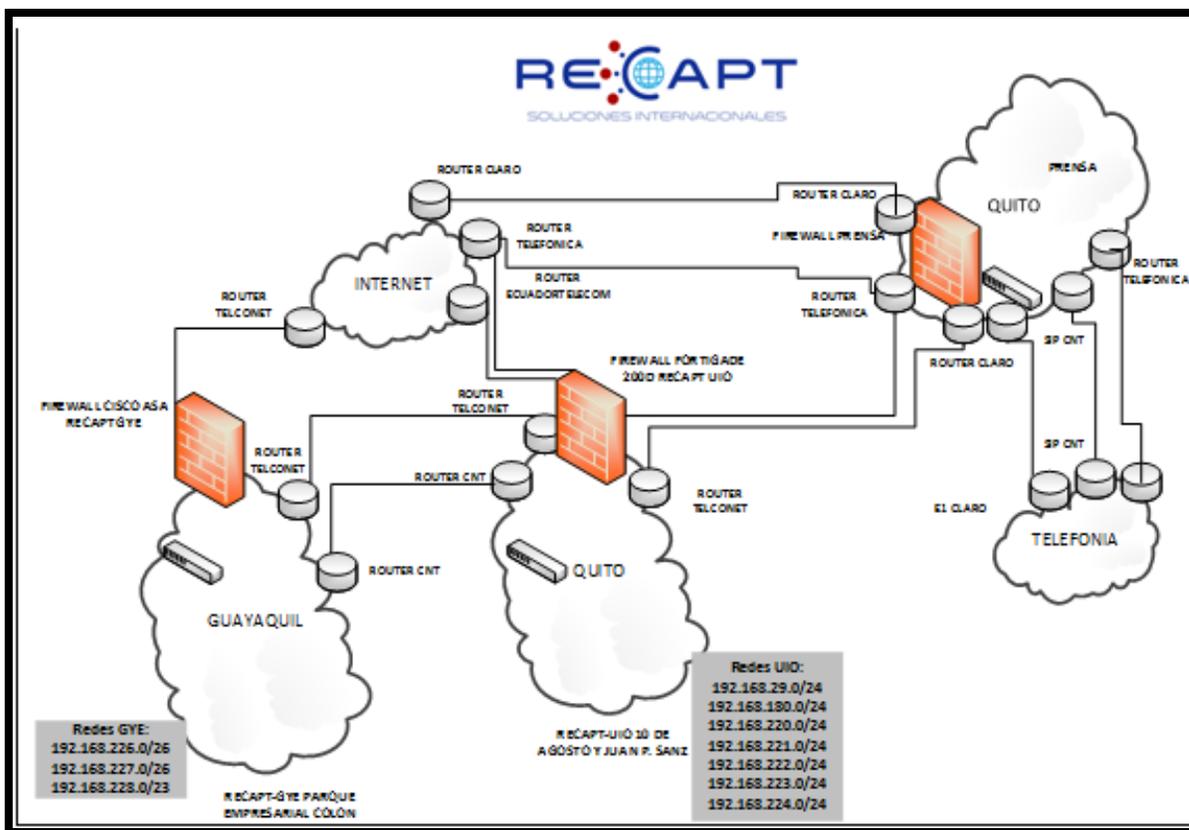


Figura D- 1. Diagrama de red interconexión entre oficinas Quito y Guayaquil

Fuente: Centro de datos RECAPT, (2016).

Es importante generar un esquema de documentación que permita conocer los aspectos físicos y lógicos de la infraestructura informática existente ya que a pesar de contar con centro de datos independiente estas funcionan como una plataforma integrada redundante. Siendo necesario para poder administrar la infraestructura contar con la documentación de la red en todas las oficinas.



## Diagrama de distribución en racks centro de datos Prensa.

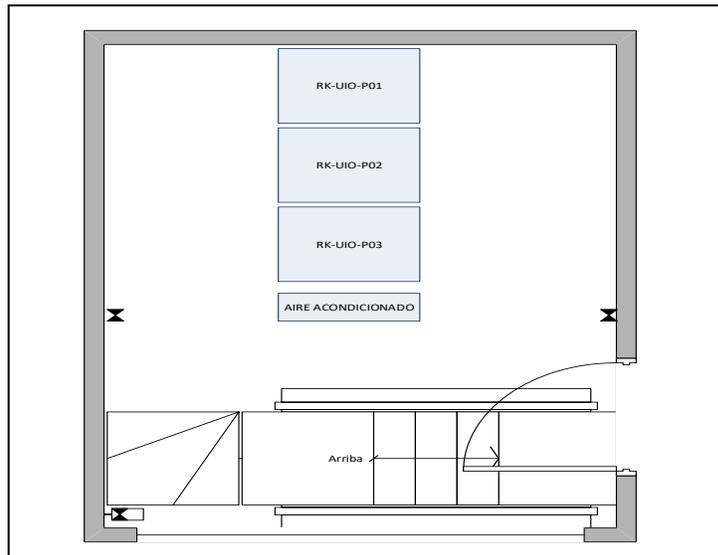


Figura D- 4. Diagrama de distribución en vista superior del centro de datos  
Fuente: Centro de datos RECAPT, (2016).

Las oficinas en la Prensa cuentan con 279 puntos de cableado estructurado y se concentran en el centro de datos el alberga 3 racks más un aire acondicionado de torre distribuidos como se muestra en la Figura D-4.

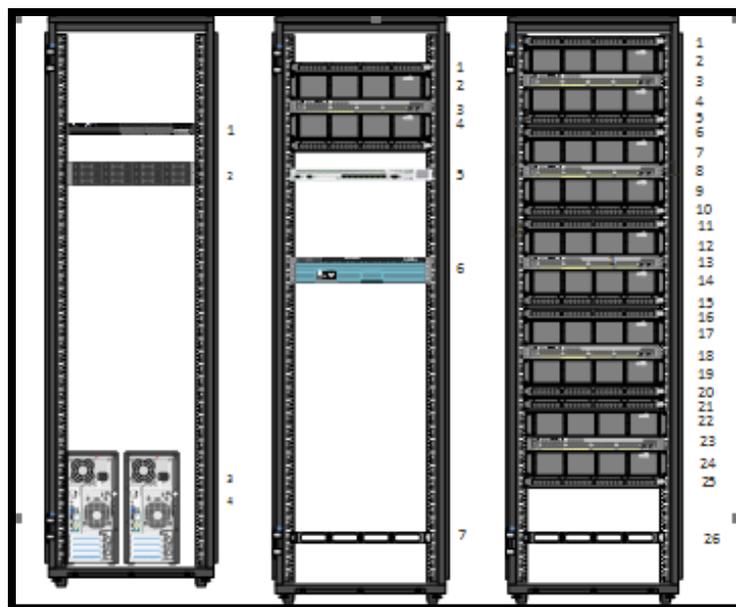


Figura D- 5. Diagrama de distribución en vista frontal del centro de datos  
Fuente: Propia Autor, (2019).

## Nomenclatura utilizada para la distribución en racks

Es importante establecer políticas de etiquetado de equipos y levantamiento de información para poseer un inventario actualizado. A continuación presentaremos la nomenclatura utilizada para identificar los equipos pasivos en el centro de datos. Buscamos documentar los tramos que conforman cada uno de los enlaces entre los puertos del switch, los puntos de red ubicados en el área del callcenter como también los enlaces hacia los servidores.



*Figura D- 6.* Etiquetado de los puntos de red en patchPanel  
Fuente: Propia Autor, (2019).

Los usuarios y los equipos de acceso se ubicaran en el rack RK-UIO-02 y en RK-UIO-03, los patch panel se ubicaran desde lo alto del rack, identificando de izquierda a derecha los puntos de red que reflejan aquellos agrupados físicamente por islas en el área de callcenter. Gráficamente observaremos la distribución en la figura D-7 y en la tabla D-1. La nomenclatura para los puertos del patchpanel identifican con su primera letra si pertenecen al Primer piso o al Segundo piso y la letra mayúscula representa la distribución física en el área del callcenter que forma agrupaciones llamadas islas y la secuencia numérica de 001 hasta 024. Ejemplificando la nomenclatura quedaría de la siguiente forma:

PPA-001, PPA-002, PPA-003, PPA-004, PPA-005, PPA-006, PPA-007, PPA-008, PPA-009, PPA-010, PPA-011, PPA-012, PPA-013, PPA-014, PPA-015, PPA-016, PPA-017, PPA-018, PPA-019, PPA-020, PPA-021, PPA-022, PPA-023, PPA-024. El siguiente patchpanel tendría la nomenclatura PPB-001 - PPB-024 así continuaría la secuencia hasta comenzar con las del Segundo Piso con la nomenclatura SPA-001- SPA-024. El switch CORE y los servidores se ubicaran en el rack RK-UIO-01



*Figura D- 7. Etiquetado de patcHPanel en racks*  
Fuente: Propia Autor, (2019).

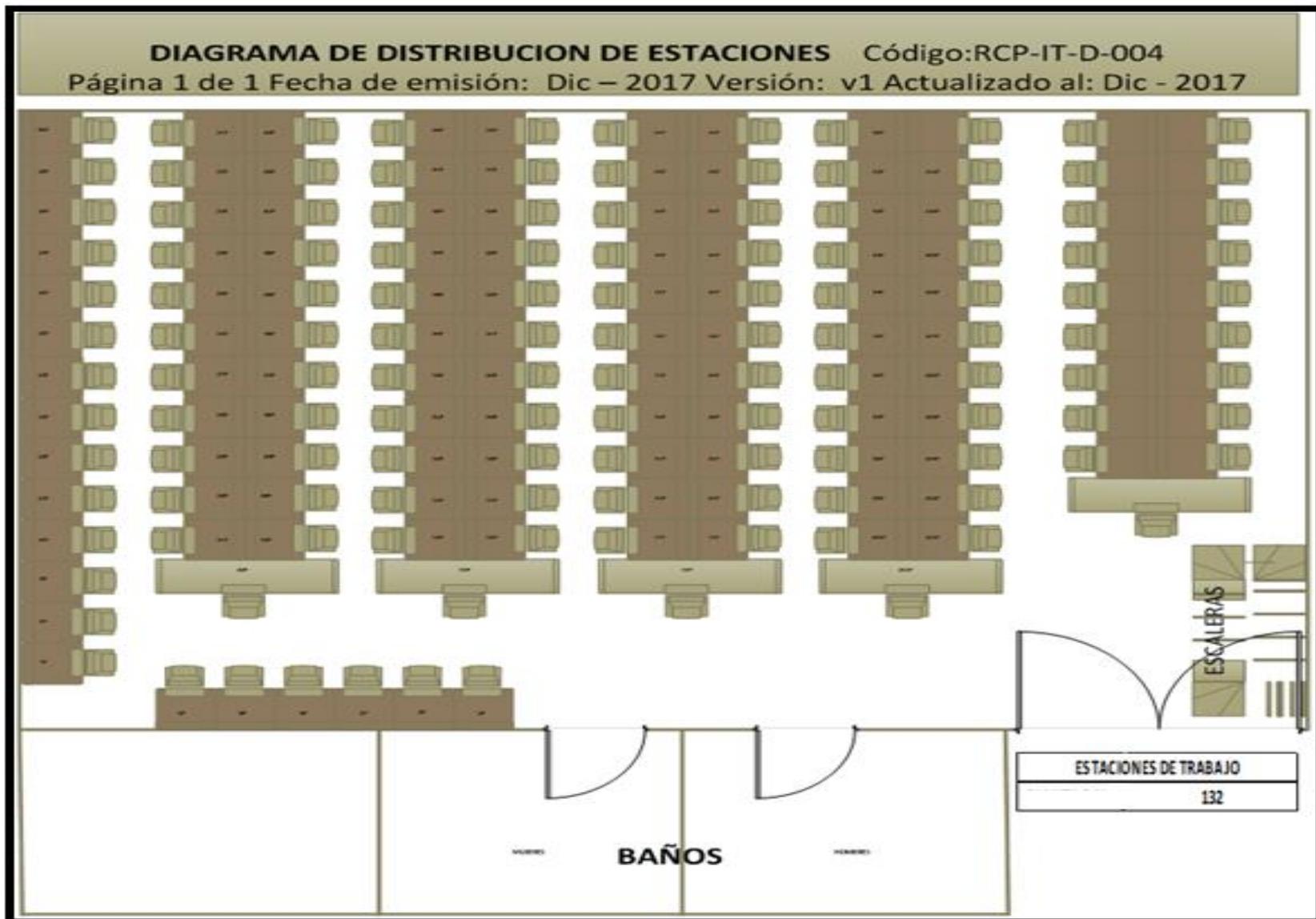


Figura D- 8. Etiquetado de islas en Primer piso  
 Fuente: Propia Autor, (2019).

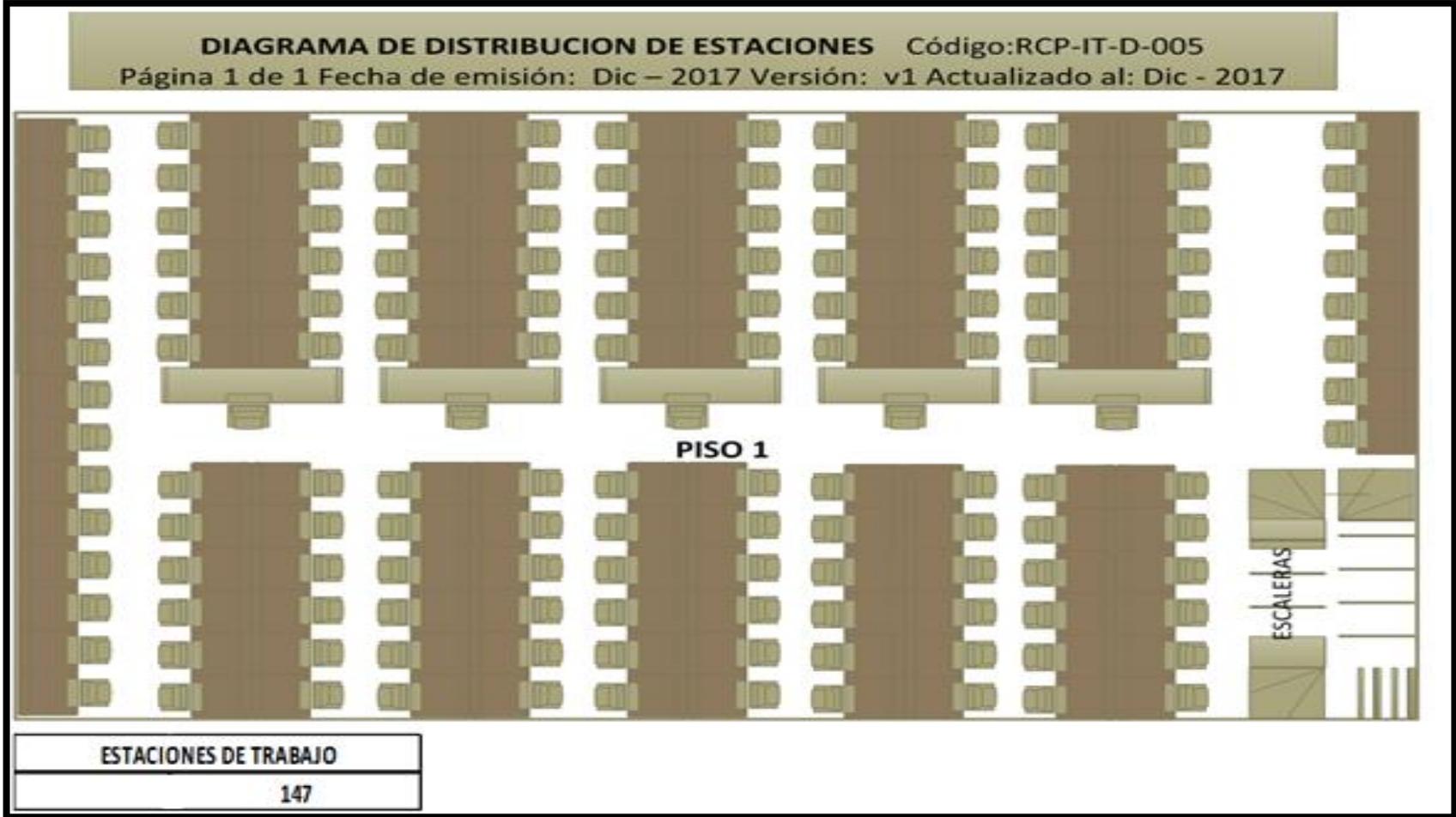


Figura D- 9. Etiquetado de islas en Segundo piso.  
Fuente: Propia Autor, (2019).

En la tabla 18 se detallan brevemente el equipamiento relevante de la infraestructura tecnológica de las nuevas oficinas que alberga el centro de datos. La plataforma virtual ubicada en Quito en la sucursal de la Prensa debe integrarse a las otras plataformas informáticas de la empresa y de los clientes ajustándose a las características tecnológicas como redes con enrutamiento estático, configuradas en Vlans, con desarrollos informáticos propios requiriendo servicios de voz, video y datos hospedados sobre equipamiento propio de la empresa en plataformas Windows y Linux.

**Tabla 18.**

Especificaciones del equipamiento del datacenter

Nombre de la parte	Descripción	Cantidad
Aire acondicionado y UPS		
ACSC100	Inrow SC, 300mm, Self-contained 200-240V 60Hz	1
WASSEM5X8AX-14	Assembly and Start-UP	1
	Tripplite UPS SmartOnline 10000 KVA/9000Watts	1
	Tripplite Smart UPS 240V Battery pack	1
Piso Elevado		
	Piso elevado (m2)	18
	Tierra para alta frecuencia en datacenter	1
Acometida y tablero secundario		
	Cable trifásico superflex	34
	Tubo bx von pvc y accesorios para acometida eléctrica	32
	Tablero trifásico secundario	1
	Protección térmica de 2x50amp	2
Iluminación		
	Lámpara hermética de 2x32 w electrónicas	4
Equipamiento de redes		
WS-C3650-24TD-S	Cisco Catalyst 3650 24 port data 2x10GB Uplink IP base	1
WS-C2960X-48TD-L	Catalyst 2960-X 48GigE, 2x10G SFP+,LAN Base	2
WS-C2960X-48TS-L	Catalyst 2960-X 48GigE, 4x1G SFP, LAN Base	3
SFP-10G-SR	10GBase-SR SFP Module Mono modo	2

C2960X-STACK	Catalyst 2960-X Flex Stack Plus Stacking Module	4
Racks		
Rack connection	Rack 42 U 60x80x80	2
Sistema de control de acceso		
	Lectora de proximidad de 26&34 Bits	8
	Botón de salida exit metálico	2
	Cerradura electromagnética de 600 Libras con sistema de monitoreo	5
	Brazo hidráulico cierra puerta	3
	Punto de datos para lectora/botón con canaleta y manguera	8
	Punto eléctrico para cerradura con canaleta y manguera	5
	Panel de control de acceso para 6 puertas incluye software servidor y cliente para administración.	1
Servicios		
	Enlace dedicado de datos 10MB	1
	Enlace de internet Claro	1
	Enlace de internet Movistar	1
	Troncal SIP CNT	1
	E1 claro	1
Planta de generación Diésel		
	Generador Diesel 160kVA	1

---

**Fuente:** Centro de datos RECAPT, (2016).

La entrada al centro de datos se encuentra en el área de sistemas dentro del edificio administrativo, la cual es un área de acceso único a personal autorizado. El centro de datos posee una puerta metálica de cierre hermético vigilado por un sistema de circuito de video vigilancia propia y sistemas de control de acceso de registro biométrico y de tarjeta magnética.



*Figura D- 10.* Ingreso al centro de datos piso con pintura electrostática  
Fuente: Centro de datos RECAPT, (2016).

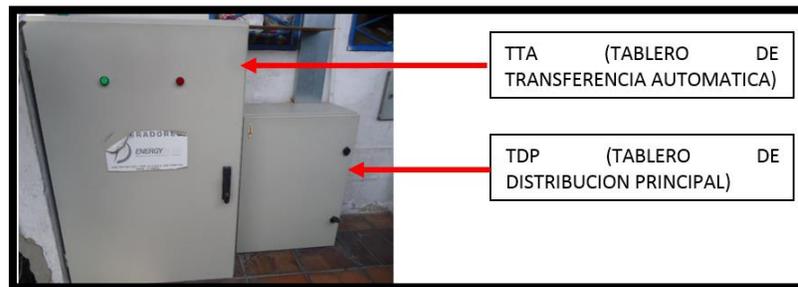
La entrada al centro de datos revela un acceso a desnivel con un metro de profundidad, sobre el piso elevado se distribuye a los gabinetes de distribución de energía y los racks.



*Figura D- 11.* Vista Lateral del centro de datos ubicación de racks  
Fuente: Centro de datos RECAPT, (2016).

## Acometida al centro de datos desde el Tablero de Transferencia

La acometida ingresa desde planta externa por el transformador ubicado en la posterío frente a la entrada principal en la Av. De la Prensa hacia el tablero de transferencia y al tablero de distribución principal. El tablero de transferencia controla el encendido y transferencia automática de fuente de energía en caso de falla en la alimentación externa la planta de generación diesel que posee las oficinas entra a funcionar para mantener un respaldo de energía.



*Figura D- 12.* Ubicación de Tablero de distribución principal  
Fuente: Centro de datos RECAPT, (2016).

La acometida desde el tablero de distribución principal es enrutada a través de escalerillas para la conexión hacia el tablero de distribución del Data Center.



*Figura D- 13.* Ubicación de tablero de distribución principal (TDP)  
Fuente: Centro de datos RECAPT, (2016).

## **Tablero de Distribución dentro del centro de datos**



*Figura D- 14.* Ubicación de escalerillas de enrutamiento de acometida  
Fuente: Centro de datos RECAPT, (2016).

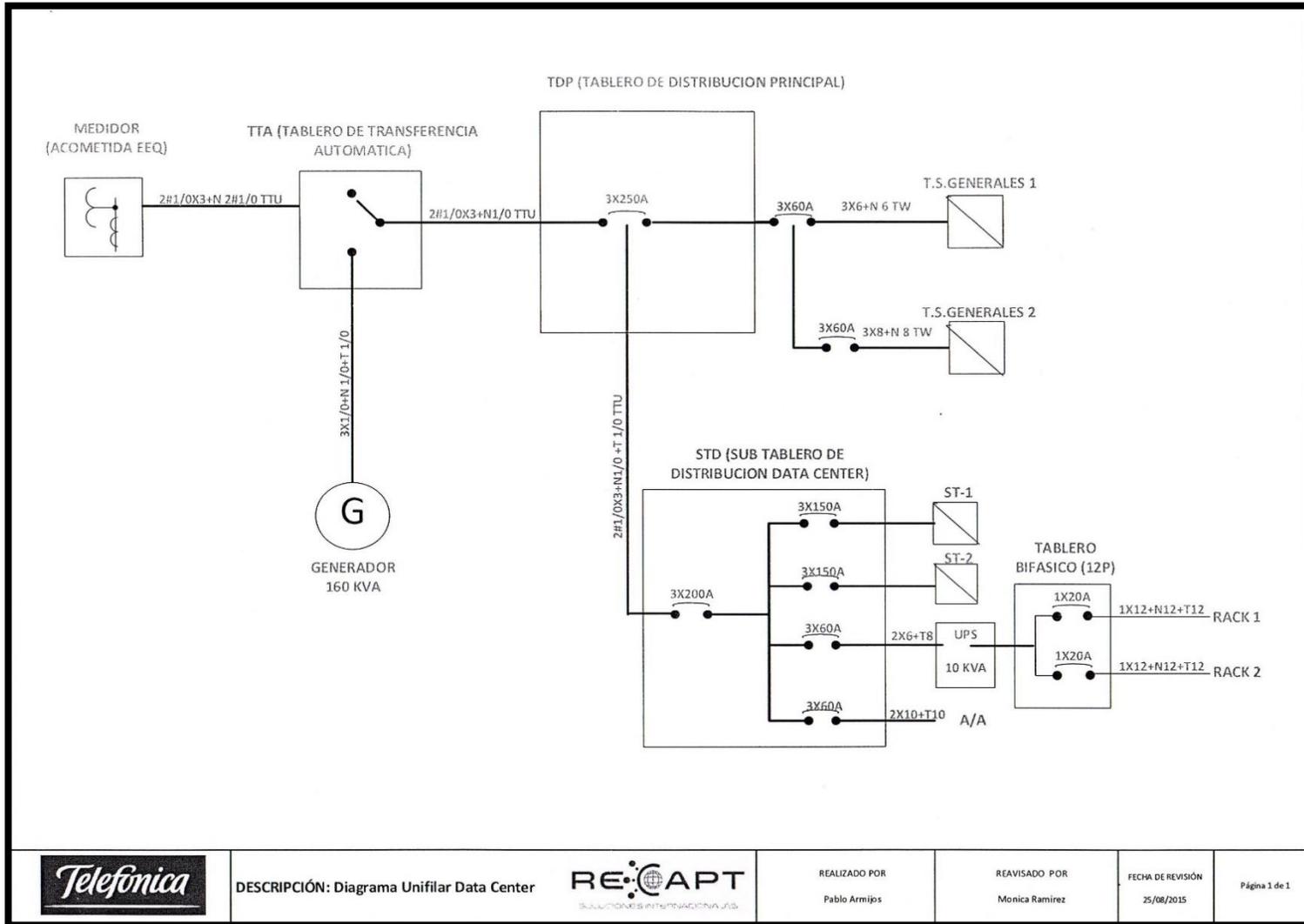
## **Tablero de Distribución dentro del centro de datos**

El tablero de distribución secundaria dentro del Data Center posee instalado barras que permiten la conexión de los breakers de conexión principal así como los breakers para el UPS, Aire Acondicionado y tableros de distribución de para las salas del Callcenter.



*Figura D- 15.* Tablero de distribución en centro de datos  
Fuente: Centro de datos RECAPT, (2016).

## Diagrama unifilar eléctrico



DESCRIPCIÓN: Diagrama Unifilar Data Center



REALIZADO POR  
Pablo Armijs

REVISADO POR  
Monica Ramirez

FECHA DE REVISIÓN  
25/08/2015

Página 1 de 1

Figura D- 16. Diagrama unifilar eléctrico  
Fuente: Centro de datos RECAPT, (2016).

Dentro del sub tablero de distribución datacenter se realiza una medición de voltajes entre fases 1y2



*Figura D- 17.* Medición de voltajes entre fases 1y2 en STD  
Fuente: Propia Autor, (2019).

Medición de voltajes entre las fases 1y3, que nos ayuda a conocer el consumo de energía ya que de acuerdo al diagrama conocemos la distribución del cableado y las cargas que se encuentran conectadas.



*Figura D- 18.* Medición de voltajes entre fases 1y3 en STD  
Fuente: Propia Autor, (2019).

## Medición de voltajes entre fases

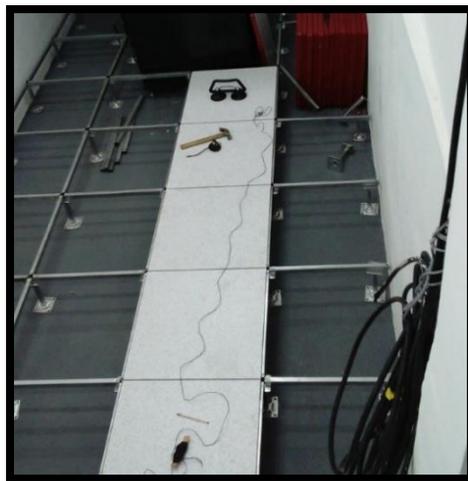


*Figura D- 19.* Medición de voltajes entre fases 2y3 en STD  
Fuente: Propia Autor, (2019).

En el tablero principal del Data Center se instaló una caja de distribución de energía regulada que alimenta a los rack instalados actualmente. Desde esta caja se puede tener un futuro crecimiento en voltaje de 110 o 220 V AC.

### **Piso Falso**

Aproximadamente 18 metros cuadrados de piso falso fue instalado a una altura de alrededor de 18 cm del piso pintado con pintura electrostática, bajo las mejores prácticas dictadas por la normativa TIA 942. La estructura del piso falso fue conectada a tierra.



*Figura D- 20.* Estructura de piso falso

El centro de datos posee cuatro lámparas y adicionalmente una lámpara de emergencia.



*Figura D- 21.* Iluminación en el centro de datos  
Fuente: Centro de datos RECAPT, (2016).

El centro de datos posee iluminación de emergencia con luminarias en las salidas y mano hacia las salidas de emergencia.



*Figura D- 22.* Iluminación de emergencia en el centro de datos  
Fuente: Propia Autor, (2019).

### **Provisión e instalación de UPS**

El centro de datos de la empresa posee un UPS de marca Tripp Lite modelo SU10KRT3U con un banco de baterías adicional modelo BP240V10RT3U de la misma marca que el UPS. Las características del equipo son las siguientes:

- Sistema UPS SU10KRT3U en línea, de doble conversión, de 10kVA / 10,000VA / 9000 watts de Tripp Lite en configuración de torre/rack de 9U totales (Módulo de potencia UPS de 3U, módulo de baterías externas de 3U y transformador reductor de 3U)
- Transformador reductor incluido con interruptor de rodeo manual soporta el reemplazo Hot-Swap del módulo de potencia del UPS sin interrupción en la salida de energía a los equipos de red conectados
- El rodeo electrónico tolerante a fallas mantiene la salida de la energía de la red pública durante una variedad de condiciones de falla del UPS
- Instalación eléctrica permanente de entrada y salida



*Figura D- 23.* UPS Marca Tripp Lite modelo SU10KRT3U  
Fuente: Centro de datos RECAPT, (2016).

### **Aire acondicionado**

El equipo de refrigeración está conectado a un sistema independiente de energía protegido por un breaker del tablero de distribución del data center. El producto equipara la refrigeración a la carga térmica del equipo informático evitando la recirculación de aire caliente. Los equipos InRow Expansión Directa están disponibles en configuraciones independientes, refrigeradas por fluido o por aire, con o sin control de humedad.



Figura D- 24. Equipo de refrigeración InRow  
Fuente: Centro de datos RECAPT, (2016).

### Sistema de tierra

El sistema de puesta a tierra para el data center se ubica en el patio adjunto al edificio principal en el área de los parqueaderos donde se instaló el cable 1/0 y las varillas de cobre de alta camada utilizando suelda exotérmica para unir las varillas de cobre con el cable.

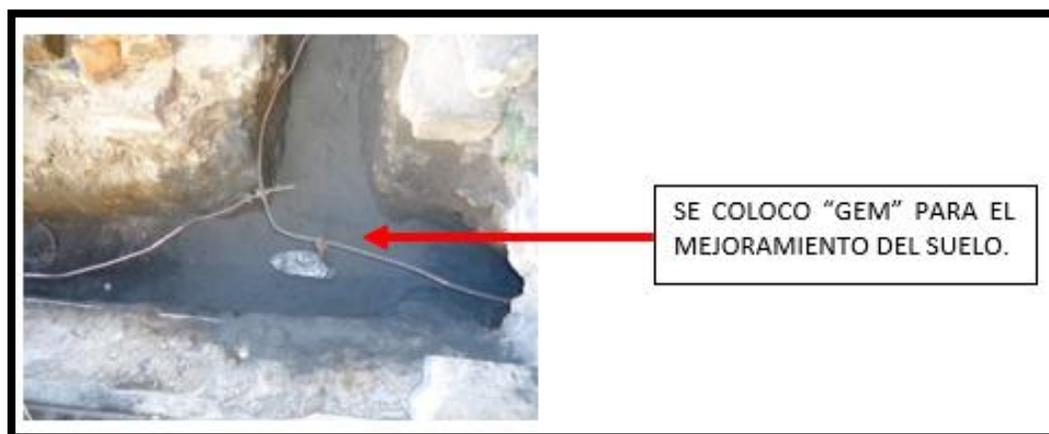


Figura D- 25. Sistema de puesta en tierra de alta frecuencia  
Fuente: Centro de datos RECAPT, (2016).



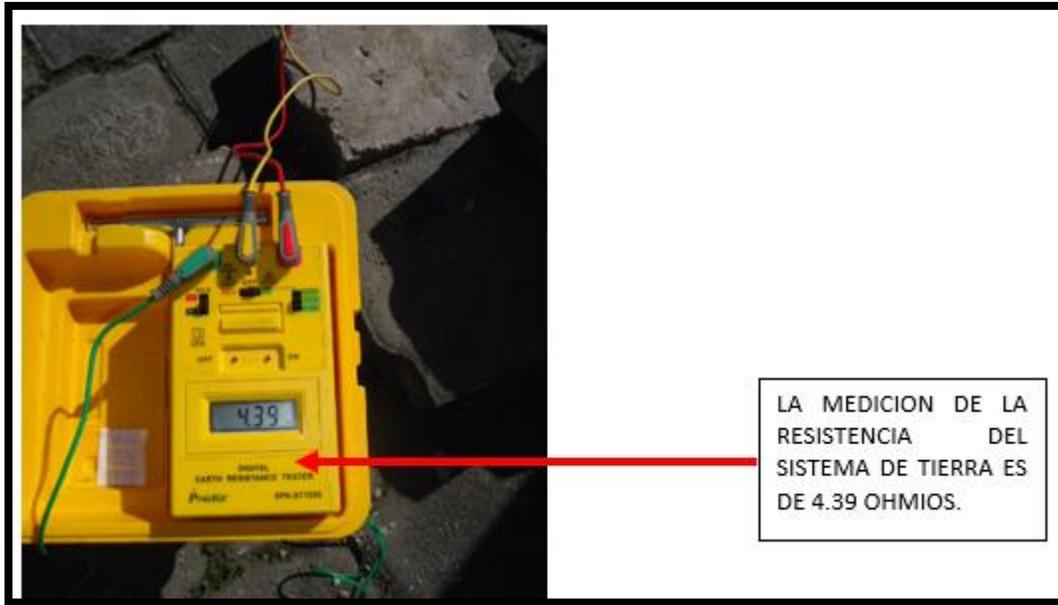
*Figura D- 26. Suelda exotérmica*  
Fuente: Centro de datos RECAPT, (2016).

El sistema de tierra para el centro de datos requirió un mejoramiento de suelo con GEM



*Figura D- 27. Mejoramiento de suelo con GEM*  
Fuente: Centro de datos RECAPT, (2016).

Para el sistema de tierra se realizó con un zanjado de 4x4x0.40 metros donde se colocó la malla de tierra con cable 1/0 sin chaqueta, con 4 varillas copperweld de alta camada donde se soldaron al cable mediante suelda exotérmico.El sistema de puesta a tierra para el Data Center tiene una resistencia de 4.39 ohmios.



*Figura D- 28.* Medición de la resistencia del sistema de tierra  
Fuente: Centro de datos RECAPT, (2016).

# **Anexo E**

## **Configuración equipamiento de red**

En este apartado especificamos la topología física de red y las configuraciones a realizar en los equipos que interconectan a la infraestructura informática. Las Vlans se han distribuido en clases privadas dentro de los rangos A, B y C ordenadas jerárquicamente para agrupar a los dispositivos según las características del tráfico que generan. En el switch CORE configuramos tanto las Vlans como los servicios de NTP, DHCP y el enrutamiento estático para esto ocupamos el equipo Cisco Catalyst ws-c3650 de 24 puertos.

Openvswitch soporta su distribución alrededor de múltiples servidores físicos y se encarga de manejar los cuatro enlaces hacia el switch CORE a 1GByte que posee cada uno de los tres nodos Proxmox. Este switch virtual se integra a la interfaz de administración web del hipervisor posibilitando la automatización y despliegue de interfaces de red de manera programática aun cuando el datapath está dentro del propio Kernel GNU/Linux posee más capacidades que los módulos regulares del kernel Linux contando con características como RSTP, VXLANs, OpenFlow, QoS, LACP, etc.

El completar las instrucciones de este apartado permite continuar con el proceso de configuración a tratar más adelante en el Anexo F donde se detalla la configuración del clúster y el almacenamiento compartido Ceph

El proceso de configuración se lo realiza de forma individual para cada VLAN según la distribución propuesta.

```
SW_CORE_CANT>enable
SW_CORE_CANT&T: #configure terminal
SW_CORE_CANT(config)#vlan XXX
SW_CORE_CANT(config-vlan)#name XXX_XXX
SW_CORE_CANT(config-vlan)#exit
SW_CORE_CANT(config)#interface vlan XXX
SW_CORE_CANT(config-if)#ip address 10.0.xxx.254 255.255.255.0
SW_CORE_CANT(config-if)#description XXX_XXX
SW_CORE_CANT(config-if)##exit
```

*Código 1. Comandos para configuración de Vlans en switch CORE*

## Configuraciones asociadas al enrutamiento en el equipo cisco.

```
SW_CORE_CANT&T:#ip routing
SW_CORE_CANT&T:#vtp mode transparent
SW_CORE_CANT&T:#spanning-tree mode pvst
SW_CORE_CANT&T:#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 192.168.29.115
```

*Código 2.* Comandos para configurar enrutamiento en el switch

## Configuración del servicio de dhcp en el switch CORE.

```
SW_CORE_CANT(config)#ip device tracking
SW_CORE_CANT(config)#ip dhcp binding cleanup interval 10
SW_CORE_CANT(config)#ip dhcp snooping vlan XXX,XXX-XXX
SW_CORE_CANT(config)#ip dhcp snooping
SW_CORE_CANT(config)#ip dhcp conflict resolution interval 5
SW_CORE_CANT(config)#ip dhcp excluded-address 10.0.XXX.250
10.0.XXX.255
SW_CORE_CANT(config)#ip dhcp pool VLANXXX
SW_CORE_CANT(dhcp-config)#network 10.0.XXX.0 255.255.255.0
SW_CORE_CANT(dhcp-config)#default-router 10.0.XXX.254
SW_CORE_CANT(dhcp-config)#dns-server 10.0.211.101 10.0.210.254
SW_CORE_CANT(dhcp-config)# domain-name grupocant.com
SW_CORE_CANT(dhcp-config)# lease 2
SW_CORE_CANT(dhcp-config)#exit
```

*Código 3.* Comandos para configurar el servicio dhcp en el switch

## Configuración de las interfaces troncales según el diagrama de conexión detallado en la tabla

E-1, GE 1/0/1, GE 1/0/5 , GE 1/0/9, TRUNK.

```
SW_CORE_CANT&T :#interface gigabitEthernet 1/0/x
SW_CORE_CANT&T :#switchPort mode trunk
SW_CORE_CANT&T :#switchPort trunk encapsulation dot1q
SW_CORE_CANT&T :#switchPort trunk native vlan 172
SW_CORE_CANT&T :#switchPort trunk allowed vlan all
SW_CORE_CANT&T :#spanning-tree portfast trunk
```

*Código 4.* Comandos para configurar puertos modo trunk en el switch

## Configuración de las interfaces

- GE 1/0/3, GE 1/0/7, GE 1/0/11 modo Access a las vlans 210
- GE 1/0/4, GE 1/0/8, GE 1/0/12 modo Access a la vlans 250
- GE 1/0/14, GE 1/0/13, GE 1/0/15 modo Access a la vlans 201

```
SW_CORE_CANT&T :#interface gigabitEthernet 1/0/x
SW_CORE_CANT&T :#switchPort mode access
SW_CORE_CANT&T :#switchPort access vlan XXX
```

*Código 5.* Comandos para configurar puertos modo access en el switch

### Configuración del servicio NTP en el switch cisco

Se configura como master del servicio ntp al switch CORE para mantener la infraestructura sincronizada y realizar procesos automáticos de backup por parte de Ceph.

```
SW_CORE_CANT&T(config)#ntp master 1
```

*Código 6.* Configuración de switch CORE como servidor ntp principal.  
Fuente: Propia Autor, (2019).

Con el siguiente comando se configura los otros servidores que se sincronizarán éste:

```
SW_CORE_CANT&T(config)#ntp server (dirección IP del nodo proxmox)
```

*Código 7.* Comando ejemplo de configuración ntp en el equipo cisco

Se puede comprobar el servicio y las asociaciones de Ntp en el switch con el siguiente comando.

```
SW_CORE_CANT&T#sh NTP associations

address      ref clock      st  when  poll reach  delay  offset  disp
*~127.127.1.1 .LOCL.         0   9     16  17    0.000  0.000  938.58
~10.0.212.2   73.78.73.84   16  42    64   1    1.932  0.659  3938.2
* sys.peer, # selected, + candidate, - outlyer, x falseticker, ~ configured
SW_CORE_CANT&T#
```

*Código 8.* Revisión de NTP asociados desde switch CORE.  
Fuente: Propia Autor, (2019).

Se verifica tanto en el switch CORE como en los switch virtuales que coincidan los tags que identifican a las VLANs. Para comprobar la configuración se revisa en el running config la configuración en el dispositivo de conmutación switch-CORE Cisco Catalyst 3650

## Diagrama de conexión nodos Proxmox

La conexión física y configuración de los dispositivos de red es presentada a continuación; los nodos proxmox para este momento poseen instalados openvswitch y conectan sus cuatro enlaces al switch CORE cisco.

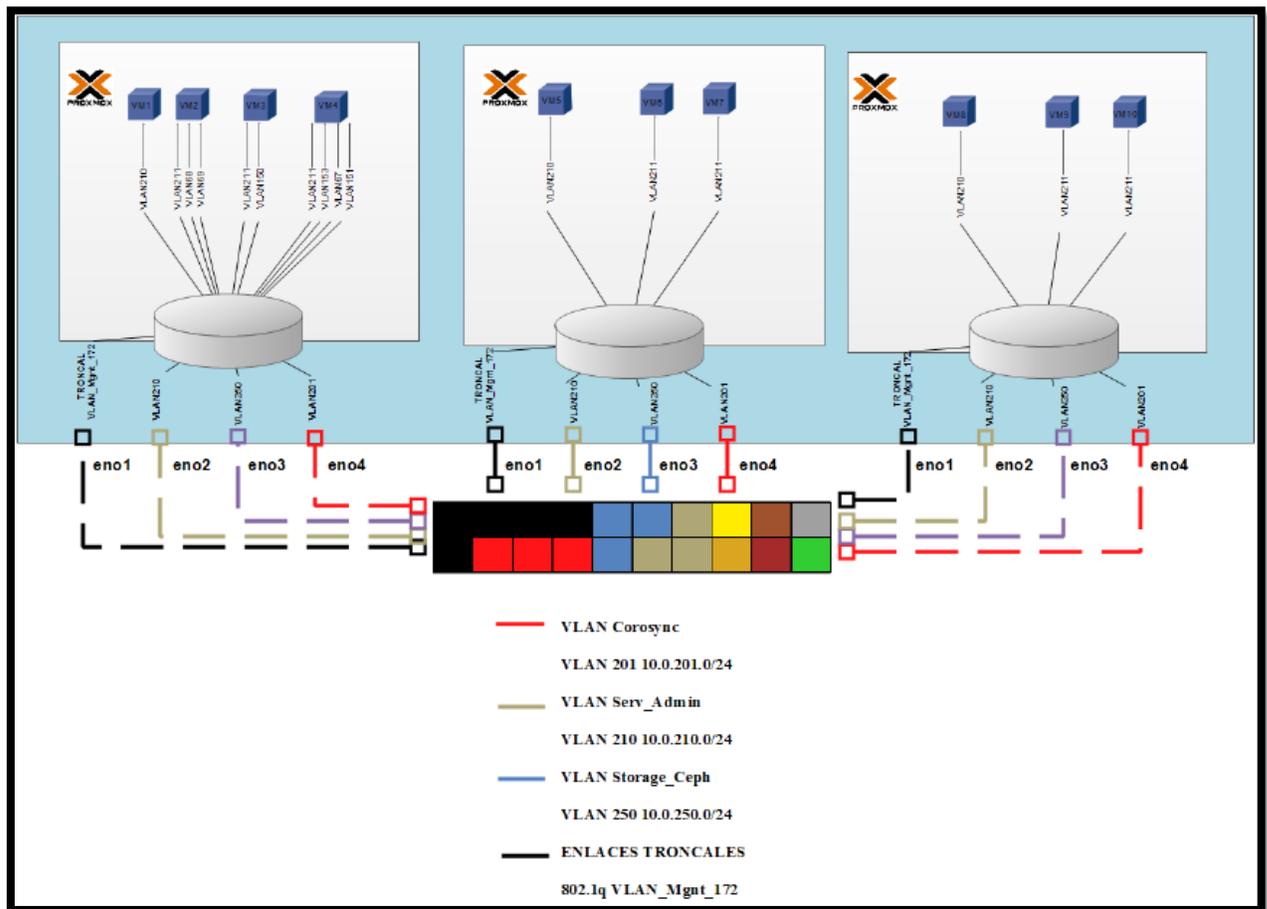


Figura E- 2. Diagrama de conexión de red.  
Fuente: Propia Autor, (2019).

En la tabla E-1 se identifica las conexiones físicas entre los puertos del switch y las tarjetas de red de los nodos proxmox. El kernel del hipervisor inicialmente maneja el networking y se requiere volver a configurar en cada uno de los nodos ya que ahora será controlado por openvswitch.

## Instalación de Openvswitch

En la terminal de cada nodo se coloca el siguiente comando el cual solicita la instalación del switch virtual.

```
root@pveX# apt-get install openvswitch-common openvswitch-switch
```

*Código 19.* Comando instalación paquetes openvswitch

La configuración de los equipos de red se lo revisará de forma detallada en (Anexo E). Openvswitch se integra a la consola de administración web de Proxmox y administra la red en el nodo. Las cuatro tarjetas de red en los servidores se encuentran conectadas al switch físico cisco siguiendo el diagrama presentado en la Figura 40.

Retomando la configuración a partir de las nuevas configuraciones de red se procede a configurar Ceph y el Clúster.

## Configuración del clúster

Se edita en cada Nodo el archivo `root@pveX :/etc/hosts` que permite definir y resolver direcciones de nombres de dominio de forma local. Para completar los cambios en cada servidor es necesario reiniciar tras el cambio.

```
# Nodos Clúster PROXMOX
10.0.210.1 pve1.grupocant.com pve1 pvelocalhost
10.0.210.2 pve2.grupocant.com pve2 pvelocalhost
10.0.210.3 pve3.grupocant.com pve3 pvelocalhost
# NIC's for CoroSync PROXMOX
10.0.201.1 pve1-corosync.grupocant.com pve1-corosync
10.0.201.2 pve2-corosync.grupocant.com pve2-corosync
10.0.201.3 pve3-corosync.grupocant.com pve3-corosync
```

*Código 20.* Archivo ejemplo /etc/hosts

## Activar Clúster Proxmox

La activación del Clúster PROXMOX, es un proceso que lleva 2 pasos:

- Creación del Clúster en uno de los Nodos el cual se convertirá en el "Nodo Primario" en este caso pve1.

- Agregar el resto de Nodos al Clúster apuntando al "Nodo Primario", nodo pve2 y pve3 a pve1.

Intercambio de "Llaves Públicas" entre Nodos y Activación de Clúster. Proxmox utiliza el nombre de dominio de los nodos para entrelazar los servicios y efectuar las gestiones requeridas vía SSH, por tal razón cada nodo debe conocer las llaves públicas de los miembros del Clúster.

### Ingresar al Nodo 1

Crear las claves SSH key en el servidor pve1. El siguiente comando se debe ejecutar en la terminal del nodo pve1.

Obtener PublicKey Nodos y Obtener PublicKey CoroSync:

```
root@pveX #ssh root@pve1 exit
root@pveX #ssh root@pve2 exit
root@pveX #ssh root@pve3 exit
root@pveX #ssh root@pve1-corosync exit
root@pveX #ssh root@pve2-corosync exit
root@pveX #ssh root@pve3-corosync exit
```

*Código 21.* Comando para obtener claves SSH

Salir del pve1

### Ingresar al Nodo 2

Crear las claves SSH key en el servidor pve2. El siguiente comando se debe ejecutar en la terminal del nodo pve2.

```
root@pveX #ssh root@pve1 exit
root@pveX #ssh root@pve2 exit
root@pveX #ssh root@pve3 exit
root@pveX #ssh root@pve1-corosync exit
root@pveX #ssh root@pve2-corosync exit
root@pveX #ssh root@pve3-corosync exit
```

*Código 22.* Comando para obtener claves SSH

Salir del pve 2

### Ingresar al Nodo 3

Crear las claves SSH key en el servidor pve3. El siguiente comando se debe ejecutar en la terminal del nodo pve3.

```
root@pveX #ssh root@pve1 exit
root@pveX #ssh root@pve2 exit
root@pveX #ssh root@pve3 exit
root@pveX #ssh root@pve1-corosync exit
root@pveX #ssh root@pve2-corosync exit
root@pveX #ssh root@pve3-corosync exit
```

*Código 23.* Comando para obtener claves SSH

### Salir del pve3

En la creación del clúster uno de los nodos actuará como "Orquestador de Proxmox Cluster"en este ejemplo se toma el nodo "pve1.grupocant.com" que tiene la IP 10.0.210.1.

Ingresar vía ssh:

```
root@pveX #ssh root@10.0.210.1
```

*Código 24.* Comando para ingresar remotamente a servidor vía SSH

Para la creación de un clúster ejecútese la línea de comando PVECM con los siguientes parámetros:

```
root@pveX#pvecm create datacenter -bindnet0_addr 10.0.201.1 -
ring0_addr pve1-corosync
```

*Código 25.* Comando para crear clúster

- "*nombre\_del\_cluster*" Es el nombre que se quiera darle al clúster creado, solo acepta letras y números. Este comando indica que el nodo 10.0.210.1 es el "Orquestador de Proxmox Clúster" el cual permite centralizar la administración de los Nodos sin embargo cada Servidor cuenta con su propio "Administrador Web" que le permite autonomía por cualquier eventualidad con el servidor central. Creamos el Clúster con el nombre ejemplo datacenter

- `--bindnet0_addr <string>`: Esto especifica la dirección de red a la que se debe vincular el anillo corosync de manera predeterminada se establece en la dirección IP local del nodo. En este caso definimos otra tarjeta de red en el nodo en la VLAN201.
- `--ring0_addr <string>` (default = Nombre de host (o IP)) de la dirección del anillo corosync0 de este nodo.

Comprobar que se ha creado

```
root@pveX #pvecm status
```

*Código 26.* Comando para revisar el estado del clúster

Ingresar al Nodo pve2 y vamos a añadirlo al clúster

```
root@pveX #ssh root@10.0.210.2
```

*Código 27.* Comando para ingresar remotamente a servidor vía SSH

Agregamos al Nodo Primario pve1 el Nodo pve2

```
root@pveX #pvecm add pve1-corosync --ring0_addr pve2-corosync
```

*Código 28.* Comando para agregar nodo pve2 a nodo primario pve1cluster existente

Ingresar al Nodo pve3 y vamos a añadirlo al clúster

```
root@pveX #ssh root@10.0.210.3
```

*Código 29.* Comando para ingresar remotamente a servidor vía SSH

Agregamos al Nodo Primario pve1 -> Nodo pve3

```
root@pveX #pvecm add pve1-corosync --ring0_addr pve3-corosync
```

*Código 30.* Comando para agregar nodo pve3 a nodo primario pve1cluster existente

Después realizar la configuración descrita previamente en la interfaz web del Nodo que actúa como Primario se presenta a los tres nodos centralizados con los que mantiene comunicación asincrónica, reportando su estado y el de las "Máquinas Virtuales" que alojan. La gestión de comunicación lo efectúa CoroSync a través de las tarjetas que están conmutadas en la VLAN 201.

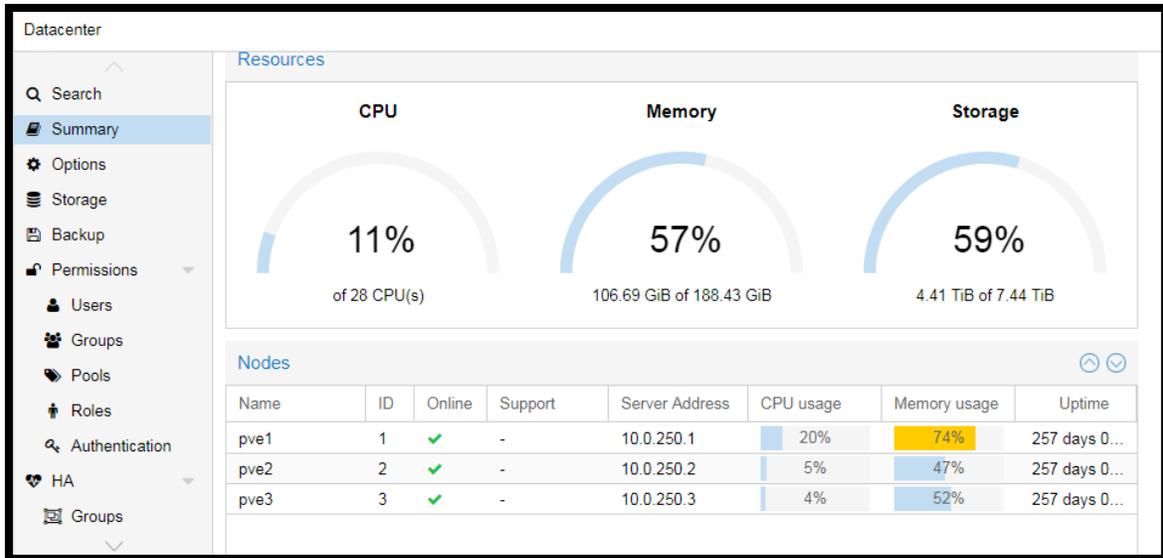


Figura 31. Clúster observado desde la interfaz de administración web  
Fuente: Propia Autor, (2019).

## Ceph en Clúster Proxmox

Para habilitar "Alta Disponibilidad" en Proxmox es necesario contar con un mínimo de tres Nodos y un Storage que centralice los "Discos Virtuales" de las "Máquinas Virtuales" y "Contenedores". Para instalarlo se ingresa a cada Nodo para descargar las librerías Ceph con las siguientes líneas de comando:

- Ingresar al nodo pve1

```
root@pveX #ssh root@10.0.210.1
root@pveX #pveceph install --version luminous
```

Código 32. Comando para instalar Ceph

- Ingresar al nodo pve2

```
root@pveX #ssh root@10.0.210.2
root@pveX #pveceph install --version luminous
```

Código 33. Comando para instalar Ceph

- Ingresar al nodo pve3

```
root@pveX #ssh root@10.0.210.3
root@pveX #pveceph install --version luminous
```

Código 34. Comando para instalar Ceph

Activar el servicio Ceph-Monitor en la red "Storage\_Ceph" VLAN250 únicamente en el Nodo Primario, que en este ejemplo es pve1

```
root@pveX #ssh root@10.0.210.1
root@pveX # pveceph init --network 10.0.250.0/24
root@pveX #pveceph createmon
```

Código 35. Comando para activar el servicio Ceph-Monitor

El estatus del "Storage Ceph" mostrado por el nodo principal estará "Alertado", ya que aún no se ha configurado los servicios Ceph-OSD. El siguiente paso es activar el "Monitoreo de Ceph" a los Nodos restantes. Desde la interfaz de administración web se activa automáticamente los Ceph-Monitor, en los Nodos de forma remota.

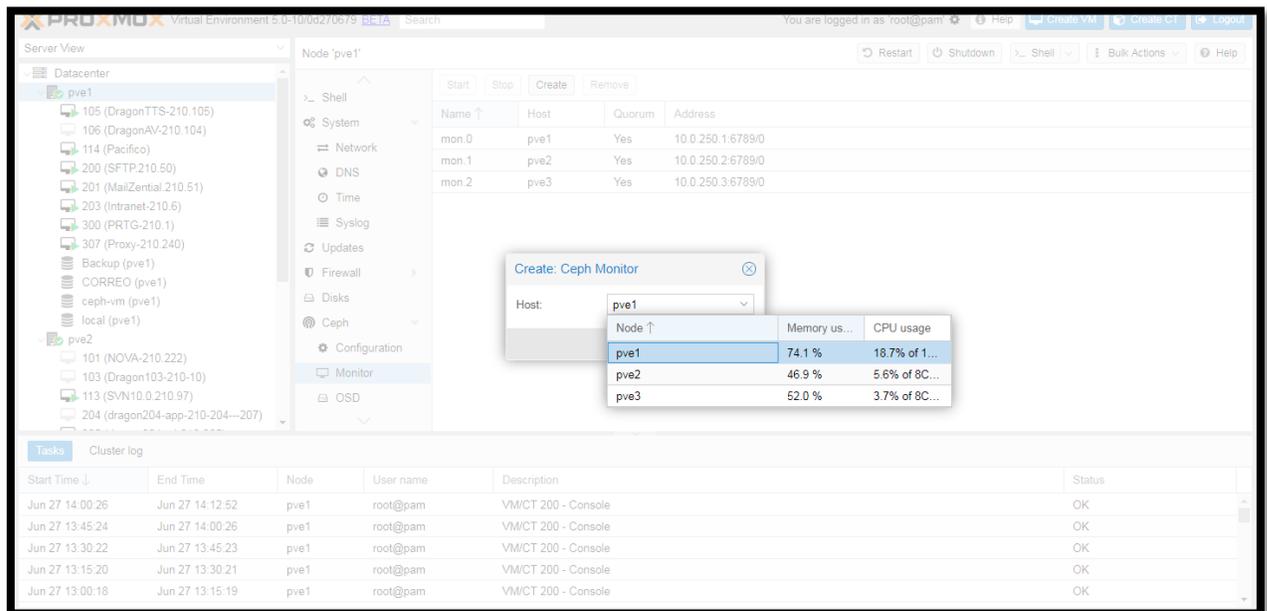


Figura 36. Activación Ceph-Monitor desde la interfaz de administración web  
Fuente: Propia Autor, (2019).

Creamos Ceph-OSD en cada Nodo que son los servicios asociados a "Unidades de Almacenamiento Extras" por medio de "Create ODS" el cual muestra las unidades disponibles.

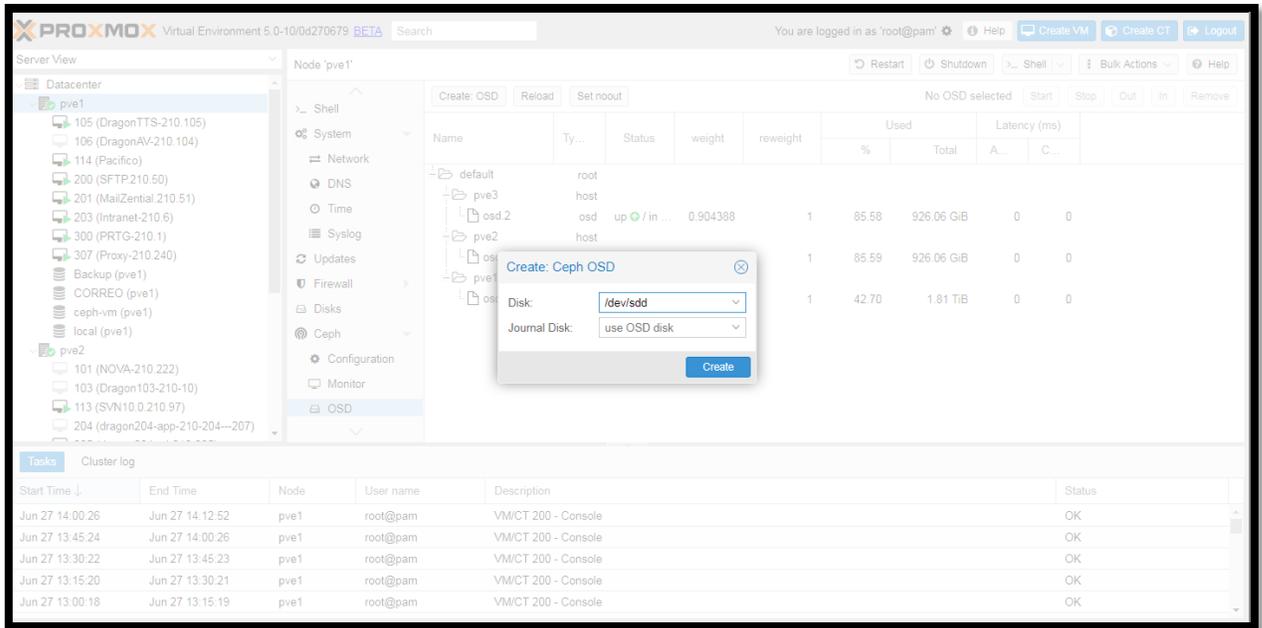


Figura 37. Creación de Ceph-OSD desde la interfaz de administración web  
Fuente: Propia Autor, (2019).

Al finalizar se puede revisar el estado de esta configuración como se observa en la siguiente pantalla

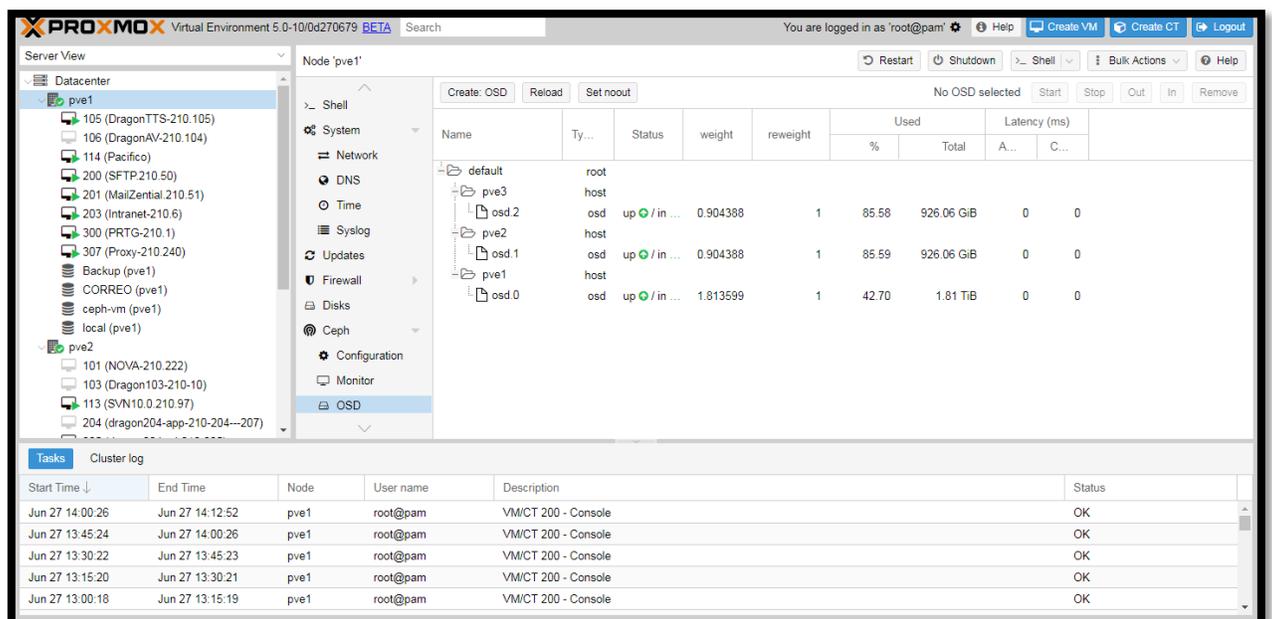
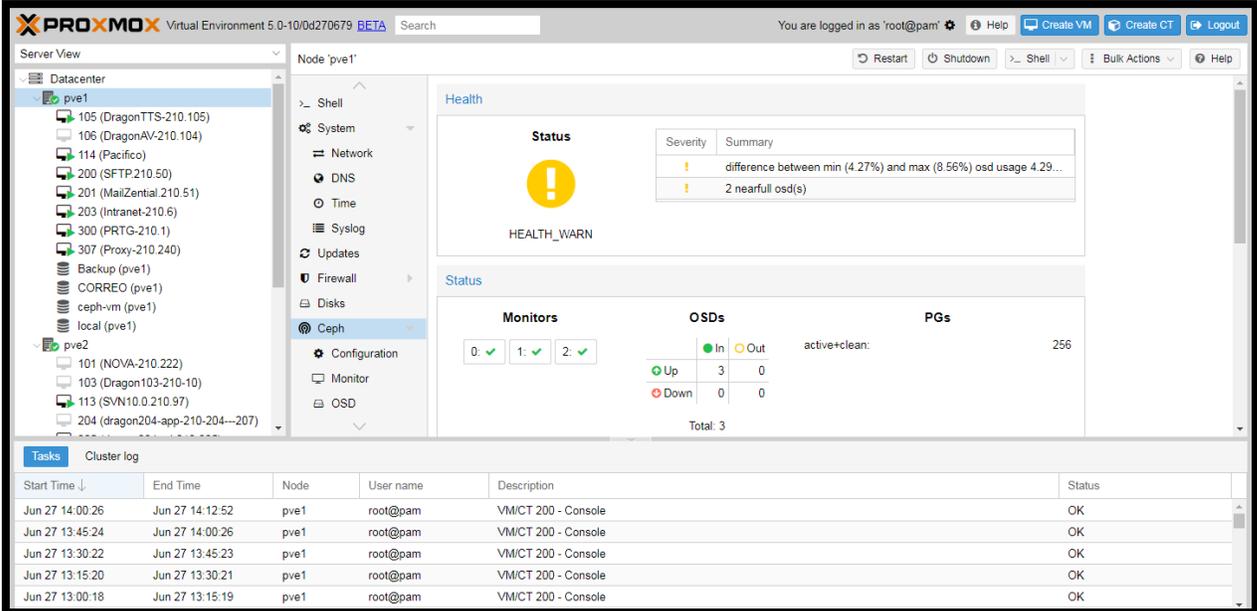


Figura 38. Revisión de Ceph-OSD desde la interfaz de administración web  
Fuente: Propia Autor, (2019).

## Bloques de espacio presentados al Clúster

En el Administrador Web "Proxmox Storage"; Pool es el término utilizado para describir un grupo de unidades de almacenamiento "OSD's" definidos para el aprovisionamiento de espacio del "Storage Ceph". El "Storage Ceph" debe ser presentado al Clúster como un "Storage RBD. RADOS Block Device, son "Bloques de Almacenamiento Virtual" que representan los Pools de Ceph ante el Clúster.

"Bloque de Almacenamiento Virtual": Es la simulación de "Unidades de Almacenamiento", permitiendo a las "Máquinas Virtuales y Contenedores LXC" ver simplemente un Disco Duro con espacio disponible.



Start Time ↓	End Time	Node	User name	Description	Status
Jun 27 14:00:26	Jun 27 14:12:52	pve1	root@pam	VM/CT 200 - Console	OK
Jun 27 13:45:24	Jun 27 14:00:26	pve1	root@pam	VM/CT 200 - Console	OK
Jun 27 13:30:22	Jun 27 13:45:23	pve1	root@pam	VM/CT 200 - Console	OK
Jun 27 13:15:20	Jun 27 13:30:21	pve1	root@pam	VM/CT 200 - Console	OK
Jun 27 13:00:18	Jun 27 13:15:19	pve1	root@pam	VM/CT 200 - Console	OK

Figura 39. Revisión de Ceph-OSD desde la interfaz de administración web  
Fuente: Propia Autor, (2019).

## Crear Ceph Pool

En este ejemplo se debe crear un pool con nombre "ceph-vms" el cual almacenará los "Discos Virtuales" de las "Máquinas Virtuales".

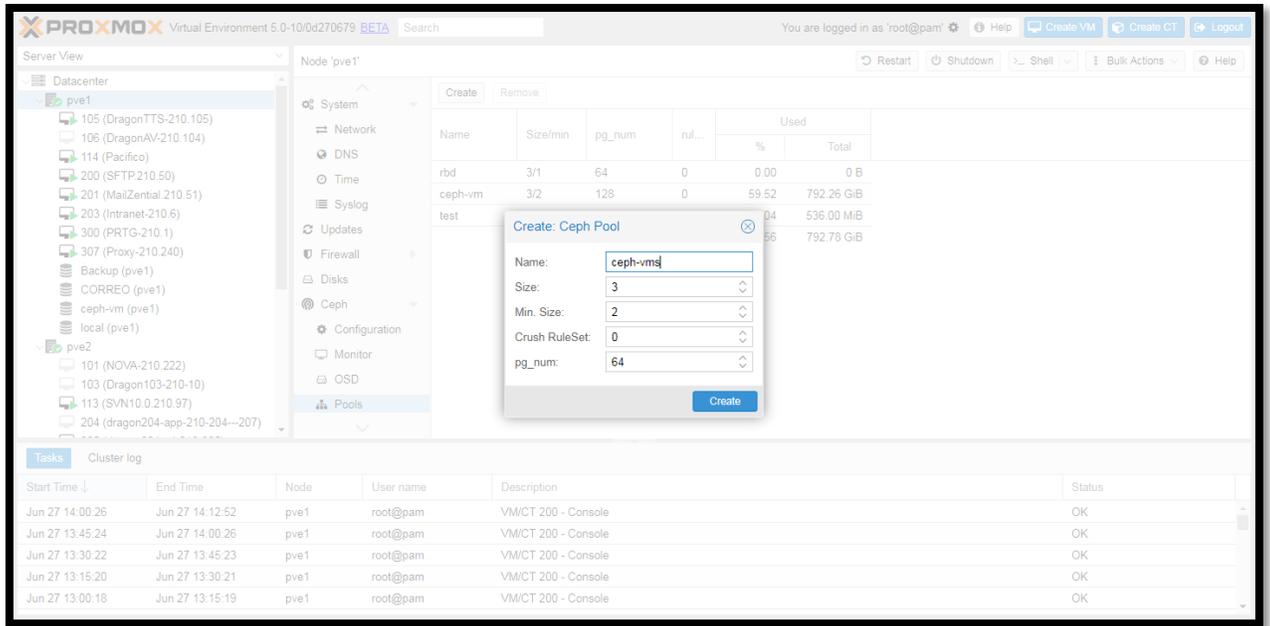


Figura 40. Revisión de Ceph-OSD desde la interfaz de administración web  
Fuente: Propia Autor, (2019).

## Crear RBD (RADOS Block Device)

A continuación se crea el Storage Ceph como RBD.

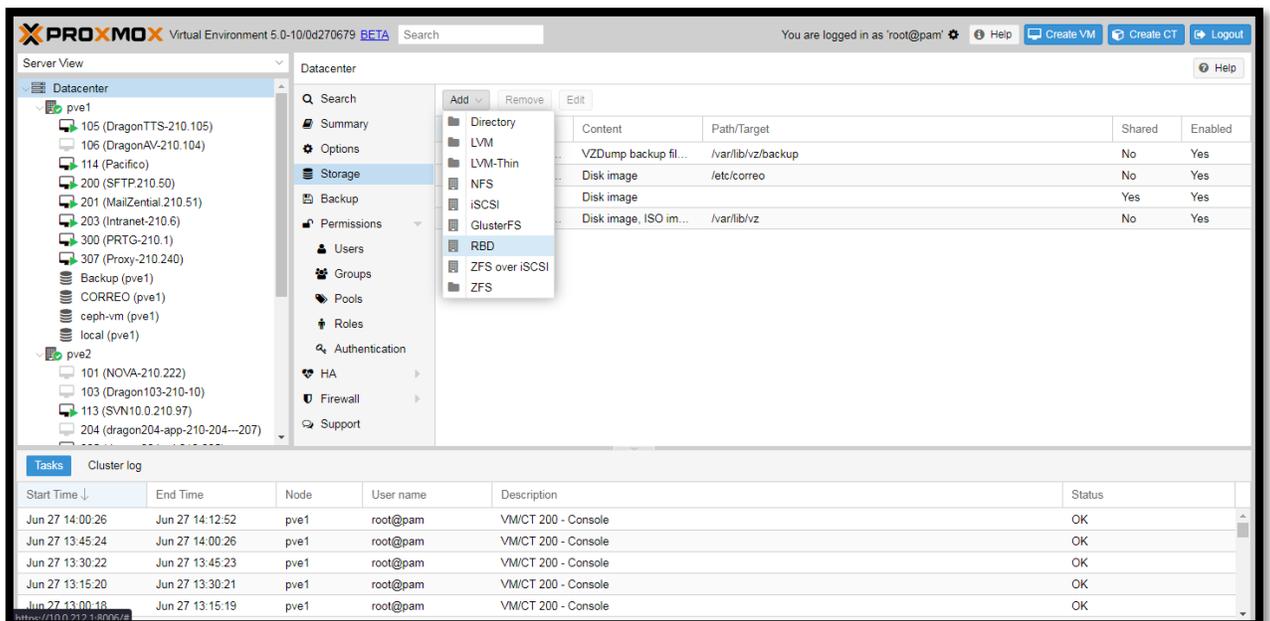


Figura 41. Creación de “Storage RBD” desde la interfaz de administración web  
Fuente: Propia Autor, (2019).

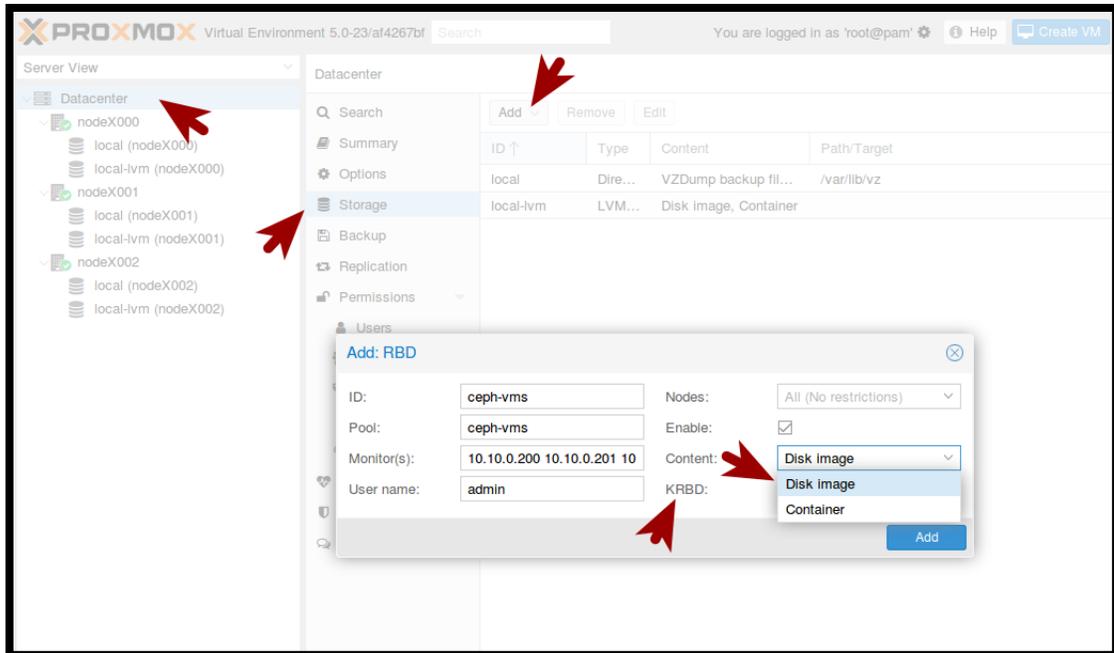


Figura 42. Agregar RBD a pool desde la interfaz de administración web  
Fuente: Propia Autor, (2019).

### Crear RBD para Ceph-vms

- ID: Ingrese el nombre que le vamos a dar al Storage Ceph RBD.
- Pool: Nombre del pool al cual estará asociado el Storage Ceph.
- Monitor(s): Es importante ingresar la IP de cada nodo que ingresa en Ceph. En la interfaz web las IP's se ingresan con un espacio de separación.
- Nodes: Nodos que tendrán acceso.
- Enable: Para Activar o Desactivar Storage.
- Content: Indica el tipo de contenido que aceptará. Disk Image es para "Máquinas Virtuales" y Container es para "LXC".
- LXC cuenta con parámetros extras, por esta razón es conveniente que las "Máquinas Virtuales" no coexistan con LXC en un mismo Pool, deben de estar separados.
- KRBD: Habilita soporte de múltiples discos y snapshots para LXC.

## Revisión del nuevo Storage

Después de efectuar los pasos anteriores en el Clúster y en cada Nodo se agrega el nuevo Storage Ceph. El error que se observa es debido a que se debe copiar la llave de administración.

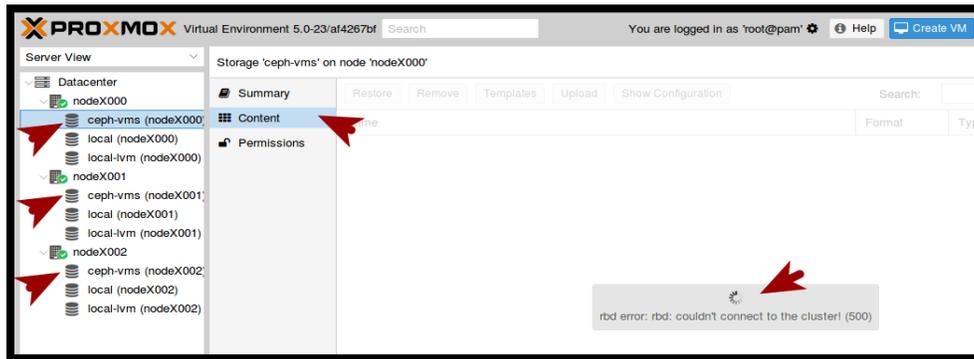


Figura 43. RBD agregado a los nodos y clúster desde la interfaz de administración web  
Fuente: Propia Autor, (2019).

- Para copiar llave de Administración ingresamos al Nodo Primario pve1:
- Crear Directorio de llaves Ceph
- Copiar la llave con el nombre ceph-vms

Si agrega otro Pool y Storage debe de copiar la llave con el nombre del nuevo Storage.

Ahora el "Storage RDB" debe presentar el espacio disponible.

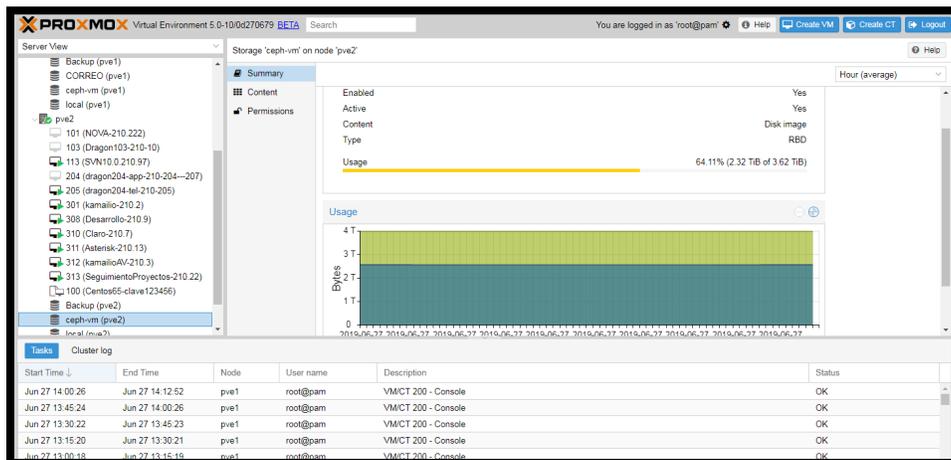


Figura 44. Revisión RBD desde la interfaz de administración web  
Fuente: Propia Autor, (2019).

## Configuración de switch CORE Cisco

A continuación dentro del proceso de configuración del switch Cisco enunciaremos las configuraciones más relevantes para el funcionamiento de la infraestructura virtual propuesta. El proceso comienza con la configuración de las interfaces de red virtual Vlans en el switch CORE. El proceso de configuración se lo realiza de forma individual para cada VLAN según la distribución de la tabla E-2.

```
SW_CORE_CANT>enable
SW_CORE_CANT&T: #configure terminal
SW_CORE_CANT(config)#vlan XXX
SW_CORE_CANT(config-vlan)#name XXX_XXX
SW_CORE_CANT(config-vlan)#exit
SW_CORE_CANT(config)#interface vlan XXX
SW_CORE_CANT(config-if)#ip address 10.0.xxx.254 255.255.255.0
SW_CORE_CANT(config-if)#description XXX_XXX
SW_CORE_CANT(config-if)##exit
```

*Código E-1. Comandos para configuración de Vlans en switch CORE*

Configuraciones asociadas al enrutamiento en el equipo cisco.

```
SW_CORE_CANT&T:#ip routing
SW_CORE_CANT&T:#vtp mode transparent
SW_CORE_CANT&T:#spanning-tree mode pvst
SW_CORE_CANT&T:#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 192.168.29.115
```

*Código E-2. Comandos para configurar enrutamiento en el switch*

Configuración del servicio de dhcp en el switch CORE.

```
SW_CORE_CANT(config)#ip device tracking
SW_CORE_CANT(config)#ip dhcp binding cleanup interval 10
SW_CORE_CANT(config)#ip dhcp snooping vlan XXX,XXX-XXX
SW_CORE_CANT(config)#ip dhcp snooping
SW_CORE_CANT(config)#ip dhcp conflict resolution interval 5
SW_CORE_CANT(config)#ip dhcp excluded-address 10.0.XXX.250
10.0.XXX.255
SW_CORE_CANT(config)#ip dhcp pool VLANXXX
SW_CORE_CANT(dhcp-config)#network 10.0.XXX.0 255.255.255.0
SW_CORE_CANT(dhcp-config)#default-router 10.0.XXX.254
SW_CORE_CANT(dhcp-config)#dns-server 10.0.211.101 10.0.210.254
```

```
SW_CORE_CANT(dhcp-config)# domain-name grupocant.com
SW_CORE_CANT(dhcp-config)# lease 2
SW_CORE_CANT(dhcp-config)#exit
```

*Código E-3.* Comandos para configurar el servicio dhcp en el switch

Configuración de las interfaces troncales según el diagrama de conexión detallado en la tabla E-1, GE 1/0/1, GE 1/0/5, GE 1/0/9, TRUNK.

```
SW_CORE_CANT&T :#interface gigabitEthernet 1/0/x
SW_CORE_CANT&T :#switchPort mode trunk
SW_CORE_CANT&T :#switchPort trunk encapsulation dot1q
SW_CORE_CANT&T :#switchPort trunk native vlan 172
SW_CORE_CANT&T :#switchPort trunk allowed vlan all
SW_CORE_CANT&T :#spanning-tree portfast trunk
```

*Código E-4.* Comandos para configurar puertos modo trunk en el switch

Configuración de las interfaces GE 1/0/3, GE 1/0/7, GE 1/0/11 modo Access a las vlan 210, GE 1/0/4, GE 1/0/8, GE 1/0/12 modo Access a la vlan 250, GE 1/0/14, GE 1/0/13, GE 1/0/15 modo Access a la vlan 201.

```
SW_CORE_CANT&T :#interface gigabitEthernet 1/0/x
SW_CORE_CANT&T :#switchPort mode access
SW_CORE_CANT&T :#switchPort access vlan XXX
```

*Código E-5.* Comandos para configurar puertos modo access en el switch

### **Configuración del servicio NTP en el switch cisco**

Configuramos como master del servicio ntp al switch CORE para mantener la infraestructura sincronizada y realizar procesos automáticos de backup por parte de Ceph.

```
SW_CORE_CANT&T(config)#ntp master 1
```

*Figura E- 3.* Configuración de switch CORE como servidor ntp principal.

Fuente: Propia Autor, (2019).

Con el siguiente comando configuramos los otros servidores que se sincronizaran este:

```
SW_CORE_CANT&T(config)#ntp server (dirección IP del nodo proxmox)
```

*Código E-6.* Comando ejemplo de configuración ntp en el equipo cisco

Podemos comprobar el servicio y las asociaciones de Ntp en el switch con el siguiente comando.

```
SW_CORE_CANT&T#sh NTP associations
 address      ref clock      st  when  poll reach  delay  offset  disp
 *~127.127.1.1 .LOCL.         0   9    16   17  0.000  0.000  938.58
 ~10.0.212.2   73.78.73.84   16  42   64   1   1.932  0.659  3938.2
 * sys.peer, # selected, + candidate, - outlyer, x falseticker, ~ configured
SW_CORE_CANT&T#
```

Figura E- 4. Revisión de NTP asociados desde switch CORE.  
Fuente: Propia Autor, (2019).

Verificamos tanto en el switch CORE como en los switch virtuales que coincidan los tags que identifican a las VLANS. Para comprobar la configuración revisamos en el running config la configuración en el dispositivo de conmutación switch-CORE Cisco Catalyst 3650, las configuraciones por medio del comando:

```
SW_CORE_CANT&T :#shown current configuration
```

Código E-7. Comando para revisar configuración en el switch

Dando como resultado:

```
vlan 210
 name Server_Admin
 !
interface Vlan210
 description Server_Admin
 ip address 10.0.210.253 255.255.255.0
 ntp broadcast client
 ntp broadcast version 2
 !
vlan 250
 name Storage_Ceph
 !
interface Vlan250
 description storage_Ceph
 ip address 10.0.250.254 255.255.255.0
 !
vlan 201
 name corosync
 !
```

```
interface Vlan201
  description corosync
  ntp broadcast client
  ntp broadcast version 2
!
interface GigabitEthernet1/0/1
  description
TO_Server_HP180G9_Proxmox_10.0.210.1
  switchPort mode trunk
!
interface GigabitEthernet1/0/2
  description
TO_Server_HP180G9_Proxmox_10.0.210.1
  switchPort mode trunk
!
interface GigabitEthernet1/0/3
  description
TO_Server_HP180G9_Proxmox_10.0.210.1
  switchPort mode trunk
!
interface GigabitEthernet1/0/4
  description
Storage_Server_HP180G9_Proxmox_10.0.250.1
  switchPort access vlan 250
  switchPort mode access
!
interface GigabitEthernet1/0/5
  description
TO_Server_HPML350eG8_Proxmox_10.0.210.2
  switchPort mode trunk
!
interface GigabitEthernet1/0/6
  description
TO_Server_HPML350eG8_Proxmox_10.0.210.2
  switchPort mode trunk
!
interface GigabitEthernet1/0/7
  description
TO_Server_HPML350eG8_Proxmox_10.0.210.2
  switchPort mode trunk
!
interface GigabitEthernet1/0/8
```

```
description
Storage_Server_HPML350eG8_Proxmox_10.0.250.2
switchPort access vlan 250
switchPort mode access
!
interface GigabitEthernet1/0/9
description
TO_Server_HPML350eG8_Proxmox_10.0.210.3
switchPort mode trunk
!
interface GigabitEthernet1/0/10
description
TO_Server_HPML350eG8_Proxmox_10.0.210.3
switchPort mode trunk
!
interface GigabitEthernet1/0/11
description
TO_Server_HPML350eG8_Proxmox_10.0.210.3
switchPort mode trunk
!
interface GigabitEthernet1/0/12
description
Storage_Server_HPML350eG8_Proxmox_10.0.250.3
switchPort access vlan 250
switchPort mode access
!
interface GigabitEthernet1/0/13
description
ILO_Server_HPML350eG8_Proxmox_10.0.201.1
switchPort access vlan 201
switchPort mode access
!
interface GigabitEthernet1/0/14
description
ILO_Server_HPML350eG8_Proxmox_10.0.201.2
switchPort access vlan 201
switchPort mode access
!
interface GigabitEthernet1/0/15
description
ILO_Server_HPML350eG8_Proxmox_10.0.201.3
switchPort access vlan 201
switchPort mode Access
```

```

!
ntp authentication-key 1 md5 03075A05125D711D19
7
ntp authentication-key 2 md5 1414130518567A7A73
7
ntp authentication-key 3 md5 121A041906595C557D
7
ntp authenticate
ntp trusted-key 1 - 3
ntp master 1
ntp server 10.0.210.1
ntp server 10.0.210.2
ntp server 10.0.210.3
ntp server 10.0.210.253

```

*Código E-8.* Resumen ejemplo de configuración equipo cisco  
Fuente: Equipo Cisco Catalyst 3650

### **Configuración de Openvswitch en los nodos Proxmox.**

Cada uno de los nodos de Proxmox debe tener instalado la misma distribución de switch virtual Openvswitch. Este se integra al hipervisor y es configurado por medio de la interfaz de administración web en la pestaña Network. Los enlaces del nodo hacia el switch CORE deben poseer la mismas etiquetas en las vlans para poder comunicarse con las otras redes de la empresa. Openvswitch maneja el enrutamiento dentro del nodo o el clúster Proxmox pudiendo crear nuevas redes Vlans internas.

Name ↑	Type	Active	Autos
Network D...		No	No
vlan210	OVS IntPort	Yes	No
vlan211	OVS IntPort	Yes	No
vlan212	OVS IntPort	Yes	No
vlan222	OVS IntPort	Yes	No
vlan300	OVS IntPort	Yes	No
vlan68	OVS IntPort	Yes	No
vlan69	OVS IntPort	Yes	No
vlan96	OVS IntPort	Yes	No

*Figura E- 5.* Configuración de Vlans desde interfaz web.  
Fuente: Propia Autor, (2019).

Una vez creado las vlans realizamos un puente de todas estas con nuestra interfaz de salida.

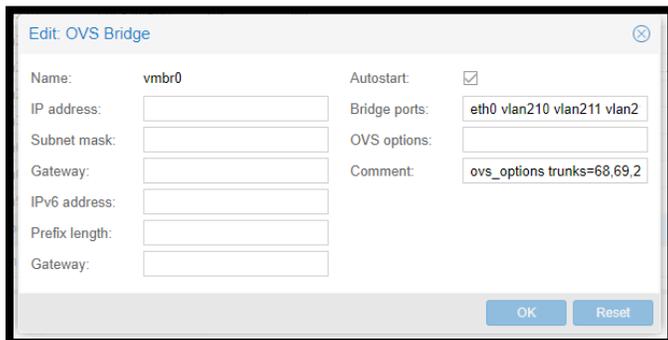


Figura E- 6. Configuración de interfaz de salida desde interfaz web.

Fuente: Propia Autor, (2019).



Name	Type	Status	Other
vmbr0	OVS Bridge	Yes	Yes eth0 vlan2... ovs_option...

Figura E- 7. Revisión de configuración desde interfaz web.

Fuente: Propia Autor, (2019).

La configuración del switch virtual de cada uno de los nodos Proxmox posee la misma estructura presentada.

### Configuración NTP en el nodo Proxmox

Para comprobar en el nodo Proxmox la sincronización utilizamos el siguiente comando:

```
root@pve2:~# ntpdc -p
remote          local          st poll reach  delay  offset  disp
-----
=10.0.210.253   10.0.212.2     4   64   377  0.00133  0.027217  0.05325
=201.159.221.66 10.0.212.2     2   64   377  0.01291  0.035650  0.06535
*190.15.128.72  10.0.212.2     2   64   377  0.00909  0.017307  0.05322
=190.15.128.14  10.0.212.2     2   64   377  0.01901  0.014937  0.05890
root@pve2:~#
```

Figura E- 8. Revisión de NTP asociados desde terminal nodo proxmox.

Fuente: Propia Autor, (2019).

Para configurar el servicio NTP en los nodos Proxmox primero instalamos los paquetes necesarios colocando en la terminal el siguiente comando:

```
root@pve2:~# apt-get install ntp
```

Figura E- 9. Instalación de servidor ntp en nodo proxmox.

Fuente: Propia Autor, (2019).

```
root@pve2:~# apt-get install ntpdate
```

Figura E- 10. Instalación de servidor ntpdate en nodo proxmox.  
Fuente: Propia Autor, (2019).

Desde la consola editamos el archivo ntp.conf.

```
root@pve2:~# nano /etc/ntp.conf
```

Figura E- 11. Configuración de servidor ntp en nodo proxmox.  
Fuente: Propia Autor, (2019).

En este archivo configuramos lo siguiente:

```
#Server configuration settings  
server 10.0.210.253
```

Figura E- 12. Configuración de servidores dentro de ntp.conf.  
Fuente: Propia Autor, (2019).

```
# Local users may interro  
#Localhost configuration  
restrict 10.0.210.253  
restrict 127.0.0.1  
restrict ::1
```

Figura E- 13. Configuración dentro de ntp.conf  
Fuente: Propia Autor, (2019).

.Guardamos y salimos del archivo y luego sincronizamos la hora con nuestro servidor ntp local que fue configurado en el switch CORE colocando en la terminal del nodo proxmox el siguiente comando:

```
root@pve2:~# ntpdate 10.0.210.253  
26 Jan 12:00:07 ntpdate[44629]: the NTP socket is in use, exiting
```

Figura E- 14. Configuración de hora por ntp en nodo proxmox.  
Fuente: Propia Autor, (2019).

Con el siguiente comando se sincroniza la hora con el hardware en el nodo proxmox

```
hwclock -systohc
```

Código E-9. Comando para sincronizar la hora con el hardware en nodo proxmox

Una vez hecho esto reiniciamos nuestro servicio ntp

```
root@pve2:~# /etc/init.d/ntp restart  
[ ok ] Restarting ntp (via systemctl): ntp.service.
```

Figura E- 15. Reinicio de servicios ntp en nodo proxmox.  
Fuente: Propia Autor, (2019).

# **Anexo F**

## **Instalación Proxmox**

El siguiente manual describe la instalación y configuración de un clúster de virtualización en alta disponibilidad con almacenamiento compartido Ceph. La plataforma de virtualización Proxmox Virtual Environment ofrece beneficios similares a otros productos como VMware vSphere, Windows Hyper-V Citrix XenServer, entre otros. La mayoría de productos para virtualización empresarial basan su modelo de negocio en la cantidad de licenciamiento por equipo instalado, procesadores, socket's, etc. A diferencia del modelo de negocio de Proxmox que se basa en capacitación, certificación y soporte

Proxmox VE "Virtual Environment" es un software de virtualización de código abierto tipo 1 se ejecuta directamente sobre el hardware del equipo físico. Este tipo de virtualizadores son conocidos como: bare metal, hipervisor o Virtual Machine monitor (VMM). Está distribuido bajo Licencia Pública general GNU Affero versión 3 (GNU AGPL, v3), puede ser instalado en cualquier cantidad de servidores físicos sin límite en uso de procesadores y sockets, puentes de comunicación, integración NAS o SAN ya sea a través de Canal de Fibra, ISCSI over Ethernet o NFS. La versión 5 de Proxmox VE está basada en la distribución de Debian 9 llamado "Stretch" y Linux Kernel 4.10. Permite la gestión de máquinas virtuales bajo dos tecnologías de virtualización KVM hipervisor, LXC container resumiendo toda la base del producto es libre "Debian OS +KVM virtualización + Container-based Virtualization".

## **Requisitos para la instalación**

Proxmox puede instalarse sobre múltiples equipos los requerimientos mínimos de hardware para evaluar Proxmox VE son:

- Procesador que cuente con VT o SVM (Intel EMT64 o AMD64) Intel VT/AMD-V capable CPU /Mainboard (for KVM)
- Mínimo 1 GB RAM
- Un disco duro
- Una tarjeta de red

Cada máquina con Proxmox se convierte en un nodo y puede trabajar independientemente o agrupado en un clúster. Para configurar un clúster con Proxmox VE en alta disponibilidad es necesario al menos tres servidores físicos conectados en red y un almacenamiento compartido entre todos los nodos. La sincronización de los equipos que forman parte del clúster es de vital importancia en los procesos realizados por Ceph y corosync para la replicación automática de información, por este motivo se recomienda configurar un servidor NTP local.

### **Hardware recomendado para la configuración en modo clúster + Ceph.**

- Intel VT/AMD-V capable CPU/Mainboard (for KVM procesador con soporte para virtualización completa) CPU 64bit (Intel EMT64 o AMD64)
- 8 GB RAM es recomendado, para ambientes virtuales entre más es mejor
- Dos discos duros veloces, recomendado discos de 15k rpm SAS o dos arreglos Raid10 Hardware RAID con batteries protected write cache (BBU) o flash protection
- Dos o más Gigabit NIC u otras adicionales dependiendo de la configuración del clúster o de la tecnología de almacenamiento distribuido.
- Se recomienda para ambientes empresariales contar con al menos dos equipos de red o trabajar en redes distintas separando el tráfico generado por el sistema de almacenamiento y el de administración del clúster.

## Estructura y diagrama del proyecto.

El proyecto lo conforman 3 nodos Proxmox, cada uno cuenta con dos discos independientes de 1 TeraByte, 4 tarjetas de red conectados a un switch físico por cables UTP-Cat 6A a 1GByte. El switch utilizado es el Cisco Catalyst provision ws-c3650-24td, en el cual se ha configurado el servidor NTP, DHCP y las Vlans. El softswitch Openvswitch integrado al hipervisor maneja el mismo etiquetado de Vlans del switch cisco con encapsulación 802.1q. Una tarjeta de red física del nodo está configurada en la VLAN250 destinada al “Storage Ceph siendo el sistema de almacenamiento distribuido compartido por el clúster que permite replicación de datos y es tolerante a fallos. Se tiene un enlace separado para la comunicación del Clúster (CoroSync) en la VLAN201 utilizando otra tarjeta física del nodo.

## Diagrama de bloques Clúster Proxmox

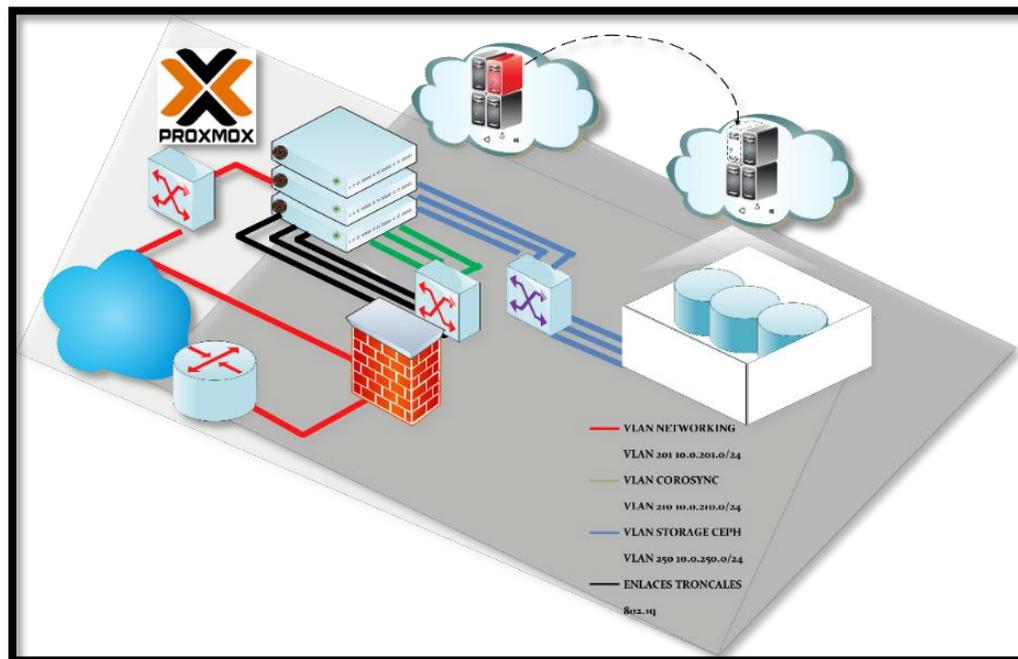


Figura F- 1. Diagrama de bloques clúster Proxmox+Ceph.  
Fuente: Propia Autor, (2019).

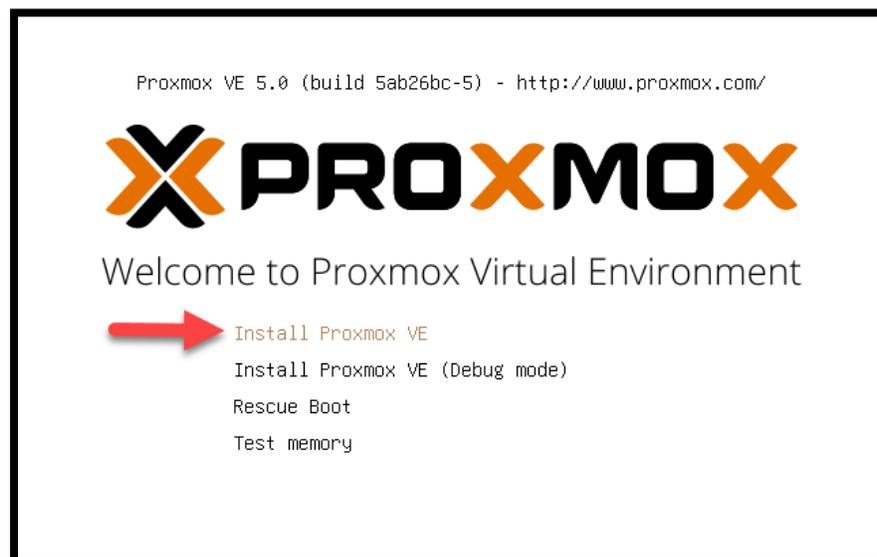
A continuación, se detallará la instalación de Proxmox VE el procedimiento es similar en las tres máquinas que actuarán como nodos, la versión del software a instalar es la 5.0-5ab26bc-5.

update: 14 August 2017; iso obtenida desde la web oficial  
<https://www.proxmox.com/en/downloads/item/proxmox-ve-5-0-iso-installer>.

La instalación de PROXMOX implanta en el Hardware:

- Debian/64 como sistema operativo y configurado para dar servicios de alta demanda.
- Partición de los Discos como LVM & Thinly-Provisioned Logical Volumes.
- Instalación y configuración de "Proxmox Ve Kernel", Soporte KVM y LXC
- Backups and Restore Tools
- Instalación y configuración del interfaz Web HTML5, Administrador entorno virtualizado.

**Paso 1** Inicialmente en el equipo donde vamos a instalar Proxmox VE por medio del BIOS se debe habilitar el soporte de virtualización por hardware "Hardware Virtualization Extensions Intel/VT o AMD/SVM". Una vez configurado el servidor para arrancar desde el disco CD de instalación Proxmox; nuestra primera pantalla mostrará varias opciones de las cuales seleccionamos **Install Proxmox VE**.



*Figura F- 3.* Pantalla inicial de instalación de Proxmox VE  
Fuente: Propia Autor, (2019).

**Paso 2** La información legal del producto especifica que esta solución esta licenciada bajo software libre GNU Affero GPLv3. Proxmox Server Solutions GmbH empresa fundada en el 2005 con oficinas principales ubicadas en la ciudad de Vienna, Austria ofrece soporte empresarial de la solución, soporte comercial y entrenamiento para asegurar la continuidad del negocio de sus clientes.



*Figura F- 4.* Pantalla de licenciamiento de Proxmox VE  
Fuente: Propia Autor, (2019).

**Paso 3** La pantalla a continuación solicita seleccionar el disco destinado a albergar el sistema Proxmox, seleccionamos un disco con las opciones de particionamiento por defecto. El botón Options muestra un sub menú para modificar el sistema de ficheros de las particiones en caso de personalización por parte del usuario. El otro disco duro en este equipo deberá estar sin particiones o formato.



Figura F- 5. Pantalla de selección de la media de destino para instalación.  
Fuente: Propia Autor, (2019).

**Paso 4** La próxima pantalla permite configurar fecha, hora y definir nuestra ubicación mundial. Estos parámetros después serán modificados consultando un servidor NTP local.

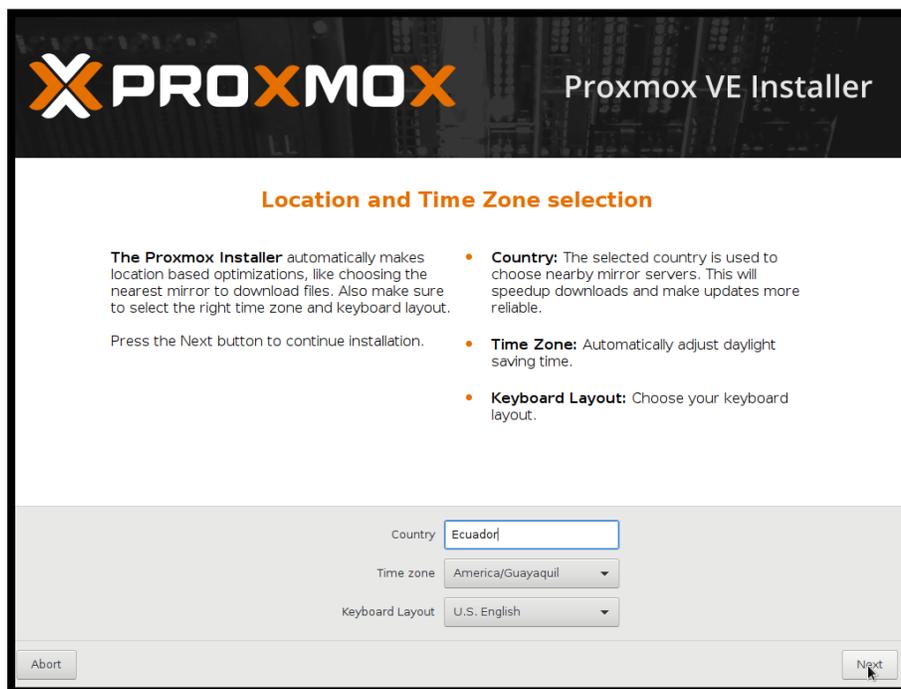


Figura F- 6. Pantalla de configuración de ubicación y hora.  
Fuente: Propia Autor, (2019).

**Paso 5** A continuación configuremos una contraseña de administrador para el usuario por defecto “root”, además de un email del administrador. Estas credenciales son las del súper-usuario el cual permite acceso de forma local, por consola o acceso remoto vía ssh o web.

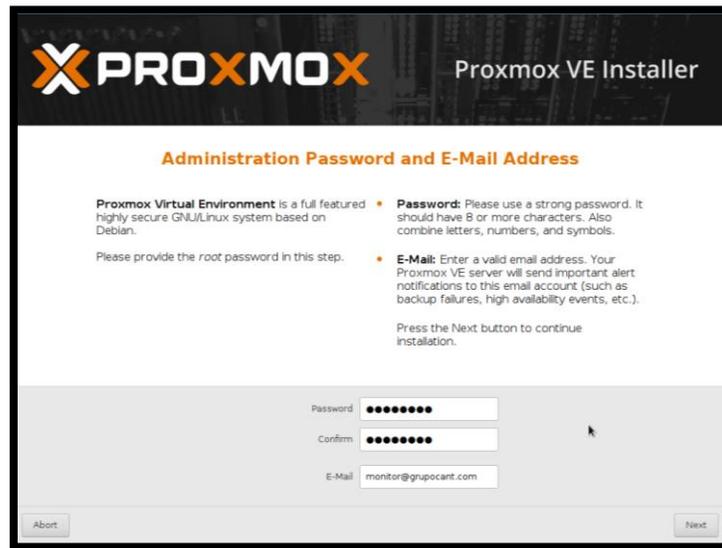


Figura F- 7. Pantalla de configuración del password usuario por defecto root.  
Fuente: Propia Autor, (2019).

**Paso 6** Continuando con el proceso de instalación configuramos la red en el nodo utilizando la información de la tabla F-1. El botón Next inicia el proceso de instalación.

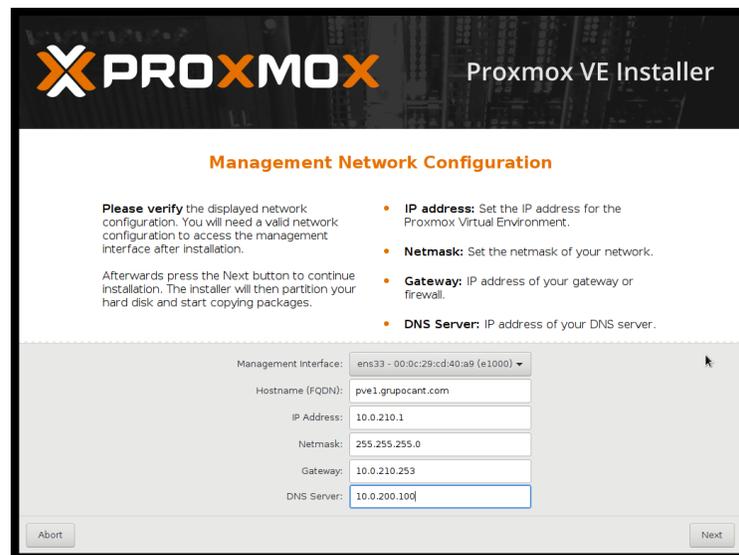
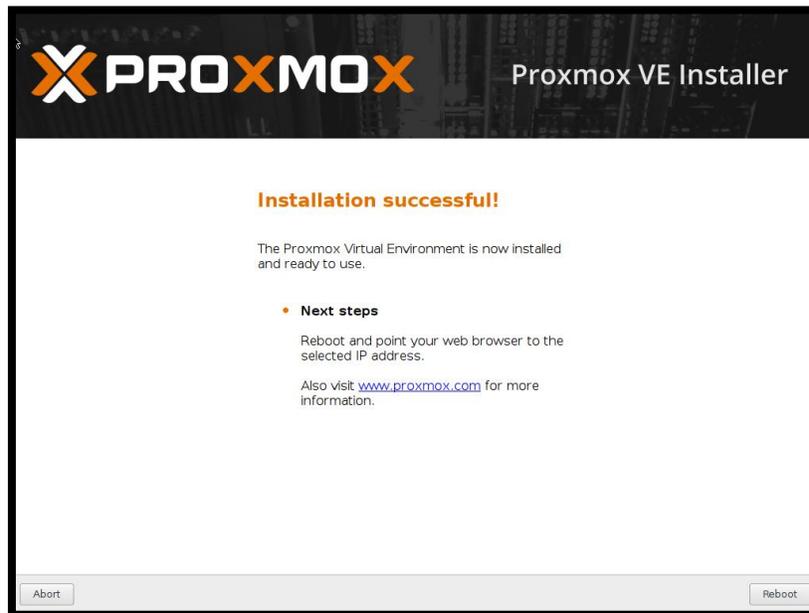


Figura F- 8. Pantalla de configuración de red del nodo.  
Fuente: Propia Autor, (2019).

**Paso 7** La siguiente pantalla aparece al completar el proceso de instalación.



*Figura F- 9.* Pantalla de finalización de la instalación.  
Fuente: Propia Autor, (2019).

La Figura F -9 nos informa cuando la instalación se ha completado de forma exitosa y únicamente espera ser reiniciada para guardar los cambios realizados en la instalación



*Figura F- 10.* Pantalla de acceso local por consola al nodo proxmox.  
Fuente: Propia Autor, (2019).

El usuario por defecto es "root" y el password aquel proporcionado durante la instalación.  
Al ingresar localmente procedemos a realizar una validación de la instalación y la configuración básica.

Para verificar el soporte de virtualización por hardware se recomienda revisar en el BIOS la activación de "Hardware Virtualization Extensions", o después de la instalación se puede validar que el procesador del nodo PROXMOX cuente con "Hardware Virtualization Extensions", al ejecutar la siguiente línea de comando en la terminal:

- Para procesadores INTEL, ejecute en una terminal:

```
root@pveX #grep --color vmx /proc/cpuinfo
```

*Código F-1. Comando para conocer el procesador en INTEL*

Si el procesador soporta virtualización tiene que dar como resultado

```
root@pveX #"flags:      fpu vme de pse tsc msr pae mce cx8 apic
mtrr pge mca cmov pat pse36 clflush dts acpi mmx fxsr sse sse2 ss ht
tm pbe syscall nx rdtscp lm constant_tsc arch_perfmon pebs bts
rep_good xtopology nonstop_tsc aperfmperf pni dtes64 monitor ds_cpl
vmx est tm2 ssse3 cx16 xtpr pdcm sse4_1 sse4_2 popcnt lahf_lm arat
dts tpr_shadow vnmi flexpriority ept vpid"
```

*Código F-2. Resultado ejemplo del comando antes ejecutado CLI Linux*

Dependiendo de la cantidad de procesadores que tenga su hardware así será el número de coincidencias que va a presentar "VMX". Si la línea de comando no devuelve resultados significa que el procesador no soporta virtualización.

- Para los procesadores AMD, ejecute en una terminal:

```
root@pveX #grep --color svm /proc/cpuinfo
```

*Código F-3. Comando para conocer el procesador en AMD*

Si el procesador soporta virtualización tiene que dar como resultado.

```
root@pveX #"flags:      fpu vme de pse tsc msr pae mce cx8 apic
mtrr pge mca cmov pat pse36 clflush dts acpi mmx fxsr sse sse2 ss ht
tm pbe syscall nx rdtscp lm constant_tsc arch_perfmon pebs bts
rep_good xtopology nonstop_tsc aperfmperf pni dtes64 monitor ds_cpl
svm est tm2 ssse3 cx16 xtpr pdcm sse4_1 sse4_2 popcnt lahf_lm arat
dts tpr_shadow vnmi flexpriority ept vpid"
```

*Código F-4. Resultado ejemplo del comando antes ejecutado CLI Linux*

Dependiendo de la cantidad de procesadores que tenga su hardware así será el número de coincidencias que va a presentar "SVM".

Para la instalación de los otros nodos se han seguido los mismos pasos del 1 al 4 modificando la dirección ip, la contraseña y el nombre de la máquina.

### Pruebas de configuración básica

**Paso 8** Después de un reinicio requerido para completar la instalación verificamos de forma local en la consola del servidor Proxmox pve1; la configuración básica de la interfaz de red configurada durante la instalación.

```
-----
pve1 login: root
Password:
Last login: Wed Sep 26 10:38:21 -05 2018 on tty1
Linux pve1 4.10.17-2-pve #1 SMP PVE 4.10.17-19 (Fri, 4 Aug 2017 13:34:37 +0200) x86_64

The programs included with the Debian GNU/Linux system are free software;
the exact distribution terms for each program are described in the
individual files in /usr/share/doc/*/copyright.

Debian GNU/Linux comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY, to the extent
permitted by applicable law.
root@pve1:~# ip addr
1: lo: <LOOPBACK,UP,LOWER_UP> mtu 65536 qdisc noqueue state UNKNOWN group default qlen 1000
    link/loopback 00:00:00:00:00:00 brd 00:00:00:00:00:00
    inet 127.0.0.1/8 scope host lo
        valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 ::1/128 scope host
        valid_lft forever preferred_lft forever
2: ens33: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc pfifo_fast master vmbro0 state UP group de
fault qlen 1000
    link/ether 00:0c:29:cd:40:a9 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
3: ens37: <BROADCAST,MULTICAST> mtu 1500 qdisc noop state DOWN group default qlen 1000
    link/ether 00:0c:29:cd:40:b3 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
4: ens38: <BROADCAST,MULTICAST> mtu 1500 qdisc noop state DOWN group default qlen 1000
    link/ether 00:0c:29:cd:40:bd brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
5: ens39: <BROADCAST,MULTICAST> mtu 1500 qdisc noop state DOWN group default qlen 1000
    link/ether 00:0c:29:cd:40:c7 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
6: vmbro0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc noqueue state UP group default qlen 1000
    link/ether 00:0c:29:cd:40:a9 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 10.0.210.1/24 brd 10.0.210.255 scope global vmbro0
        valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 fe80::20c:29ff:fedc:40a9/64 scope link
        valid_lft forever preferred_lft forever
root@pve1:~#
```

Figura F- 11. Configuración de red del servidor Proxmox pve1  
Fuente: Propia Autor, (2019).

Para comprobar la conectividad del nodo se ejecuta el comando ping a la IP del resto de servidores Proxmox Nodo 2

```
root@pve1:~# ping 10.0.210.2
PING 10.0.210.2 (10.0.210.2) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 10.0.210.2: icmp_seq=1 ttl=128 time=0.396 ms
64 bytes from 10.0.210.2: icmp_seq=2 ttl=128 time=0.391 ms
64 bytes from 10.0.210.2: icmp_seq=3 ttl=128 time=0.384 ms
64 bytes from 10.0.210.2: icmp_seq=4 ttl=128 time=0.384 ms
64 bytes from 10.0.210.2: icmp_seq=5 ttl=128 time=0.348 ms
64 bytes from 10.0.210.2: icmp_seq=6 ttl=128 time=0.348 ms
```

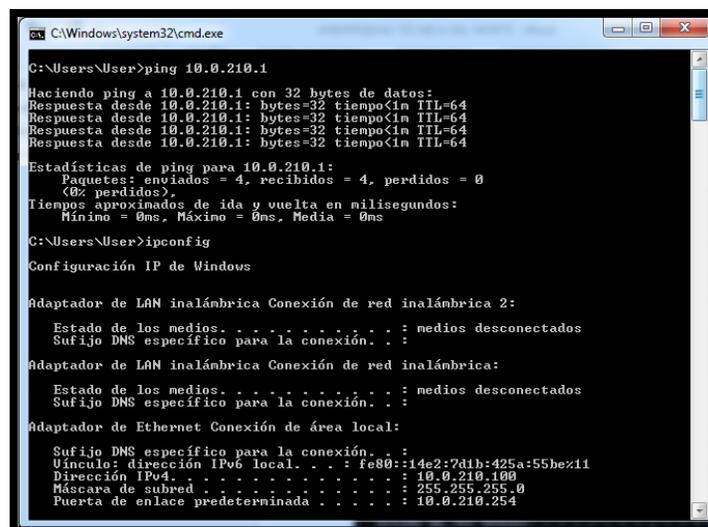
Figura F- 12. Ping en consola servidor Proxmox pve1 a pve2  
Fuente: Propia Autor, (2019).

Para comprobar la conectividad del nodo se ejecuta el comando ping al servidores Nodo 3

```
root@pve1:~# ping 10.0.210.3
PING 10.0.210.3 (10.0.210.3) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 10.0.210.3: icmp_seq=1 ttl=128 time=0.330 ms
64 bytes from 10.0.210.3: icmp_seq=2 ttl=128 time=0.394 ms
64 bytes from 10.0.210.3: icmp_seq=3 ttl=128 time=0.402 ms
64 bytes from 10.0.210.3: icmp_seq=4 ttl=128 time=0.360 ms
64 bytes from 10.0.210.3: icmp_seq=5 ttl=128 time=0.340 ms
64 bytes from 10.0.210.3: icmp_seq=6 ttl=128 time=0.409 ms
```

Figura F- 13. Ping en consola servidor Proxmox pve1 a pve3  
Fuente: Propia Autor, (2019).

Desde una PC con sistema operativo Windows configurada en la VLAN210 se ejecuta el comando ping dirigido a la IP de los servidores Proxmox.



```
C:\Windows\system32\cmd.exe
C:\Users\User>ping 10.0.210.1
Haciendo ping a 10.0.210.1 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 10.0.210.1: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Estadísticas de ping para 10.0.210.1:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos).
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms
C:\Users\User>ipconfig
Configuración IP de Windows

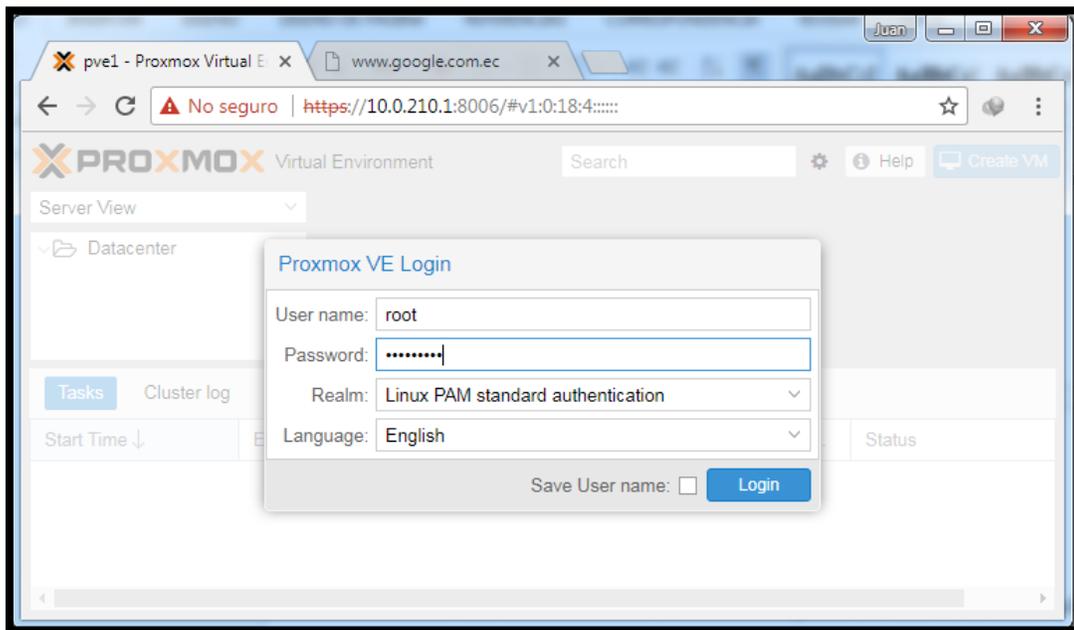
Adaptador de LAN inalámbrica Conexión de red inalámbrica 2:
    Estado de los medios . . . . . : medios desconectados
    Sufijo DNS específico para la conexión. . . :

Adaptador de LAN inalámbrica Conexión de red inalámbrica:
    Estado de los medios . . . . . : medios desconectados
    Sufijo DNS específico para la conexión. . . :

Adaptador de Ethernet Conexión de área local:
    Sufijo DNS específico para la conexión. . . :
    Vínculo: dirección IPv6 local. . . : fe80::14e2:7d1b:425a:55bez11
    Dirección IPv4. . . . . : 10.0.210.100
    Máscara de subred . . . . . : 255.255.255.0
    Puerta de enlace predeterminada . . . . . : 10.0.210.254
```

Figura F-14. Ping realizado desde terminal Windows  
Fuente: Propia Autor, (2019).

En el navegador web de un equipo dentro de la Vlan 210 se debe colocar la ip del Nodo con el siguiente formato `https://ip.ip.ip.ip:8006`. Luego al aceptar la excepción al certificado SSL que aparece podemos interactuar con la página de login. El usuario por defecto creado inicialmente es root y la contraseña es aquella configurada durante la instalación.



*Figura F-15.* Interfaz web de administración Proxmox  
Fuente: Propia Autor, (2019).

Las configuraciones de red del nodo y el switch están detalladas en el Anexo E es necesario poseer salida a Internet para realizar las actualizaciones de los paquetes instalados. En el panel de administración web, en la parte izquierda se encuentra el icono en forma de servidor. Al seleccionarlo ingresamos a System -> Network lo que nos muestra la información de red del nodo

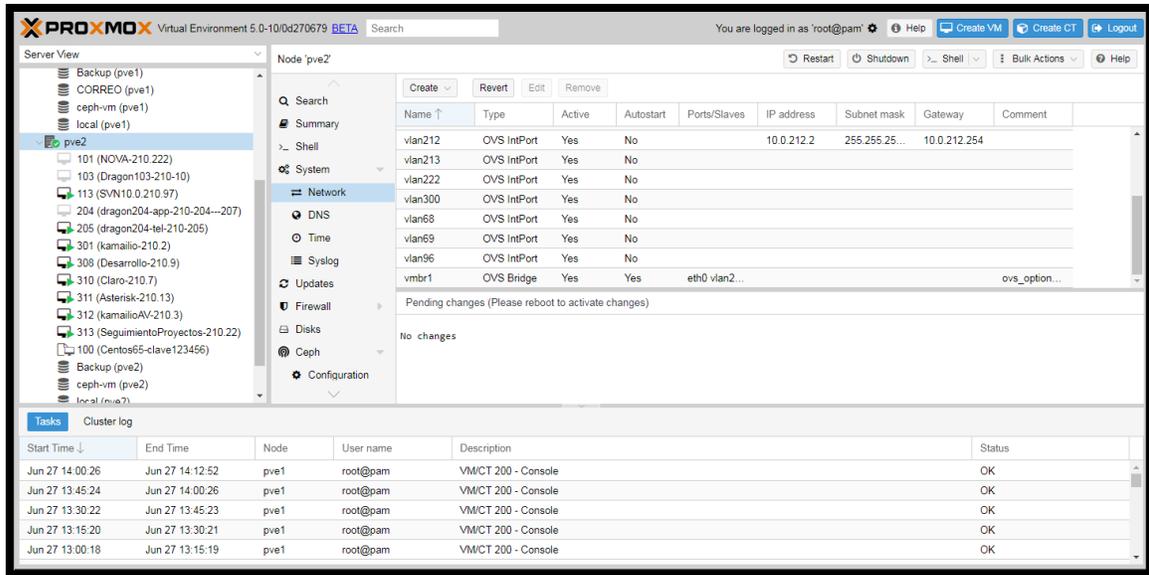


Figura F-16. Revisión de configuración de red del nodo  
Fuente: Propia Autor, (2019).

**Paso 9** Es muy importante aplicar las últimas actualizaciones del sistema operativo y de las herramientas de virtualización. Para efectuar la actualización por medio de la interfaz web se puede acceder seleccionando el icono en forma de servidor ubicado en la parte izquierda e ingresamos a Updates donde podemos realizar un “Update” o “Upgrade”.

Opción a través del Administrador Web:

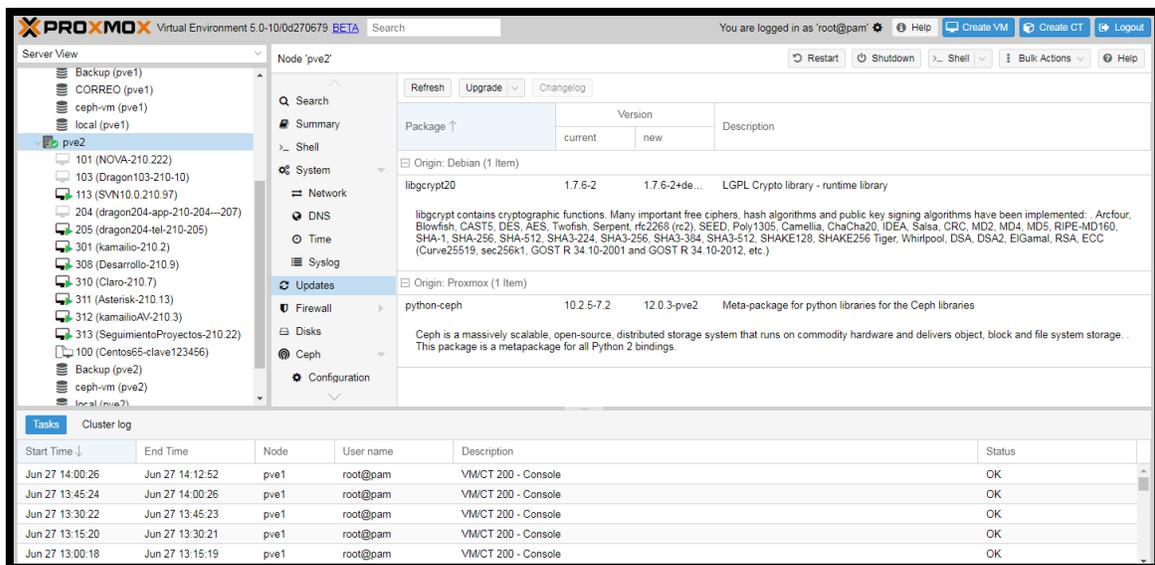


Figura F-17. Actualización a través del panel de administración web  
Fuente: Propia Autor, (2019).

Opción a través de Consola: También es posible efectuar la actualización a través de la consola de forma local o desde una terminal remotamente vía SSH. Para realizar estos cambios se debe como superusuario “root” utilizando el siguiente comando:

```
root@pveX #ssh root@ip.ip.ip.ip
```

*Código F-5. Comando conexión ssh vía CLI Linux*

La ip a colocar es la del nodo proxmox después se solicitará proporcione el password que ingresó durante la instalación. En Windows tiene que bajar un cliente de conexión SSH como el caso de Putty. Otro método es utilizar una conexión a la consola del nodo a través de la página web principal. El botón “Shell” ubicado en la parte superior derecha despliega una pantalla en el navegador web con la consola. La terminal del server muestra es la de un sistema operativo Debian con el siguiente comando procede a aplicar las actualizaciones que estén disponibles.

```
root@pveX# apt-get update && apt-get -y dist-upgrade && apt-get  
remove --purge && apt-get -y autoremove --purge && apt-get clean &&  
apt-get autoclean
```

*Código F-6. Comando actualización de paquetes y distribución*

Una vez completado este proceso procedemos a la instalación del softswitch para continuar con la configuración de clúster se recomienda realizarlo de forma local.

### **Instalación de Openvswitch**

**Paso 10** En la terminal de cada nodo colocamos el siguiente comando el cual solicita la instalación de nuestro switch virtual.

```
root@pveX# apt-get install openvswitch-common openvswitch-switch
```

*Código F-7. Comando instalación paquetes openvswitch*

La configuración de los equipos de red se lo revisara de forma detallada en (Anexo E). Openvswitch se integra a la consola de administración web de Proxmox y administra la red en el nodo. Las cuatro tarjetas de red en los servidores se encuentran conectadas al switch físico cisco

siguiendo el diagrama presentado en la Tabla F-1. Retomando la configuración a partir de las nuevas configuraciones de red procedemos a configurar Ceph y el Clúster.

## Configuración del clúster

**Paso 11** Editamos en cada Nodo el archivo `root@pveX :/etc/hosts` que nos permite definir y resolver direcciones de nombres de dominio de forma local. Para completar los cambios en cada servidor es necesario reiniciar tras el cambio.

```
# Nodos Clúster PROXMOX
10.0.210.1 pve1.grupocant.com pve1 pvelocalhost
10.0.210.2 pve2.grupocant.com pve2 pvelocalhost
10.0.210.3 pve3.grupocant.com pve3 pvelocalhost
# NIC's for CoroSnc PROXMOX
10.0.201.1 pve1-corosync.grupocant.com pve1-corosync
10.0.201.2 pve2-corosync.grupocant.com pve2-corosync
10.0.201.3 pve3-corosync.grupocant.com pve3-corosync
```

*Código F-8. Archivo ejemplo /etc/hosts*

## Activar Clúster Proxmox

La activación del Clúster PROXMOX, es un proceso que lleva 2 pasos:

- Creación del Clúster en uno de los Nodos el cual se convertirá en el "Nodo Primario" en este caso pve1.
- Agregar el resto de Nodos al Clúster apuntando al "Nodo Primario", nodo pve2 y pve3 a pve1.

**Paso 12** Intercambio de "Llaves Públicas" entre Nodos y Activación de Clúster. Proxmox utiliza el nombre de dominio de los nodos para entrelazar los servicios y efectuar las gestiones requeridas vía SSH, por tal razón cada nodo debe conocer las llaves públicas de los miembros del Clúster.

### 12.1 Ingresamos al Nodo 1

Creamos las claves SSH key en el servidor pve1. El siguiente comando se debe ejecutar en la terminal del nodo pve1.

## Obtener PublicKey Nodos y Obtener PublicKey CoroSync:

```
root@pveX #ssh root@pve1 exit
root@pveX #ssh root@pve2 exit
root@pveX #ssh root@pve3 exit
root@pveX #ssh root@pve1-corosync exit
root@pveX #ssh root@pve2-corosync exit
root@pveX #ssh root@pve3-corosync exit
```

*Código F-9. Comando para obtener claves SSH*

Salimos del pve1

### 12.2 Ingresamos al Nodo 2

Creamos las claves SSH key en el servidor pve2. El siguiente comando se debe ejecutar en la terminal del nodo pve2.

```
root@pveX #ssh root@pve1 exit
root@pveX #ssh root@pve2 exit
root@pveX #ssh root@pve3 exit
root@pveX #ssh root@pve1-corosync exit
root@pveX #ssh root@pve2-corosync exit
root@pveX #ssh root@pve3-corosync exit
```

*Código F-10. Comando para obtener claves SSH*

Salimos del pve 2

### 12.3 Ingresamos al Nodo 3

Creamos las claves SSH key en el servidor pve3. El siguiente comando se debe ejecutar en la terminal del nodo pve3.

```
root@pveX #ssh root@pve1 exit
root@pveX #ssh root@pve2 exit
root@pveX #ssh root@pve3 exit
root@pveX #ssh root@pve1-corosync exit
root@pveX #ssh root@pve2-corosync exit
root@pveX #ssh root@pve3-corosync exit
```

*Código F-11. Comando para obtener claves SSH*

Salimos del pve3

**Paso 13** En la creación del clúster uno de los nodos actuará como "Orquestador de Proxmox Clúster en este ejemplo vamos a tomar el nodo "pve1.grupocant.com" que tiene la IP 10.0.210.1.

### 13.1 Ingresamos vía ssh:

```
root@pveX #ssh root@10.0.210.1
```

*Código F-12.* Comando para ingresar remotamente a servidor vía SSH

Para la creación de un clúster ejecutamos la línea de comando PVECM con los siguientes parámetros:

```
root@pveX#pvecm create datacenter --bindnet0_addr 10.0.201.1 --ring0_addr pve1-corosync
```

*Código F-13.* Comando para crear clúster

- "*nombre\_del\_cluster*" Es el nombre que queremos darle al clúster creado, solo acepta letras y números. Este comando indica que el nodo 10.0.210.1 es el "Orquestador de Proxmox Clúster" el cual permite centralizar la administración de los Nodos sin embargo cada Servidor cuenta con su propio "Administrador Web" que le permite autonomía por cualquier eventualidad con el servidor central. Creamos el Clúster con el nombre ejemplo datacenter
- `--bindnet0_addr <string>`: Esto especifica la dirección de red a la que se debe vincular el anillo corosync de manera predeterminada se establece en la dirección IP local del nodo. En este caso definimos otra tarjeta de red en el nodo en la VLAN201.
- `--ring0_addr <string>` (default = Nombre de host (o IP)) de la dirección del anillo corosync0 de este nodo.

Comprobar que se ha creado

```
root@pveX #pvecm status
```

*Código F-14.* Comando para revisar el estado del clúster

### 13.2 Ingresamos al Nodo pve2 y vamos a añadirlo al clúster

```
root@pveX #ssh root@10.0.210.2
```

*Código F-15.* Comando para ingresar remotamente a servidor vía SSH

### Agregamos al Nodo Primario pve1 el Nodo pve2

```
root@pveX #pvecm add pve1-corosync -ring0_addr pve2-corosync
```

*Código F-16.* Comando para agregar nodo pve2 a nodo primario pve1cluster existente

### 13.3. Ingresamos al Nodo pve3 y vamos a añadirlo al clúster

```
root@pveX #ssh root@10.0.210.3
```

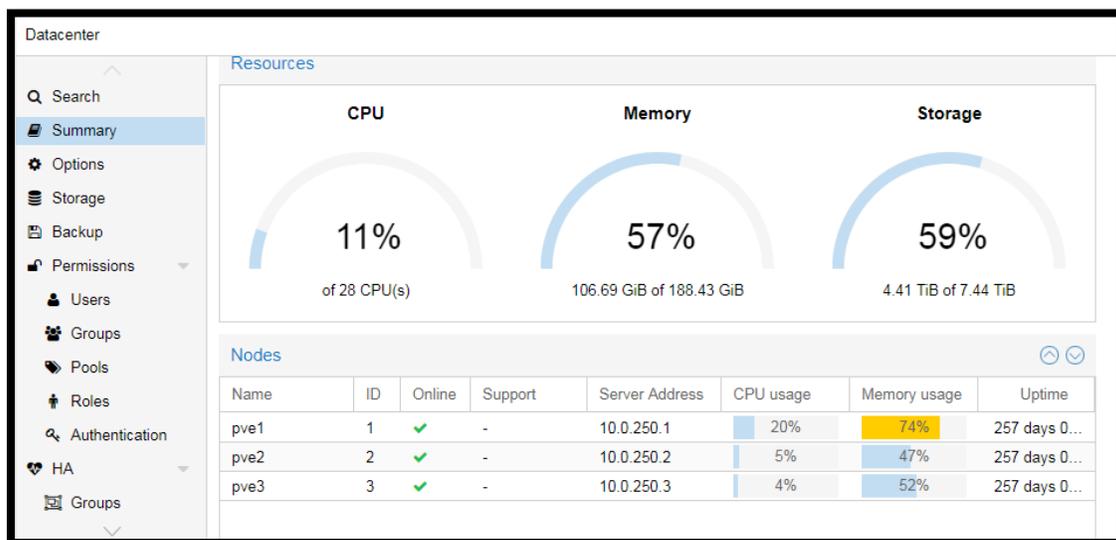
*Código F-17.* Comando para ingresar remotamente a servidor vía SSH

### Agregamos al Nodo Primario pve1 -> Nodo pve3

```
root@pveX #pvecm add pve1-corosync -ring0_addr pve3-corosync
```

*Código F-18.* Comando para agregar nodo pve3 a nodo primario pve1cluster existente

Después realizar la configuración descrita previamente en la interfaz web del Nodo que actúa como Primario se presenta a los tres nodos centralizados con los que mantiene comunicación asincrónica, reportando su estado y el de las "Máquinas Virtuales" que alojan. La gestión de comunicación lo efectúa Corosync a través de las tarjetas que están conmutadas en la VLAN 201.



*Figura F-18.* Clúster observado desde la interfaz de administración web  
Fuente: Propia Autor, (2019).

## Ceph en Clúster Proxmox

**Paso 14** Para habilitar "Alta Disponibilidad" en Proxmox es necesario contar con un mínimo de tres Nodos y un Storage que centralice los "Discos Virtuales" de las "Máquinas Virtuales" y "Contenedores". Para instalarlo ingresamos a cada Nodo para descargar las librerías Ceph con las siguientes líneas de comando:

- Ingresamos al nodo pve1

```
root@pveX #ssh root@10.0.210.1
root@pveX #pveceph install --version luminous
```

*Código F-19. Comando para instalar Ceph*

- Ingresamos al nodo pve2

```
root@pveX #ssh root@10.0.210.2
root@pveX #pveceph install --version luminous
```

*Código F-20. Comando para instalar Ceph*

- Ingresamos al nodo pve3

```
root@pveX #ssh root@10.0.210.3
root@pveX #pveceph install --version luminous
```

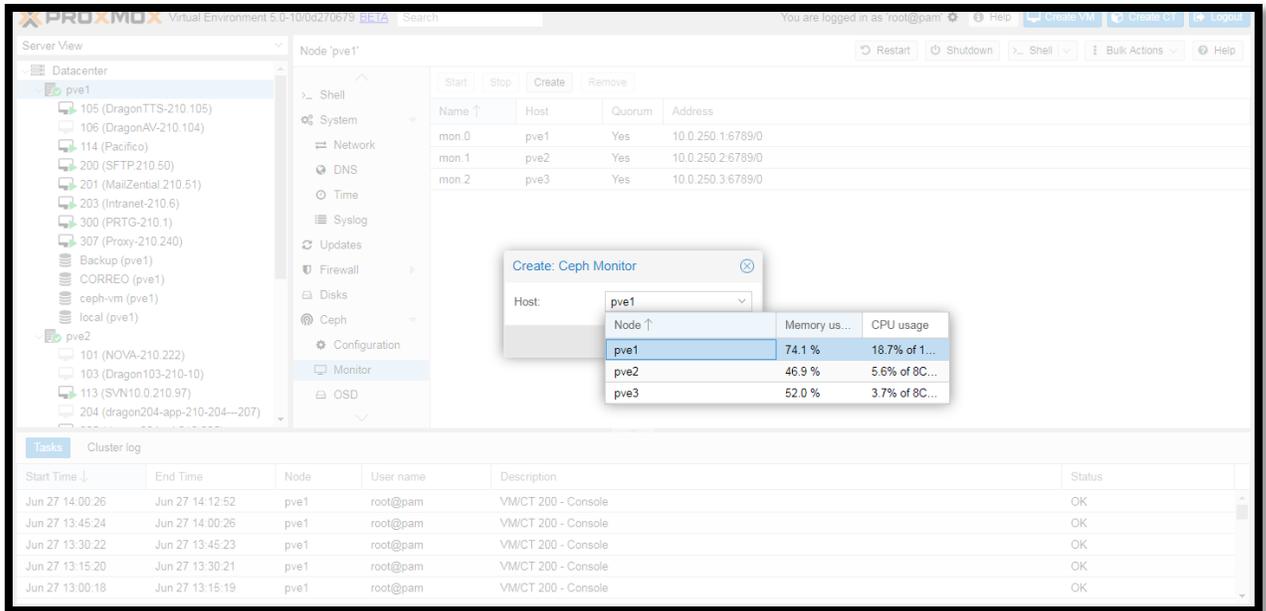
*Código F-21. Comando para instalar Ceph*

Activamos el servicio Ceph-Monitor en la red "Storage\_Ceph" VLAN250 únicamente en el Nodo Primario, que en este ejemplo es pve1

```
root@pveX #ssh root@10.0.210.1
root@pveX # pveceph init --network 10.0.250.0/24
root@pveX #pveceph createmon
```

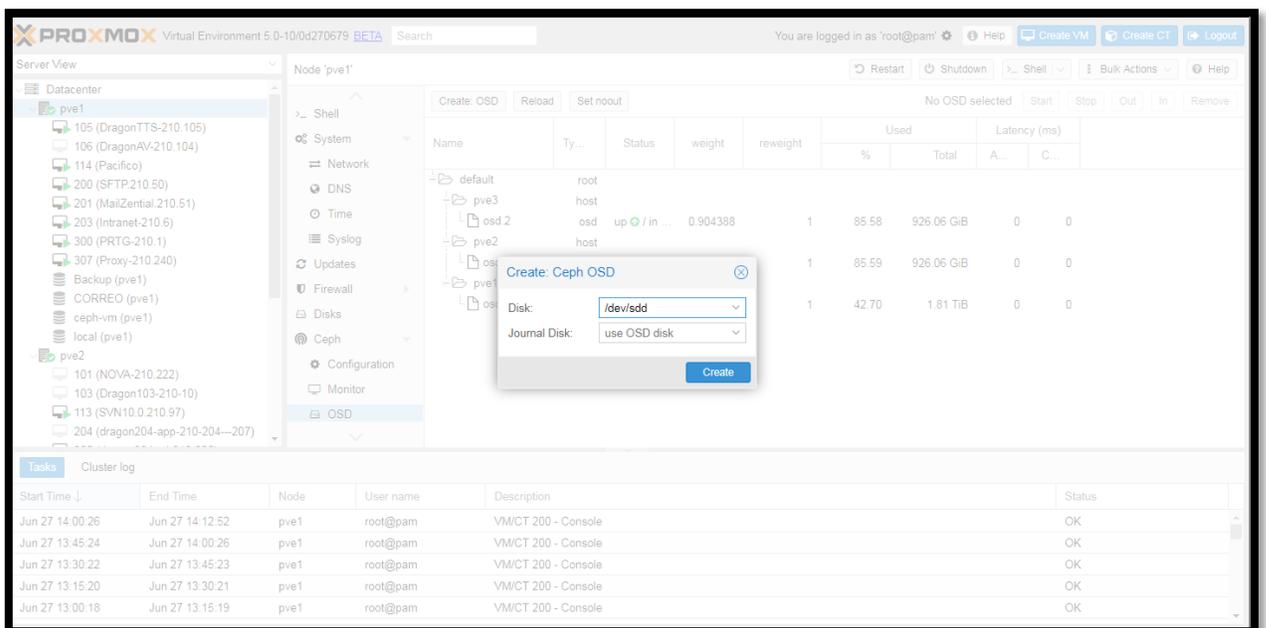
*Código F-22. Comando para activar el servicio Ceph-Monitor*

El estatus del "Storage Ceph" mostrado por el nodo principal estará "Alertado", ya que aún no se ha configurado los servicios Ceph-OSD. El siguiente paso es activar el "Monitoreo de Ceph" a los Nodos restantes. Desde la interfaz de administración web se activa automáticamente los Ceph-Monitor, en los Nodos de forma remota.



*Figura F-19.* Activación Ceph-Monitor desde la interfaz de administración web  
Fuente: Propia Autor, (2019).

Creamos Ceph-OSD en cada Nodo que son los servicios asociados a "Unidades de Almacenamiento Extras" por medio de "Create ODS" el cual muestra las unidades disponibles.



*Figura F-20.* Creación de Ceph-OSD desde la interfaz de administración web  
Fuente: Propia Autor, (2019).

Al finalizar se puede revisar el estado de esta configuración como se observa en la siguiente pantalla

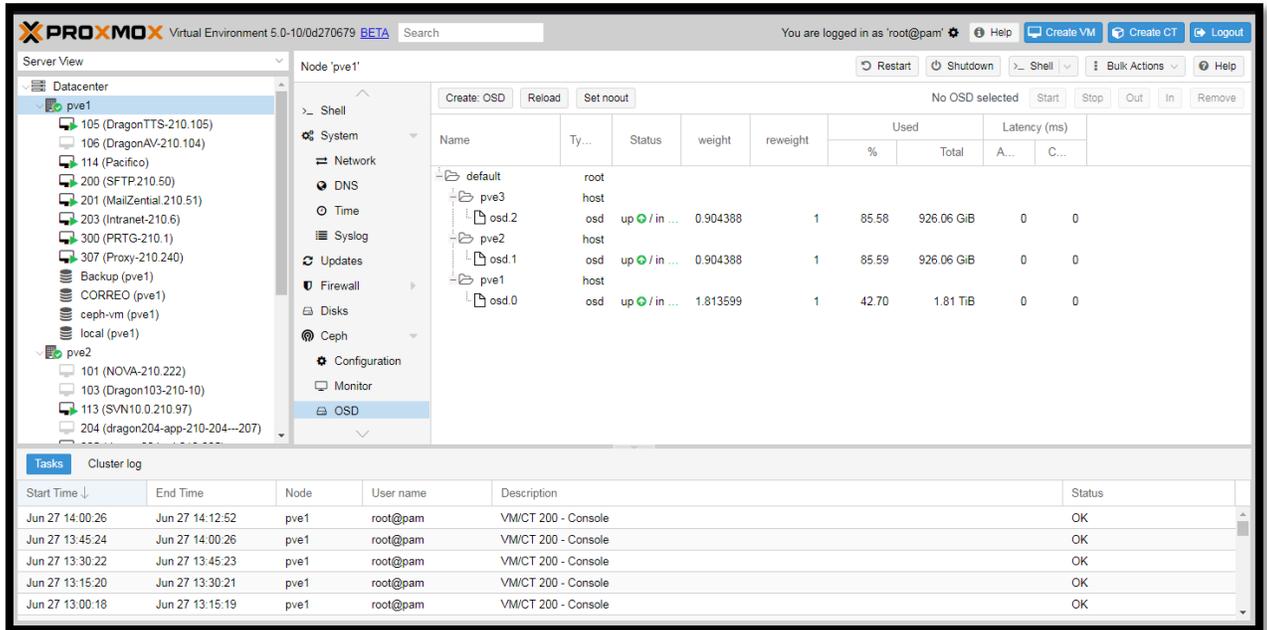


Figura F-21. Revisión de Ceph-OSD desde la interfaz de administración web  
Fuente: Propia Autor, (2019).

## Bloques de espacio presentados al Clúster

**Paso 15.** En el Administrador Web "Proxmox Storage"; Pool es el término utilizado para describir un grupo de unidades de almacenamiento "OSD's" definidos para el aprovisionamiento de espacio del "Storage Ceph". El "Storage Ceph" debe ser presentado al Clúster como un "Storage RBD. RADOS Block Device, son "Bloques de Almacenamiento Virtual" que representan los Pools de Ceph ante el Clúster.

"Bloque de Almacenamiento Virtual": Es la simulación de "Unidades de Almacenamiento", permitiendo a las "Máquinas Virtuales y Contenedores LXC" ver simplemente un Disco Duro con espacio disponible.



## Crear RBD (RADOS Block Device)

A continuación creamos el Storage Ceph como RBD.

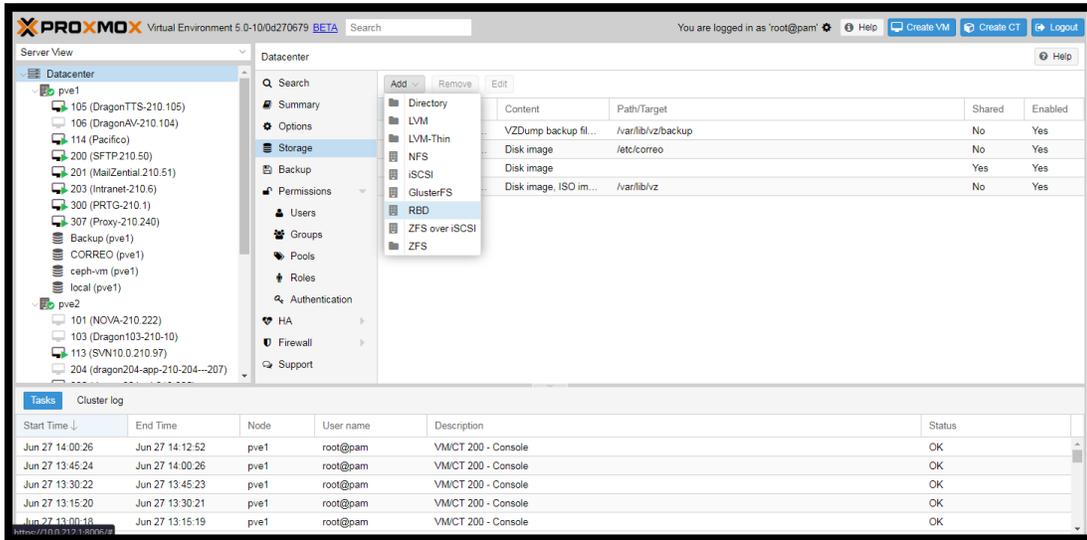


Figura F-24. Creación de “Storage RBD” desde la interfaz de administración web  
Fuente: Propia Autor, (2019).

Agregamos RBD a pool desde la interfaz de administración web la IP de cada nodo que ingresa en Ceph. En la interfaz web las IP's se ingresan con un espacio de separación.

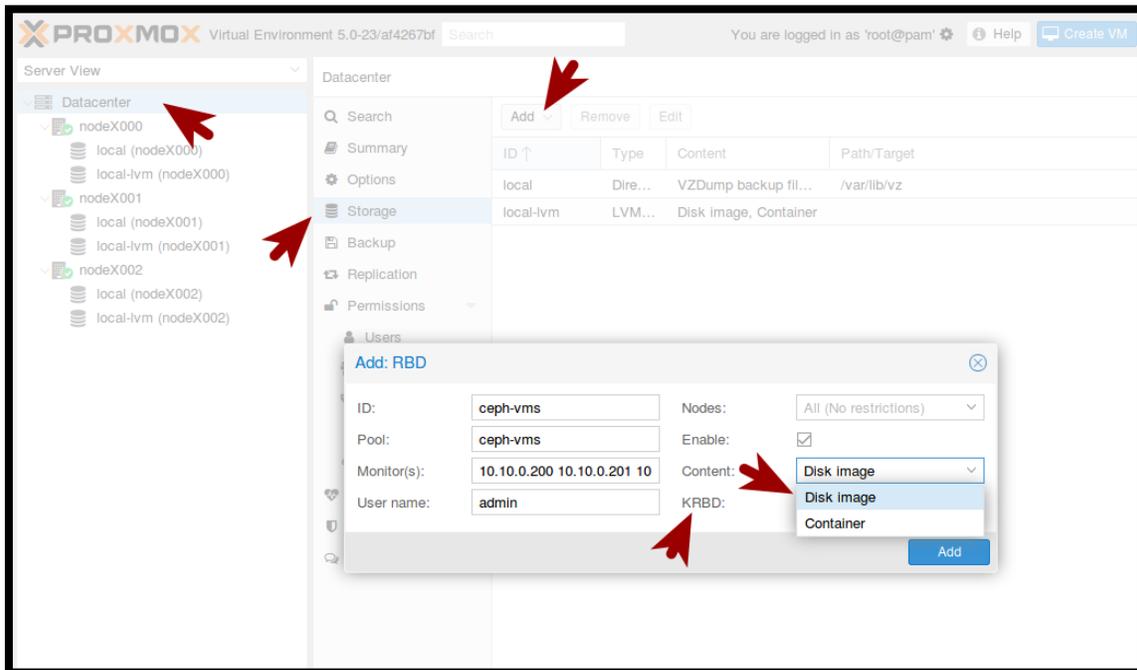


Figura F-25. Agregamos RBD a pool desde la interfaz de administración web  
Fuente: Propia Autor, (2019).

## Crear RBD para Ceph-vms

- ID: Ingrese el nombre que le vamos a dar al Storage Ceph RBD.
- Pool: Nombre del pool al cual estará asociado el Storage Ceph.
- Monitor(s): Es importante ingresar la IP de cada nodo que ingresa en Ceph. En la interfaz web las IP's se ingresan con un espacio de separación.
- Nodes: Nodos que tendrán acceso.
- Enable: Para Activar o Desactivar Storage.
- Content: Indica el tipo de contenido que aceptará. Disk Image es para "Máquinas Virtuales" y Container es para "LXC".
- LXC cuenta con parámetros extras, por esta razón es conveniente que las "Máquinas Virtuales" no coexistan con LXC en un mismo Pool, deben de estar separados.
- KRBD: Habilita soporte de múltiples discos y snapshots para LXC.

## Revisión del nuevo Storage

Después de efectuar los pasos anteriores en el Clúster y en cada Nodo se agrega el nuevo Storage Ceph. El error que se observa es debido a que se debe copiar la llave de administración.

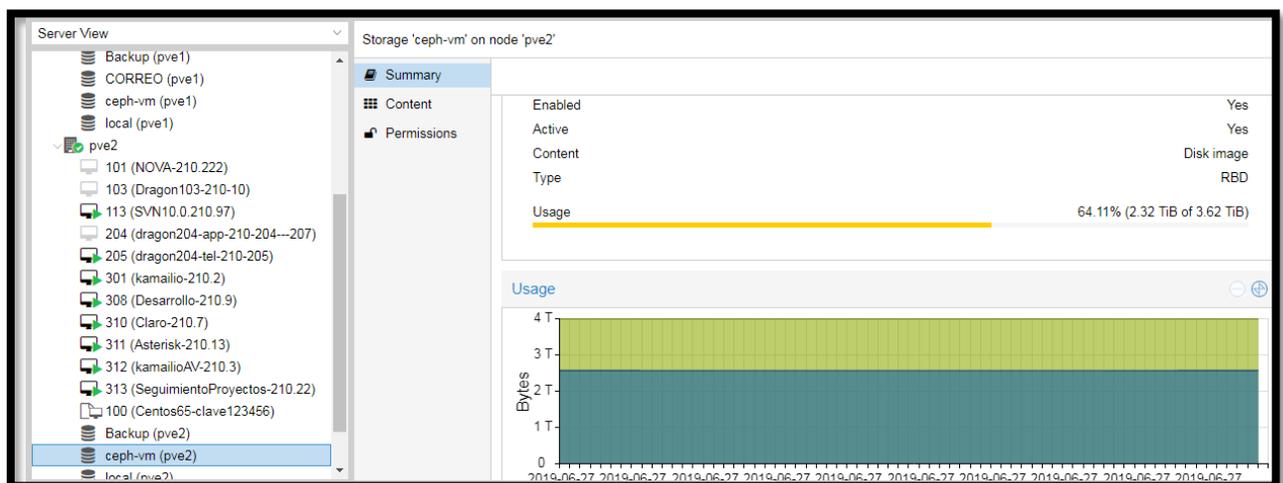


Figura F-26. RBD agregado a los nodos y clúster desde la interfaz de administración web  
Fuente: Propia Autor, (2019).

Para copiar llave de Administración ingresamos al Nodo Primario pve1:

```
root@pveX #ssh root@10.210.0.1
```

Código F-23. Comando para ingresar remotamente vía SSH

### Crear Directorio de llaves Ceph

```
root@pveX #mkdir /etc/pve/priv/ceph
```

Código F-24. Comando crear directorio

### Copiamos la llave con el nombre ceph-vms

```
root@pveX #cp /etc/ceph/ceph.client.admin.keyring /etc/pve/priv/ceph/ceph-vms.keyring
```

Código F-25. Comando para copiar las llaves del storage

Si agrega otro Pool y Storage debe de copiar la llave con el nombre del nuevo Storage. Ahora el "Storage RDB" debe presentarnos el espacio disponible.

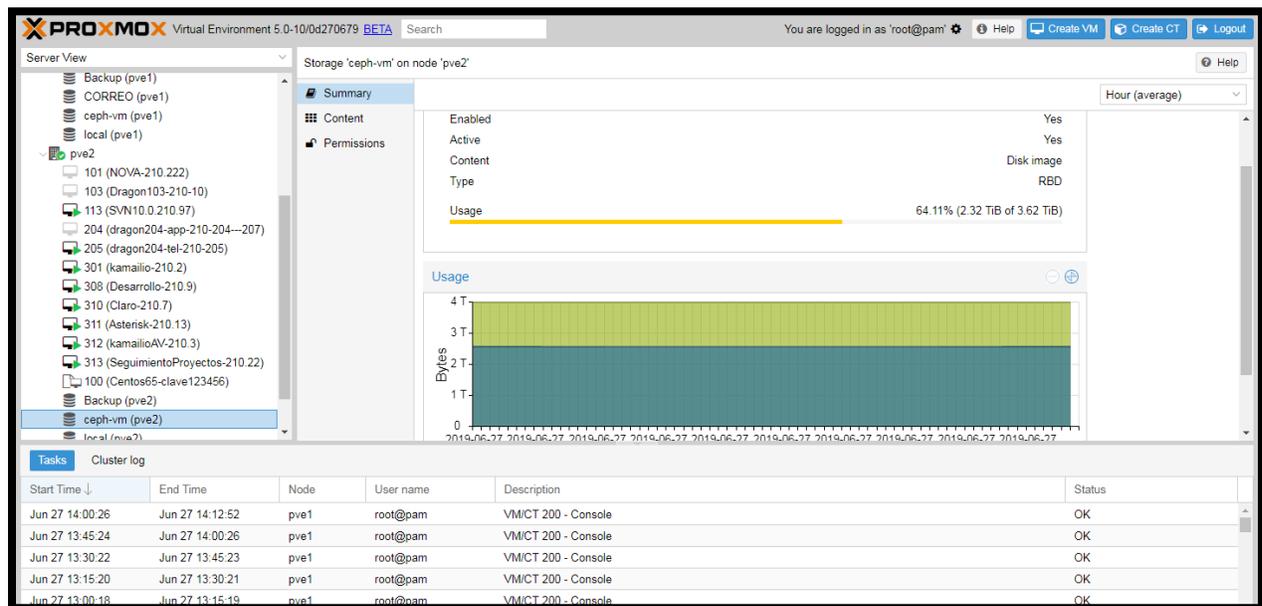


Figura F-27. Revisión RBD desde la interfaz de Administración Web  
Fuente: Propia Autor, (2019).